

VIE ET MILIEU

BULLETIN DU LABORATOIRE ARAGO

SÉRIE B : OCÉANOGRAPHIE

VOLUME XX

ANNÉE 1969

FASCICULE 1-B

SOMMAIRE

O. LEENHARDT et G. ALLA. Structure du plateau continental provençal	1
D. REYSS. Les canyons sous-marins de la mer catalane. Le rech du Cap et le rech Lacaze-Duthiers. I. Bathymétrie et topographie	13
B. CHASSEFIÈRE. Etude minéralogique de la fraction lourde de sédiments de la région de Thau (Hérault)	37
IGNATIADES Lydia and Theano BECACOS-KONTOS. Nutrient Investigations in Lower Saronicos Bay, Aegean Sea	51
Guy JACQUES, Claude RAZOULS et Alain THIRIOT. Données météorologiques et hydrologiques de la région de Banyuls-sur-Mer. Année 1967-1968 . .	63
Claude RAZOULS. Données sur la biomasse du zooplancton de Méditerranée occidentale	75
G. JACQUES. Aspects quantitatifs du phytoplancton de Banyuls-sur-Mer (Golfe du Lion). III. - Diatomées et Dinoflagellés de juin 1965 à juin 1968 . .	91
Suzanne RAZOULS. Variations saisonnières des populations du macroplancton de la région de Banyuls-sur-Mer, 1965-1967 (à l'exception des Crustacés et des Mollusques)	127
Alain THIRIOT et Francisco VIVES. <i>Evadne nordmanni</i> Lovén en Méditerranée occidentale	145
Michel BHAUD. Evolution des populations méroplanctoniques de larves de <i>Mesochaetopterus sagittarius</i> (Clarapède, 1870) à Nosy-Bé (Madagascar).	159
Annie DESCATOIRE, Annie FEY et Françoise LAFARGUE. Les peuplements sessiles de l'Archipel de Glénan. Introduction	171
Annie DESCATOIRE. Les peuplements sessiles de l'Archipel de Glénan. I. Inventaire : Spongiaires	177

MASSON & Cie
120, Bd St-Germain, Paris-VI

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. L. LAUBIER, Secrétaire de Rédaction (Laboratoire Arago, Banyuls-sur-Mer, 66, France). Ils ne seront acceptés définitivement qu'après avoir été soumis au Comité de Rédaction spécialisé.

Membres des Comités de Rédaction

Série A : Biologie marine

B. BATTAGLIA (Padoue, Italie), C. BOCQUET (Paris, France), J. FELDMANN (Paris, France), J. FOREST (Paris, France), P. LUBET (Caen, France), J. MAETZ (C.E.A., Villefranche-sur-Mer, France), M. PAVANS DE CECCATTY (Lyon, France), G. PETT (Paris, France), G. TEISSIER (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), R. MARGALEF (Barcelone, Espagne), J.M. PÉRÈS (Marseille, France), J. POCHON (Paris, France).

Série C : Biologie terrestre

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

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

Les abonnements sont reçus par la Librairie MASSON & Cie, 120, boulevard Saint-Germain, Paris VI.

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

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

Belgique et Luxembourg 911 FB

Autres pays 85 FF

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

Prix du fascicule séparé 18 FF

Changement d'adresse 0,50 FF

VIE ET MILIEU

BULLETIN DU LABORATOIRE ARAGO

SÉRIE B : OCÉANOGRAPHIE

VOLUME XX

ANNÉE 1969

FASCICULE 1-B

SOMMAIRE

O. LEENHARDT et G. ALLA. Structure du plateau continental provençal	1
D. REYSS. Les canyons sous-marins de la mer catalane. Le rech du Cap et le rech Lacaze-Duthiers. I. Bathymétrie et topographie	13
B. CHASSEFIÈRE. Etude minéralogique de la fraction lourde de sédiments de la région de Thau (Hérault)	37
IGNATIADES Lydia and Theano BECACOS-KONTOS. Nutrient Investigations in Lower Saronicos Bay, Aegean Sea	51
Guy JACQUES, Claude RAZOULS et Alain THIRIOT. Données météorologiques et hydrologiques de la région de Banyuls-sur-Mer. Année 1967-1968 ..	63
Claude RAZOULS. Données sur la biomasse du zooplancton de Méditerranée occidentale	75
G. JACQUES. Aspects quantitatifs du phytoplancton de Banyuls-sur-Mer (Golfe du Lion). III. - Diatomées et Dinoflagellés de juin 1965 à juin 1968 ..	91
Suzanne RAZOULS. Variations saisonnières des populations du macroplancton de la région de Banyuls-sur-Mer, 1965-1967 (à l'exception des Crustacés et des Mollusques)	127
Alain THIRIOT et Francisco VIVES. <i>Evadne nordmanni</i> Lovèn en Méditerranée occidentale	145
Michel BHAUD. Evolution des populations méroplanctoniques de larves de <i>Mesochaetopterus sagittarius</i> (Claparède, 1870) à Nosy-Bé (Madagascar).	159
Annie DESCATOIRE, Annie FEY et Françoise LAFARGUE. Les peuplements sessiles de l'Archipel de Glénan. Introduction	171
Annie DESCATOIRE. Les peuplements sessiles de l'Archipel de Glénan. I. Inventaire : Spongiaires	177

MASSON & Cie
120, Bd St-Germain, Paris-VI

Publication bimestrielle

STRUCTURE DU PLATEAU CONTINENTAL PROVENÇAL

par O. LEENHARDT et G. ALLA

*Musée océanographique de Monaco
et Laboratoire de Géologie Dynamique, Faculté des Sciences
de Bordeaux*

C'est à BOURCART et à ses Collaborateurs qu'on doit la description des principaux traits du plateau continental provençal, peu développé, de la pente qui le borde et des canyons qui l'entaillent (fig. 1).

A la suite d'études récentes on sait maintenant que le fait géologique marquant toute cette zone est l'effondrement récent du massif Sud provençal. Celui-ci est enfoui à 3 000 m environ au pied de la pente (au Sud des îles du Levant en particulier).

Cet effondrement avait déjà été reconnu en particulier par G. VASSEUR et E. FOURNIER (1896), plus récemment J. AUBOUIN et G. MENESSIER (1962) apportaient des précisions. Ils écrivaient : « ... cette Provence cristalline n'est qu'une partie d'un vaste massif cristallin actuellement noyé sous la Méditerranée dont, d'une part les études paléogéographiques aux époques antérieures montrent l'évidente existence... et dont les dragages récents, faits au large des côtes provençales, ont montré la réalité ».

La réalité de cet enfouissement du massif Sud provençal a été bien mise en évidence par différentes études effectuées dans le secteur plus limité de la région marseillaise.

Ainsi, J. BLANC et L. BLANC-VERNET (1966) signalent des affleurements sous-marins en baie de Cassis, d'âge barrémien et aptien. Ils rapprochent ces formations de la série dolomitique barrémienne du Sud de Marseille.

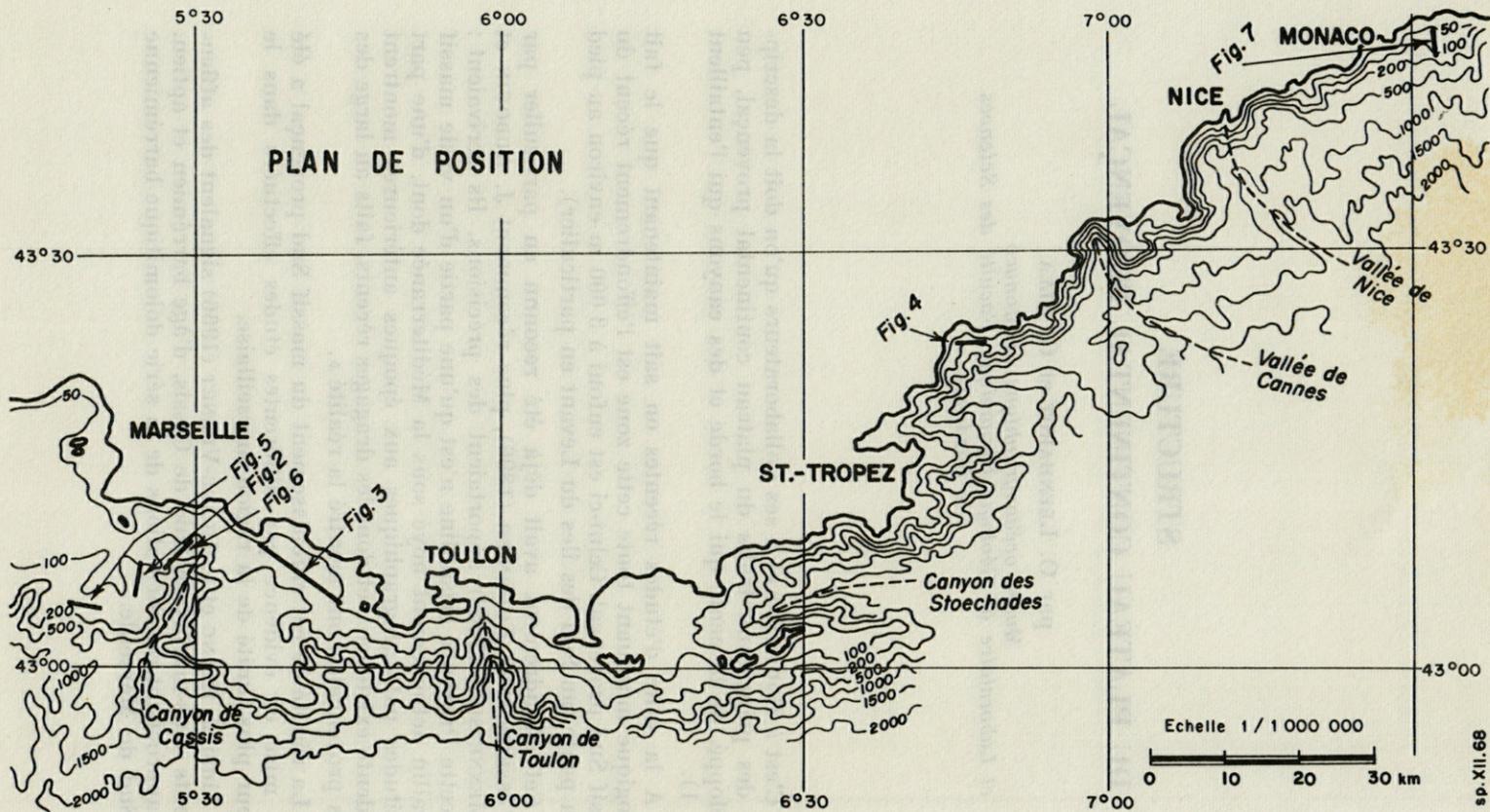


FIG. 1. — Situation du plateau continental provençal et position des différentes illustrations présentées.

Puis J.-J. BLANC et G. GUIEU (1965) émettent l'hypothèse que « l'extension du faciès de Puget-Cassis devait être importante au large de Marseille. Les témoins représentés par les archipels du Frioul et de Riou, le substratum de la baie de Cassis, l'écueil du Veyron supposent la présence, vers le Sud et vers l'Ouest, d'un *pays urgonien* ».

Plus vers l'Est, aucun travail n'a un caractère strictement géologique. Ces travaux sont en majorité dus aux Chercheurs du Centre de Recherches Géodynamiques (L. GLANGEAUD *et al.*, 1965; G. BELLAICHE, 1965-1968; J. MASCLE & G. PAUTOT, 1968; G. PAUTOT & G. BELLAICHE, 1968). Dans ces études ont été simultanément utilisés le sondage sismique continu et les carottages. Ceux-ci ont été placés aux points critiques de manière à identifier le substrat à l'affleurement d'une manière plus précise que ne le permet le seul usage de la sismique réfraction (P. MURAOUR *et al.*, 1967).

La structure de ce plateau continental a pu être maintenant mieux précisée à la suite des diverses reconnaissances effectuées en sondage sismique continu par l'équipe du Musée océanographique (G. BELLAICHE *et al.*, 1966; H.E. EDGERTON *et al.*, 1963, 1966, 1967; C. FROGET & O. LEENHARDT, O. LEENHARDT, 1961, 1962, 1963, 1964, 1967, 1968). C'est ainsi que furent distingués différents ensembles structuraux :

1) De Marseille à Antibes le plateau est formé de panneaux du continent, effondrés probablement à la fin du Pontien, et portant les traces d'une histoire géologique antérieure à l'effondrement. Cette histoire est celle du continent (séries presque monoclinales au Sud de Riou (fig. 2), plissées sur le banc des Blauquières (fig. 3), surface d'érosion du fond au large de Saint-Tropez) (Voir aussi J. DUCROT, 1965-1967; P. MURAOUR & E. GROUBERT, 1963).

D'autre part, l'érosion pontienne, le creusement des canyons et l'ingression pliocène s'y marquent en suivant les points bas de la topographie antérieure (ria de Fréjus par exemple). Les canyons ont par la suite pu être remblayés et recreusés plus ou moins complètement (Planier, Cassis) (fig. 4, 5, 6).

2) D'Antibes à Nice, on n'observe plus trace du substrat anté-pontien. Le plateau est inexistant et la côte formée de dépôts plio-quadernaires (M. GENNESSEUX, 1963).

3) De Nice à Menton, le plateau n'existe que dans les rentrants de la côte, avec une structure plus complexe qu'à l'Ouest d'Antibes, du fait d'une tectonique locale plus élaborée.

Le plateau continental monégasque montre en particulier (fig. 7) une série, probablement miocène, basculée vers le large avec son substrat. C'est la seule partie du plateau continental qui puisse être due à une érosion marine.

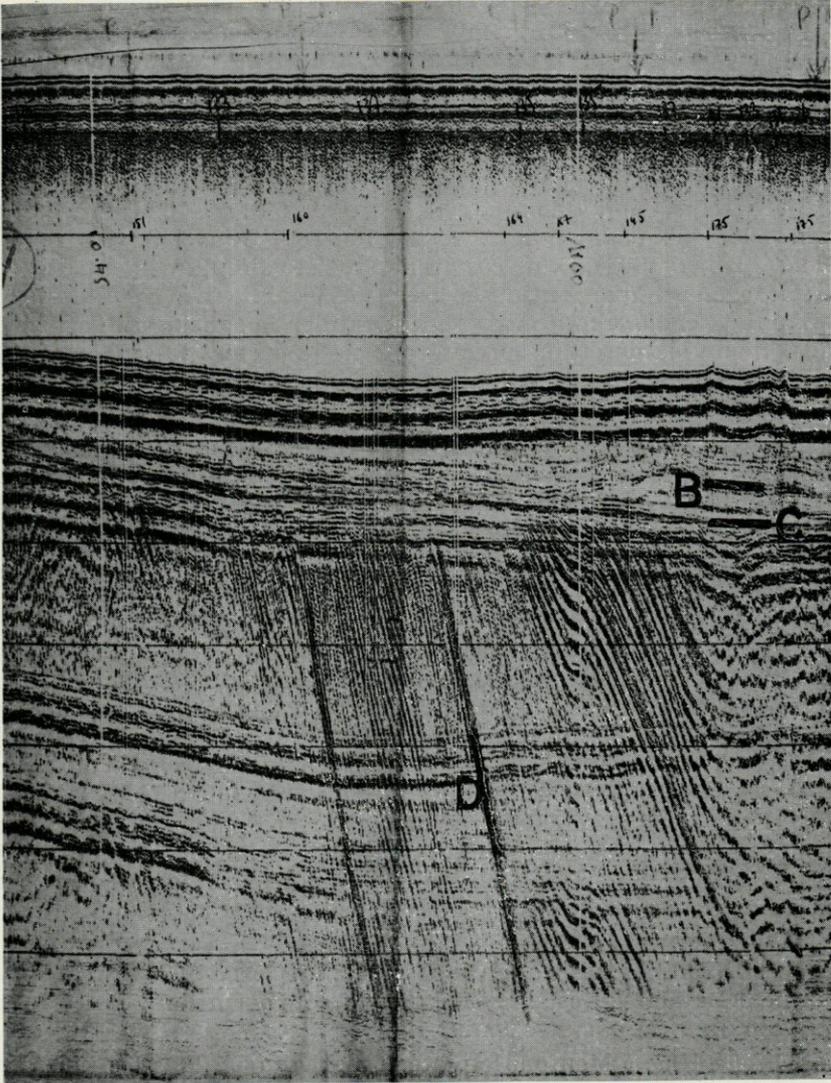


FIG. 2. — Coupe SPARKER 3 000 J (1966).

B indique un réflecteur de la série superficielle, probablement le toit du Plaisancien, C la surface d'érosion Miocène et D les réflecteurs contenus dans la série secondaire.

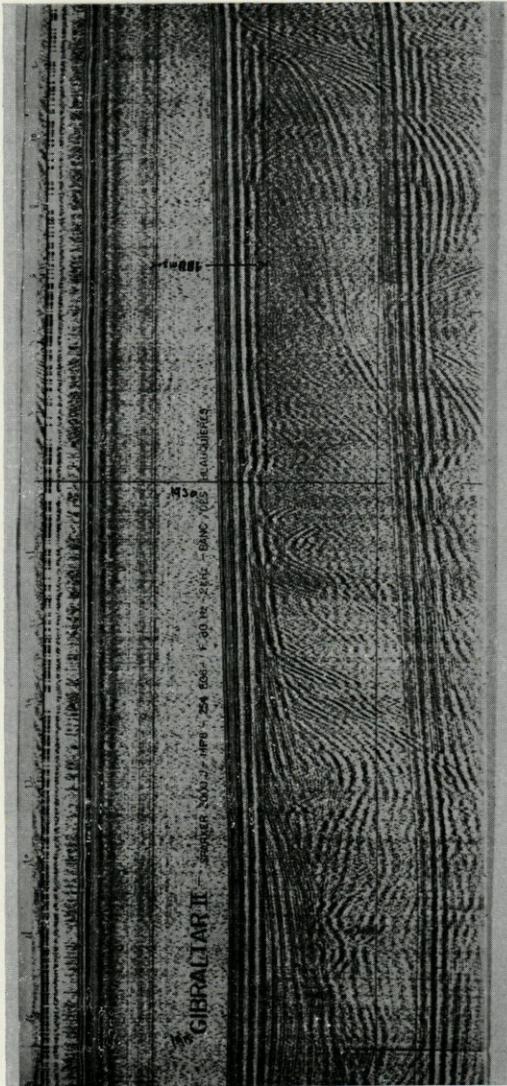


FIG. 3. — Coupe SPARKER 3 000 J (1967).

De la droite à la gauche de la figure on peut distinguer 8 formations sédimentaires successives reposant sur le socle cristallophyllien.

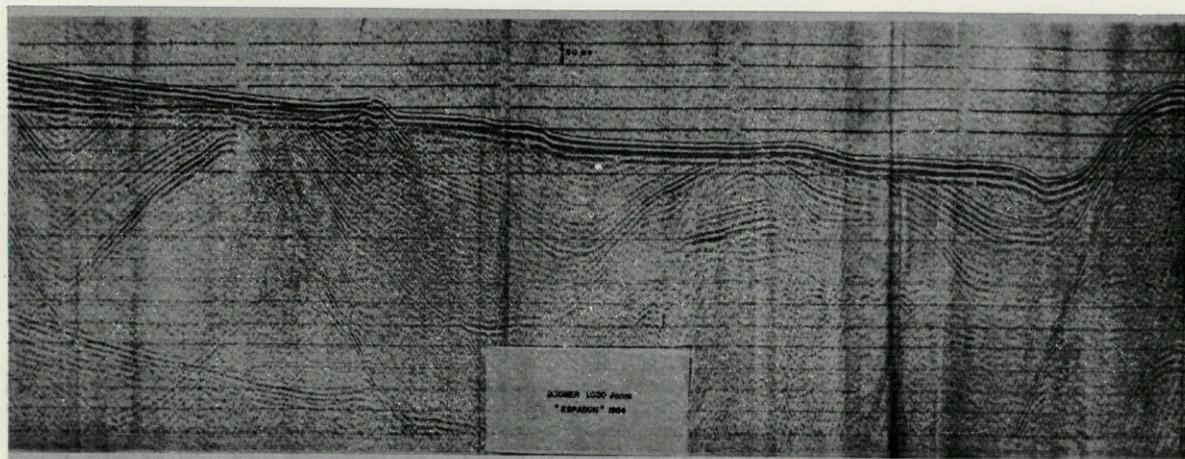


FIG. 4. — Coupe dans la baie de Fréjus montrant en particulier l'importance de l'érosion pontienne.

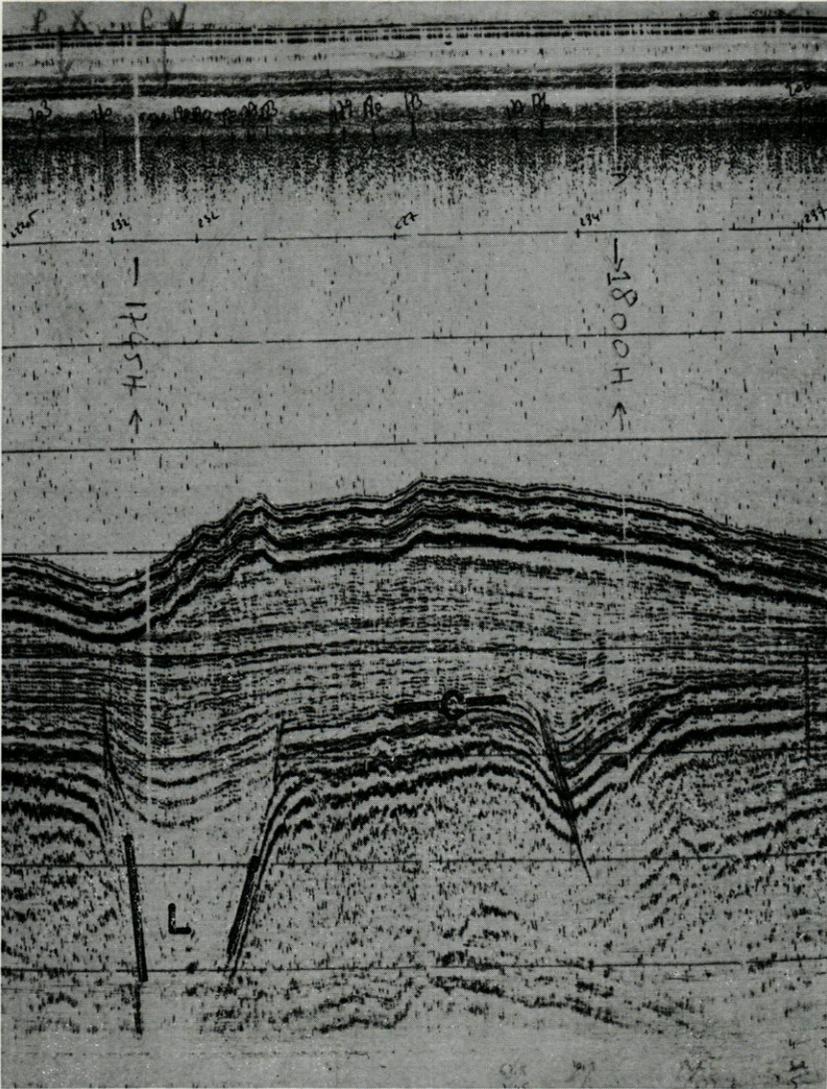


FIG. 5. — Coupe SPARKER 3 000 J (1966).
Tête de canyon enterré (noté L) au Sud de Planier.

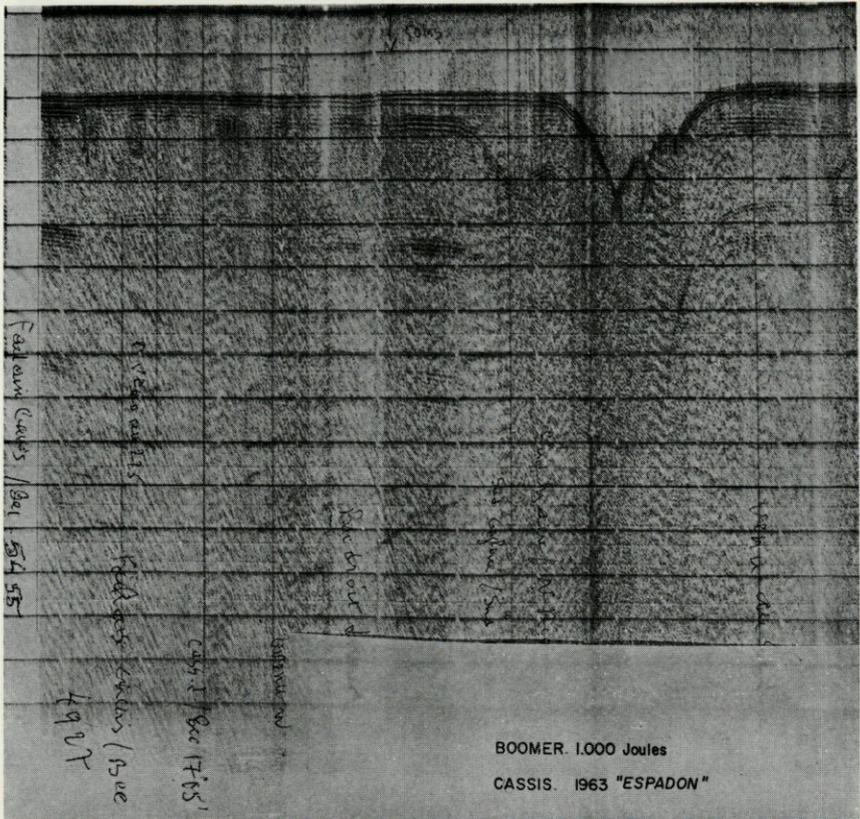


FIG. 6. — Au-dessus du cartouche, à gauche de l'amorce du rameau Ouest du canyon de la Cassidaigne, on distingue un canyon remblayé.

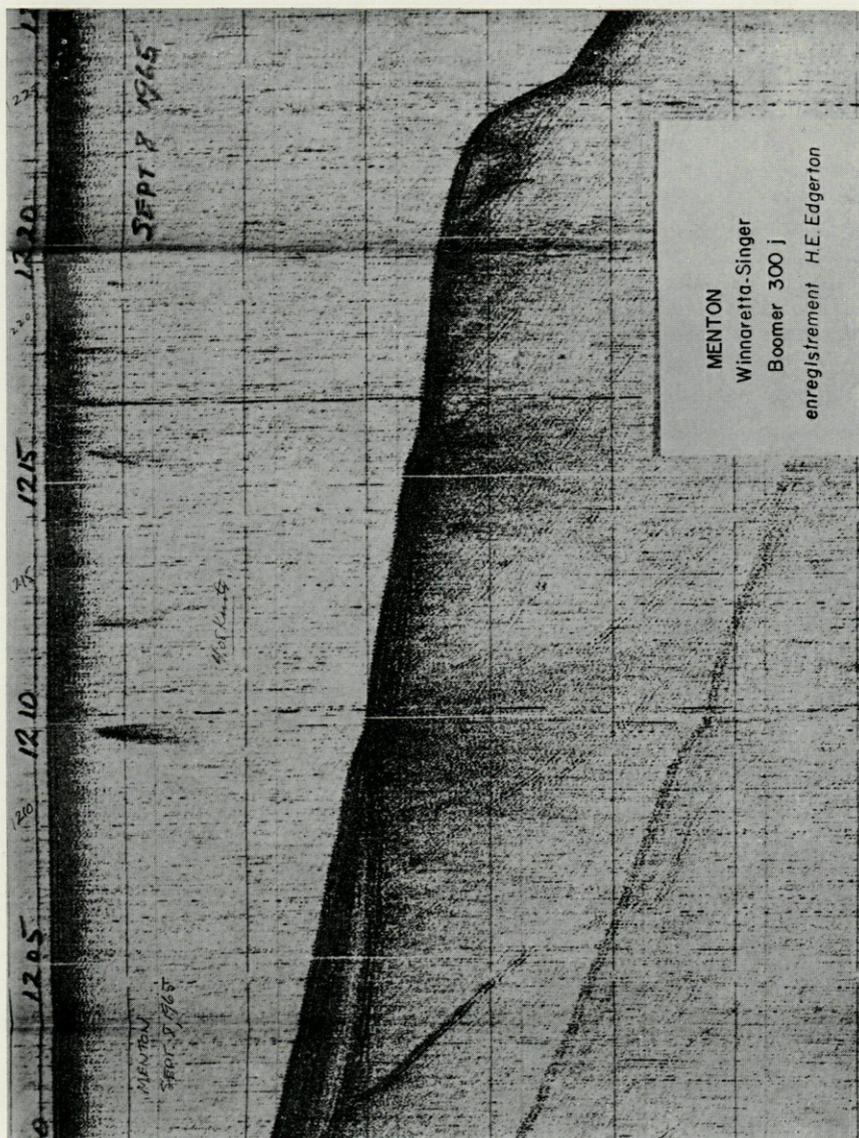


Fig. 7. — Coupe du plateau continental au large de Menton. Le remplissage de sédiments superficiels qui apparaît sur la gauche de la figure n'existe pas à Monaco. Au contraire la *knee-line* présente les mêmes caractéristiques tout au long du plateau.

En conclusion :

Le plateau continental provençal, qui porte les marques de l'érosion pontienne, de l'ingression pliocène et des nombreuses variations quaternaires du niveau marin, résulterait d'effondrements (ou localement de basculement) en bloc du continent anté-pontien. Ce type de plateau ne rentre pas dans la classification proposée par F. OTTMANN, 1965, que nous souhaitons ainsi compléter.

BIBLIOGRAPHIE

- AUBOUIN, J. & G. MENNESSIER, 1962. Essai sur la structure de la Provence. *L'évolution paléogéographique et structurale des domaines méditerranéens et alpins d'Europe*, II : 45-98.
- BELLAICHE, G., 1965. Contribution à l'étude de la sédimentation actuelle dans le golfe de Fréjus. Th. 3^e cycle, Fac. Sci. Paris, 140 p.
- BELLAICHE, G., 1968. Reconnaissance du socle sous-marin des Maures et de sa couverture sédimentaire par sismique continue (Air-gun). *C.R. Acad. Sci.*, Paris, D, 266 (10) : 994-996.
- BELLAICHE, G., O. LEENHARDT & G. PAUTOT, 1966. Sur les niveaux de vase liquide dans les carottes sous-marines prélevées au carottier à piston. *C.R. Acad. Sci.*, 263 : 808-811.
- BLANC, J. & L. BLANC-VERNET, 1966. Affleurements sous-marins du Barrémien et de l'Aptien en baie de Cassis. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, 262 : 1398-1399.
- BLANC, J. & G. GUIEU, 1965. L'Urgonien du massif de Puget (SE de Marseille). *Bull. Soc. géol. Fr.*, VII (7) : 593-599.
- BOURCART, J., 1960. Carte topographique du fond de la Méditerranée occidentale. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, 57 (1163) : 20 p.
- DUCROT, J., 1965. Quelques remarques à la suite d'une étude sismique par réflexion au large de Cassis. *Rapp. et P.V., C.I.E.S.M.*, 18 (3) : 929-930.
- DUCROT, J., 1967. Premières données sur la structure profonde du banc des Blauquières (région de la Ciotat, Bouches-du-Rhône). *C.R. Soc. géol. Fr.*, 80.
- EDGERTON, H.E. & O. LEENHARDT, 1963. Expérience de sondage élastique du fond de la mer. *Rapp. et P.V., C.I.E.S.M.*, 17 (3) : 975-984.
- EDGERTON, H.E. & O. LEENHARDT, 1966a. Progrès dans les études élastiques du fond marin. *Rapp. et P.V., C.I.E.S.M.*, 18 (3) : 927-928.
- EDGERTON, H.E. & O. LEENHARDT, 1966b. Mesures d'épaisseur de la vase sur les fortes pentes du précontinent. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, 262 : 2005-2007.
- EDGERTON, H.E. & O. LEENHARDT, 1966c. Monaco : The shallow continental shelf. *Science*, 152 (3725) : 1106-1107.

- EDGERTON, H.E., G. GIERMANN & O. LEENHARDT, 1967. Etude structurale de la baie de Monaco en sondage sismique continu. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, (1377) : 6 p.
- FROGET, C. & O. LEENHARDT, 1968. Précisions sur les calcarénites du quaternaire ancien submergées au large de Marseille (Bouches-du- Rh.). *C.R. Soc. géol. Fr.* : 113.
- GENNESSEAUX, M., 1963. Structure et morphologie de la pente continentale de la région niçoise. *Rapp. et P.V., C.I.E.S.M.*, 17 (3) : 991-998.
- GLANGEAUD, L., R. SCHLICH, G. PAUTOT *et al.*, 1965. Morphologie, tectonophysique et évolution géodynamique de la bordure sous-marine des Maures et de l'Esterel. Relations avec les régions voisines. *Bull. Soc. géol. Fr.*, VII (6) : 998-1009.
- LEENHARDT, O., 1961. Essais du sondeur sous-marin " thumper " sur la " Calypso " au large de Marseille. *C.R. Soc. géol. Fr.*, (7) : 181.
- LEENHARDT, O., 1962. Note sur la nature du tréfonds sur le plateau de la Cassidaigne. *Rapp. man., M.O.M.*, (007).
- LEENHARDT, O., 1963. Un sondage sismique continu sur le plateau continental près de Planier. *C.R. Acad. Sci., Paris*, 257 : 1541-1547.
- LEENHARDT, O. — Interprétation d'un sondage réfraction superficiel devant l'aéroport de Nice-Côte d'Azur. *Rapp. man., M.O.M.*, (023).
- LEENHARDT, O., 1964. Le " Mud Penetrator ". *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, 62 (1303) : 44 p.
- LEENHARDT, O., 1964. Rapport provisoire. Etude des fonds de Fontvieille. *Rapp. man., M.O.M.*, (031).
- LEENHARDT, O., 1964. Progrès dans les études de sédimentologie superficielle sous-marine. *C.R. Soc. géol. Fr.*, (4) : 162.
- LEENHARDT, O., 1964. Rapport provisoire. Etude des fonds de Fontvieille. *Rapp. man., M.O.M.*, (034).
- LEENHARDT, O., 1964. Sondages à Saint-Raphaël. *Rapp. man., M.O.M.*, (040).
- LEENHARDT, O., 1967. Sondage de vase devant l'aéroport de Nice. *Rapp. man., M.O.M.*, (070).
- LEENHARDT, O., 1968. Etude sismique de la zone de Planier. *Rapp. man., M.O.M.*, (072).
- MASCLE, J., 1968. Contribution à l'étude de la marge continentale et de la plaine abyssale au large de Toulon. Th. 3^e cycle, Paris : 98 p.
- MURAOUR, P. & E. GROUBERT, 1963. Etude sismique par réflexion au Sud de l'île de Planier. *Rapp. et P.V., C.I.E.S.M.*, 17 (3) : 987-989.
- MURAOUR, P. & E. GROUBERT, 1963. Etude sismique par réflexion au Sud de l'île du Planier (Marseille). *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, 61 (1275) : 15 p.
- MURAOUR, P., J. DUCROT & M. FRAPPA, 1967. Résultat d'un sondage réfraction sur le haut-fond du Méjean (Esterel). *C.R. Soc. géol. Fr.*, (4) : 123-125.

- OTTMANN, F., 1965. Introduction à la géologie marine et littorale. Masson, 260 p.
- PAUTOT, G., 1967. Structure sous-marine du haut-fond du Méjean (Sud de Cannes). *C.R. Acad. Sci., Paris, D*, 265: 1028-1030.
- PAUTOT, G. & G. BELLAICHE, 1968. La marge continentale au large des Maures et de l'Esterel (France). *Coll. int. C.N.R.S. Villefranche-sur-Mer*.
- VASSEUR, G. & E. FOURNIER, 1896. Preuves de l'extension sous-marine, au Sud de Marseille, du matériel ancien des Maures et de l'Esterel. *C.R. Acad. Sci., Paris*, 122 (4) : 209-213.

Reçu le 20 janvier 1969.

**LES CANYONS SOUS-MARINS
DE LA MER CATALANE
LE RECH DU CAP ET LE RECH LACAZE-DUTHIERS**

I — BATHYMÉTRIE ET TOPOGRAPHIE (1)

par **D. REYSS**

Laboratoire Arago, 66-Banyuls-sur-Mer

SOMMAIRE

Dans cette note préliminaire à une étude de bionomie benthique sur les canyons sous-marins de la mer catalane, l'auteur propose une carte détaillée de ces vallées : les rechs. A partir de cette étude, uniquement morphologique et bathymétrique, une comparaison est faite avec les autres types de canyons sous-marins existant dans le monde.

Dans le cadre général d'une étude de bionomie benthique des canyons sous-marins de la mer catalane — les « rechs » (d'après un mot catalan désignant un thalweg) — j'ai été conduit à revoir la bathymétrie et la topographie de ces fonds. En effet, les premiers dragages d'exploration, puis une série de plongées en soucoupe, ont montré qu'aucun travail sédimentologique ou faunistique ne pourrait être fait sans le support d'une carte précise, et que les documents existant en 1963, cartes du Service hydrographique ou cartes établies par le Laboratoire Arago, manquaient par trop de précision.

(1) Ce travail a été réalisé dans le cadre d'une convention passée par le C.O.M.E.X.O. (D.G.R.S.T.) et reprise par le C.N.E.X.O. avec le Laboratoire Arago.

Ce premier travail, qui ne porte que sur la bathymétrie et la topographie des rechs, sera suivi d'une étude sédimentologique de détail et tous deux serviront de support à un travail plus général de bionomie benthique sur l'étage bathyal dans ces deux canyons.

HISTORIQUE

Les rechs, ces vallées sous-marines qui entaillent le plateau continental au large de la Catalogne française, sont, depuis longtemps connus des pêcheurs catalans. Le rech Lacaze-Duthiers, en particulier, était pour eux l'abîme, le trou sans fond, origine de légendes et de croyances entretenues par la capture d'animaux exceptionnels comme les Chimères ou le Stomiatidé *Stomias boa*.

De tels abîmes étaient connus ailleurs, ainsi le Gouf de Cap Breton sur la côte des Landes; celui-ci fut l'objet, dès 1830, de sondages à la ligne à main qui furent la première ébauche d'une étude bathymétrique de telles profondeurs.

MARION en 1883, dans son « Esquisse d'une topographie zoologique du Golfe de Marseille », avait dressé la première carte d'une vallée sous-marine (qui devait s'appeler plus tard le canyon de la Cassidaigne) située à côté de la pente abrupte du talus continental à laquelle il donna le nom de « falaise Peyssonel ».

Peu après, de nombreux hydrographes allaient découvrir d'autres vallées submergées, selon le terme usité à l'époque, en particulier aux Etats-Unis : DAVIDSON (1887) sur les côtes de Californie, DANA (1890), puis LIDENKOHL (1891) sur la côte est avec le canyon de l'Hudson, travaux repris par SPENCER en 1903.

Au même moment, PRUVOT dressait durant les deux étés 1893-1894 la première carte des rechs catalans avant d'en étudier la faune; ce fut lui qui baptisa ces rechs, l'un du nom du fondateur du Laboratoire Arago, l'autre à cause de la proximité du Cap Creus. Le travail de PRUVOT fut pendant longtemps le seul travail topographique, géologique et faunistique consacré aux vallées sous-marines; en effet, les travaux américains d'abord uniquement hydrographiques furent suivis d'études géologiques mais très rarement complétés par un travail biologique.

En 1930, ANTHOINE et MARTI dressaient une carte des côtes de Provence et du Roussillon avec le premier sondeur acoustique mais cette carte resta secrète pour des raisons stratégiques jusqu'à la fin de la deuxième guerre mondiale.

Aux Etats-Unis, VEATCH, SMITH et STETSON (1936, 1939) sur la côte atlantique et SHEPARD et EMERY (1934, 1936, 1941) en Californie et en Afrique avec le canyon du Congo, entreprirent des études géologiques sur les vallées sous-marines. Ces travaux conduisirent aux premières hypothèses sur la formation de ces vallées avec DALY (1936), KUENEN (1937), JOHNSON (1939), mais aussi WEGENER (1924), SHEPARD (1941) et BUCHER (1940). Pour DALY et KUENEN le creusement pouvait être produit par des courants de turbidité dus à la fonte des glaces; SHEPARD lui pensait à un creusement aérien.

Les perfectionnements et les découvertes apportés aux techniques de sondage et de navigation à la suite de la deuxième guerre mondiale, le grand développement de la recherche océanographique au cours des dernières décennies, montrèrent que les vallées sous-marines existaient dans toutes les mers du globe et qu'elles sont un trait morphologique caractéristique du talus continental et non un phénomène accidentel et localisé.

En Méditerranée, BOURCART commençait en 1945 une longue série de travaux poursuivis jusqu'à nos jours et après la disparition de ce pionnier, par ses successeurs, sur les canyons du Golfe du Lion.

L'étude biologique et écologique de ces vallées, qui se confond avec l'étude de l'étage bathyal qui leur correspond, s'est aussi développée depuis peu avec les travaux de BARNARD et HARTMAN en Californie, de SANDERS et HESSLER sur la côte est des U.S.A., mais aussi à Marseille et à Banyuls. C'est en ce dernier point que j'ai entrepris sous la Direction du Professeur PETIT, puis du Professeur DRACH, une étude de bionomie benthique des rechs.

TECHNIQUES ET MÉTHODES

Il existait, au début de ce travail, une carte bathymétrique de la région de Banyuls dessinée d'après les documents suivants :

- Carte n° 2358, du Cap Creus à Sète, du Service Central Hydrographique.
- Carte du Golfe du Lion, d'après MARTI (1937).
- Carte de la mer de Banyuls, d'après PRUVOT (1894).
- Relevé du Chasseur 142 (rech Lacaze-Duthiers) et relevé de la Calypso d'après BOURCART (1955).
- Carte de la tête du rech Lacaze-Duthiers, REYSS, 1964.

Cette carte primitive, peu détaillée, était nettement insuffisante pour effectuer un travail de carottages et de dragages et j'ai rapidement déterminé un certain nombre de secteurs douteux ou faux, pour lesquels cette carte était inutilisable pour la navigation et les opérations de relèvement benthique.

J'ai alors effectué quatre séries de sondages avec le matériel suivant :

- Chalutier de recherches « Professeur Lacaze-Duthiers », 32 tx, 17 m de long;
- Sondeur S.C.A.M. 610, portée 3 000 m, échelles : 0-200 m, 200-400 m, 400-600 m, 600-800 m et 800-1 000 m, m'étant limité à cette profondeur;
- Radar DECCA 314 RM, portée 48 nautiques, deux longueurs d'impulsion : 0,05 μ s et 0,5 μ s, échelles : 0-6, 0-12 et 0-24 nautiques.
- vitesse du bateau : 6 nœuds.

Les sondages ont été faits par mer calme et tôt le matin pour profiter du maximum de visibilité.

Le point était fait au radar, toutes les deux minutes, soit environ tous les 350-400 m, par mesure de 3 distances (5 lorsque c'était possible) et des gisements correspondants. Les points étaient notés sur la bande du sondeur, avec leur numéro d'ordre et l'heure du relèvement.

Les sondages ont porté sur les secteurs suivants :

- flanc ouest, au Sud du rech Lacaze-Duthiers (sondage E-F, Fig. 1);
- croupe et éperon séparant les deux rechs (sondage C-D, Fig. 1);
- rech du Cap, dans sa plus grande partie (sondage A-B, Fig. 1).

Chaque série venait recouvrir en partie les autres, et enfin la coupe G-H allait recouper vers le large les sondes de MARTI et de la Calypso de 1954.

En début et en fin de chaque sondage, le point était fait au cercle hydrographique pour recalcr la route.

DISCUSSION DE LA MÉTHODE :

L'importance de la surface à sonder (plus de 400 km²) et son éloignement de la côte ne m'ont pas permis d'utiliser la méthode qui nous avait servi au cours d'un autre travail d'hydrographie dans la zone côtière de la région de Banyuls (LAUBIER et REYSS, 1964). Il s'agissait-là d'une zone de 30 km², limitée aux fonds de 50 m et nous avons pu mettre en œuvre une technique de radioguidage par théodolites à terre avec étalonnage du sondeur avant et après chaque série de profils et correction de marée. Je ne disposais pour le travail sur les rechs, ni du temps, ni du matériel nécessaire.

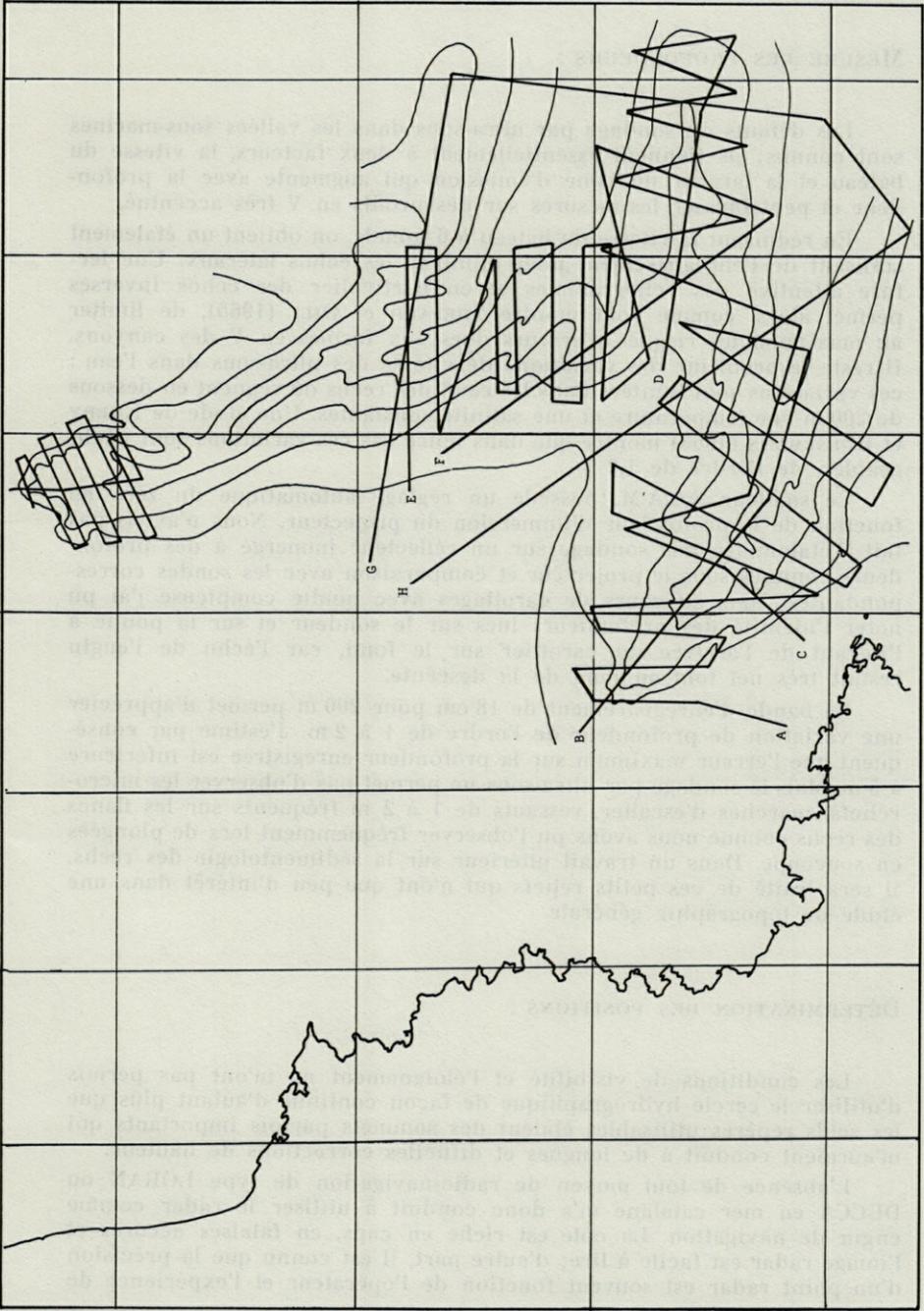


FIG. 1. — Routes suivies lors des sondages.

MESURE DES PROFONDEURS :

Les défauts du sondage par ultra-sons dans les vallées sous-marines sont connus; ils tiennent essentiellement à deux facteurs, la vitesse du bateau et la largeur du cône d'émission qui augmente avec la profondeur et peut fausser les mesures sur des profils en V très accentué.

En réduisant la vitesse du bateau à 6 nœuds, on obtient un étalement suffisant de l'enregistrement pour éliminer les échos latéraux. Une lecture attentive des échogrammes et en particulier des échos inversés permet alors, comme l'ont montré SHEPARD et DILL (1965), de limiter au maximum les risques d'erreurs dues aux formes en V des canyons. Il reste le problème des variations de vitesse des ultra-sons dans l'eau : ces variations sont limitées dans les eaux des rechs où règnent en dessous de 200 m une température et une salinité constantes. Une étude de EMERY et HULSEMAN (1963) montre que dans notre cas ces variations sont négligeables, de l'ordre de 1,2 %.

Le sondeur S.C.A.M. possède un réglage automatique du zéro en fonction de la profondeur d'immersion du projecteur. Nous n'avons pas fait d'étalonnage par sondage sur un réflecteur immergé à des profondeurs connues sous le projecteur et comparaison avec les sondes correspondantes. Mais au cours de carottages avec poulie compteuse j'ai pu noter l'identité des profondeurs lues sur le sondeur et sur la poulie à l'instant de l'arrivée du carottier sur le fond, car l'écho de l'engin restait très net tout au long de la descente.

La bande d'enregistrement de 18 cm pour 200 m permet d'apprécier une variation de profondeur de l'ordre de 1 à 2 m. J'estime par conséquent que l'erreur maximum sur la profondeur enregistrée est inférieure à 5 m. Mais le sondage par ultra-sons ne permet pas d'observer les micro-reliefs, marches d'escalier, ressauts de 1 à 2 m fréquents sur les flancs des rechs comme nous avons pu l'observer fréquemment lors de plongées en soucoupe. Dans un travail ultérieur sur la sédimentologie des rechs, il sera traité de ces petits reliefs qui n'ont que peu d'intérêt dans une étude de topographie générale.

DÉTERMINATION DES POSITIONS :

Les conditions de visibilité et l'éloignement ne m'ont pas permis d'utiliser le cercle hydrographique de façon continue d'autant plus que les seuls repères utilisables étaient des sommets parfois importants qui m'auraient conduit à de longues et difficiles corrections de hauteur.

L'absence de tout moyen de radio-navigation de type LORAN ou DECCA en mer catalane m'a donc conduit à utiliser le radar comme engin de navigation. La côte est riche en caps, en falaises accores et l'image radar est facile à lire; d'autre part, il est connu que la précision d'un point radar est souvent fonction de l'opérateur et l'expérience de

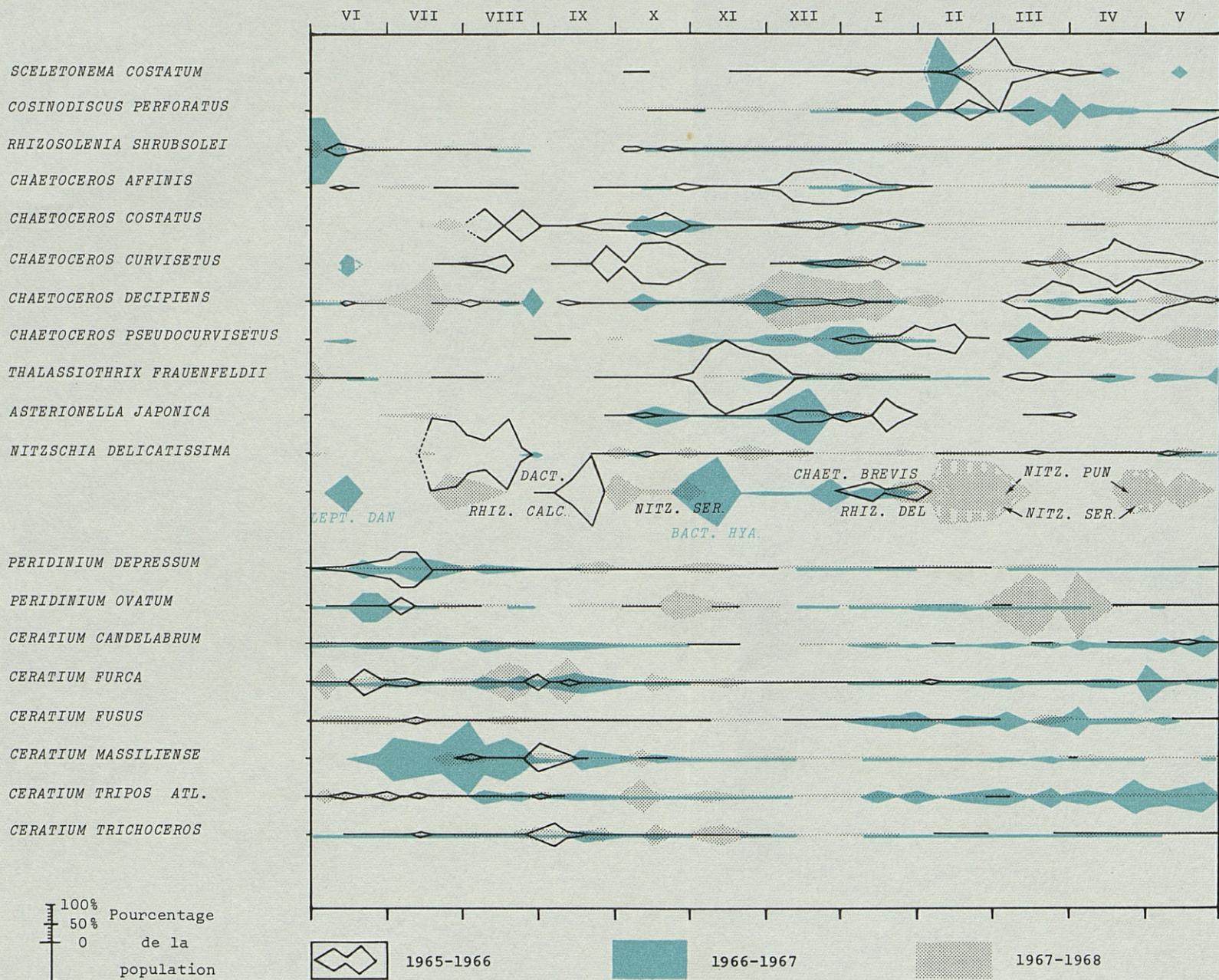


FIG. 2. — Cycle annuel des principales espèces de filet (en pourcentage de la population totale).

plusieurs années de navigation dans ce secteur, l'habitude de l'appareil, m'ont facilité les choses. Ceci étant, j'ai pris chaque fois que possible 5 distances, ou au moins 3 et les gisements des points relevés pour réduire au maximum les facteurs d'imprécision.

Le nombre des points, leur resserrement en temps (toutes les 2 min.) comme en distance, liés à la vitesse relativement faible du bateau sur une mer calme, permet de réduire encore l'erreur. J'estime à 200 m, dans les plus mauvaises conditions, l'erreur sur la position.

De toutes façons, je n'ai pas cherché à faire œuvre d'hydrographe traçant une carte côtière destinée à la navigation et où il faut connaître les dangers, mais à définir les formes générales, les contours et les affluents qui existent dans les rechs. J'ai obtenu ainsi un outil de travail qui m'a permis de poursuivre mon étude et qui doit être utile au chercheur qui voudra travailler sur ces vallées.

(Il faut noter que la valeur des gradients des pentes sur les flancs des rechs montre que l'erreur possible sur l'estimation de la profondeur est négligeable étant donnée l'erreur possible sur la mesure de la position, en effet la variation de profondeur entre les limites extrêmes du « chapeau » obtenu à chaque point est supérieure à la variation de profondeur due à l'erreur sur le sondage).

EXÉCUTION DE LA CARTE :

L'échelle adoptée pour les minutes de travail est celle de la carte 1218 du S.H. : 1/50 500. Cette carte, du Cap Creus à Canet a été utilisée pour le dessin du trait de côte.

Après report des points sur la minute, j'ai porté les sondes lues tous les 2 mm sur les bandes de sondeur en utilisant des abaques de division selon le procédé classique (cours d'hydrographie, ANTHOINE, 1954).

Compte tenu de l'échelle adoptée, ces sondes étaient espacées de 1 mm sur la minute de travail. J'ai alors tracé les courbes de niveau tous les 50 m en appliquant les règles classiques de dessin des isobathes. Enfin, j'ai dessiné une minute définitive avec des courbes de niveau tous les 100 m, mais pour raccorder ma carte avec les tracés déjà existants (en particulier pour la zone du large, pour le centre du rech Lacaze-Duthiers et pour mon tracé antérieur de la tête de ce même rech (REYSS, 1964), j'ai adopté les isobathes 100, 150, 250, 350, 450 etc.

LE RECH LACAZE-DUTHIERS

Le rech Lacaze-Duthiers est une profonde entaille dans le plateau continental qui le borde sur presque toute sa longueur; il débute à une profondeur moyenne de 120 m et c'est une de ses caractéristiques que d'être presque complètement enchassé dans le plateau et non dans le talus continental.

L'orientation générale de cette vallée est NNO-SSE, et change en atteignant les fonds de 1 000 m à ONO-ESE. C'est une vallée étroite, longue de 23 km si l'on prend comme limite vers le large les fonds de 1 000 m au niveau de la jonction des deux rechs.

Légèrement sinueux, il a une largeur de 3 km à sa tête et s'élargit progressivement jusqu'à 9 km au niveau de son raccordement avec le rech du Cap.

La pente moyenne de l'axe du rech a un gradient de 33 m/km; mais cette pente est irrégulière : en effet, le premier quart de cette vallée a une pente à la concavité tournée vers le haut avec un gradient important de 90 m/km alors que les trois autres quarts ont un gradient moyen de 15 m/km. C'est un profil longitudinal classique que l'on retrouve dans un grand nombre de vallées sous-marines.

La vallée principale est bordée d'un certain nombre d'affluents : tout à fait à la tête du rech, un affluent D1, sur la rive droite, forme un petit cirque semblable à celui de la vallée principale. Sur la rive gauche, on rencontre un premier affluent G1, profond ravin qui borde au Sud un piton rocheux, le Fountaindrau, cette petite montagne sous-marine possède une falaise rocheuse verticale de 50 m de haut située au niveau de la jonction de G1 avec la vallée principale. Au pied de la falaise existe un éboulis de grosses roches de plusieurs mètres de diamètre et ce secteur a fait l'objet de nombreux dragages et d'une série de plongées en soucoupe lors d'un premier travail (REYSS, 1964). Une crête arrondie sépare G1 d'un deuxième affluent G2, légèrement plus grand (1 km pour G1, 2 km pour G2). Ces deux ravins ont la même orientation, mais les pentes de G2 sont plus douces et son débouché sur la vallée principale plus large.

En descendant le long de la vallée, on rencontre une série de petits affluents; rive droite, les vallons D2, D3 et D4 et rive gauche G3, G4 et G5. Ils sont de dimensions modestes et se raccordent doucement avec la vallée en direction du Sud.

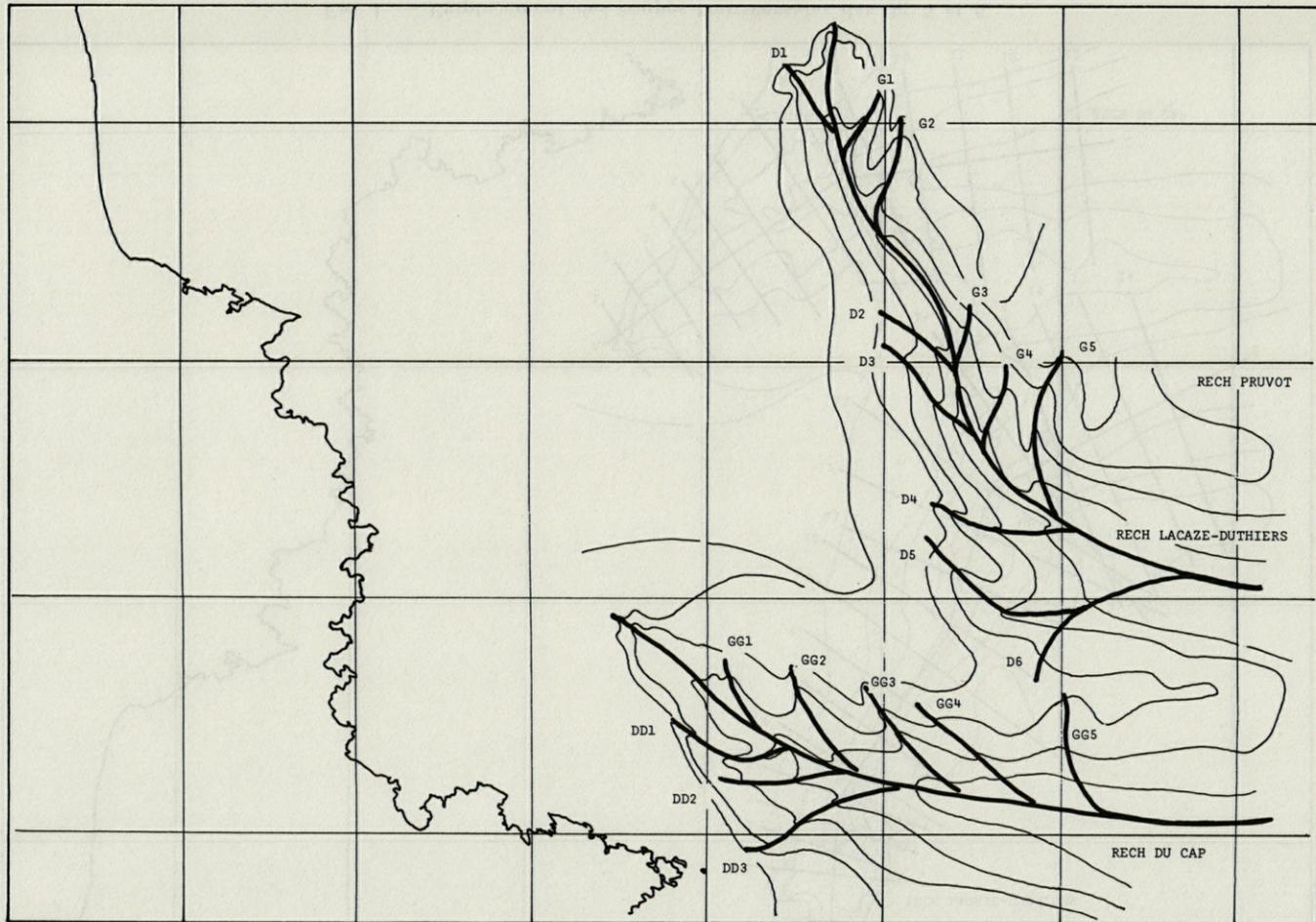


FIG. 3. — Cours des canyons et de leurs affluents.

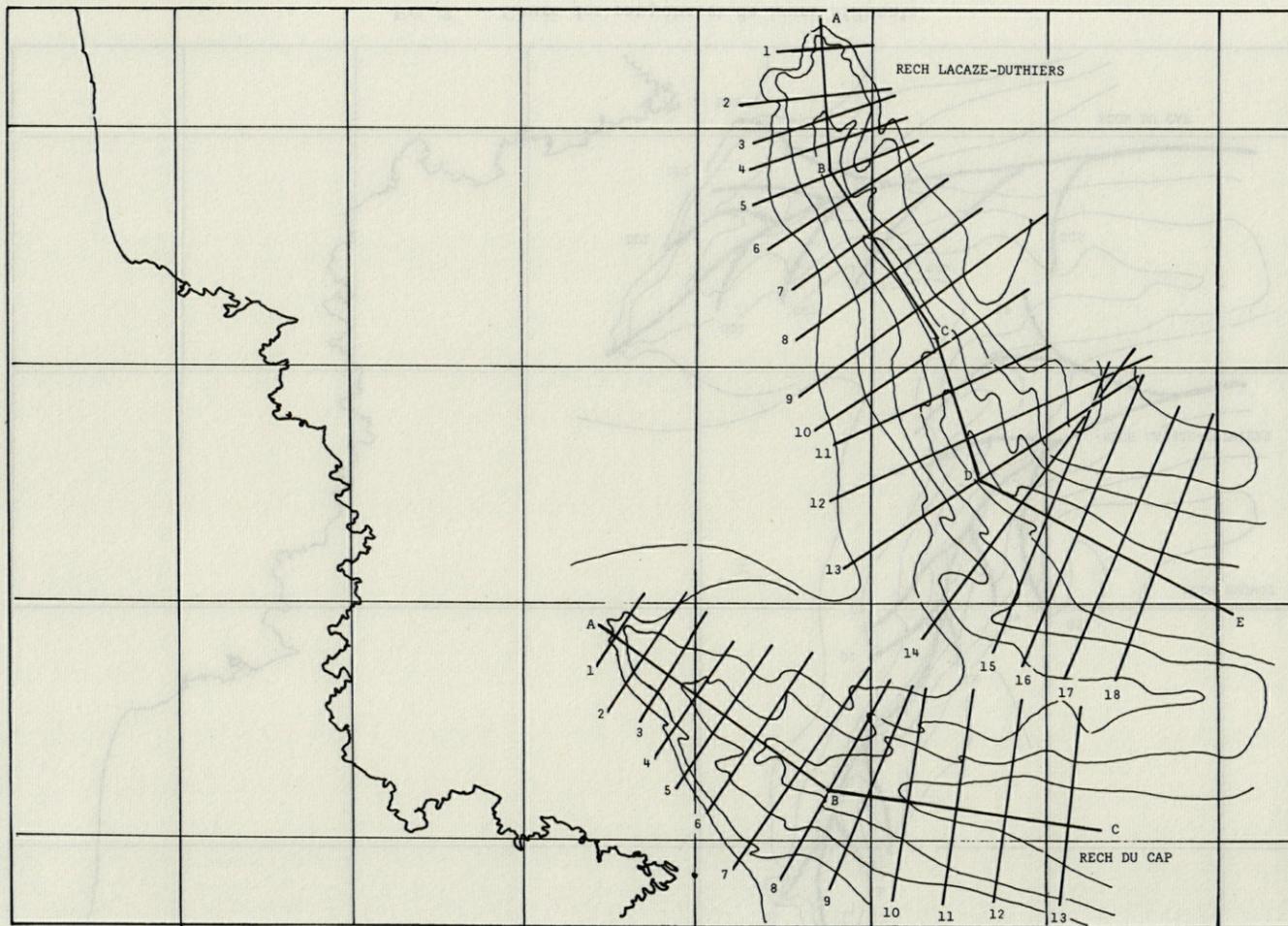


FIG. 4. — Emplacement des coupes transversales des fig. 5 et 6.

Enfin, au niveau où la direction générale de la vallée s'incurve vers l'Est, on trouve sur la rive droite une grande baie sous-marine, D5, légèrement fermée et qui forme le relief le plus important du cours du rech. Cette baie était passée inaperçue lors des sondages antérieurs, c'est pourquoi j'ai particulièrement insisté lors des sondages sur ce secteur.

Une série de coupes transversales (Fig. 5) le long du rech Lacaze-Duthiers fait apparaître la forme en V de cette vallée, tout au moins dans sa plus grande partie. A la tête, au niveau des deux petits cirques initiaux, la forme est en auge ouverte, mais dès que l'on atteint le niveau du Fountaindrau, les formes deviennent plus nettement en V. Le gradient de pente sur les flancs est de 150 à 180 m/km, et les coupes font apparaître une dissymétrie des côtés. La pente droite, a en effet, sur la première moitié de la vallée, une pente plus forte que la rive gauche. Cette dissymétrie a tendance à s'inverser ensuite, dans la deuxième moitié de la vallée.

En fait, les pentes sont plus irrégulières que ne le montrent les coupes. Les observations en soucoupe (REYSS, 1964b; REYSS et SOYER, 1965) nous ont montré que la ligne de rupture de pente au niveau supérieur vers 120 m est très nette, et en quelques mètres on passe d'un plateau horizontal à une pente à gradient élevé. Les pentes elles-mêmes sont coupées de nombreux replats sub-horizontaux parfois larges de 2 à 300 m, faisant suite à des pentes de 30 % et plus. Ces terrasses existent surtout entre les niveaux 200 et 240 m. Si la profondeur maximum d'utilisation de la soucoupe (300 m) ne nous a pas permis de voir les pentes plus profondes, une observation attentive des bandes de sondeur montre que la pente se régularise en dessous de 300 m, que le fond de la vallée est légèrement plat et que la pointe du V est émoussée.

LE RECH DU CAP

Ce rech a une orientation différente, presque ouest-est. Plus court que le rech Lacaze-Duthiers, il mesure 22 km jusqu'aux fonds de 1 000 m. Il est situé en bordure de la grande avancée du Cap Creus sur la côte espagnole, et son axe se trouve à moins de 6 km de la terre, ce qui le différencie nettement de l'autre rech.

Le plateau qui l'entoure est légèrement plus profond, et ce rech débute vers 150 m; de plus le plateau ne l'enclasse pas entièrement, et sa partie large est incluse dans le début du talus continental.

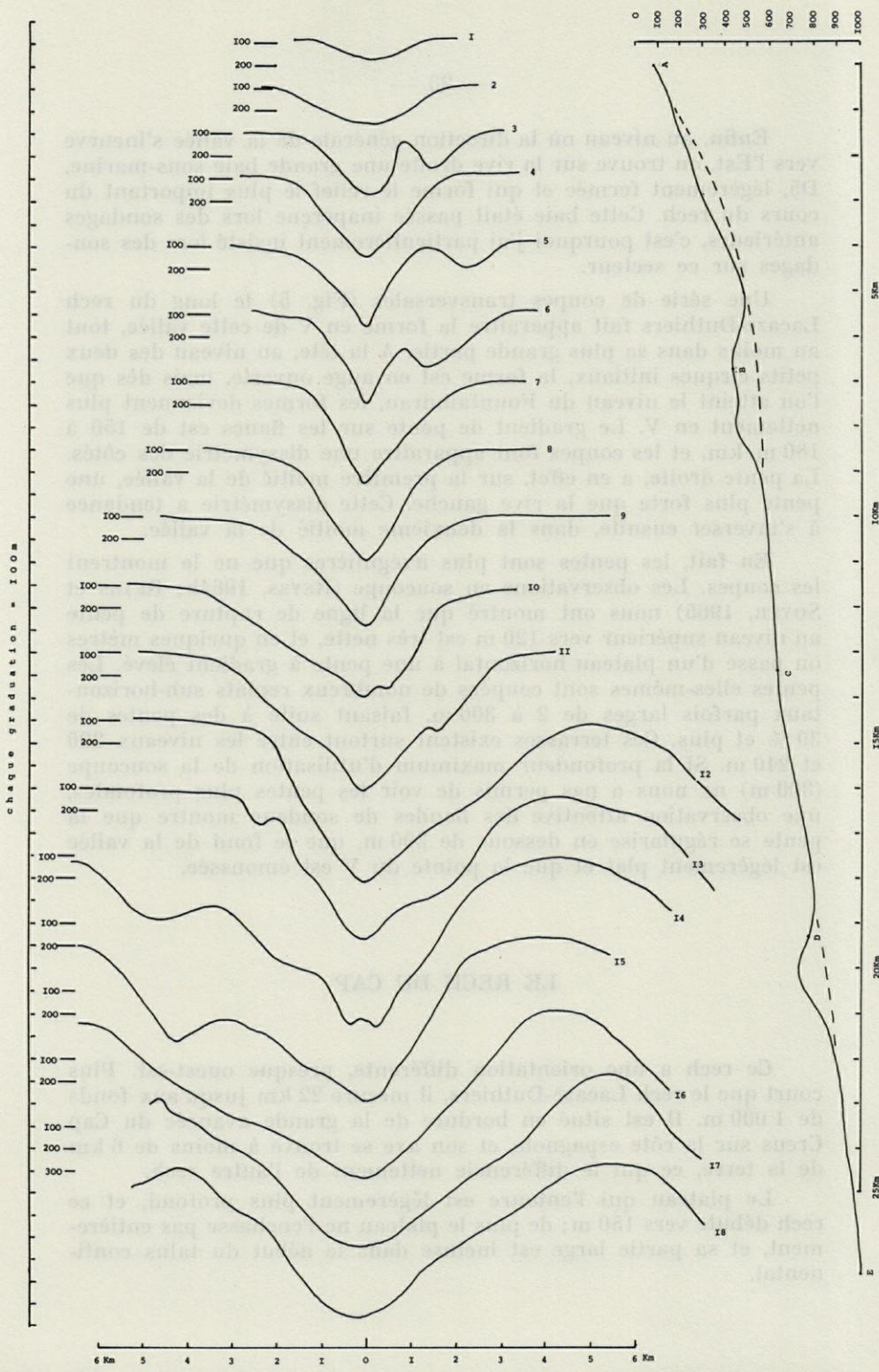


FIG. 5. — Coupes transversales et profil longitudinal dans le rech Lacaze-Duthiers.

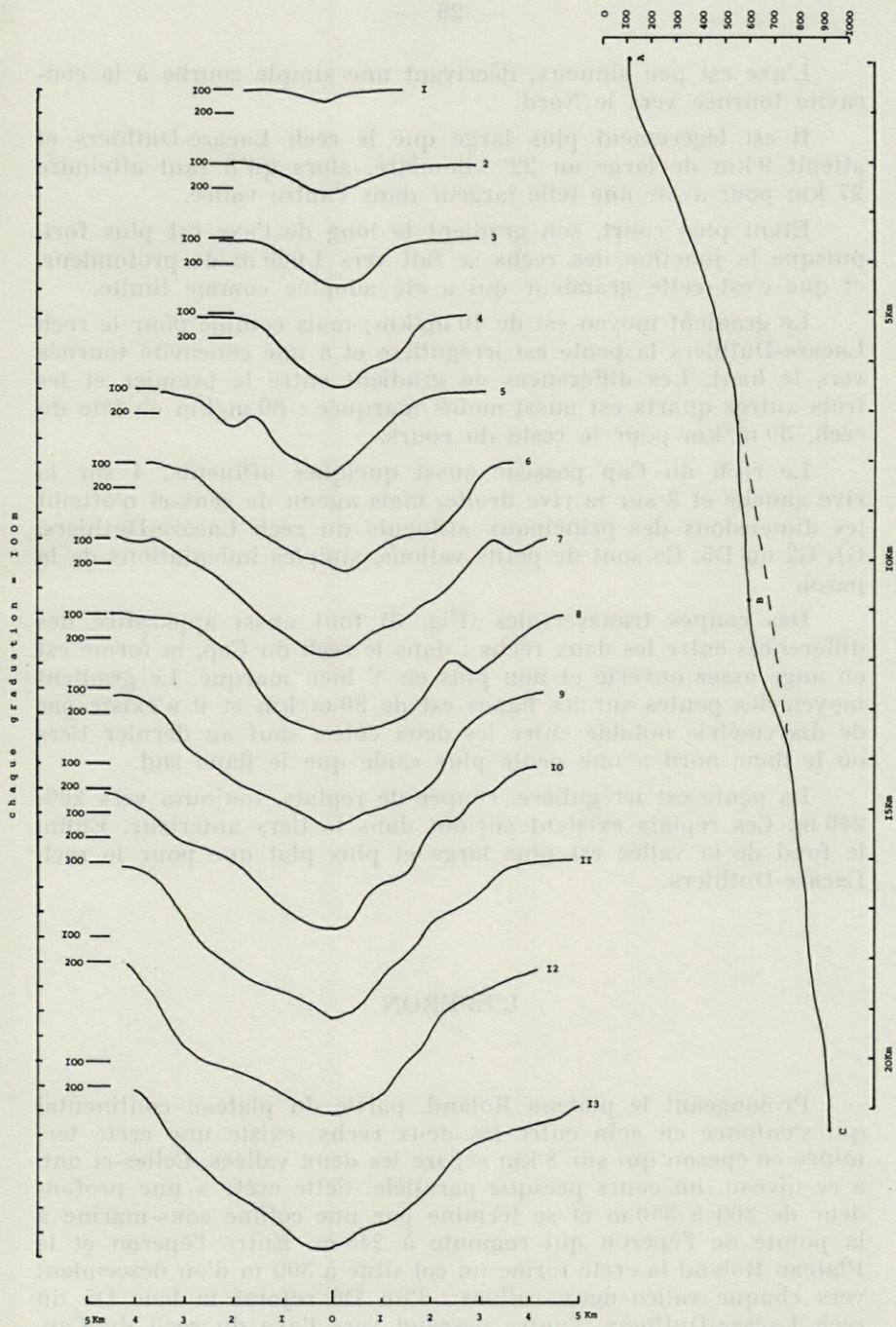


Fig. 6. — Coupes transversales et profil longitudinal dans le rech du Cap.

L'axe est peu sinueux, décrivant une simple courbe à la concavité tournée vers le Nord.

Il est légèrement plus large que le rech Lacaze-Duthiers et atteint 9 km de large au 22^e kilomètre, alors qu'il faut atteindre 27 km pour avoir une telle largeur dans l'autre vallée.

Etant plus court, son gradient le long de l'axe est plus fort, puisque la jonction des rechs se fait vers 1 000 m de profondeur, et que c'est cette grandeur qui a été adoptée comme limite.

Le gradient moyen est de 40 m/km; mais comme pour le rech Lacaze-Duthiers la pente est irrégulière et a une concavité tournée vers le haut. Les différences de gradient entre le premier et les trois autres quarts est aussi moins marquée : 80 m/km en tête du rech, 30 m/km pour le reste du cours.

Le rech du Cap possède aussi quelques affluents, 4 sur la rive gauche et 3 sur la rive droite, mais aucun de ceux-ci n'atteint les dimensions des principaux affluents du rech Lacaze-Duthiers, G1, G2 ou D5. Ce sont de petits vallons, simples indentations de la paroi.

Des coupes transversales (Fig. 6) font aussi apparaître des différences entre les deux rechs : dans le rech du Cap, la forme est en auge assez ouverte et non plus en V bien marqué. Le gradient moyen des pentes sur les flancs est de 80 m/km et il n'existe pas de dissymétrie notable entre les deux côtés, sauf au dernier tiers où le flanc nord a une pente plus raide que le flanc sud.

La pente est irrégulière, coupée de replats, toujours vers 200-240 m. Ces replats existent surtout dans le tiers antérieur. Enfin, le fond de la vallée est plus large et plus plat que pour le rech Lacaze-Duthiers.

L'ÉPERON

Prolongeant le plateau Roland, partie du plateau continental qui s'enfonce en coin entre les deux rechs, existe une crête terminée en éperon qui sur 8 km sépare les deux vallées. Celles-ci ont, à ce niveau, un cours presque parallèle. Cette crête a une profondeur de 300 à 350 m et se termine par une colline sous-marine à la pointe de l'éperon qui remonte à 245 m. Entre l'éperon et le Plateau Roland la crête forme un col situé à 300 m d'où descendent vers chaque vallée deux vallons : l'un D6 rejoint la baie D5 du rech Lacaze-Duthiers, l'autre descend vers l'axe du rech du Cap.

Cet éperon et le col avaient été observés lors d'une plongée en soucoupe alors que rien ne les signalait sur les anciennes cartes.

Cette brève description des grands traits topographiques des rechs sera suivie dans un travail ultérieur d'une description de la topographie de détail, en particulier des micro-reliefs, de la nature des fonds sur les pentes, les replats, les affleurements rocheux et surtout par une étude détaillée de la sédimentologie de ces fonds.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

J'ai utilisé pour les besoins de la description les termes de rechs, vallées sous-marines et canyons. Dans le cadre de la Méditerranée, GLANGEAUD (1968) propose de garder le nom de rech pour différencier ce type de structures (représenté par les rechs du Cap, Lacaze-Duthiers, Pruvot et Bourcart, ces deux derniers étant situés plus loin dans l'Est) des autres canyons des côtes de Provence par exemple.

SHEPARD et DILL (Submarine canyons and others sea valleys, 1966) définissent 8 types de vallées sous-marines selon leurs origines, leurs formes et leurs emplacements.

Les *submarine canyons* (canyons sous-marins) qui comme les canyons aériens, ont une forme en V, un cours sinueux, des parois en hautes marches avec souvent des affleurements rocheux et de nombreux affluents.

Les *fan-valleys* (vallées divergentes du cône de déjection), qui prolongent vers le bas des canyons, ont une forme en V, sans marche ni affleurements rocheux, un cours sinueux mais pas d'affluents et au contraire des branches divergentes.

Les *shelf-channels* (chenaux littoraux), peu profonds, traversent le plateau continental et se prolongent souvent par un canyon : type Hudson channel.

Les *glacial-troughs* (auges glaciaires) qui prolongent sous l'eau des vallées glaciaires actuelles ou anciennes.

Les *slope gullies* (ravins de pente), qui entaillent les fronts de delta et les *Delta front troughs* qui prolongent le cours du delta.

Les deux derniers types sont aussi particuliers, ce sont les *vallées ressemblant à des graben ou des fossés*, et les *chenaux des grandes profondeurs*.

Les rechs appartiennent à la première catégorie et c'est à l'intérieur du type canyon qu'il faut distinguer les formes « rechs » des formes des côtes de Provence ou de Corse. Cette distinction est valable dans le cadre de la Méditerranée mais, les canyons existant dans le monde entier, j'ai voulu comparer les rechs avec les autres types de vallées. SHEPARD et DILL ont dressé un tableau comparatif et statistique de 93 canyons répartis dans le monde et ont utilisé 16 critères de comparaison. Leur tableau donne des moyennes générales mais aussi des moyennes pour chaque série géographique : Basse Californie, Californie, Colombie britannique, mer de Behring, côte atlantique des U.S.A., Hawaï, Europe occidentale atlantique, Méditerranée et îles méditerranéennes, Japon.

COMPARAISON DES RECHS CATALANS ET DES 93 CANYONS ÉTUDIÉS PAR SHEPARD et DILL.

1) *Longueur du canyon*

Rech Lacaze-Duthiers (R.L.D.) : 17 nautiques +

Rech du Cap (R. C.) : 14 nautiques +.

Moyenne générale pour 93 : 30 nautiques. Mais les variations sont grandes allant de 230 milles pour le Bering canyon et 135 milles pour le Gouf de Cap Breton à moins de 6 milles pour les canyons d'Hawaï. De plus les longueurs indiquées pour les rechs sont les longueurs jusqu'aux fonds de 1 000 m, c'est pourquoi ces valeurs sont suivies du signe +. Ces longueurs sont comparables à celles des canyons de Basse Californie et surtout ceux du Georges Bank sur la côte de Nouvelle Angleterre.

2) *Profondeur à la tête*

R.L.D. : 120 m.

R.C. : 150 m.

Moyenne générale : 107 m.

Ici aussi il existe de grandes variations, certains canyons débutant à quelques mètres de profondeur, d'autres à plus de 1 000.

La profondeur à la tête des rechs est comparable à celles des canyons du Georges Bank et elle est légèrement supérieure à celles des canyons de Corse et de Provence.

3) *Profondeur à l'extrémité*

Pas de donnée pour les rechs. La profondeur moyenne générale est de 1 800 m.

4) *Nature de la côte*

Le tableau distingue différents types : tête du canyon prolongeant un estuaire, devant une baie, une plage, une côte de falaises, pas de relation définie. C'est ce dernier type que j'ai adopté pour les rechs en comparant les cartes des différents canyons. Ce caractère est commun aux rechs et aux canyons de la Nouvelle Angleterre, et exclusivement à ceux-ci. Ce fait avait déjà été signalé par KUENEN (1953) pour les autres rechs du Golfe du Lion qu'il désigne comme " New England type " par opposition aux « ravines » de Provence et de la Riviera.

En effet, sur 93 canyons, 13 prolongent un estuaire, 25 sortent d'une baie, 26 naissent devant une plage et 13 devant une côte de falaises.

Malgré la proximité du Cap Creus, et la nature rocheuse des falaises de schistes de la côte, l'orientation des rechs et les distances qui séparent leurs têtes de la côte ne permettent pas de faire un rapprochement entre eux et la terre. Le plateau continental sépare très nettement le début des rechs de la côte comme cela se produit pour les canyons du Georges Bank.

5) *Existence d'un point de déflexion du courant vers le large*

L'existence d'un courant dévié vers le large par un point remarquable de la côte avait été donné comme une explication à la formation des canyons par DAVIS en 1934.

Sur 93 canyons, 73 ne possèdent pas ce caractère, 11 l'on probablement ou du moins il existe dans leur proximité un courant dévié. Par contre, 9 canyons sont étroitement liés à un tel accident côtier ; c'est le cas en particulier du canyon de Nazare au Portugal.

La présence du Cap Creus qui dévie le courant général de la région vers le large permet d'ajouter le rech du Cap à ces 9 canyons, et de le distinguer ainsi du rech Lacaze-Duthiers. J'aurai l'occasion de revenir sur ce phénomène au cours de l'étude sédimentologique et écologique.

6) *Rapports avec des rivières terrestres*

De tels rapports existent dans le cas de 46 canyons et sont incertains ou inconnus pour les autres comme pour les rechs.

La comparaison est particulièrement nette avec les canyons du Georges Bank et ceux du Japon, quoique dans ce dernier cas les raisons soient d'ordre volcanique.

7) *Existence d'une source d'apport de sédiments à la tête*

Sur 93 canyons, 34 possèdent une source d'apport de sédiments par *longshore current* ou par apports fluviatiles. 45 sont trop éloignés des côtes ou trop profonds pour être le siège de tels phénomènes mais peuvent avoir connu de semblables apports dans des circonstances exceptionnelles, crues, glaciations par exemple. Enfin, 14 canyons n'ont aucune source de sédimentation connue.

Les rechs peuvent se classer dans le deuxième groupe, comparables en ceci aux canyons de Nouvelle Angleterre, de Provence et du Japon.

8) *Gradient de pente sur l'axe*

R.L.D. : 33 m/km.

R.C. : 40 m/km.

Moyenne générale : 58 m/km.

Les rechs ont un gradient de pente nettement plus faible que les autres canyons de Méditerranée, 60 m/km en Provence, 75 m/km en Corse. Par contre, ils sont comparables à ceux de Nouvelle Angleterre, moyenne 40 m/km. Il existe sur les côtes du Golfe du Lion une augmentation progressive du gradient de pente d'Ouest en Est tandis que la largeur du plateau diminue à partir de l'embouchure du Rhône.

9) *Allure du profil longitudinal*

Il existe 4 types de profils :

- à la concavité tournée vers le haut : 56 canyons plus les deux rechs.
- à la convexité tournée vers le haut : 4 canyons.
- pente régulière : 10 canyons.
- pente formée de gradins : 23 canyons.

De plus, de nombreux canyons ont dans leur partie antérieure, une pente formée de gradins.

10) *Hauteur maximum des parois*

Ce critère est malaisé à définir, les canyons ayant souvent des parois de hauteurs différentes. SHEPARD et DILL ont choisi pour établir leur moyenne la hauteur maximum de la paroi rencontrée le long du canyon entre le fond et le niveau 300 m de la paroi sur une coupe transversale.

La moyenne générale est de 915 m. Pour les rechs, les fonds de 1 000 m marquant les limites de cette étude sont situés dans les deux cas sur des coupes transversales telles que le haut des parois est à 300 m. La hauteur maximum est donc de 700 m. Cette valeur est semblable aux moyennes rencontrées dans les canyons de Californie, de Méditerranée et du Japon. Elle est par contre inférieure de 250 m à la moyenne observée pour les canyons de Nouvelle Angleterre.

11) *Tracé du cours du canyon*

SHEPARD et DILL distinguent 6 types de tracés :

- Cours droit : il existe des vallées de ce type mais aucun des 93 canyons étudiés n'y appartient.
- Cours légèrement sinueux : 36 canyons et aussi les deux rechs.
- Cours sinueux : 52 canyons.
- Méandres : 2 canyons.
- Cours à angles droits.
- Cours mixtes.

12) *Affluents*

On distingue 4 groupes de canyons selon leur nombre d'affluents :

- Canyons possédant des affluents semblables en nombre et en forme à ceux des canyons aériens : 53.
- Canyons possédant des affluents en nombre nettement inférieur à ceux de vallées aériennes : 31 + les rechs.
- Présence d'affluents, à la tête seulement des canyons : 10.
- Absence d'affluents : 2.

Les rechs appartiennent au même groupe que les canyons du Georges Bank et des autres canyons de Méditerranée, ces deux groupes étant ceux où les moyennes de cours légèrement sinueux sont les plus élevées.

13) *Nature des profils transversaux*

Il existe une nette prédominance du type en V; c'est le cas de 60 canyons; malgré les différences entre le rech Lacaze-Duthiers en V plus fermé que le rech du Cap, les deux canyons entrent dans ce groupe. Les formes en U sur toute la longueur sont rares : 2 cas. 13 canyons ont une forme en V dans leur partie antérieure, en U ensuite. Les autres ont une forme mal définie. En comparant les cartes des canyons en U et les coupes du rech du Cap, il ne fait aucun doute que ce dernier doit être classé dans la catégorie des canyons en V.

14) *Nature des parois*

Les canyons sont classés selon la présence de roches cristallines sur leurs parois, ou de roches sédimentaires, ou de vase seulement. Un même canyon peut d'ailleurs appartenir à deux types. Les rechs comme une grande majorité de canyons, possèdent des affleurements de roches sédimentaires sur des pentes de vase et des lentilles de sédiments sableux ou plus grossiers, comme le montrera l'étude sédimentologique.

15) *Nature des sédiments au fond du canyon*

Sur 40 canyons dont on connaît la nature sédimentaire sur l'axe, 4 ont montré la présence exclusive de vase, 16 la présence de vase et de lits de sable, 21 de vase, de sable et de graviers. C'est le cas des rechs qui ressemblent en ceci aux canyons de Nouvelle Angleterre.

16) *Prolongement du canyon*

Ce prolongement est connu pour 42 canyons. 33 se prolongent en *fan-valley*, 9 se terminent à la base du talus continental sans aucun prolongement visible. Nous ne connaissons pas le prolongement des rechs au-delà de 1 000 m, mais il est à prévoir qu'ils se prolongent en *fan valley* comme c'est le cas pour les autres canyons de Méditerranée où ce caractère est connu.

En conclusion, le rech Lacaze-Duthiers et le rech du Cap doivent donc être inclus dans l'appellation générale de canyons sous-marins; en effet, tous leurs caractères entrent dans les limites des valeurs moyennes connues pour 93 canyons.

En comparant les chiffres obtenus pour les rechs avec les moyennes particulières de chaque groupe géographique, une correspondance très nette s'établit entre eux et le groupe des canyons de Nouvelle Angleterre, plus particulièrement avec ceux du Georges Bank : le Corsair canyon, le Lydonia canyon, le Gilbert canyon, le Welker canyon, l'Oceanographer canyon et l'Hydrographer canyon. Leur principale caractéristique commune est d'être situés en bordure d'un plateau continental assez large, loin de la côte et sans rapport visible avec celle-ci.

Il y a plus de similitudes entre ces canyons de Nouvelle Angleterre et les rechs qu'entre ces derniers et les canyons de Provence. Comme il existe à l'Est du rech Lacaze-Duthiers deux autres rechs, le rech Pruvot et le rech Bourcart (GLANGEAUD, 1968) — qui ont fait l'objet d'une prospection sismique il y a peu de temps et qui possèdent des caractères communs avec les canyons catalans, comme l'a montré ce dernier auteur — nous proposons comme lui de continuer à désigner sous le nom de rechs ces canyons pour les différencier de ceux de Provence et des côtes de Corse.

RÉSUMÉ

Les rechs, canyons sous-marins de la mer catalane, sont, comme le montre l'étude de leur topographie sur carte et coupes, très semblables aux canyons de Nouvelle Angleterre. Par contre ils diffèrent assez nettement des autres canyons sous-marins connus en Méditerranée; il semble donc nécessaire de leur conserver le nom de rechs pour les distinguer de ces derniers.

SUMMARY

The submarine canyons of the "mer catalane" called "rechs", (off the French and Spanish border), are, as shown by study of map and profiles, resembling canyons of New England (U.S. East

coast). They differ from other mediterranean canyons and it seems necessary to conserve them the name of "rech" in opposition with the other submarine canyons of Mediterraneana.

ZUSAMMENFASSUNG

Die submarinen Canyons des "katalanischen Meeres" (ausserhalb des französisch-spanischen Grenzgebietes), genannt "Rechs", gleichen denjenigen von New England (U.S. Ostküste), wie das Studium ihrer Topographie zeigt. Sie unterscheiden sich deutlich von den anderen Canyons des Mittelmeeres; es erscheint deshalb angezeigt, für sie den Namen "Rech" beizubehalten, um sie von den letzteren zu sondern.

BIBLIOGRAPHIE

- ANTHOINE, R., 1954. Cours d'Hydrographie. Service Central Hydrographique, Paris.
- BOURCART, J., 1955. Recherches sur le plateau continental de Banyuls-sur-Mer. *Vie Milieu*, 6 (4) : 435-524.
- BUCHER, W.H., 1940. Submarine valleys and related geologic problems of the North Atlantic. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 51 : 489-512.
- DALY, R.A., 1936. Origin of submarine canyons. *Amer. Jour. Sci.*, 31 (186) : 401-420.
- DANA, J.D., 1890. Long Island Sound in the Quaternary era, with observations on the submarine Hudson River channel. *Amer. Jour. Sci.*, 3 : 425-437.
- DAVIDSON, G., 1887. Submarine valleys on the Pacific coast of the United States. *Calif. Acad. Sci. Bull.*, 2 : 265-268.
- DAVIDSON, G., 1897. The submerged valleys of the coast of California, U.S.A., and of Lower California, Mexico. *Calif. Acad. Sci. Proc.*, 3 (1) : 73-103.
- DAVIS, W.M., 1934. Submarine mock valleys. *Geog. Rev.*, 24 : 297-308.
- EMERY, K.O. and J. HULSEMAN, 1963. Submarine canyons of southern California. Pt. 1, Topography, Water and Sediments. *Alan Hancock Pacific Exped.*, 27 (1), Univ. So. Calif. Press, Los Angeles, Calif. : 1-80.
- GLANGEAUD, L., G. BELLAICHE, M. GENNESSEUX et G. PAUTOT, 1968. Phénomènes pelliculaires et épidermiques du rech Bourcart (Golfe du Lion) et de la mer Hespérienne. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 267 (13) : 1079-1083.

- HARTMAN, O., 1963. Submarine canyons of southern California, Pt. 2, Biology. *Allan Hancock Pacific Exped.*, 27 (2), Univ. So. Calif. Press, Los Angeles, Calif. : 1-424.
- JOHNSON, D.W., 1939. The origin of Submarine Canyons. Columbia Univ. Press, New York, 126 pp.
- KUENEN, Ph. H., 1937. Experiments in connection with Daly's hypothesis on the formation of submarine canyons. *Leidsche Geologische Mededeelingen*, 8 : 316-351.
- KUENEN, Ph. H., 1950. Marine Geology. John Wiley and Sons, New York, 568 pp.
- KUENEN, Ph. H., 1953. Origin and classification of submarine canyons. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 64 : 1295-1314.
- LAUBIER, L. et D. REYSS, 1964. Hydrographie de la zone côtière de la région de Banyuls-sur-Mer. *Vie Milieu*, 15 (2) : 487-490.
- LIDENKOHL, A., 1885. Geology of the sea-bottom in the approaches to New York Bay. *Amer. Jour. Sci.*, 3 (29) : 475-480.
- MARION, A.F., 1883. Esquisse d'une topographie zoologique du golfe de Marseille. *Ann. Mus. Hist. nat. Marseille*, 1 (1) : 1-160.
- PRUVOT, G., 1894. Fonds sous-marins de la région de Banyuls. *Arch. Zool. gén.*, (3) 2 : 599-672.
- REYSS, D., 1964a. Contribution à l'étude du rech Lacaze-Duthiers, vallée sous-marine des côtes du Roussillon. *Vie Milieu*, 15 (1) : 1-46.
- REYSS, D., 1964b. Observations faites en soucoupe plongeante dans deux vallées sous-marines de la mer catalane : le rech du Cap et le rech Lacaze-Duthiers. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, 63 (1308) : 1-8.
- REYSS, D. et J. SOYER, 1965. Etude de deux vallées sous-marines de la mer catalane (compte rendu de plongées en soucoupe plongeante SP300). *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, 65 (1356) : 1-27.
- SHEPARD, F. and F. DILL, 1966. Submarine Canyons and others Sea Valleys. Rand McNelly Geology series. Rand McNelly & Company, Chicago.
- SHEPARD, F. and K.O. EMERY, 1941. Submarine topography off the California coast : canyons and tectonic interpretation. *Geol. Soc. Amer. Spec. Paper*, n° 31 : 171 pp.
- SPENCER, J.W., 1903. Submarine valleys off the American coast and in the North Atlantic. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 14 : 207-226.
- STETSON, H.C., 1936. Geology and paleontology of the Georges Bank Canyons, I. Geology. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 47 : 339-366.
- STETSON, H.C., 1937. Current measurements in Georges Bank Canyons. *Trans. Amer. Geophys. Union* : 216-219.
- VEATCH, A.C. and P.A. SMITH, 1939. Atlantic submarine valleys off the United States and the Congo submarine valley. *Geol. Soc. Amer. Spec. Paper*, 7 : 101 pp.
- WEGENER, A., 1924. The origin of Continents and Oceans. Eng. translation from German 3rd edit., E.P. Dutton & Co, New York, 212 pp.

— 22 —

Celle fraction des sources d'après laquelle on a pu
trouver d'assises géologiques en différents
points géographiques d'origine et d'autre part la complexité de
la fraction lourde des sédiments de l'étang
(1960, p. 11)

ÉTUDE MINÉRALOGIQUE DE LA FRACTION LOURDE DE SÉDIMENTS DE LA RÉGION DE THAU (HÉRAULT)

par B. CHASSEFIÈRE

*Section de Sédimentologie marine du Laboratoire Arago et C.R.S.M.P.
Equipe de Recherche Associée au C.N.R.S.*

SOMMAIRE

Complément des connaissances générales déjà acquises en matière de remplissage sédimentaire en Languedoc ou dans le Golfe du Lion, cette étude régionale précise certains détails sur l'origine du matériel qui a participé au remblayage de l'Étang de Thau.

Deux types de venues sédimentaires contribuent au colmatage du bassin, le premier issu des assises géologiques proches, le deuxième apporté depuis les régions alpines, par le Rhône.

L'étang de Thau possède une situation géographique privilégiée.

En bordure du bassin, l'ossature des reliefs régionaux est constituée par des formations géologiques appartenant à des unités pétrographiques différentes : volcanisme d'Agde et du Lodévois, métamorphisme des Cévennes, couverture sédimentaire des reliefs gardois.

Du démantèlement de ces reliefs et de la pénétration des alluvions rhodaniennes dépend une partie de l'alimentation sédimentaire de l'étang (DEMANGEON, 1960; VATAN, 1949).

Cette diversité des sources d'apport explique d'une part, la présence d'associations minéralogiques caractéristiques des provinces pétrographiques d'origine et d'autre part, la complexité de la fraction lourde des sédiments des environs et du fond de l'étang (SUDRY, 1910) (fig. 1).

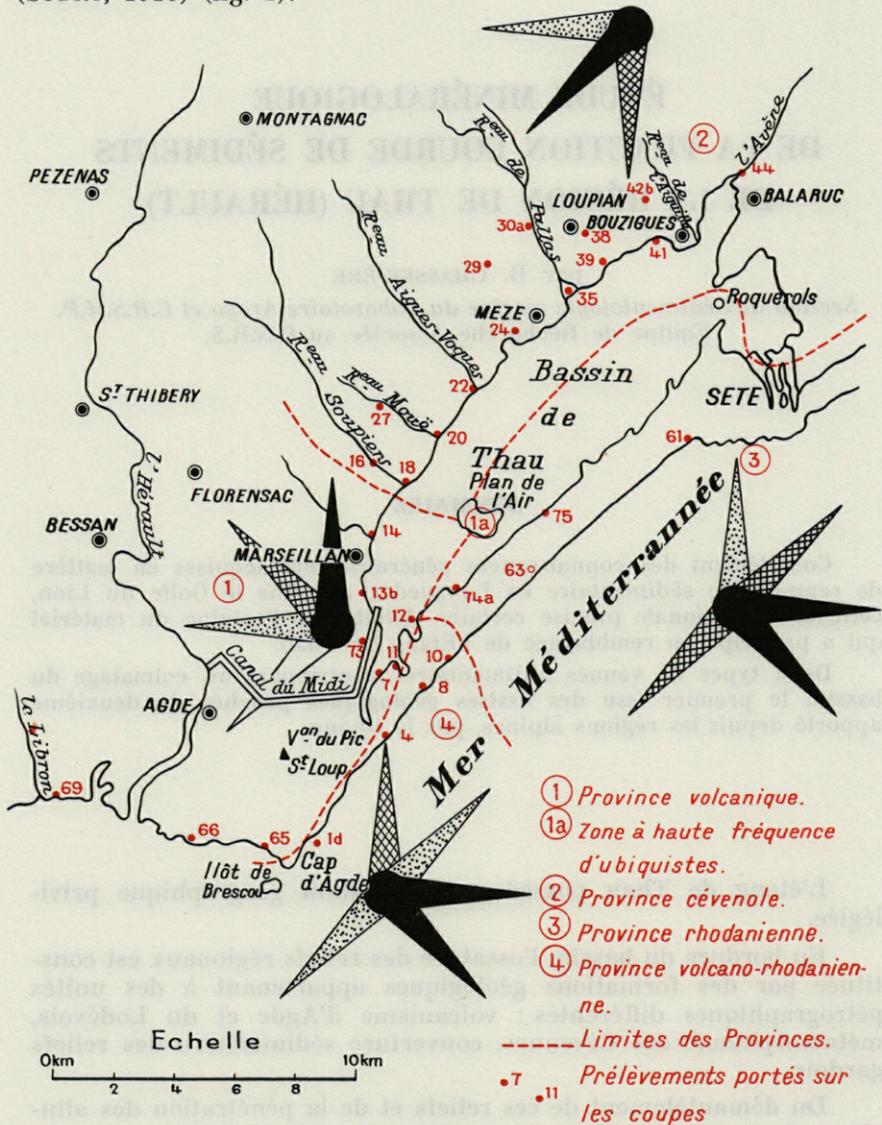


Fig. 1. — Répartition géographique des provinces minéralogiques.

La sédimentation de la zone SW de l'étang est sous l'influence directe du volcanisme du Bas-Languedoc, fournisseur essentiel d'augite et d'olivine et en plus faibles proportions de disthène, staurotide et épidote (VATAN, 1949; DUPLAIX et LALOU, 1949).

En s'éloignant du volcan d'Agde vers le NE cette dominance s'affaiblit et disparaît même totalement par suite des apports des ruisseaux débouchant dans l'étang (Avène) mais surtout du Vidourle et du Rhône drainant deux grandes régions : les Cévennes orientales et les Alpes.

Les venues essentielles comprennent alors l'association suivante : disthène, staurotide, épidote, grenats pour la première province, épidote verte, glaucophane, hypersthène pour la deuxième.

Il apparaît donc d'ores et déjà que les minéraux examinés vont être groupés en associations caractéristiques des provinces pétrographiques dont ils sont issus; toutefois certains minéraux, de même nature vont être communs à deux zones d'apports; des caractères différents (taille, aspect de surface, etc....), permettront alors de distinguer leur origine... C'est le cas du sphène et de la pistacite.

Enfin, d'autres minéraux, soit ubiquistes, soit au contraire exceptionnels ne pourront être rattachés avec certitude à l'une quelconque des principales sources en matériel détritique.

Quatre grandes associations minéralogiques se distinguent; elles contribuent de façons diverses à la sédimentation de l'étang.

La représentation schématique des cortèges minéraux est figurée par une rose des vents; l'orientation de chaque flèche correspond à une espèce minérale, dont la fréquence pour une association donnée est indiquée par un dégradé de grisés à l'intérieur de cette flèche (fig. 2).

1) DOMAINE D'INFLUENCE VOLCANIQUE (fig. 3)

Association augite - olivine

Autour du volcan d'Agde, aussi bien dans l'étang qu'en mer, le minéral dominant est l'augite (10 % minimum, 44 % maximum). Par suite de la proximité des zones d'alimentation, les grains sont souvent enrobés dans une gangue basaltique; la variété verte est la plus fréquente (nuance vert clair à vert brun sale) : l'augite brune vient ensuite, toujours très foncée, elle est souvent altérée.

Il existe une variété peu colorée, qui paraît être amenée par l'Hérault; ses anciennes terrasses en contiennent jusqu'à 3 %. Elle se distingue de la pigeonite par son angle d'extinction de 45° et de l'augite titanifère à caractères bien particuliers et présente sur le cordon littoral.

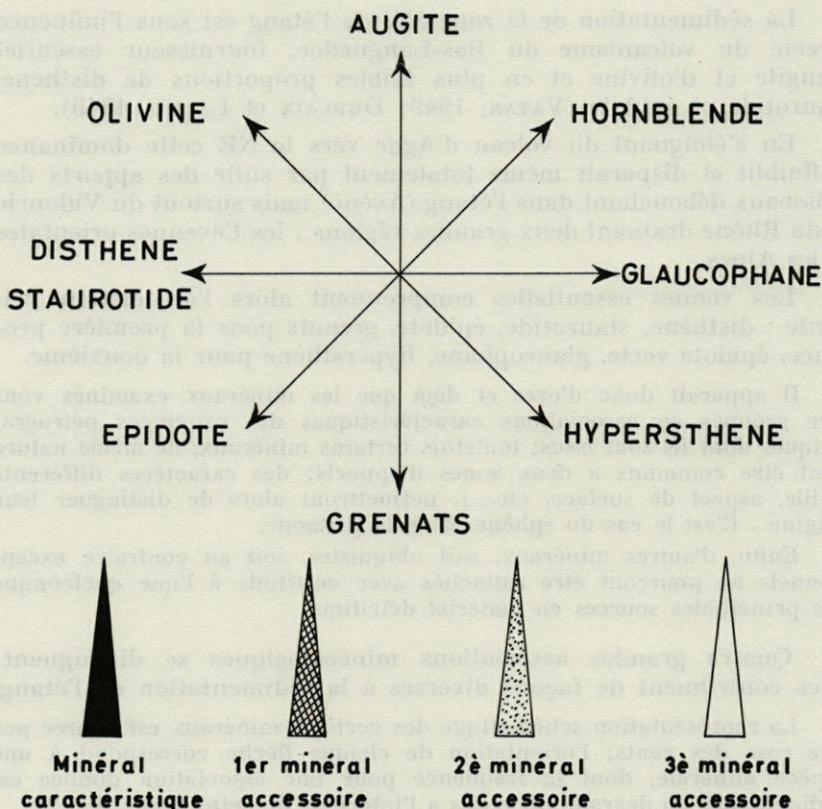


Fig. 2. — Représentation schématique des cortèges minéraux.

L'olivine accompagne l'augite, mais on la trouve surtout aux abords directs du volcan dans l'étang (6 %); elle est très rare sur les plages marines (1 % au Cap d'Agde).

La présence d'olivine dans l'Hérault actuel vers Pézenas (2 %) et dans ses alluvions anciennes (6 %), son absence dans les terrasses anciennes de l'Orb et dans les petits ruisseaux se jetant dans l'étang montre qu'elle proviendrait en partie des volcans du Lodévois, situés en amont de celui d'Agde.

Une petite diminution des proportions d'olivine dans les alluvions de l'Hérault en aval d'Agde, montre que ce minéral a été obligatoirement amené dans la zone des Onglous (extrémité SW du Bassin de Thau) par un ancien bras du fleuve. Ce bras se jetait au SW de Marseillan dans ce qui fut autrefois un golfe marin (hypothèse en accord avec les récits des navigateurs Grecs et Phéniciens qui décrivent la ville d'Agde, comme

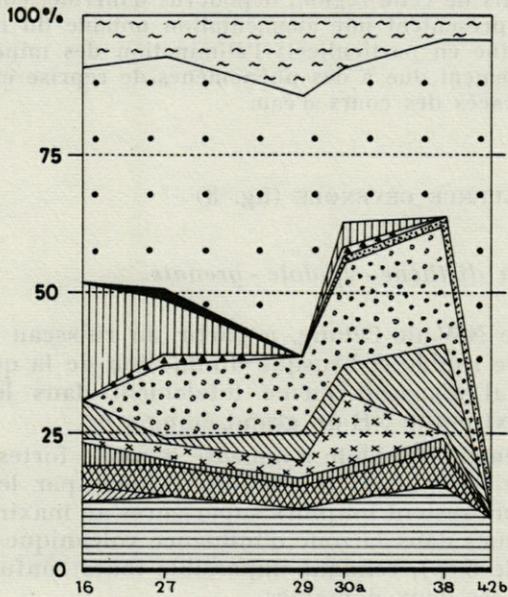
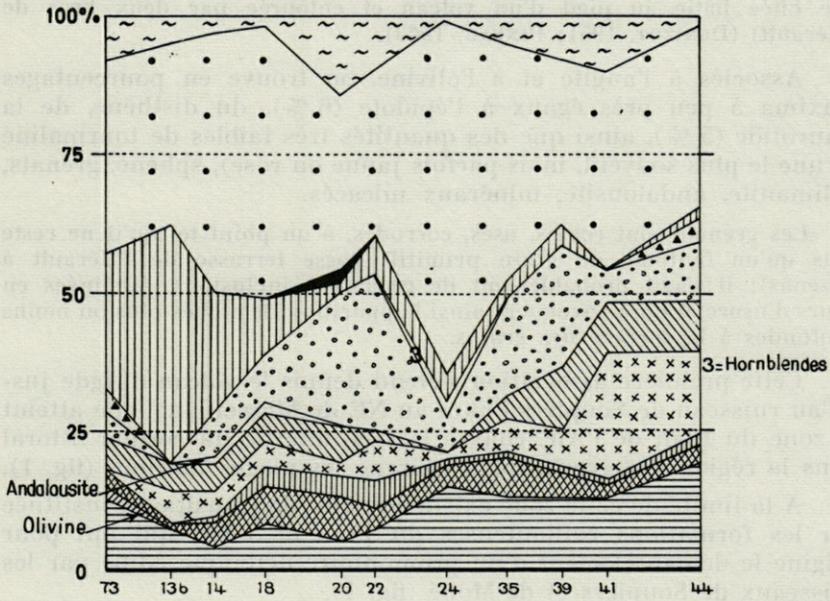


FIG. 3. — Fréquences minéralogiques.
a) sur la rive NW de l'étang,
b) dans les terres au N de l'étang.

une citée bâtie au pied d'un volcan et entourée par deux bras de l'Hérault) (DENIZOT, 1951; PINEAU, 1963).

Associés à l'augite et à l'olivine, on trouve en pourcentages maxima à peu près égaux à l'épidote (6 %), du disthène, de la staurotite (5 %), ainsi que des quantités très faibles de tourmaline (brune le plus souvent, mais parfois jaune ou rose), sphène, grenats, sillimanite, andalousite, minéraux micacés.

Les grenats sont roulés, usés, corrodés, à un point tel qu'il ne reste plus qu'un fantôme du grain primitif (basse terrasse de l'Hérault à Pézenas); il s'agit probablement de grenats à inclusions, éliminées en cours d'usure et qui provoquent ainsi l'apparition de niches plus ou moins profondes à la surface des grains.

Cette première association s'étend depuis le volcan d'Agde jusqu'au ruisseau de Soupiers (3 km au NE de Marseillan); elle atteint la zone du Plan de l'Air, couvre la face interne du cordon littoral dans la région des graus, mais épargne les plages marines (fig. 1).

A la limite de cette zone existe une aire de transition constituée par les formations caillouteuses du Plan de l'Air, qui ont pour origine le démantèlement d'un promontoire deltaïque édifié par les ruisseaux de Soupiers et de Mouë (fig. 1).

Les sédiments de cette région, dépourvus d'olivine, contiennent très peu d'augite et présentent une augmentation notable du nombre d'ubiquistes (tourmaline en particulier); l'élimination des minéraux fragiles est vraisemblablement due à des phénomènes de reprise et de remaniement liés aux tracés des cours d'eau.

2) ZONE D'INFLUENCE CÉVENOLE (fig. 3)

Association disthène - épidote - grenats

Sur la rive NW de l'étang, à partir du ruisseau de Soupiers, on assiste à une rapide et brusque diminution de la quantité d'augite; ce minéral disparaît même totalement dans les sables de Bouzigues à l'extrémité NE du grand étang.

Corrélativement l'épidote augmente dans de fortes proportions à tel point que les valeurs minimales fournies par les comptages dans cette région, restent toujours supérieures au maximum des fréquences reconnues dans la zone d'influence volcanique (28 % maximum au lieu de 6 %), rendant impossible toute confusion dans la localisation de ces deux domaines.

L'augmentation des teneurs en disthène-staurotite et grenats est plus graduelle, les pourcentages ne sont vraiment plus forts

qu'à partir de Mèze vers le NE où ils atteignent en moyenne 10 % pour le disthène-staurotide et 22 % pour les grenats.

Pour ce dernier minéral plusieurs espèces sont représentées, la forme plus fréquente est le grenat incolore ou rose (grossulaire) très frais, à formes cristallines nettes; les grenats brun, vert ou jaune sont plus rares (5 à 6 grains rencontrés en tout).

Les grains de staurotide sont de petite taille, brisés, ce qui leur donne une allure de débris de verre; la staurotide vermiculée est extrêmement rare.

Quant au disthène, les clivages caractéristiques à 90° ne sont apparents que sur les bords émoussés des cristaux qui sont le plus souvent recouverts d'une sorte de gangue (indice d'une durée de transport faible) à l'exception des zones à faible profondeur d'eau, où l'agitation plus grande entraîne un nettoyage plus poussé des grains de disthène qui se montrent alors sous leur habitus classique.

L'angle d'extinction de 30° est assez peu souvent respecté, bon nombre d'échantillons montrent des disthènes à extinction droite (anomalie commune dans les grains aplatis suivant g^1) (DUPLAIX, 1958; MILNER, 1940).

A l'exception déjà citée, de la zone des ruisseaux de Soupiers et de Mouë, la tourmaline conserve, dans cette deuxième association minéralogique, une fréquence constante comparable à celle que l'on enregistre aux alentours du volcan (2 à 3 %); la variété brune est la plus répandue, elle est toujours accompagnée par des grains de teinte verte et bleu-gris.

Le sphène, le rutile, la brookite sont fréquents dans cette seconde zone d'apports issus du Massif Central où apparaît en outre, aux environs de Mèze, le glaucophane, indice d'une faible participation de l'alluvionnement rhodanien.

Les grains de sphène, le plus souvent incolores, sont en mauvais état: corrodés, usés, ternes; ils ne présentent pas leur couleur jaune miel habituelle, ni leur forme en toit caractéristique (VATAN, 1949). Il n'en est pas de même pour le rutile et la brookite.

Cette association cévenole couvre la rive NW de l'étang et ses abords depuis le NE de Marseillan jusqu'à Balaruc (fig. 1).

3) ZONE D'INFLUENCE RHODANIENNE (fig. 3)

Association glaucophane - hypersthène - hornblende - épidote verte

Sur le cordon littoral du Cap d'Agde vers Sète, évolue un groupe de type rhodanien.

L'augite diminue, la hornblende augmente, la fréquence des épidotes vertes et des grenats est très variable, alors que les proportions de glaucophane et hypersthène sont constantes.

Les grains d'augite que l'on y trouve sont bruns ou verts, mais il s'y mêle de l'augite titanifère spécifique des apports rhodaniens, elle se caractérise par des grains presque incolores à pléochroïsme net, brun N-S, mauve E-W (DUBOUL-RAZAVET, 1956).

Les variétés de hornblende sont diverses, la plus fréquente étant la verte à pléochroïsme très net, alors que la variété brune est souvent marquée par un début d'altération. Nous avons enfin rencontré une variété presque incolore E-W, vert clair N-S, mais à habitus classique de hornblende.

L'épidote, dans la province d'influence rhodanienne, est principalement de la pistacite d'origine alpine qu'on ne rencontre d'ailleurs que sur cette zone (elle se distingue de l'épidote cévenole, présente aussi, par le vert vif de ses grains et leur plus grande taille).

Le glaucophane se trouve uniquement localisé sur la rive méridionale de l'étang et sur le cordon littoral; il est toujours en faibles proportions (3 % au maximum) facilement déterminable, sauf lorsqu'il est chloritisé à des degrés divers.

L'hypersthène montre une fréquence voisine de celle du glaucophane et assez constante (environ 4 %).

Le cortège minéralogique rhodanien couvre tout le lido rejoignant Agde à Sète et présente comme particularité, au niveau des graus, une diminution apparente des épidotes.

Elle est due à l'augmentation du pourcentage des micas et hornblendes occasionnée par des conditions hydrodynamiques particulières (il existe entre le rivage et une zone de déferlement entraînée par la présence d'une ride sous-marine au large, un sillon où les eaux sont très calmes et où arrivent seulement les grains de petite taille et les particules facilement flottables), (RIVIÈRE et VERNHET, 1961).

Cette augmentation des minéraux en feuillets abaisse corrélativement la proportion d'épidotes dont la fréquence relative diminue, bien que sa participation réelle demeure constante.

4) ZONE MIXTE D'INFLUENCE RHODANIENNE ET VOLCANIQUE (fig. 4)

Association glaucophane - hypersthène - augite - hornblende - épidote

Si l'extension géographique de l'association minéralogique défi-

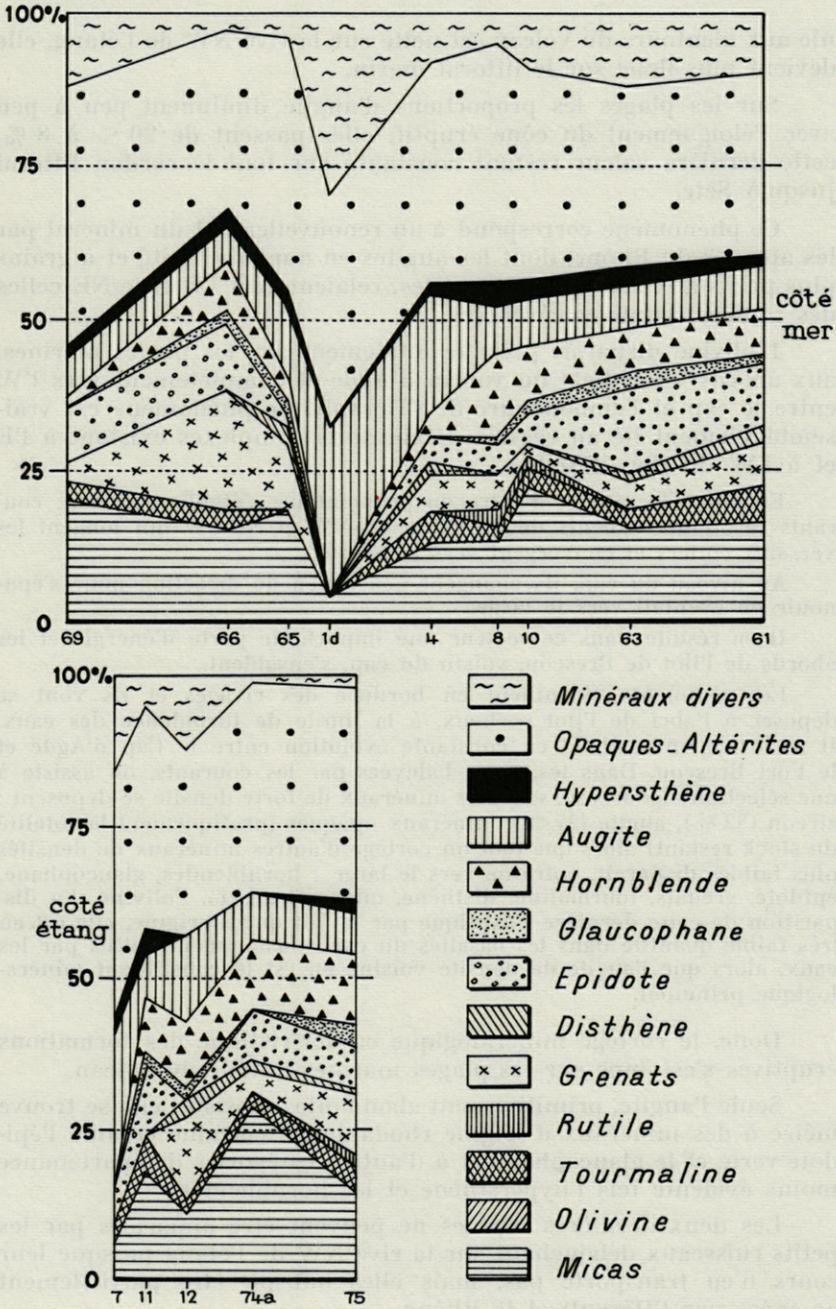


FIG. 4. — Fréquences minéralogiques sur le cordon littoral.

nie aux alentours du volcan est nette sur la rive NW de l'étang, elle devient plus floue sur le littoral marin.

Sur les plages les proportions d'augite diminuent peu à peu avec l'éloignement du cône éruptif, elles passent de 20 % à 8 %, cette dernière valeur restant constante sur tout le cordon littoral jusqu'à Sète.

Ce phénomène correspond à un renouvellement du minéral par les apports du Rhône, dont les augites en nombre limité et à grains plus petits aux surfaces plus nettes, relaient vers l'E et le NE celles des coulées éruptives cévenoles.

L'olivine disparaît presque totalement sur les plages marines, aux abords immédiats du volcan d'Agde et complètement vers l'W entre le cap et l'embouchure de l'Hérault. Ce phénomène est vraisemblablement lié au régime de courants complexes existant à l'E et à l'W du Cap d'Agde.

En effet, de part et d'autre du promontoire s'établissent deux courants résultants violents de direction SE-NW et NE-SW qui longent les versants côtiers et convergent vers la pointe.

Au niveau du cap, ils changent peu à peu de direction pour s'épanouir en éventail vers le large.

Il en résulte dans ce secteur une importante perte d'énergie et les abords de l'îlot de Brescou, voisin du cap, s'ensablent.

Les sédiments cheminent en bordure des rivages et ils vont se déposer à l'abri de l'îlot rocheux, à la limite de turbulence des eaux. Il se forme un tombolo en constante évolution entre le Cap d'Agde et le Fort Brescou. Dans les zones balayées par les courants, on assiste à une sélection rigoureuse, seuls les minéraux de forte densité se déposent : zircon (32 %), augite (27 %), minéraux opaques (pratiquement la totalité du stock restant) alors que tout un cortège d'autres minéraux de densités plus faibles disparaît, entraîné vers le large : hornblendes, glaucophane, épidote, grenats, tourmaline, disthène, micas et aussi... l'olivine. La disparition de cette dernière s'explique par le fait qu'à l'origine, elle est en très faible quantité dans les basaltes du cap constamment battus par les eaux, alors que l'augite de densité voisine en est le constituant minéralogique principal.

Donc, le cortège minéralogique caractéristique des formations éruptives s'estompe sur les plages marines autour du volcan.

Seule l'augite, primitivement abondante, subsiste; elle se trouve mêlée à des minéraux d'origine rhodanienne certaine comme l'épidote verte et le glaucophane et à d'autres catégories d'appartenance moins évidente tels l'hypersthène et les hornblendes.

Les deux dernières espèces ne peuvent être apportées par les petits ruisseaux débouchant sur la rive NW de l'étang puisque leur cours n'en transporte pas, mais elles ont pu être partiellement amenées par l'Hérault et le Rhône.

Hypersthène et glaucophane n'atteignent jamais des pourcentages élevés mais restent constants et caractéristiques des plages littorales marines.

On trouve aussi des teneurs variables en grenats.

CONCLUSION

L'étude des minéraux lourds a permis de mettre en évidence des provinces minéralogiques caractéristiques des zones d'alimentation très diverses, qui participent à la sédimentation de l'étang par l'intermédiaire d'un réseau hydrographique comprenant : l'Hérault, le Vidourle, le Rhône (intervention indirecte) et quelques petits ruisseaux se jetant directement dans le Bassin de Thau.

Les terrains traversés fournissent des minéraux divers dont l'origine se décèle facilement malgré quelques représentants communs.

Nous distinguons quatre grandes provinces minéralogiques (fig. 1).

1°) Une province d'influence volcanique, dont les sédiments riches en augite contiennent en plus faibles quantités de l'olivine, du disthène, de la staurotide, de l'épidote.

Elle couvre la zone SW de l'étang de Thau jusqu'au Plan de l'Air, secteur de transition, à grande fréquence en minéraux résistants qui trouve son origine dans le remaniement de la couverture sédimentaire récente.

2°) Une province cévenole où dominant comme minéraux le disthène, l'épidote, les grenats.

Elle s'étend sur la partie NW du centre du Grand Bassin et sur son extrémité NE : crique de l'Angle; étang des Eaux Blanches.

3°) Une province rhodanienne caractérisée par un cortège de minéraux riche en épidote verte, glaucophane, hornblendes, hypersthène.

Elle occupe la moitié SE de Thau et les plages du cordon littoral depuis Sète jusqu'aux abords des graus.

4°) Une province mixte résultant de l'influence sur l'association précédente, du volcan d'Agde, aux abords de ce dernier. Les sables sont alors constitués par un mélange de minéraux rhodaniens et éruptifs; glaucophane, pistacite, hornblende, hypersthène, augite;

ils se répandent sur les plages marines situées aux abords immédiats du volcan.

Ces diverses associations subissent des variations géographiquement limitées, liées à des phénomènes hydrodynamiques qui entraînent localement des fluctuations, voire des disparitions anormales (olivine des plages d'Agde par exemple).

Dans tout l'étang, où les eaux relativement peu profondes sont constamment agitées par les vents qui soufflent de toutes directions, on constate une forte élévation du pourcentage en hornblende et en micas, facilement flottables sous l'effet des houles courtes.

Cependant, la faible superficie sur laquelle s'exercent ces phénomènes rend délicate la détermination de l'origine réelle de certaines espèces minérales communes à plusieurs provinces (augite verte, sphène, hornblendes), mais des caractères secondaires, découlant des différentes modalités du transport permettent le plus souvent de les distinguer.

En résumé, si la zone volcanique d'Agde et les régions cévenoles drainées par l'Hérault, influencent nettement l'alluvionnement de l'étang de Thau et du littoral proche, cette action locale, d'extension restreinte est très rapidement masquée par celle des venues du Rhône.

Ce grand fleuve a très largement contribué à la formation des plages marines et au lent remblayage de l'ancien golfe marin, devenu étang par suite de l'établissement d'un cordon littoral entre les îles et les hauts fonds qui l'abritaient.

En outre, le prolongement méridional du pli de Montpellier a pu constituer, à une période récente, un seuil sur lequel sont venus buter les sédiments issus des zones volcaniques, entravant leur progression vers le NE; il a isolé par la suite les deux provinces mitoyennes, cévenole à l'E, volcanique à l'W.

De même, des unités morphologiques récentes ont pu également intervenir pour isoler ces deux domaines (la zone du Plan de l'Air, promontoire deltaïque aujourd'hui ennoyé, en est un témoin avancé).

Toutefois, les accidents structuraux et les unités morphologiques ne sont pas seuls en cause, la limitation des transits, le faible brassage des sédiments de l'étang (en majorité vaseux) ont également contribué à maintenir l'individualité des secteurs d'apports.

La seule zone de grands mélanges est le versant externe du Lido, sur lequel s'exercent des actions hydrodynamiques actives, génératrices d'un stock complexe où la source la plus abondante et la plus puissante (venues rhodaniennes) prend une nette prépondérance par la masse des apports annuels.

RÉSUMÉ

Notre étude minéralogique précise certains détails sur l'origine du matériel qui a participé au remblayage de l'étang.

Deux types de venues sédimentaires contribuent au colmatage du Bassin de Thau :

— Des apports directs provenant des formations géologiques qui l'environnent : volcanismes d'Agde et du Lodévois, massifs cristallins des Cévennes.

— Des venues indirectes, d'origine alpine, amenées depuis les zones deltaïques rhodaniennes par les transferts marins littoraux.

Nous avons localisé 4 cortèges minéralogiques caractéristiques des zones de dispersions à partir des principales sources pétrographiques ayant alimenté la région de Thau.

SUMMARY

Mineralogic studies add a few precisions concerning the origin of the material taking part in the filling up of the lagoon. Two types of sedimentary sources contribute to the filling up of the " Bassin de Thau " :

— Direct sources : from the environing geological formations (volcanism of Agde and Lodévois regions, cristalline mountains of the Cévennes).

— Indirect sources of alpine origin; from deltaïc zones of the Rhône and by marine littoral transport.

Four mineralogic associations were localized. They are characteristics of the dispersion zones from the principal petrographic sources supplying material to the Thau region.

ZUSAMMENFASSUNG

Unsere mineralogische Untersuchung präzisiert gewisse Einzelheiten über den Ursprung des Materials, das an der Aufschüttung des Beckens teilgenommen hat.

Zwei Typen von Sedimentzuwachs tragen zur Einengung des Beckens von Thau bei.

— Direkte Einschwemmungen, aus den geologischen Formationen der Umgebung stammend : Ergussgesteine von Agde und Lodévois, kristalline Massive der Cevennen.

— Indirekte Einschwemmungen alpinen Ursprungs, aus dem Gebiet des Rhonedeltas, durch Küstenströmungen verfrachtet.

Wir haben 4 für die Dispersionszonen typische mineralogische Züge von den hauptsächlich petrographischen Ursprungsstellen an lokalisiert, die die Gegend von Thau angereichert haben.

BIBLIOGRAPHIE

- DEMANGEON, P., 1960. Contribution à l'étude de la sédimentation détritique dans le Bas-Languedoc pendant l'ère quaternaire. *Naturalia Monspelliensa*, Série Géologie, Mém. 5 : 398 p., pl., cartes, 59 figs.
- DENIZOT, G., 1951. Les anciens rivages de la Méditerranée française. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, n° 992 : 56 p.
- DUBOUL-RAZAVET, Ch., 1956. Contribution à l'étude géologique et sédimentologique du delta du Rhône; thèse Paris, 1954. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, (n° 76), 35, 12-1956.
- DUPLAIX, S., 1958. Détermination microscopique des minéraux des sables. Lib. Polytech., 2^e édit. 1948. Edit. Ch. Béranger.
- DUPLAIX, S. et C. LALOU, 1949. Etude minéralogique et granulométrique des sables de plage du littoral méditerranéen. *C.R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, n° 3.
- MILNER, H.B., 1940, Sedimentary petrography. Thomas Murby and Co Ruskin House, Museum street, London.
- PINEAU, H., 1963. Evolution du Lido et des lagunes du Golfe du Lion d'après les recherches de topographie historique. Extrait des Archives des Ponts et Chaussées.
- RIVIÈRE, A. et S. VERNHET, 1961. Remarques sur l'évolution et l'origine des structures de plage à caractère périodique. *C.R. Acad. Sc.*, 252 : 767-769.
- SUDRY, L., 1910. L'étang de Thau. Essai de monographie océanographique. *Ann. Inst. Océanogr.*, N.S., 1 (10) : 210 p.
- VATAN, A., 1949. Etude pétrographique des matériaux sableux côtiers du golfe du Lion entre Cap Cerbère et l'embouchure du Rhône. *Sédiment. et Quat.* : 147-156. Edit. Led. Sam, Bordeaux.

Reçu le 9 janvier 1969.

NUTRIENT INVESTIGATIONS IN LOWER SARONICOS BAY, AEGEAN SEA

by IGNATIADES Lydia and Theano BECACOS-KONTOS
*Hydrobiology Group, Greek Atomic Energy Commission
Aghia Paraskevi Attikis, Athens, Greece*

SOMMAIRE

Des mesures de température et des analyses d'eau de mer (salinité, phosphates, nitrates et silicates) ont été effectuées régulièrement pendant l'année 1967 à la station S₁, dans le Golfe Saronique inférieur (Mer Egée).

Les faibles concentrations en phosphates et nitrates pendant toute l'année ainsi que la valeur du rapport N:P montrent la pauvreté du Golfe Saronique en ces deux éléments nutritifs.

INTRODUCTION

Very few studies have been conducted on the nutrients of the Aegean Sea waters. Sporadic investigations carried out by American Oceanographic Expeditions to the Mediterranean Sea indicated that the Aegean Sea has the lowest nutrient concentrations in comparison to other Mediterranean basins (McGILL, 1965). In the Saronicos Bay, studies on the seasonal variation of phosphate were first made by BECACOS-KONTOS (1967). Data on the nitrate and silicate contents of this Bay are lacking.

The present paper deals with determinations, for the period of 1967, on variations of phosphate, nitrate and silicate in lower Saronicos Bay, Aegean Sea. This study is a part of the Mediterranean Productivity Project, supported by NATO.

MATERIALS AND METHODS

An Oceanographic station (S_1) was established about five miles off the coast of Attica, at $37^{\circ} 43' N$, $23^{\circ} 46' E$, and having mean depth about 130 meters. In this part of Saronicos Bay neither discharged sewage nor land runoff through a river take place, and therefore contributions of nutrients originating from these sources were not expected.

Water samples were collected approximately twice a month from the standard depths 1, 2.5, 5, 10, 20, 40, 60, 80 and sometimes from 100 meters, by a plastic bottle type "Thalassia". The samples were kept frozen in polythylene bottles till the day of analysis. Hydrographic observations of temperature and salinity were completed for each sampling depth.

Phosphate concentrations were determined by the method of MURPHY and RILEY (1962). Nitrate and silicate samples analysed by the methods of STRICKLAND and PARSONS (1965). A Beckmann DK 2A recording spectrophotometer was used.

RESULTS AND DISCUSSION

TEMPERATURE AND SALINITY

The study of the vertical distribution of temperature revealed that the waters of Saronicos Bay were well mixed from December to April and stratified during the rest of the year (Figure 1). The lowest recorded temperature was $14.0^{\circ} C$ in March and the highest $25.4^{\circ} C$ in August.

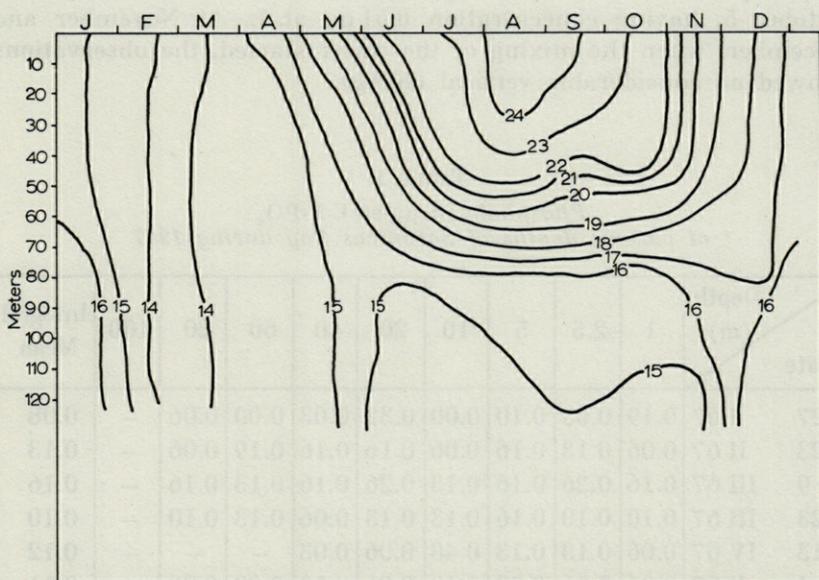


FIG. 1. — Vertical temperature distribution in Saronikos Bay, during 1967.

The salinity did not show any considerable change during the year ranging from 37.5 to 38.9 ‰.

VERTICAL DISTRIBUTION OF NUTRIENTS

Tables 1, 2 and 3 show the vertical distribution of phosphate, nitrate and silicate from January to December 1967, at S₁.

The general feature of the phosphate vertical distribution throughout the year is the constancy of its concentration with depth. From January till the end of March phosphate determinations indicated a fairly uniform concentration through the entire water column due to the vertical mixing. We can only see one distinct maximum (0.32 $\mu\text{g at/L}$) at the 20 meter sample of January. From May till the end of October the waters were very well stratified (Figure 1). However, although the stability of the water was very strong, the bottom waters did not show any accumulation

of phosphorus. The only exception was the 80 meter sample, of October 5, having concentration $0.51 \mu\text{g at/L}$. At November and December, when the mixing of the water started, the observations showed no considerable vertical change.

TABLE 1
Phosphate in $\mu\text{g-at/L P-PO}_4$
at various depths of Saronicos Bay during 1967

Date	Depth (m)	Depth (m)									Integral Mean
		1	2.5	5	10	20	40	60	80	100	
27	I 67	0.19	0.03	0.10	0.00	0.32	0.03	0.00	0.06	—	0.08
23	II 67	0.06	0.13	0.16	0.06	0.16	0.16	0.19	0.06	—	0.13
9	III 67	0.16	0.26	0.16	0.13	0.26	0.16	0.13	0.16	—	0.16
23	III 67	0.10	0.10	0.16	0.13	0.13	0.06	0.13	0.10	—	0.10
13	IV 67	0.06	0.13	0.13	0.48	0.06	0.03	—	—	—	0.12
4	V 67	0.06	0.06	0.03	0.13	0.26	0.13	0.03	0.09	—	0.11
10	V 67	0.16	0.19	0.13	0.13	0.23	0.16	0.13	0.26	—	0.19
30	V 67	0.13	0.10	0.13	0.13	0.19	0.10	0.10	0.23	0.19	0.13
5	VI 67	0.00	0.03	0.00	0.00	0.03	0.06	0.00	0.06	—	0.03
21	VI 67	0.19	0.06	0.06	0.06	0.13	0.03	0.06	0.10	0.03	0.057
28	VI 67	0.06	0.06	0.06	0.03	0.06	0.06	0.06	0.06	0.03	0.052
4	VII 67	0.06	0.06	0.06	0.06	0.10	0.06	0.06	0.06	—	0.06
25	VII 67	0.06	0.06	0.06	0.03	0.10	0.10	0.06	0.06	—	0.07
2	VIII 67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	VIII 67	0.06	0.10	0.06	0.03	0.06	0.10	0.06	0.03	—	0.058
24	VIII 67	0.23	0.06	0.13	0.06	0.06	0.06	0.03	0.03	—	0.053
18	IX 67	0.55	0.16	0.26	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.19	0.17
26	IX 67	0.06	0.10	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	—	0.031
5	X 67	0.39	0.29	0.26	0.39	0.13	0.13	0.13	0.51	0.06	0.23
24	X 67	0.13	0.26	0.26	0.10	0.19	0.19	0.10	0.06	—	0.14
8	XI 67	0.10	0.10	0.10	0.13	0.10	0.06	0.06	0.10	—	0.08
28	XI 67	0.06	—	0.06	0.03	0.06	0.16	0.06	0.06	—	0.07
7	XII 67	0.13	—	0.13	0.10	0.16	0.16	0.29	0.16	—	0.17
20	XII 67	0.06	0.10	0.03	0.10	0.06	0.19	0.10	0.03	0.06	0.09

The vertical distribution of nitrate (Table 2) appeared to be not clear. Successive maxima and minima observed throughout the entire water column during all seasons, and there is no possibility to define representative types of distribution with depth.

TABLE 2

Nitrate in $\mu\text{g-at/L N-NO}_3$ at various depths of Saronicos Bay during 1967

Date	Depth (m)	Depth (m)								Integral Mean	
		1	2.5	5	10	20	40	60	80		100
27	I 67	0.32	0.28	0.24	0.24	0.00	0.32	0.50	0.66	—	0.33
23	II 67	0.32	0.46	0.60	0.38	0.36	0.66	0.36	0.28	—	0.41
9	III 67	0.46	0.38	0.90	0.56	0.32	0.46	0.28	0.46	—	0.41
23	III 67	0.28	0.72	0.72	0.00	1.34	0.58	0.84	0.38	—	0.70
13	IV 67	0.00	0.50	0.46	0.54	0.58	0.32	0.00	0.00	—	0.31
4	V 67	0.46	0.58	0.32	0.00	0.80	0.90	0.94	0.00	—	0.57
10	V 67	0.00	0.20	0.00	0.00	0.28	0.00	0.00	0.64	—	0.14
30	V 67	0.00	0.00	0.50	0.32	0.42	0.46	1.06	0.50	—	0.56
5	VI 67	0.28	0.28	0.20	0.42	0.38	0.00	0.20	0.54	—	0.25
21	VI 67	0.56	1.06	0.20	0.40	0.94	0.54	0.46	1.02	0.72	0.67
28	VI 67	0.00	0.36	0.20	0.24	0.46	0.38	1.08	0.38	0.38	0.51
4	VII 67	0.00	0.00	0.32	0.72	0.00	0.00	1.02	0.46	—	0.38
25	VII 67	1.02	0.66	1.02	0.82	1.12	0.24	0.00	0.32	—	0.47
2	VIII 67	0.00	0.82	0.00	0.32	0.28	0.56	0.42	0.56	—	0.41
17	VIII 67	0.24	0.28	0.60	0.00	0.60	0.00	0.80	0.20	—	0.37
24	VIII 67	0.54	0.50	0.32	0.00	0.24	0.36	0.28	0.00	—	0.23
1	IX 67	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.36	—	0.08
18	IX 67	0.50	1.12	0.60	0.46	0.76	0.50	0.50	0.76	0.76	0.63
26	IX 67	0.36	1.76	0.00	0.00	0.72	0.65	0.54	0.00	—	0.48
5	X 67	0.24	0.00	0.38	0.00	0.00	0.24	0.46	0.46	0.98	0.35
24	X 67	0.32	0.76	0.60	0.60	0.32	0.68	0.32	0.38	—	0.46
8	XI 67	1.08	—	0.56	0.46	0.76	0.56	1.05	0.46	0.61	0.68
28	XI 67	0.00	—	0.32	0.00	0.00	0.39	0.32	0.60	0.50	0.32
7	XII 67	0.00	—	0.00	0.00	0.24	0.00	0.39	0.00	—	0.15
20	XII 67	1.72	0.46	0.98	0.28	0.68	0.68	0.68	1.60	0.76	0.80

The vertical distribution of silicate (Table 3) shows the same general features as the phosphate distribution. At the period of vertical mixing as well as during the stratification of the waters the concentration of silicate remained constant with depth. Distinct maxima observed only in the 10 meter samples of January and April.

TABLE 3
Silicates in $\mu\text{g-at/L Si-SiO}_2$ at various depths of Saronicos Gulf during 1967

Date	Depth (m)	1	2.5	5	10	20	40	60	80	100	Integral Mean
27	I 67	3.2	2.2	2.6	9.4	6.2	4.0	3.1	4.4	—	4.62
23	II 67	1.9	2.1	3.0	1.7	2.3	3.4	2.0	2.0	—	2.37
9	III 67	1.8	2.0	4.8	1.9	2.3	3.2	2.6	5.1	—	3.00
23	III 67	2.8	3.1	3.8	1.7	4.1	3.4	3.1	2.9	—	3.25
13	IV 67	1.8	1.1	1.4	5.1	1.4	1.7	2.1	2.4	—	2.06
4	V 67	3.2	1.5	1.9	1.2	1.7	4.2	2.4	1.8	—	2.50
11	V 67	2.4	2.1	1.7	2.4	2.4	2.3	1.8	2.1	—	2.12
30	V 67	1.8	1.5	2.0	2.1	2.5	2.6	3.5	2.9	2.3	2.70
5	VI 67	3.1	1.9	2.3	2.7	2.7	2.0	2.5	1.4	—	2.25
21	VI 67	1.6	1.5	1.2	1.7	1.4	1.9	3.3	2.1	4.0	2.25
28	VI 67	1.5	1.7	1.5	2.1	1.9	2.2	2.5	3.3	3.0	2.40
4	VII 67	1.3	1.3	1.6	1.7	1.4	1.6	4.9	3.8	—	2.62
25	VII 67	1.6	1.5	1.4	2.5	1.8	1.7	2.1	2.3	—	2.00
2	VIII 67	0.2	1.0	0.5	1.3	0.8	2.0	1.7	2.8	—	1.56
17	VIII 67	2.1	1.6	2.5	1.3	2.5	1.5	4.6	1.1	—	2.43
24	VIII 67	2.9	2.2	2.4	1.5	1.6	2.5	2.8	2.1	—	2.19
1	IX 67	2.2	1.5	2.0	2.0	2.1	1.8	3.4	2.9	—	2.38
18	IX 67	1.0	1.4	1.8	1.5	2.0	1.7	2.3	3.8	3.3	2.45
26	IX 67	2.3	2.6	1.7	1.6	1.7	2.4	2.3	5.7	—	2.50
5	X 67	2.0	1.6	1.6	1.4	1.6	1.4	2.4	4.6	2.9	2.35
24	X 67	3.3	3.0	3.6	3.9	2.3	3.0	3.9	3.1	—	3.20
8	XI 67	6.9	—	5.4	5.0	6.0	5.3	7.6	7.0	5.7	6.20
28	XI 67	3.7	—	3.7	3.4	3.6	4.0	4.2	6.2	5.4	4.50
7	XII 67	4.4	—	4.3	4.4	4.7	4.0	4.8	4.4	—	4.37
20	XII 67	2.1	2.5	2.9	2.6	2.5	2.5	2.5	4.3	2.8	2.57

SEASONAL DISTRIBUTION OF NUTRIENTS

The phosphate, nitrate and silicate seasonal distributions are given in Figure 2. The concentrations are integral mean values for the water column of 0-80 meters in $\mu\text{g at/L}$.

The gross features of the phosphate variation are typical of many temperate waters. It involved a spring maximum (0.10-0.19 $\mu\text{g at/L}$) reduced to low concentrations of 0.03 $\mu\text{g at/L}$ by the beginning of June as a result of the spring phytoplankton bloom (*IGNATIADES* in prep.), and stratification. Thereafter, low concentrations of the order 0.00-0.07 $\mu\text{g at/L}$ were maintained through summer until September. BECACOS-KONTOS (1967) pointed to phosphorus as an important factor regulating the primary production in Saronicos Bay.

The higher phosphate values of 0.17 and 0.23 $\mu\text{g at/L}$ which were observed in September and October were not associated with the mixing of the water, and since land runoff does not occur in this region, the possibility remains that they might be due to regeneration conditions. Concentrations of 0.07 to 0.15 $\mu\text{g at/L}$ were found for the rest of the winter.

The annual variation in nitrate concentrations consisted of successive peaks and declines. The spring maximum of 0.70 $\mu\text{g at/L}$ decreased to 0.14 $\mu\text{g at/L}$ by the middle of May, and this could be attributed to the effect of the spring phytoplankton bloom. However, during summer and autumn there was observed an increase in the concentration of nitrate to values ranging from 0.25 to 0.67 $\mu\text{g at/L}$. The values maintained during the winter ranged from 0.32 to 0.80 $\mu\text{g at/L}$.

McGILL (1965) noted that the scale of concentrations of nitrate in Aegean Sea was ten times greater than that of phosphate. The present investigations in Saronicos Bay showed that the scale of nitrate concentrations was not more than three times greater than that of phosphate.

The seasonal cycle of silicate did not show great fluctuations in concentrations. Higher values from 2.50 up to 6.20 $\mu\text{g at/L}$ were found during late fall and winter through early spring, and they were associated with the water overturn. During the stratification period the concentrations decreased to the order of 1.56-2.62 $\mu\text{g at/L}$.

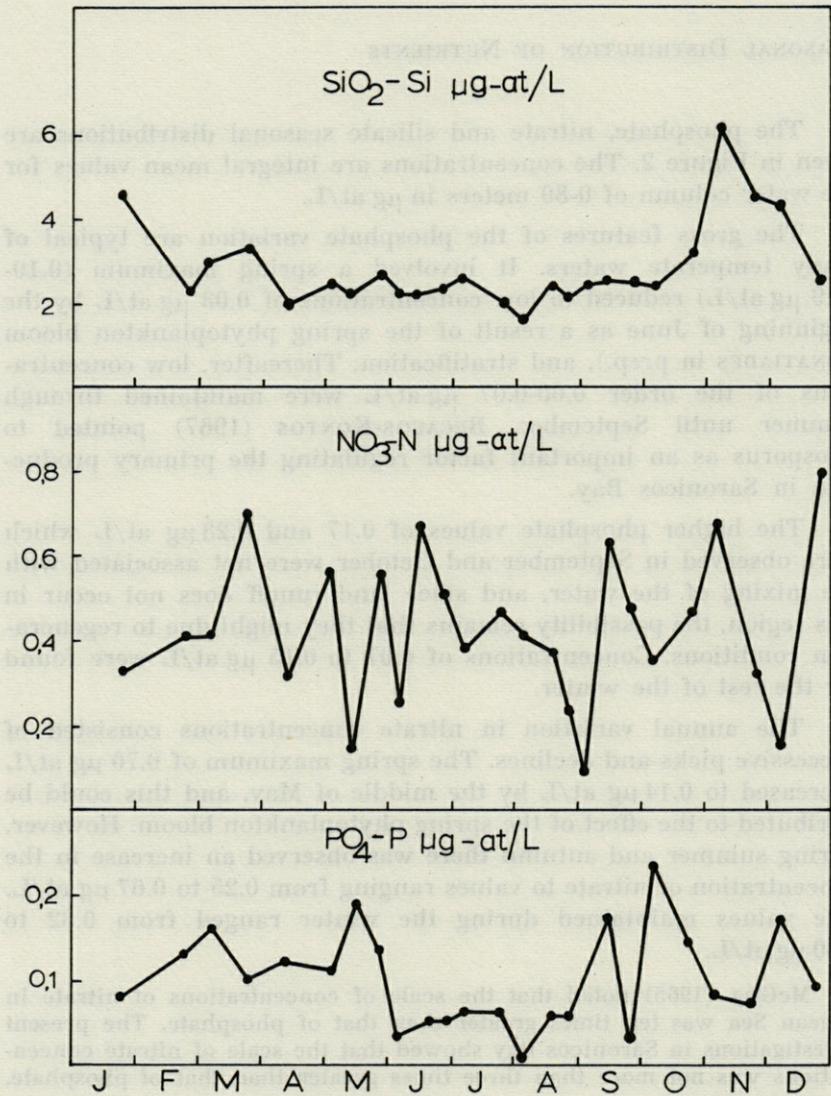


FIG. 2. — Seasonal variation of nutrients in lower Saronikos Bay, during 1967. Data are integral mean values for the water column of 0-80 m in $\mu\text{g at/L}$.

NITROGEN-PHOSPHORUS RATIOS

The ratios of nitrogen to phosphorus by atoms (Table 4) were calculated from their concentrations given as integral mean values in Tables 1 and 2.

TABLE 4

Nitrate - Phosphate ratio (bay atoms) in Saronicos Bay during 1967

21	I 67	23	II 67	9	III 67	23	III 67	13	IV 67	4	V 67	10	V 67	30	V 67	5	VI 67	21	VI 67	28	VI 67	4	VII 67	25	VII 67	2	VIII 67	17	VIII 67	24	VIII 67	18	IX 67	26	IX 67	5	X 67	24	X 67	8	XI 67	28	XI 67	7	XII 67	20	XII 67
4.1		3.1		2.6		7.0		2.6		5.2		0.7		4.3		8.3		11.6		10.2		6.3		6.7		γ		6.1		4.6		3.7		16		1.5		3.2		8.5		4.6		0.8		8.8	

COOPER (1937, 1938) pointed out that the ratio of concentration by atoms of nitrate and phosphate departs markedly from the normal ratio 16 : 1 in confined seas such as the Mediterranean. MCGILL (1965) estimated the N : P ratio in Aegean Sea as being 2.15 ± 2.10 emphasizing that this low ratio suggests that nitrogen is the limiting factor in these waters.

The data reported here (Table 4) show a marked variation in the ratio with no indication of seasonal periodicity. The ideal value of 16 : 1 obtained in only one case, i.e., in the September 26 sample, whereas the ratio through the year was consistently below this value, ranging from 0.7 : 1 to 11.1 : 1. The only exception was the indefinite value of the August 3 sample due to the exhaustion of phosphate (Table 1).

The annual mean value of the N : P ratio was 7.1 : 1, this value being three times greater than the one reported by MCGILL for the Aegean Sea.

The concentrations of phosphate and nitrate throughout the year, as well as their low N : P ratio indicate the poverty of Saronicos Bay in these two nutrients.

RÉSUMÉ

Des mesures de températures et des analyses d'eau de mer (salinité, phosphates, nitrates et silicates) ont été effectuées régulièrement pendant l'année 1967 à la station S₁ dans le Golfe Saronique inférieur (Mer Egée).

Les variations annuelles de la concentration moyenne s'établissent entre 0-0.23 $\mu\text{g/L}$ pour les phosphates, entre 0.08-0.80 $\mu\text{g/L}$ pour les nitrates et entre 1.56 - 6.20 $\mu\text{g/L}$ pour les silicates.

Le rapport N : P varie entre 0.7 : 1 à 16 : 1 pour une valeur moyenne annuelle de 7.1 : 1.

Les concentrations en phosphates et en nitrates pendant l'année ainsi que la faible valeur du rapport N : P indiquent la pauvreté du Golfe Saronique en ces deux éléments nutritifs.

SUMMARY

Analyses of sea water collected during 1967 at the station S_2 of lower Saronicos Bay, Aegean Sea, were here reported.

It was found that the annual variation of the integral mean concentrations of phosphate was 0-0.23 $\mu\text{g at/L}$; for nitrate it was 0.08-0.80 $\mu\text{g at/L}$; and for silicate it was 1.56-6.20 $\mu\text{g at/L}$. The N : P ratio varied from 0.7 : 1 to 16.1 : 1 while its annual mean value was 7.1 : 1.

The concentrations of phosphate and nitrate throughout the year as well as their low N : P ratio indicated the poorness of Saronicos Bay in these two nutrients.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Analysen von Meerwasserproben, die während des Jahres 1967 bei Station S_1 im unteren Teil der Bucht von Saronicos im ägäischen Meer entnommen wurden, werden in der vorliegenden Arbeit mitgeteilt.

Die jährliche Schwankung der integralen mittleren Phosphatkonzentration betrug 0-0,23 $\mu\text{g at/L}$; für Nitrat 0,08-0,80 $\mu\text{g at/L}$ und für Silikat 1,56-6,20 $\mu\text{g at/L}$.

Das Verhältnis N : P variierte von 0,7 : 1 bis 16 : 1; sein Jahresmittel betrug 7,1 : 1. Die Konzentrationen von Phosphat und Nitrat während des Jahres sowie ihr unterer N : P-Wert weisen auf die Armut der Bucht von Saronicos an diesen beiden Nährsalzen hin.

REFERENCES

1. BECACOS-KONTOS, Th., 1967. The annual cycle of Primary Production of Saronicos Gulf by the C¹⁴ method, and environmental factors influencing it. *Doctoral Dissertation, Univ. of Athens* : pp. 55.
2. COOPER, L.H.N., 1937. On the ratio of nitrogen to phosphorus in the sea. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **22** : 177-182.
3. COOPER, L.H.N., 1938. Redefinition of the anomaly of the nitrate-phosphate ratio. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **23** : 179.
4. MCGILL, D.A., 1965. The relative supplies of phosphate, nitrate and silicate in the Mediterranean Sea. *Comm. Int. Explor. Sci. Mer Medit., Rapp. et P.V.*, **18** (3) : 737-744, 1965.
5. MURPHY, J. and J.P. RILEY, 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta*, **27** : 31-36.
6. STRICKLAND, J.D.H. and T.R. PARSONS, 1965. A manual of sea water analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, **125** : 1-203.

Reçu le 22 octobre 1968.

DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES ET HYDROLOGIQUES DE LA RÉGION DE BANYULS-SUR-MER

ANNÉE 1967-1968 ⁽¹⁾

par Guy JACQUES, Claude RAZOULS et Alain THIRIOT

Laboratoire Arago, 66 - Banyuls-sur-Mer

SOMMAIRE

Des mesures de température et de salinité sont effectuées chaque semaine à un point situé à 1,5 mille de la côte et chaque quinze jours à un point qui en est distant de 6 milles.

La localisation des points de prélèvement a été précisée dans une note précédente (BHAUD et col., 1967). Les données météorologiques proviennent du sémaphore du cap Béar situé à proximité du point côtier. A partir du mois d'octobre 1967, la salinité a été mesurée avec un salinomètre Hytech modèle 6220.

TEMPÉRATURE

TEMPÉRATURE SUPERFICIELLE AU POINT CÔTIER

La température superficielle qui atteint 16 °C au début du mois de juin 1967 (fig. 1), s'élève progressivement jusqu'à la valeur maxi-

(1) Ce travail a été réalisé en partie à l'aide de matériel acquis dans le cadre d'une convention passée par le C.O.M.E.X.O. (D.G.R.S.T.) et reprise par le C.N.E.X.O. avec le Laboratoire Arago.

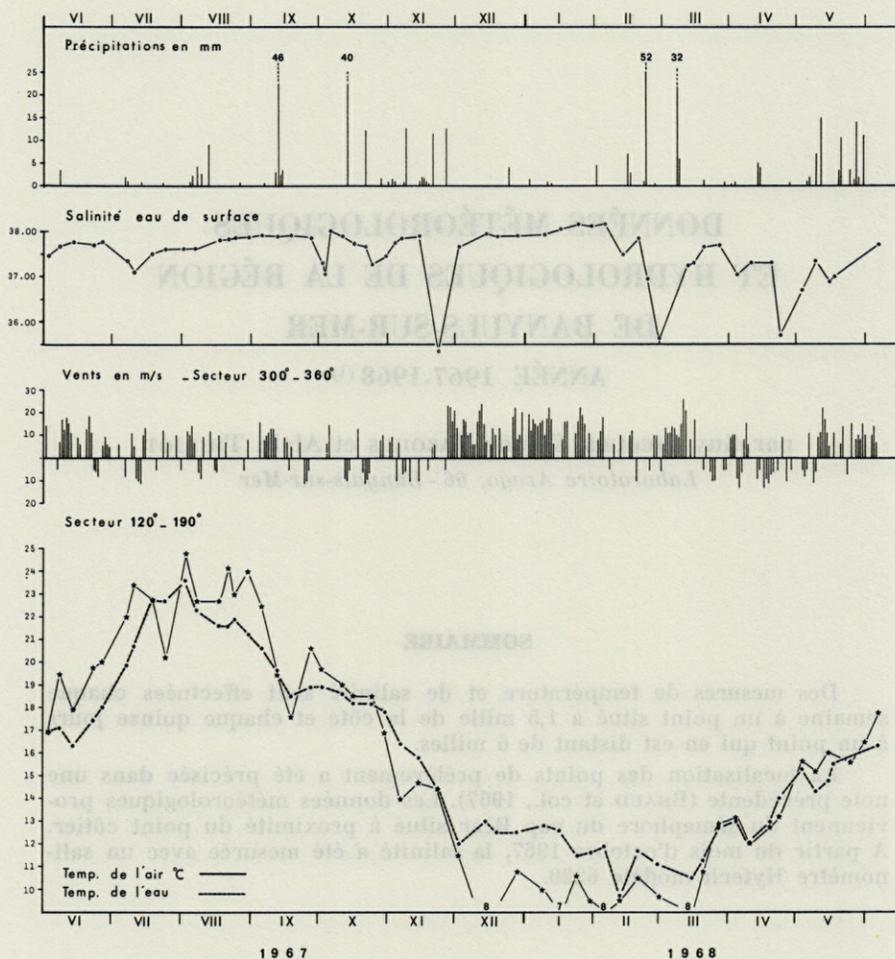


FIG. 1. — Facteurs météorologiques et hydrologie des eaux de surface au point côtier.

male de 23,58 °C le 2 août, valeur élevée qui n'avait jamais été atteinte au cours des deux années précédentes; elle diminue ensuite lentement jusqu'au milieu du mois de septembre, puis demeure assez stable entre (18 et 17 °C) jusqu'à la fin du mois d'octobre. Le refroidissement s'accroît alors et le minimum thermique est atteint le 12 février avec la valeur de 9,67 °C. Jusqu'à la fin du mois de mars, la température de surface demeure inférieure à 12 °C; elle augmente alors de nouveau et atteint 16 °C fin mai.

STRATIFICATION THERMIQUE

Au point B (point côtier), le gradient thermique est déjà perceptible au début du mois de juin (fig. 2) : 16,85 °C en surface, 13,66 °C à 50 mètres; il reste cependant faible jusqu'au milieu du mois de juillet et peut même disparaître à la suite de coups de vents. Ensuite la thermocline est bien marquée; elle est située entre 10 m et 40 m, le plus souvent au-delà de 20 m.

En octobre, on constate une homogénéisation progressive des 50 premiers mètres, autour de 18 °C, mais, comme le montrent les bathythermogrammes, la thermocline subsiste encore entre 50 m et le fond (55 à 60 m).

Les caractéristiques de ce cycle thermique 1967-68 sont : d'une part, la persistance de températures supérieures à 20 °C dans les 20 premiers mètres entre le 10 juillet et le 10 septembre, d'autre part, la douceur relative de la température hivernale de l'eau qui n'a été inférieure à 10 °C qu'à une seule station dans les dix premiers mètres.

Au point C, on observe un léger gradient entre 40 et 50 m à la fin du mois de juin (écart de 2 à 3 °C). La thermocline, généralement moins marquée qu'au point côtier, se situe entre 20 et 40 m. La couche d'eau dont la température est supérieure à 20 °C demeure aussi longtemps qu'au point B; elle y est un peu moins épaisse.

L'homogénéisation thermique est réalisée à la fin du mois de décembre; cependant la température des eaux des 50 premiers mètres est toujours un peu supérieure à celle des eaux plus profondes. En hiver, les températures sont légèrement plus élevées en C qu'en B; elles ne descendent pas en-dessous de 11 °C.

SALINITÉ

Entre juin 1967 et juin 1968, des teneurs en sel inférieures à 37 ‰ ont été plus rarement rencontrées qu'au cours des deux années précédentes (fig. 3) : seulement à 5 stations sur 52. Par contre, la salinité s'est souvent située en-dessous de 37,70 ‰, valeur qui indique en Méditerranée nord-occidentale une dilution par des eaux continentales (MINAS, 1968).

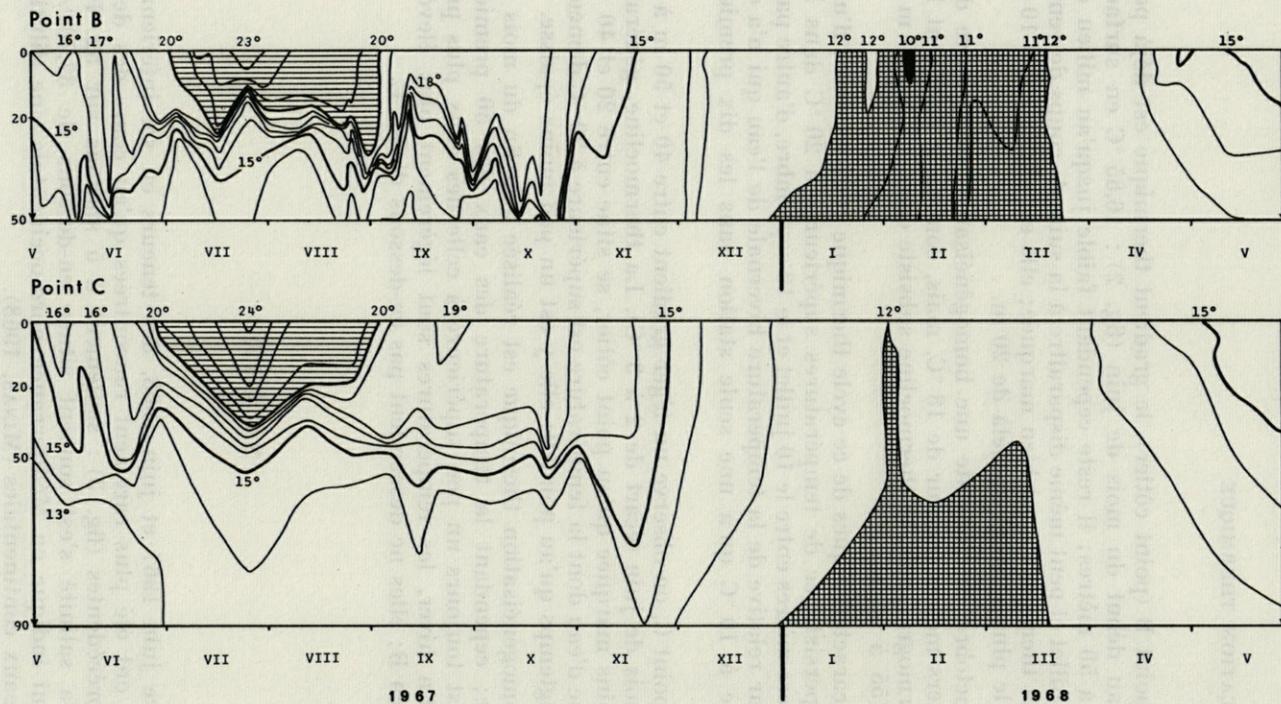


FIG. 2. — Distribution verticale de la température aux points B et C.

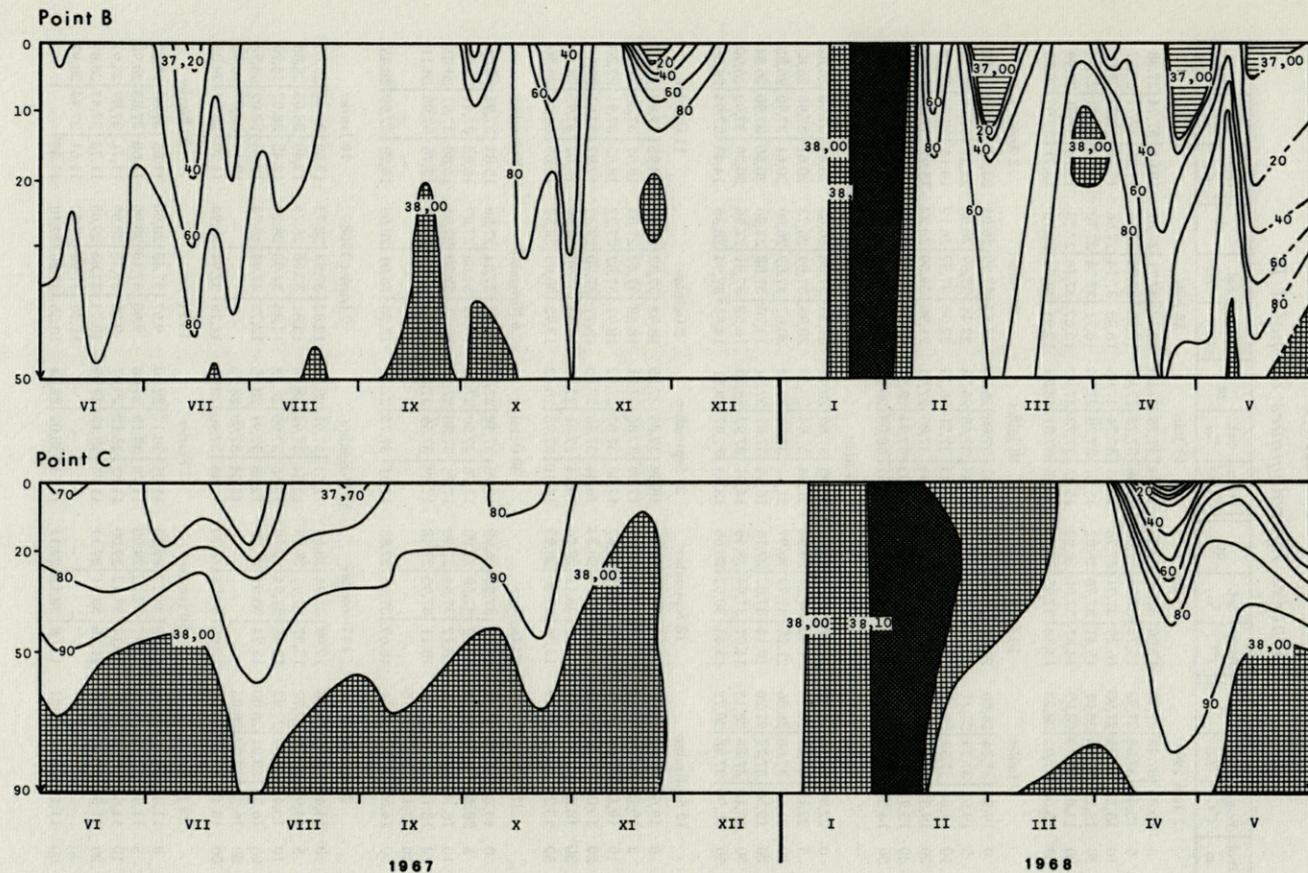


FIG. 3. — Distribution verticale de la salinité aux points B et C.

TABLEAU I
Données hydrologiques du point B

Prof. m	Temp. (°C)	Sal. ‰	σt	Temp. (°C)	Sal. ‰	σt	Temp. (°C)	Sal. ‰	σt	Temp. (°C)	Sal. ‰	σt	Temp. (°C)	Sal. ‰	σt
2 Juin 1967			7 Juin			13 Juin			22 Juin			26 Juin			
0	16,85	37,43	27,43	17,06	37,65	27,55	16,34	37,75	27,80	17,40	37,71	27,51	18,01	37,74	27,38
5	15,40	37,64	27,93	16,75	37,65	27,63	15,88	37,75	27,91	16,93	37,74	27,65	17,36	37,77	27,57
10	15,23	37,64	27,98	16,29	37,71	27,78	15,63	37,74	27,96	16,88	37,74	27,66	17,16	37,77	27,62
29	15,14	37,66	28,01	15,41	37,75	28,02	15,57	37,70	27,94	16,71	37,74	27,70	16,81	37,81	27,73
30	15,04	37,74	28,09	14,87	37,86	28,22	15,43	37,70	27,97	16,67	37,76	27,73	15,74	37,81	27,99
50	13,66	37,92	28,53	13,38	37,95	28,62	14,65	37,81	28,23	12,94	38,04	28,78	13,71	37,97	28,56
7 Juillet			10 Juillet			18 Juillet			24 Juillet			2 Août			
0	19,86	37,34	26,60	20,70	37,10	26,19	22,61	37,60	26,04	22,57	37,59	26,04	23,58	37,63	25,78
5	19,57	37,39	26,71	20,44	37,21	26,35	21,03	37,68	26,54	22,44	37,59	26,08	22,39	37,68	26,16
10	19,61	37,52	26,82	20,32	37,27	26,43	20,43	37,71	26,73	22,06	37,59	26,19	19,14	37,77	27,12
20	19,55	37,52	26,82	20,15	37,36	26,54	16,04	37,85	27,95	21,96	37,59	26,22	15,97	37,84	27,96
30	15,94	37,84	27,96	20,11	37,55	26,70	13,82	37,94	28,51	17,60	37,74	27,49	14,92	37,84	28,20
50	14,39	37,92	28,38	14,22	37,91	28,41	13,61	38,03	28,63	14,92	37,86	28,21	13,83	37,96	28,53
7 Août			17 Août			24 Août			30 Août			5 Septembre			
0	22,34	37,64	26,15	21,67	37,81	26,46	21,95	37,86	26,42	21,25	37,86	26,62	20,62	37,90	26,82
5	22,18	37,69	26,23	21,66	37,77	26,44	21,64	37,84	26,50	20,95	37,89	26,73	20,61	37,90	26,83
10	21,67	37,68	26,36	21,25	37,79	26,97	21,54	37,84	26,52	20,67	37,89	26,80	20,61	37,90	26,83
20	18,58	37,77	27,26	19,14	37,82	27,16	16,54	37,87	27,84	19,70	37,88	27,06	20,56	37,90	26,84
30	15,18	37,83	28,13	14,07	37,94	28,46	14,84	37,92	28,28	16,62	37,91	27,86	20,36	37,90	26,90
50	12,99	37,98	28,72	13,43	38,02	28,66	13,93	37,97	28,51	14,54	37,94	28,36	14,43	37,94	28,36
12 Septembre			18 Septembre			27 Septembre			2 Octobre			11 Octobre			
0	19,60	37,88	27,08	18,50	37,88	27,37	18,89	37,85	27,25	18,93	37,32	26,83	18,95	37,88	27,25
5	19,26	37,90	27,19	18,26	37,88	27,43	17,89	37,86	27,51	18,58	37,47	27,03	18,87	37,88	27,27
10	19,10	37,90	27,23	16,77	37,97	27,87	18,91	37,87	27,62	18,91	37,82	27,22	18,85	37,91	27,30
20	19,00	37,86	27,22	14,80	37,99	28,34	16,84	37,98	27,86	18,77	37,90	27,32	17,97	37,91	27,52
30	18,08	37,91	27,50	13,31	38,11	28,76	16,14	37,91	27,97	14,53	37,98	28,39	15,67	37,95	28,11
50	13,29	38,11	28,76	13,20	38,30	28,93	14,31	37,95	28,42	13,92	38,03	28,57	13,89	38,02	28,56
16 Octobre			24 Octobre			30 Octobre			6 Novembre			14 Novembre			
0	18,21	37,72	27,32	18,17	37,28	26,99	17,76	37,48	27,25	16,37	37,84	27,86	15,84	37,91	28,04
5	28,20	37,72	27,34	18,20	37,30	27,00	17,76	37,50	27,26	15,32	37,86	27,89	15,83	37,91	28,04
10	18,18	37,77	27,35	18,12	37,54	27,20	17,74	37,50	27,27	16,31	37,88	27,91	15,80	37,91	28,05
20	18,12	37,77	27,38	18,11	37,90	27,48	17,89	37,56	27,28	14,45	37,89	28,12	15,76	37,98	28,11
30	17,42	37,77	27,55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	14,65	37,95	28,34	16,69	37,90	27,83	17,81	37,75	27,44	13,26	38,01	28,69	14,28	37,99	28,45
23 Novembre			14 Décembre			19 Décembre			9 Janvier 1968			16 Janvier			
0	14,46	35,35	26,38	12,98	37,94	28,69	12,54	37,91	28,76	12,82	37,93	28,72	12,59	38,04	28,85
5	14,99	37,30	27,77	13,27	37,94	28,63	12,54	37,94	28,78	12,81	37,96	28,74	12,49	38,05	28,88
10	15,41	37,63	27,92	12,95	37,94	28,70	12,56	37,90	28,75	12,84	37,98	28,74	12,45	38,07	28,90
20	16,32	38,01	28,00	13,24	38,01	28,70	12,56	37,91	28,75	12,73	37,94	28,74	12,38	38,09	28,93
30	16,24	38,02	28,03	—	—	—	12,54	37,90	28,75	—	—	—	12,14	38,07	28,96
50	15,42	37,85	28,09	12,95	37,94	28,70	12,46	37,90	28,77	11,76	37,94	28,94	11,70	38,07	29,05
24 Janvier			30 Janvier			5 Février			13 Février			20 Février			
0	11,52	38,17	29,16	12,14	38,12	29,00	11,85	38,17	29,10	9,67	37,48	28,96	11,65	37,83	28,87
5	11,51	38,16	29,16	12,17	38,12	29,00	11,78	38,13	29,08	9,68	37,48	28,96	11,60	37,85	28,90
10	11,51	38,15	29,15	12,14	38,12	29,00	11,82	38,12	29,07	9,96	37,58	28,99	11,71	37,89	28,91
20	11,52	38,15	29,15	11,56	38,11	29,11	11,73	38,13	29,09	10,74	37,83	29,05	11,73	37,87	28,89
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11,26	37,92	29,02	11,61	37,94	28,97
50	11,19	38,15	29,21	12,08	38,12	29,11	10,51	38,02	29,24	10,55	37,86	29,10	11,49	—	—

TABLEAU I
(suite)

Données hydrologiques du point B

Prof. m	Temp. (°C)	Sal. ‰	σ _t												
29 Février			15 Mars			20 Mars			27 Mars			4 Avril			
0	10,35	35,66	27,42	10,66	37,29	28,64	11,25	37,62	28,79	12,68	37,70	28,57	12,96	37,09	28,04
5	10,25	35,61	27,40	10,90	37,58	28,82	11,22	37,57	28,75	12,71	37,93	28,74	12,87	37,20	28,14
10	11,01	36,49	27,95	11,19	37,72	28,88	11,20	37,63	28,80	12,72	38,02	28,81	12,87	37,92	28,70
20	11,33	37,53	28,70	11,25	37,76	28,90	11,84	37,90	28,89	12,68	38,01	28,81	12,86	38,01	28,77
30	11,35	37,57	28,73	10,50	37,55	28,88	11,87	37,98	28,95	12,32	37,97	28,85	—	—	—
50	11,35	37,56	28,73	11,29	37,78	28,90	—	—	—	12,01	37,96	28,90	12,69	37,92	28,74
10 Avril			19 Avril			23 Avril			3 Mai			9 Mai			
0	12,08	37,35	28,42	12,95	37,33	28,23	14,02	35,72	26,76	15,31	36,69	27,22	14,30	37,35	27,96
5	11,95	37,46	28,53	12,95	37,33	28,23	13,81	36,35	27,29	15,00	36,82	27,39	13,68	37,62	28,30
10	11,86	37,51	28,58	12,92	37,34	28,24	13,89	36,49	27,38	13,99	37,38	28,05	12,98	37,82	28,60
20	12,20	37,67	28,64	12,76	37,37	28,30	12,89	37,37	28,26	13,08	37,74	28,52	12,67	37,87	28,70
30	12,32	37,82	28,73	12,54	37,39	28,36	12,48	37,39	28,37	13,20	37,63	28,41	—	37,99	—
50	12,30	37,86	28,78	12,13	37,53	28,55	12,24	37,89	28,80	12,55	37,82	28,69	12,84	38,06	28,81
15 Mai			7 Juin												
0	14,81	36,89	27,49	16,66	37,03	27,17									
5	14,56	36,96	27,60	15,89	37,03	27,35									
10	14,42	37,10	27,75	15,76	37,24	27,57									
20	14,28	37,11	27,77	15,69	37,22	27,54									
30	14,13	37,40	28,03	13,12	38,00	28,71									
50	12,97	37,91	28,67	13,22	38,00	28,69									

Au point B, la salinité est inférieure à 37,70 ‰ dans les trente premiers mètres du début du mois de juin au milieu du mois d'août; elle ne dépasse jamais 38,00 ‰ à 50 m. Durant la deuxième moitié du mois d'août et en septembre, elle est constamment supérieure à 37,80 parfois même à 38,00 ‰ au-delà des trente premiers mètres.

La période habituelle de basse salinité d'octobre-novembre est assez peu marquée en raison des faibles précipitations : une seule valeur superficielle est inférieure à 37,00 ‰.

A partir du mois de décembre, la teneur en sels augmente progressivement pour l'ensemble de la colonne d'eau qui acquiert alors une grande homogénéité thermohaline : plus de 37,80 ‰ à partir du 15 décembre, plus de 38,00 ‰ à partir du 10 janvier et même plus de 38,10 ‰ fin janvier - début février.

Entre le 5 et le 13 février, la salinité superficielle baisse de 38,17 à 37,48 ‰; elle diminue encore à la fin de ce mois avec moins de 37,60 à 50 m et moins de 37,00 ‰ en surface.

Jusqu'à la fin du mois de mai, la salinité des eaux superficielles, aussi bien à la côte que plus au large, reste constamment inférieure à 37,70 ‰; cette isohaline atteint même souvent le fond.

TABLEAU II
Données hydrologiques du point C
(Mars 1966 - Octobre 1968)

Prof. m	Temp. (°C)	Sal. ‰	σt	Temp. (°C)	Sal. ‰	σt	Temp. (°C)	Sal. ‰	σt	Temp. (°C)	Sal. ‰	σt	Temp. (°C)	Sal. ‰	σt
7 Mars 1966			28 Mars			3 Mai			18 Mai			2 Juin			
0	11,83	37,16	28,32	12,19	37,69	28,66	14,25	37,50	28,08	11,40	37,66	28,17	17,60	37,39	27,22
5															
10	11,60	37,18	28,38	11,99	37,73	28,73	13,10	37,47	28,30	14,25	37,66	28,21	16,45	37,43	27,53
20	11,60	37,17	28,37	11,97	37,74	28,74	12,95	37,48	28,34	14,50	37,66	28,15	15,40	37,46	27,79
30															
50	11,03	37,18	28,49	11,97	37,76	28,76	12,70	—	—	13,45	37,72	28,42	13,39	37,67	28,40
90	11,65	37,44	28,57	12,61	27,93	28,76	12,80	37,93	28,72	13,80	37,99	28,56	12,95	38,03	28,77
15 Juin			1 Juillet			13 Juillet			27 Juillet			9 Août			
0	19,18	37,23	26,70	20,28	37,56	26,66	21,25	37,58	26,41		37,67		19,95	37,76	26,90
5							20,90	37,57	26,50				19,90	37,77	26,92
10	18,97	37,24	26,76	19,62	37,59	26,86	20,65	37,57	26,56	21,42	37,70	26,45	19,80	37,79	26,96
20	18,84	37,23	26,78	19,55	37,62	26,90	17,85	37,75	27,43	18,90	37,70	27,13	15,33	37,91	28,16
30															
50	13,70	37,95	28,55	16,39	37,91	27,91	13,90	37,92	28,48	13,58	38,08	28,67	13,60	38,03	28,63
90	13,00	38,00	28,73	13,41	38,06	28,69	13,45	38,20	28,80	13,30	38,31	28,91	13,54	38,12	28,71
24 Août			5 Septembre			29 Septembre			13 Octobre			17 Octobre			
0	20,50	37,85	26,82	20,50	37,79	26,77	19,06	37,60	27,01	20,18	37,84	26,90	19,65	37,88	27,07
5				20,58	37,80	26,76	19,14	37,61	27,00	20,07	37,86	26,94	19,65	37,91	27,09
10	19,20	37,86	27,17	20,45	37,80	26,79	19,08	37,62	27,02	20,00	37,86	26,96	19,70	37,87	27,05
20	17,30	37,94	27,71	18,20	37,88	27,44	18,92	37,65	27,08	19,96	37,86	26,97	19,70	37,90	27,05
30															
50	14,20	38,01	28,49	13,81	38,03	28,59	14,60	37,95	28,35	19,75	37,84	27,01	19,55	37,95	27,15
90	13,30	38,10	28,75	13,40	38,17	28,78	13,91	38,01	28,55	14,39	38,01	28,44	14,85	37,95	28,30
14 Novembre			28 Novembre			19 Décembre			5 Janvier 1967			16 Janvier			
0	15,86	37,89	28,02	14,48	37,87	28,32	13,41	37,97	28,63	12,29	37,99	28,87	11,25	38,01	29,09
5	15,99	37,94	28,03		37,88					12,26	37,99	28,88	11,21	38,02	29,11
10	15,91	37,93	28,04	14,45	37,89	28,34	13,42	37,97	28,62	12,30	38,01	28,88	11,16	38,03	29,12
20	15,89	37,93	28,12	14,31	37,90	28,38	13,42	37,97	28,62	12,30	38,01	28,88	11,11	38,01	29,12
30															
50	15,32			14,29	37,89	28,44	13,42	37,97	28,62	12,11	38,01	28,92	11,05		
90	13,82	37,92	28,50	14,36	37,99	28,46	13,36	38,06	28,71	12,04	38,01	28,94	10,37	37,98	29,25
30 Janvier			21 Février			6 Mars			28 Mars			11 Avril			
0	12,19	37,81	28,75	11,55	37,42	28,57	12,27	37,48	28,48	12,14	37,52	28,54	12,95	37,66	28,48
5	12,08	37,94	28,87	11,60	37,45	28,59	12,40	37,50	28,47	12,12	37,52	28,54	12,41	37,71	28,63
10	12,20	37,95	28,87	11,70	37,54	28,64	12,22	37,56	28,55	12,12	37,50	28,53	12,36	37,77	28,69
20	12,07	37,94	28,88	11,64	37,52	28,63	12,23	37,59	28,57	12,10	37,50	28,53	12,35	37,77	28,69
30															
50	12,10	37,95	28,88	12,15	37,86	28,80	12,30	37,84	28,75	12,40	37,86	28,75	12,43	37,76	28,67
90	11,03	37,99	29,12	12,94	38,03	28,77	12,80	38,19	28,92	12,70	38,11	28,88	12,44	37,92	28,79
29 Avril			9 Mai			25 Mai			7 Juin			22 Juin			
0	12,89	37,79	28,59	14,82	37,83	28,21	14,69	37,79	28,21	16,58	37,65	27,67	17,02	37,74	27,63
5	12,90	37,83	28,62	14,46	37,74	28,22	14,76	37,79	28,19	16,40	37,70	27,75	16,71	37,75	27,71
10	12,89	37,83	28,63	13,34	37,83	28,53	14,84	37,79	28,18	15,87	37,65	27,83	16,62	37,74	27,73
20	12,93	37,79	28,59	13,18	37,80	28,54	14,77	37,79	28,19	15,86	37,73	27,90	16,55	37,76	27,76
30										15,25	37,82	28,11	16,51	37,75	27,76
50	12,97	37,84	28,62	12,99	37,83	28,60	13,47	37,98	28,62	14,09	37,88	28,41	13,28	38,01	28,68
90	12,78	37,92	28,72	12,59	38,08	28,88	12,86	38,14	28,87	12,98	38,10	28,82	13,01	38,17	28,86

TABLEAU II
(suite)
Données hydrologiques du point C
(Mars 1966 - Octobre 1968)

Prof. m	Temp. (°C)	Sal. ‰	σt	Temp. (°C)	Sal. ‰	σt	Temp. (°C)	Sal. ‰	σt	Temp. (°C)	Sal. ‰	σt	Temp. (°C)	Sal. ‰	σt	
6 Juillet			18 Juillet			2 Août			17 Août			1 Septembre				
0	20,17	37,65	26,76	22,61	37,60	26,04	24,19	37,51	25,50	21,14	37,78	26,59	22,20	37,66	26,20	
5	-	37,66	-	21,03	37,68	26,54				21,07	37,77	26,60				
10	18,77	37,62	27,10	20,43	37,71	26,73	22,92	37,53	25,89	19,94	37,76	26,90	21,35	37,74	26,50	
20	16,80	37,68	27,64	16,04	37,85	27,95	21,94	37,59	26,22	19,42	37,84	27,10	20,41	37,93	26,90	
30	14,37	37,87	28,34	13,82	37,94	28,51	18,07	37,83	27,44	15,98	37,84	27,95	16,48	37,90	27,88	
50	13,22	38,03	28,71	13,61	38,03	28,63	14,68	37,86	28,27	13,96	37,94	28,48	13,78	37,97	28,55	
90	13,00	38,09	28,80	13,01	38,06	28,78	13,06	37,98	28,71	13,31	38,08	28,73	13,26	38,17	28,81	
12 Septembre			3 Octobre			11 Octobre			24 Octobre			6 Novembre				
0	18,98	37,84	27,21	19,42	37,90	27,15	18,58	37,77	27,66	18,10	37,79	27,40	16,73	37,92	27,84	
5	18,86	37,89	27,28	19,19	37,90	27,21	18,46	37,79	27,31	18,09	37,79	27,40				
10	18,80	37,89	27,30	19,09	37,92	27,25	18,51	37,80	27,30	18,10	37,82	27,42	16,69	37,92	27,85	
20	18,74	37,90	27,32	18,58	37,90	27,36	18,49	37,84	27,34	18,07	37,79	27,41	16,70	37,92	27,84	
30	18,79	37,90	27,31	17,80	37,93	27,58	17,88	37,92	27,55							
50	13,64	37,94	27,55	15,95	38,01	28,09	14,37	38,15	28,56	14,62	37,89	28,30	13,36	38,09	28,73	
90	13,20	38,08	28,76	13,59	38,10	28,69	13,34	38,16	28,79	13,84	38,12	28,65	13,24	38,38	28,98	
24 Novembre			14 Décembre			23 Décembre			17 Janvier 1968			30 Janvier				
0	15,90	37,95	28,06	13,92	37,94	28,49	13,48	37,90	28,56	12,30	38,05	28,92	12,38	38,12	28,95	
5	15,88	38,03	28,12	13,90	37,94	28,50	13,45	37,90	28,56	12,31	38,05	28,91	12,39	38,12	28,95	
10	15,89	38,05	28,14	13,93	37,97	28,51	13,45	37,91	28,57	12,34	38,05	28,91	12,37	38,12	28,96	
20	15,89	38,08	28,16	13,94	37,97	28,52	13,50	37,90	28,55	12,36	38,06	28,91	-	38,13		
30																
50	15,75	38,12	28,22				13,29	37,91	28,60		38,07		12,37	38,13	28,96	
90	14,15	38,01	28,50	12,22	37,97	28,87	12,25	37,90	28,81	11,15	38,04	29,13	11,05	38,13	29,22	
5 Février			20 Février			15 Mars			28 Mars			4 Avril				
0	12,05	38,12	29,02	12,22	38,08	28,96	12,20	38,02	28,91	12,20	38,01	28,90	12,95	37,96	28,71	
5	12,05	38,12	29,02		38,09		12,20	38,02	28,91	12,29	38,01	28,89	12,95	37,95	28,71	
10	11,98	38,12	29,03	12,19	38,13	29,00	12,23	38,03	28,91	12,63	38,00	28,81	12,89	37,93	28,70	
20	12,02	38,12	29,03	12,20	38,13	29,00	12,25	38,03	28,91	12,86	37,98	28,75	12,87	37,91	28,69	
30																
50	12,05	38,13	29,03	12,10	38,08	28,98	11,81	37,97	28,95	13,45	37,94	29,02	12,81	37,93	28,72	
90	12,01	38,08	29,00	11,08	37,93	29,06	11,82	38,00	28,97	11,34	37,99	28,64	12,30	38,04	28,91	
23 Avril			3 Mai			15 Mai			7 Juin			10 Juin				
0	13,99	36,52	27,38	14,85	37,46	27,92	15,21	37,59	27,94	16,33	37,49	27,60	16,71	37,46	27,49	
5	13,86	37,10	27,86	14,29	37,60	28,15	15,17	37,70	28,03	15,37	37,45	27,80	16,55	37,46	27,53	
10	13,30	37,31	28,14	14,29	37,75	28,27	15,59	37,78	28,00	15,25	37,46	27,82	16,35	37,46	27,58	
20	13,25	37,41	28,23	-	37,81	-	-	37,80	-	15,14	37,50	27,88	15,67	37,45	27,73	
30																
50	12,70	37,86	28,69	13,43	37,86	28,54	13,22	38,03	28,71	-	38,03	-	14,92	37,56	27,98	
90	12,26	37,94	28,84	12,55	37,94	28,78	12,92	38,11	28,84	12,82	38,02	28,79	12,84	38,03	28,79	
25 Juin			12 Juillet			8 Août			19 Août			2 Septembre				
0	18,14	37,44	27,12	19,68	37,51	26,78	20,13	37,58	26,71	20,13	37,80	26,88	20,65	37,76	26,71	
5							20,17	37,58	26,70							
10	17,97	37,45	27,17	19,72	37,51	26,77	20,15	37,62	26,74	19,51	37,79	27,04	20,56	37,83	26,79	
20	17,82	37,48	27,22	19,78	37,50	26,75	20,10	37,69	26,80	19,52	37,79	27,03	16,59	37,91	27,86	
30	17,37	38,05	27,78	19,63	37,44	26,74	14,60	37,99	28,38	16,23	37,92	27,96	14,10	38,02	28,52	
50	16,63	38,06	27,97	14,26	38,01	28,47	13,78	38,10	28,72	13,68	38,05	28,63	13,29	38,07	28,73	
90	13,30	38,14	28,78	12,51	38,10	28,91	13,44	37,86	28,40	-	38,13	-	13,11	38,13	28,81	
9 Septembre			23 Septembre			21 Octobre										
0	20,32	37,95	26,94	20,08	37,88	26,95	18,12	37,08	26,85							
5	20,21	-	-													
10				19,88	37,88	26,97	18,10	37,12	26,89							
20	20,19	37,96	26,99	19,81	37,84	27,00	18,10	37,54	27,21							
30	16,75	38,02	27,91					18,56	37,85	27,33						
50	14,34	38,04	28,48	-	38,00	-		15,03	37,99	28,29						
90	13,26	38,14	28,79	13,62	38,02	28,62	13,59	38,08	28,67							

L'examen du cycle des salinités au point C permet parfois d'identifier l'origine des baisses de salinité (JACQUES et col., sous presse). Celles de novembre 1967 et de février 1968 qui ne sont observées qu'au point côtier ont certainement une origine locale (Tech, Têt ou Agly) ou semi-locale (Aude, Hérault). Par contre la période de dilution pré-estivale et estivale correspond certainement à une extension vers Banyuls de l'aire de dilution rhodanienne.

RÉSUMÉ

La température estivale de l'eau a été, en 1967, plus élevée qu'au cours des deux années précédentes, avec un maximum de 23°58 en surface. La température hivernale n'a jamais été inférieure à 11 °C au point C; au point côtier elle n'a été inférieure à 10 °C qu'en une occasion.

La salinité se situe souvent en-dessous de 37,70 ‰, ce qui indique une dilution par des eaux continentales. Si les dilutions d'octobre-novembre et de février sont dues à des rivières locales, il semble que la vaste période de basse salinité pré-estivale corresponde à l'extension, vers Banyuls, de l'aire de dilution du Rhône.

SUMMARY

Water temperature is higher (with a maximum of 23,58 °C at the surface) in summer 1967, than during the two preceeding years.

Winter temperature was not lower than 11 °C at point C; at the coastal point it was only once lower than 10 °C.

Salinity was often under 37,70 ‰ which indicated a dilution by continental waters.

The dilutions recorded in october-november and february are due to the influence of local rivers. It seems that the long period of pre-estival low salinity corresponds to the extension towards Banyuls of the area of dilution of the river Rhône.

ZUSAMMENFASSUNG

Die sommerliche Wassertemperatur war 1967 höher als in den zwei vorangegangenen Jahren, mit einem Oberflächenmaximum von 23°58. Die Wintertemperatur war niemals tiefer als 11 °C bei Punkt C; beim Küstenpunkt war sie nur einmal tiefer als 10 °C.

Der Salzgehalt liegt häufig unter 37,70 ‰; dies weist auf eine Mischung mit kontinentalen Wassern hin. Sofern die Verdünnungen von Oktober und November und vom Februar auf lokale Zuflüsse zurückzuführen sind, scheint die lange vorwinterliche Periode mit tiefer Salinität der Ausdehnung der Durchmischungszone des Rhonewassers bis gegen Banyuls zu entsprechen.

BIBLIOGRAPHIE

- BHAUD, M., G. JACQUES et C. RAZOULS, 1967. Données météorologiques et hydrologiques de la région de Banyuls-sur-Mer. Année 1965-1966 (Point côtier). *Vie Milieu*, 18 (1-B) : 137-151.
- JACQUES, G., C. RAZOULS et A. THIRIOT, 1969. Climat et hydrologie à Banyuls-sur-Mer, 1965-1968. *Vie Milieu*, sous presse.
- MINAS, H.J., 1968. Recherches sur la production organique primaire dans le bassin méditerranéen nord-occidental. Rapports avec les phénomènes hydrologiques. *Thèse Doc., Fac. Sc. Univ., Marseille* : 26-33.

Reçu le 24 février 1969.

DONNÉES SUR LA BIOMASSE DU ZOOPLANCTON DE MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE.

**MISSION DU LABORATOIRE ARAGO SUR LA BOUÉE
LABORATOIRE DU 19 AU 22 SEPTEMBRE 1967
PAR 42° 8 N ET 07°50 E. ⁽¹⁾**

par Claude RAZOULS *

Laboratoire Arago, 66 - Banyuls-sur-Mer

SOMMAIRE

Les possibilités offertes par un nouvel engin océanographique, la Bouée Laboratoire, ont été envisagées dans le domaine des recherches planctonologiques.

L'importance prise depuis quelques années par les grandes campagnes océanographiques, notamment les recherches internationales effectuées dans l'Océan Indien sous l'égide de l'U.N.E.S.C.O., la construction par la France en 1966 d'un bâtiment de recherches océanographiques le « Jean CHARCOT », pose des problèmes sinon nouveaux du moins importants aux océanographes dont les domaines traditionnels de recherches se limitaient, le plus souvent, aux zones côtières et néritiques. C'est ainsi que pour le zooplancton, le choix des moyens de prélèvements, le mode opératoire ont pris une acuité toute particulière et conduit à des études méthodologiques récentes (TRANter, 1963; BOURDILLON, 1964).

* Mission effectuée en collaboration avec M. Guy JACQUES (Phytoplancton).

(1) Une partie du matériel utilisé pendant cette mission a été acquise dans le cadre d'une convention passée par le C.O.M.E.X.O. (D.G.R.S.T.) et reprise par le C.N.E.X.O. avec le Laboratoire Arago.

Les travaux entrepris dès 1954 par les planctonologistes russes J. BIRSTEIN, N. VINOGRADOVA et J. TSCHINDONOVA, et surtout l'étude de la répartition verticale de la biomasse du plancton dans les régions occidentales et centrales de l'Océan Pacifique de M.E. VINOGRADOV (1) ont amené les chercheurs à déterminer par des mesures pondérales la biomasse de diverses aires marines.

La réunion des planctonologistes français aux « Entretiens de Biologie Marine et d'Océanographie » tenue à Roscoff en décembre 1967 a permis de codifier les méthodes en vue d'une meilleure harmonisation avec les recherches internationales. Très différente dans les possibilités qu'elle offre, la Bouée Laboratoire apporte une aide complémentaire aux missions océanographiques effectuées par les divers bateaux. D'une part sa position en « point fixe » dans un secteur océanique déterminé, d'autre part sa remarquable stabilité, permettent des études qu'il convient de définir et qui sont souvent difficiles ou coûteuses pour un navire.

Jusqu'ici à l'exception des physiciens, notamment du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (GONELLA et coll., 1967) peu de biologistes ont effectué des travaux sur la Bouée Laboratoire (TRAVERS, 1965; MACQUART-MOULIN et LEVEAU, 1966; MINAS, 1968).

Dans ce travail il nous a paru utile de décrire très sommairement la Bouée Laboratoire afin de préciser ses caractéristiques essentielles et les problèmes qui ont été abordés.

I. — CONDITIONS DE TRAVAIL A BORD

La Bouée Laboratoire comprend essentiellement deux parties : un cylindre de 60 m de hauteur dont une cinquantaine de mètres sont immergés comprenant 5 « microlaboratoires » et des congélateurs; une tête comportant deux étages :

1. LA PLATEFORME INFÉRIEURE

Elle comprend le laboratoire, un établi avec outillage, une passerelle extérieure.

a) *Le laboratoire*

Il possède deux paillasses en vis-à-vis, de deux mètres avec bac possédant eau de mer et eau douce, prise d'air comprimé et un tableau de prises de courant alternatif en 127, 220 volts ou continu de 6 à 120 volts.

(1) Pour la bibliographie russe se reporter au Traité de Zenkevitch, 1963.

Le courant de 127 v fourni à partir des batteries par un onduleur est précis à 1/10° de volt et à une période près.

La disposition des paillasse permet un travail aisé. Il existe une place suffisante pour entreposer l'ensemble du matériel.

Il a été ainsi possible d'effectuer dans des conditions parfaites diverses mesures spectrophotométriques à l'aide d'un spectrophotomètre Beckman D. U. que nous avons apporté.

Un atelier avec établi, perceuse et poste de soudure permet grâce à la qualification du personnel de la Bouée d'effectuer les réparations essentielles.

b) *La passerelle externe*

Elle comprend :

— un treuil d'hydrologie avec 3 000 m de câble de 4 mm, construit spécialement par l'Institut océanographique de Monaco. Ce treuil à embrayage électro-magnétique est d'un fonctionnement très souple. Il présente 4 vitesses dont la plus lente est de 0,55 m par seconde, cette valeur correspond aux normes des vitesses de remontée des filets à plancton.

L'importance de la bobine procure une grande inertie et une vitesse de déroulement du câble assez lente : pour 30 kg de lest, la descente d'un filet à plancton du type Hensen à 600 m nécessite 13 minutes.

— un treuil à main disposant de 150 m de câble.

— la possibilité de fixer un portoir pour 5 bouteilles d'hydrologie.

— un système d'éclairage très satisfaisant.

— la possibilité d'amener un jet d'eau douce ou d'eau de mer.

Cette passerelle est entièrement recouverte par la plateforme supérieure.

L'orientation de la Bouée la protège totalement du vent.

Elle est située à 10 m au-dessus du niveau de l'eau.

2. LA PLATEFORME INTERMÉDIAIRE

Elle comporte les logements d'habitation, soit 4 cabines : 2 à un lit, réservées pour l'équipage; 2 de petites dimensions à 2 lits chacune; une salle d'eau; une cuisine; un « carré ».

Sur la passerelle arrière de cette plateforme se trouvent un zodiac et 2 treuils servant pour les opérations de transbordement du matériel.

3. LA PLATEFORME SUPÉRIEURE

Primitivement destinée pour recevoir un hélicoptère, on y trouve un mât de charge et les 2 groupes électrogènes de 50 CV, fournissant chacun 230 V et servant à charger les batteries.

II. — FILETS UTILISÉS ET MODES DE PRÉLÈVEMENTS

1. *Les filets*

Deux types de filets ont été utilisés pour les prélèvements du zooplancton :

— un filet du type Juday-Bogorov fermant, à vide de maille de 160 μ , de 50 cm de diamètre d'ouverture filtrant 194 litres d'eau par mètre parcouru.

— un filet du type Hensen modifié, vide de maille 160 μ , non fermant, de 72 cm de diamètre d'ouverture, ce qui correspond à 400 litres d'eau théoriquement filtrée par mètre parcouru.

2. *Prélèvements*

Seuls les prélèvements verticaux ont été possibles, l'utilisation du « zodiac » en vue de pêches horizontales en surface a présenté des difficultés d'ordre technique dues au moteur et à l'état du temps. Les pêches verticales ont été effectuées dans d'excellentes conditions même par des vents de 40 nœuds. La vitesse de remontée est de 55 cm par seconde.

Par contre, la limitation de la profondeur des pêches fixée à 600 m pour des raisons de sécurité dues au câble de mouillage et aux déplacements particuliers de la Bouée, n'a pas permis de réaliser le programme de recherches prévu initialement. Au total 82 pêches verticales ont été pratiquées.

L'examen du matériel et le tri dans des cuves Dollfus ont été très difficiles malgré la très grande stabilité de la Bouée. Un vent permanent compris entre 8 et 20 nœuds provoque un roulis faible mais par trop gênant pour une observation de détail. Pour cette raison, les comptages et la détermination n'ont pu être effectués à bord.

III. — PROBLÈMES ENVISAGÉS

Les recherches ont porté sur trois problèmes :

1) la mesure de la biomasse dans une colonne d'eau de 200 m à la surface est-elle suffisante pour rendre compte de la biomasse totale de la zone étudiée et quelle fraction représente-t-elle par rapport à l'ensemble de la colonne d'eau ?

2) les incidences des migrations verticales sur le problème précédent;

3) les variations de la biomasse à court terme et pour l'ensemble de la période.

IV. — RÉSULTATS

1. MESURES VOLUMÉTRIQUES

Le volume du plancton est mesuré par la méthode de sédimentation. En raison de l'imprécision de cette méthode de mesure, les résultats sont donnés à titre d'indication générale (Annexe I).

2. MESURES DE LA BIOMASSE

La biomasse est déterminée par le poids frais et le poids sec à partir d'échantillons conservés dans le formol à 5 %.

TABLEAU I

Distribution de la biomasse dans les couches 0-200 m et 200-600 m et variation de la biomasse en 30 heures (Filet J.B.)

Poids frais en mg					
Trait	0-200 m		200-600 m		Total
Date	P	% Pt	P	% Pt	
17-9 / 12h00	508	61,0	324	39,0	832
17-9 / 18h00	693	73,5	251	26,5	944
17-9 / 23h00	397	60,0	264	40,00	661
18-9 / 11h00	361	76,0	114	24,0	475
18-9 / 17h00	215	34,0	409	66,0	624
Moyenne	435	61,5	272	38,5	707

Poids sec en mg					
Trait	0-200 m		200-600 m		Total
Date	P	% Pt	P	% Pt	
17-9 / 12h00	27,6	60,4	18,1	39,6	45,7
17-9 / 18h00	24,1	55,1	19,6	44,9	43,7
17-9 / 23h00	35,8	70,2	15,2	29,8	51,0
18-9 / 11h00	20,3	60,6	13,2	39,4	33,5
18-9 / 17h00	37,8	66,1	19,4	33,9	57,2
Moyenne	29,1	62,5	17,1	37,5	46,2

Les valeurs du poids frais sont obtenues par une méthode dérivée de celle de BOGOROV (1933-34) après que les éléments du macroplankton aient été retirés. Les prélèvements sont ensuite placés à l'étuve à 60 °C pendant une dizaine d'heures et pesés à l'aide d'une balance Mettler afin d'obtenir les valeurs en poids sec.

Les tableaux I et II fournissent les données obtenues pour les deux types de filet.

TABLEAU II
Distribution de la biomasse dans les couches 0-200 m et 200-600 m.
Variation en fonction du temps (Filet Hensen 160 μ)

Poids frais en mg					
Trait	0-200 m		200-600 m		Total
Date	P	% Pt	P	% Pt	
15-9 / 16h00	1166	79,2	308	20,8	1474
16-9 / 11h00	1310	46,9	1487	53,1	2797
16-9 / 17h00	1618	77,5	472	22,5	2090
16-9 / 23h00	920	48,5	979	51,5	1899
21-9 / 10h00	951	50,7	925	49,3	1876
21-9 / 12h00	1270	55,8	1006	44,2	2276
21-9 / 16h00	1001	39,6	1533	60,4	2534
Moyenne	1169	56,9	959	43,1	2135

Poids sec en mg					
Trait	0-200 m		200-600 m		Total
Date	P	% Pt	P	% Pt	
15-9 / 16h00	-	-	-	-	-
16-9 / 11h00	116,5	60,0	77,6	40,0	194,1
16-9 / 17h00	112,4	63,7	64,0	36,3	176,4
16-9 / 23h00	105,7	66,4	53,4	33,6	159,1
21-9 / 10h00	70,7	55,0	57,8	45,0	128,5
21-9 / 12h00	71,8	52,7	64,4	47,3	136,2
21-9 / 16h00	69,5	50,6	67,8	49,4	137,3
Moyenne	91,1	58,1	64,17	41,9	155,27

La comparaison entre les deux couches 200-0 m et 600-200 m montre qu'en moyenne 40 pour cent de la biomasse du méso-plankton est présente dans cette deuxième tranche d'eau.

Le cycle nyctéméral des migrations verticales du zooplancton entraîne des variations de la biomasse dans les diverses couches d'eau au cours de 24 heures.

Le tableau III donne les valeurs obtenues pour les 4 colonnes d'eau : 50 - surface, 100-50 m, 200-100 m et 600-200 m à l'aide d'un filet Juday-Bogorov, des poids frais et sec ainsi que le nombre total de Copépodes (adultes et formes juvéniles).

TABLEAU III
Cycle nyctéméral

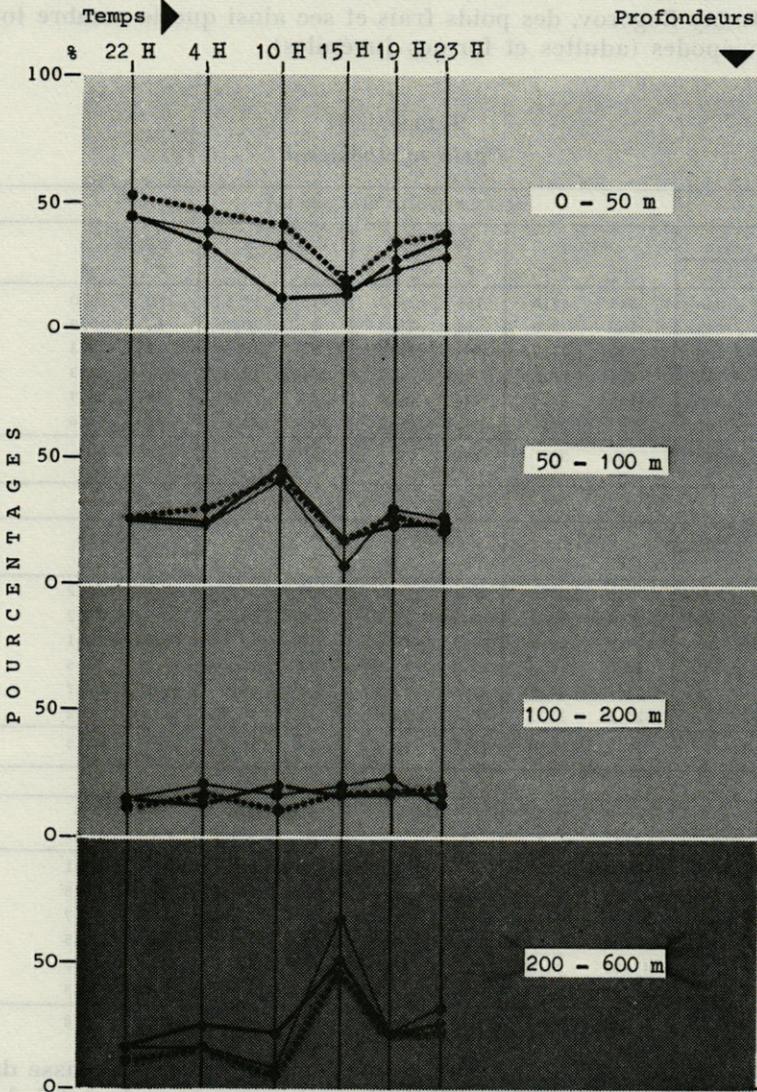
BIOMASSE (POIDS FRAIS EN mg)								
Trait	0-50 m		50-100 m		100-200 m		200-600 m	
Date	P	%	P	%	P	%	P	%
18-9 / 22h	346	44,4	189	24,2	113	14,5	130	16,0
19-9 / 04h	152	38,9	91	23,3	81	20,7	66	16,9
19-9 / 10h	130	33,8	161	41,9	61	15,8	32	8,3
19-9 / 15h	151	17,1	60	6,8	164	18,6	504	57,3
19-9 / 19h	144	23,1	184	29,5	146	23,4	148	23,7
19-9 / 23h	267	28,6	243	26,1	127	13,6	295	31,6
Moyenne	198	30	155	23	115	17	196	30

POIDS SEC EN mg								
Trait	0-50 m		50-100 m		100-200 m		200-600 m	
Date	P	%	P	%	P	%	P	%
18-9 / 22h	31,8	44,0	17,6	24,3	10,5	14,5	12,4	17,2
19-9 / 04h	15,8	32,8	10,9	22,7	9,3	13,3	12,1	25,2
19-9 / 10h	3,9	12,5	14,3	45,8	6,1	19,6	6,9	22,1
19-9 / 15h	12,5	16,0	13,2	16,9	12,2	15,6	40,3	51,5
19-9 / 19h	14,8	27,2	12,6	23,3	13,8	25,6	12,8	23,7
19-9 / 23h	24,6	35,5	15,6	21,6	11,6	16,7	18,2	26,2
Moyenne	17,2	28,0	13,9	25,8	10,6	17,6	17,1	27,7

NOMBRE TOTAL DE COPEPODES								
Trait	0-50 m		50-100 m		100-200 m		200-600 m	
Date	N	%	N	%	N	%	N	%
18-9 / 22h	7 350	53,1	3 420	24,7	1 520	11,0	1 540	11,1
19-9 / 04h	4 760	47,9	1 860	18,7	1 680	16,9	1 640	16,5
19-9 / 10h	3 840	42,3	3 720	41,0	1 000	11,0	520	5,7
19-9 / 15h	3 600	19,2	3 300	17,6	3 320	17,7	8 500	45,5
19-9 / 19h	4 420	34,5	3 440	26,8	2 140	16,7	2 820	22,0
19-9 / 23h	6 360	37,9	3 060	18,3	3 340	19,9	4 000	23,9
Moyenne	5 055	39,2	3 133	24,5	2 167	15,5	3 170	20,8

Le tableau IV permet de suivre l'évolution de la biomasse dans les diverses couches d'eau exprimée en pourcentage du total de la colonne 600 - surface. A l'appauvrissement régulier du mésoplancton dans les cent premiers mètres au cours de la matinée, correspond un enrichissement de la couche 600 - 200 m avec près de 50 % de la biomasse à 15 heures. La biomasse de la tranche d'eau de 100 à 200 mètres paraît assez constante. Le manque de prélèvements

TABLEAU IV



——— P. frais en mg en % du total de 0 à 600 m
 N total de Copepodes en % du total de 0 à 600 m
 ——— P. sec en mg en % du total de 0 à 600 m.

entre 10 et 15 heures n'a pas permis de déceler le passage du zooplancton. Ceci nous permet toutefois d'évaluer la vitesse de descente à un peu plus de 20 mètres à l'heure, ce qui correspond à l'ordre de grandeur des vitesses de déplacement chez les Copépodes.

Les diverses courbes montrent l'existence d'une bonne corrélation entre les valeurs du poids frais, du poids sec et du nombre de Copépodes.

Les variations de la biomasse en fonction du temps dans l'ensemble de la colonne d'eau de 600 mètres à la surface traduisent d'une part l'hétérogénéité spatiale du plancton, résultant des déplacements particuliers de la Bouée (GONELLA, 1967), ou de la masse d'eau, d'autre part l'accroissement ou l'appauvrissement dû à l'évolution propre des populations.

Le tableau V donne les valeurs obtenues pour une période de 10 jours au moyen du filet Hensen 160 μ .

TABLEAU V
Variation de la biomasse (poids frais et poids sec) dans la couche 600-0 m

Date	Poids frais mg	Poids sec mg
11-9 / 17 h	1 206	153,5
13-9 / 17 h	1 488	159
13-9 / 23 h	1 669	174,8
14-9 / 11 h	1 389	172,6
14-9 / 18 h	2 853	210,7
15-9 / 00 h	1 506	-
15-9 / 16 h	1 474	131
16-9 / 11 h	2 797	194,1
16-9 / 17 h	2 090	176,4
16-9 / 23 h	1 899	159,1
20-9 / 11 h	1 658	120
21-9 / 10 h	1 876	128,5
21-9 / 11 h	2 276	136,2
21-9 / 16 h	2 534	137,3
moyenne	1 908	157,9
coefficient de variation	22,5 %	13,7 %
déviatión standard	510,7	74

Les valeurs moyennes des poids frais et sec sont respectivement de 1908 mg et 157,9 mg rapportées à une surface de 0,40 m². Les coefficients de variation sont de 22,5 % pour le poids frais et 13,7 % pour le poids sec.

Dans le premier cas, le coefficient est supérieur à la variation calculée préalablement pour ce type de filet soit 13,6 % (C. RAZOULS et A. THIRIOT, 1968). La méthode de préparation du poids frais s'avère délicate lors du séchage externe des organismes qui peuvent être soit insuffisamment soit trop déshydratés ce qui entraîne une nouvelle erreur qui s'ajoute à la première.

Les valeurs du poids sec plus aisées à obtenir apparaissent plus sûres et le coefficient obtenu correspond aux variations d'échantillonnage dues au filet utilisé.

Il n'apparaît pas au cours de la période considérée d'évolution notable de la biomasse dans la zone étudiée; biomasse dont la valeur demeure extrêmement faible.

CONCLUSION

La stabilité de la Bouée Laboratoire et l'équipement électrique sont remarquables et permettent d'effectuer aussi bien les prélèvements en mer que les mesures physiques (par exemple spectrophotométrie) dans de très bonnes conditions.

L'examen à la loupe binoculaire du matériel de petite dimension (Copépodes) est rendu difficile par vent supérieur à 8 nœuds.

Le repérage de la Bouée par rapport au mouillage est indispensable dans le cas des pêches profondes; la limitation à 600 mètres de profondeur est un handicap certain.

Les pourcentages respectifs de la biomasse pour les colonnes d'eau 200-0 m et 600-200 m sont en moyenne 60 et 40 pour cent.

Les migrations verticales du mésoplancton, principalement des Copépodes conduisent à des variations de la biomasse des diverses tranches d'eau au cours de 24 heures jusqu'à des profondeurs supérieures à 200 m.

La valeur de la biomasse pour la colonne d'eau 600 m - surface, pour une période de 10 jours est de 157,9 mg en poids sec, pour une surface de 0,42 m² avec un coefficient de variation de 13,7 pour cent. Il n'apparaît pas d'évolution de la biomasse durant ce laps de temps.

Le but de cette mission constituait une prise de contact avec un instrument de travail nouveau pour les océanographes. Il paraissait intéressant pour les planctonologistes de connaître les possibilités d'utilisation de cette plateforme et plus encore de définir les problèmes particuliers qu'il convient d'étudier.

Cet outil de travail ouvre des perspectives nouvelles notamment pour l'étude des zones océaniques :

- les variations saisonnières du plancton, qualitatives et quantitatives peuvent être abordées et comparées avec les nombreuses données que nous possédons pour les zones néritiques et côtières.
- du point de vue des recherches expérimentales les possibilités sont très importantes notamment pour l'étude des migrations verticales en liaison avec les facteurs physiques du milieu.

RÉSUMÉ

La stabilité de la Bouée Laboratoire et l'équipement électrique sont remarquables et ont permis d'effectuer les mesures physiques et les prélèvements en mer dans de très bonnes conditions même par vent de 40 nœuds.

Les pourcentages respectifs de la biomasse pour les colonnes d'eau 200 m-surface et 600-200 mètres sont en moyenne de 60 et 40 pour cent.

Les migrations verticales du mésoplancton, principalement les Copépodes, conduisent à des variations de la biomasse des diverses couches d'eau au cours de 24 heures jusqu'à des profondeurs supérieures à 200 m.

La valeur de la biomasse pour la colonne d'eau 600 m — surface pour une période de 10 jours est de 157,9 mg en poids sec pour une surface de 0,40 m² avec un coefficient de variation de 13,7 pour cent attribué à l'erreur d'échantillonnage en mer.

SUMMARY

The stability of the "Bouée Laboratoire" is remarkable. The electric equipment excellent. These conditions allow us to make easily the physical measurements and the plankton samplings even with winds of 40 knots.

The respective percentage of the biomasses for the two water columns (surface-200 m and 200-600 m) average 60 % and 40 %.

Vertical migrations of the mesoplankton mainly Copepods, induce variations of the biomass even at depths greater than 200 m.

The mean biomass for the water column surface-600 m represents for a period of ten days a dry weight of 157,8 mg (coeff. of variation : 13,7 % attributed to the error of sampling at sea).

ZUSAMMENFASSUNG

Die Stabilität des schwimmenden Laboratoriums und seine elektrischen Einrichtungen sind vorzüglich; sie ermöglichten es, physikalische Messungen und Probenentnahmen im offenen Meer unter sehr guten Bedingungen durchzuführen, selbst bei Windstärke 8 bis 9 (40 Knoten).

Die jeweiligen Prozentsätze der Biomasse für die Wassersäulen zwischen Oberfläche und 200 m sowie zwischen 600 und 200 m sind durchschnittlich 60 und 40 %.

Die vertikalen Wanderungen des Mesoplankton, vor allem der Copepoden, führen zu Schwankungen in der Biomasse der verschiedenen Wasserschichten innerhalb 24 Stunden bis zu Tiefen über 200 m.

Der Betrag der Biomasse in der Wassersäule zwischen 600 m und der Oberfläche für eine Periode von 10 Tagen ist 157,9 mg Trockengewicht für eine Oberfläche von 0,40 m² mit einem Variationkoeffizienten von 13,7 % auf Grund des Probenfehlers unter Feldbedingungen.

BIBLIOGRAPHIE

- BOGOROV, B.V., 1934. Seasonal changes in Biomass of *Calanus finmarchicus* in the Plymouth area. *J. Mar. biol. Ass. U.K.*, 19 : 585-612.
- BOURDILLON, A., 1964. Quelques aspects du problème de l'échantillonnage du plancton marin. *Terre Vie*, 1 : 77-93.
- GONELLA, J., G. ESKENAZI, J. FROPO, 1967. Résultats des mesures de vent et de courant à la Bouée-Laboratoire au cours de l'année 1964. *Cah. Océanogr.*, 19 (3) : 195-218.
- MACQUART-MOULIN, C. et M. LEVEAU, 1966. Note préliminaire sur le macroplancton récolté en juin 1966 à partir de la Bouée-Laboratoire. *C.I.E.S.M.M.*, XX^e Congrès Bucarest, 17-22 octobre 1966. Communication n° 48.

- MINAS, H.J., 1968. Recherches sur la production organique primaire dans le bassin méditerranéen nord-occidental. Thèse Fac. Sc. Marseille, 1968.
- 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.
- TRANter, D.J., 1963. Comparison of zooplankton biomass determinations by Indian Ocean Standard net, Juday net and Clarke-Bumpus sampler. *Nature*, 198 (4886) : 1179-80.
- TRAVERS, A., 1965. Microplankton récolté en un point fixe de la mer Ligure (Bouée-Laboratoire du COMEXO) pendant l'année 1964. *Rec. Trav. St. Mar. End.*, 39 (55) : 11-50.
- ZENKEVITCH, L., 1963. Biology of the seas of the U.S.S.R. G. Allen, London.

Reçu le 5 août 1968.

ANNEXE 1

N°	DATE	HEURE	PROFONDEUR	FILET	VOLUME	POIDS FRAIS	POIDS SEC
					cm3	mg	mg
1	10-9	19.00	200-0	H	6	580	
2	"	"	50-0	H	6	857	
4	11-9	04.00	600-200	J.B	4,5	643	
5	"	04.20	50-0	J.B	5	715	
6	"	04.50	200-100	J.B	2,5	71	
7	"	05.10	100-50	J.B	1,5	124	
8	"	14.30	0-18	J.B	1	32	
9	"	15.00	50-20	"	1	26	
10	"	15.25	100-50	"	3	54	
11	"	15.55	200-100	"	1,5	12	
12	"	16.30	600-200	"	1,5	92	
13	"	17.00	600-0	H	13,5	1 206	153,5
14	"	18.00	0	J.B	1	71	
15	"	22.40	0-18	"	1	70	
16	"	23.00	50-20	"	1	23	
17	"	23.20	100-50	"	1	34	
18	"	23.55	200-100	"	2,5	65	
19	12-9	0.20	600-200	"	5	130	
20	13-9	17.30	600-0	H	15	1 488	159
21	"	23.00	600-0	H	18	1 669	174,8
22	14-9	11.00	600-0	H	12,5	1 389	172,6
23	"	18.30	600-0	H	25	2 853	210,7
24	15-9	0.10	600-0	H	23	1 506	-
25	"	16.00	600-0	H	15	1 474	131
26	"	17.00	200-0	H	11,5	1 166	199,2
27	16-9	10.30	600-0	H	22	2 797	194,1
28	"	11.00	200-0	H	16	1 310	116,5
29	"	17.00	600-0	H	25	2 090	176,4
30	"	17.25	200-0	H	13	1 618	112,4
31	"	23.00	600-0	H	23	1 899	159,1
32	"	23.30	200-0	H	30	920	105,7
33	17-9	12.15	600-200	J.B	3	324	18,1
34	"	12.50	200-0	"	4	508	27,6
35	"	18.00	600-200	"	4	251	19,6
36	"	18.30	200-0	"	4,5	693	24,1
37	"	18.55	700-0	ST	15	2 409	
39	"	23.00	300-0	"	19	2 137	
40	"	23.25	600-200	J.B	4,5	264	15,2
41	"	23.55	200-0	"	8	397	35,8
42	18-9		600-200	"	-	114	13,2

ANNEXE 1 (suite)

N°	DATE	HEURE	PROFONDEUR	FILET	VOLUME cm3	POIDS FRAIS mg	POIDS SEC mg
43	18-9	11.00	200-0	J.B	4,5	361	20,3
44	"	15.00	600-0	"	8,5	383	
45	"	17.30	200-0	"	5	215	37,8
46	"	18.00	600-200	"	6	409	19,4
47	"	22.10	50-0	"	5,5	346	31,8
48	"	22.40	100-50	"	3	189	17,6
49	"	23.20	200-100	"	1,5	113	10,5
51	19-9	0.45	600-200	"	3	130	12,4
52	"	04.00	600-200	"	2,5	66	12,1
53	"	04.20	200-100	"	1	81	9,3
54	"	04.55	100-50	"	2	91	10,9
55	"	05.30	50-0	"	2	152	15,8
56	"	10.00	600-200	"	1	32	6,9
57	"	10.20	200-100	"	1,5	61	6,1
58	"	10.50	100-50	"	2	161	14,3
59	"	11.20	50-0	"	2	130	3,9
60	"	15.00	50-0	"	2,5	151	12,5
61	"	15.25	200-100	"	2,5	164	13,2
62	"	15.55	100-50	"	3	60	12,2
64	"	16.55	600-200	"	10	504	40,3
82	"	17 à 19	2000-0	ST	50	5 837	
65	"	19.20	50-0	J.B	2	144	14,8
66	"	19.50	100-50	"	2,5	184	12,6
67	"	20.05	200-100	"	2	146	13,8
68	"	20.40	600-200	"	2	148	12,8
69	"	23.00	600-0	"	10	851	52,5
70	"	23.30	600-200	"	6	295	18,2
71	"	23.55	200-100	"	3	127	11,6
72	20-9	0.30	100-50	"	4	243	15,0
73	"	1.05	50-0	"	4,5	267	24,6
74	"	11.00	600-0	H	20	1 658	120
75	21-9	10.30	200-0	H	10	951	70,7
76	"	10.50	600-0	H	30	1 876	128,5
77	"	11.20	200-0	H	13	1 270	71,8
78	"	12.00	600-0	H	24	2 276	136,2
79	"	16.25	600-0	H	25	2 534	137,3
80	"	16.55	200-0	H		Salpes	
81	"	17.20	200-0	H	9	1 001	69,5

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

III — DIATOMÉES ET DINOFLAGELLÉS DE JUIN 1965 A JUIN 1968 ⁽¹⁾

par G. JACQUES

Laboratoire Arago, 66 - Banyuls-sur-Mer

SOMMAIRE

Trois années de prélèvements hebdomadaires analysés par la méthode de sédimentation, permettent à l'auteur de dresser l'inventaire et de décrire les variations saisonnières des Diatomées et des Dinoflagellés et de les comparer à ceux de régions voisines, particulièrement aux données de Castellón.

La liste des Diatomées et des Dinoflagellés du Golfe du Lion a déjà été dressée par PAVILLARD (1905, 1907 et 1909 pour les Dinoflagellés, 1916 pour les Diatomées) et DANGEARD qui a établi, en 1932, un relevé systématique des espèces recueillies à différentes saisons au large de Banyuls. Leur matériel provenait de récoltes au filet fin; l'écologie des différentes espèces étaient à peine abordée. Le seul travail quantitatif basé sur une analyse de prises d'eau sédimentées est celui de A. et M. TRAVERS (1962) sur le golfe de Marseille où quelques données avaient été précédemment fournies par DEVÈZE (1959).

Le phytoplancton des régions bordant le Golfe du Lion a été inégalement étudié. On peut citer, pour la mer Ligure, l'inventaire de PAVILLARD à Monaco (1937) et surtout les recherches récentes de BERNHARD et RAMPI (1967) sur le cycle annuel du « phytoplancton d'Utermöhl » de 1959 à 1962 et celles de A. TRAVERS (1965) sur le microplancton recueilli à quatre saisons de l'année à bord de la bouée-laboratoire ancrée entre Toulon et la Corse.

Par contre les travaux sont beaucoup plus nombreux sur les côtes espagnoles. Depuis 1950, paraissent régulièrement les données sur le

(1) Ce travail a été réalisé avec l'aide du C.N.R.S. (Contrat LA-117), pour le Laboratoire Arago.

phytoplancton de la région de l'Ebre (MARGALEF *et col.*); l'utilisation de la méthode de sédimentation depuis 1960, du dosage spectrophotométrique des pigments (1957) et de la production primaire (1962) augmentent considérablement la portée de ces recherches. Le même type de travail est maintenant entrepris au large de Barcelone (MARGALEF et BALLESTER, 1967; MARGALEF et CASTELLVI, 1968).

Bien que le procédé de récolte soit discutable, que les données hydrologiques manquent totalement et que la fréquence des prélèvements soit insuffisante, les résultats de la station de Blanès (MARGALEF et MORALES depuis 1949) permettent d'utiles comparaisons avec le plancton de Banyuls, les lieux de pêche de ces deux laboratoires étant voisins.

Dans son étude écologique sur le phytoplancton de Banyuls, BERNARD (1939) a seulement indiqué, pour chaque prélèvement, le volume total de microplancton. Le détail de la composition spécifique n'a jamais été publié malgré l'intérêt que ce travail aurait représenté à l'époque, aucune donnée semblable n'existant alors en Méditerranée.

Dans le présent travail, j'ai voulu apporter des données nouvelles sur le cycle saisonnier des populations de Péridiniens et de Diatomées dans une aire méditerranéenne originale par certains de ses aspects : faible profondeur, agitation fréquente et influence marquée des apports d'eau douce. Je me limiterai, ici, à la description de ce cycle; les corrélations phytoplancton - facteurs physiques - facteurs chimiques feront l'objet d'un prochain article dans lequel seront considérés les pigments chlorophylliens et la production primaire.

La localisation des points de prélèvements est précisée dans une note précédente (BHAUD *et col.*, 1967). Rappelons simplement que la fréquence des stations est hebdomadaire au point B (à 1/2 mille de Banyuls); trait horizontal en surface avec un filet de 50 μ de vide de maille et prélèvements à la bouteille à 0, 5, 10, 20 (parfois 30) et 50 m. Le nombre total des opérations aux différents points entre juin 1965 et juin 1968 est indiqué dans le tableau I.

TABLEAU I
Nombre de prélèvements aux différents points entre juin 1965 et juin 1968

Point Méthode	A	B	C	D	E	Total
Filet Om	0	140	41	4	24	209
Utermöhl	29	731	160	15	85	1 020

Après sédimentation, la numération des échantillons est effectuée au microscope inversé; les tubes de sédimentation de 50 cc sont généralement bien adaptés. La numération est entreprise le plus souvent dans la semaine qui suit le prélèvement.

I. — INVENTAIRE DES DIATOMÉES ET DES DINOFLAGELLÉS

L'inventaire complet qui suit a surtout été établi dans un but pratique : trouver facilement l'époque de présence d'une espèce quelconque ainsi qu'une indication de son importance à Banyuls. Les limites de présence ne sont indiquées que si une certaine régularité apparaît d'une année à l'autre; de toute façon elles ne sont pas totalement limitatives et il est très souvent possible de récolter une espèce en dehors de sa période de présence.

La liste de ces 192 espèces (88 Diatomées, 104 Péridiniens) appelle quelques remarques d'ordre systématique :

Je n'ai pas entrepris la détermination spécifique des Diatomées pennées des genres *Navicula*, *Gyrosigma*, *Diploneis*, etc. d'origine benthique fréquente ni celle de Dinoflagellés nus des genres *Amphidinium*, *Gymnodinium*, *Gyrodinium*, etc.; ces groupes d'espèces sont régulièrement présents à des densités inférieures à 3 000 c/l, mais leur détermination qui exige une opération de micropipetage pour observation au microscope normal (et souvent même une préparation des spécimens) est extrêmement longue et parfois encore incertaine. Certains *Chaetoceros* de très petite taille, peu différenciés, n'ont pu être déterminés.

Je n'ai pas séparé les deux espèces *Chaetoceros teres* et *Chaetoceros lauderi*, le seul critère certain qui permet de les différencier étant l'ornementation des spores de repos; j'ai agi de même avec *Chaetoceros pelagicus* et *Chaetoceros lacinosus*, bien que j'ai déjà signalé que les spécimens de Banyuls se rapprochaient par leurs chromatophores de la première espèce.

A la suite de LEBOUR et de BRUNEL je n'ai pas maintenu de séparation entre les genres *Thalassiothrix* et *Thalassionema*, séparation qui est basée sur une hétéropolarité discutable : *frauenfeldii* et *nitzschioides* deviennent alors deux espèces du genre *Thalassiothrix*.

La nomenclature des Péridiniens du genre *Ceratium* est souvent confuse; j'ai évité le plus souvent de multiplier les variétés en me limitant à celles dont la validité est bien établie; pour le groupe des *tripos*, j'ai suivi les normes données par LOPEZ (1955). Le travail, très récent, de SOURNIA (1967) apporte une simplification à la multiplicité des variétés fantaisistes et aux synonymies; il sera d'autant plus utile dans l'avenir qu'il aura plus d'audience.

TABLEAU II
(suite)

Diatommées	Ab.	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Corethron criophilum</i>	1												
<i>Coscinodiscus centralis</i>	0												
<i>concinnus</i>	1												
<i>excentricus</i>	0												
<i>granii</i>	1												
<i>perforatus</i> pav.	2												
<i>radiatus</i>	2												
<i>Coscosira polychorda</i>	0												
<i>Cyclotella caspia</i>	1												
<i>Dactyliosolen mediterraneus</i>	3												
<i>Eucampia cornuta</i>	0												
<i>zoodiacus</i>	3												
<i>Guinardia flaccida</i>	3												
<i>Hemiaulus hauckii</i>	3												
<i>sinensis</i>	3												
<i>Lauderia borealis</i>	3												
<i>Leptocylindrus danicus</i>	5												
<i>minimus</i>	4												
<i>Nitzschia closterium</i>	5												
<i>delicatissima</i>	5												
<i>pungens</i>	5												
<i>seriata</i>	5												
<i>Planktoniella sol</i>	0												
<i>Rhizosolenia acuminata</i>	0												
<i>alata</i>	1												
<i>alata gracillima</i>	3												
<i>alata indica</i>	1												
<i>bergonii</i>	0												
<i>calcaravis</i>	3												
<i>castracanei</i>	1												
<i>delicatula</i>	5	68					67						
<i>fragilissima</i>	4												
<i>imbricata shrubs.</i>	4												
<i>robusta</i>	1												
<i>setigera</i>	3												
<i>stolterfothii</i>	4												
<i>temperei</i>	0												
<i>Skeletonema costatum</i>	5												
<i>Shröderella delicatula</i>	1												
<i>Thalassiosira decipiens</i>	4												
<i>parva</i> ?	2												
<i>rotula</i>	3	68											
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	4												
<i>nitzschioides</i>	3												
<i>longissima</i>	0												

Le nombre d'espèces récoltées en trois années est faible comparé à celui d'aires géographiques voisines, Marseille et Castellón; la rareté des prélèvements de filet n'y est pas étrangère, la non-détermination de certaines espèces non plus. Cependant les caractéristiques hydrologiques de la région de Banyuls (JACQUES *et col.*, 1968), à savoir des changements rapides et fréquents de certains paramètres, ne permettent certainement pas au plancton d'évoluer vers une étape de forte maturité à grande richesse spécifique.

II. — VARIATIONS SAISONNIÈRES

CYCLE QUANTITATIF DE L'ENSEMBLE DU PHYTOPLANCTON

En dépit des différences interannuelles, il est possible de dégager trois périodes séparées par de brusques variations de la densité des populations de Diatomées et de Dinoflagellés (fig. 1) :

— la période printanière débute en février et constitue le fait le plus constant et le plus remarquable du cycle annuel : la poussée de *Skeletonema costatum*, qui s'est reproduite les trois années, suit toujours avec un certain décalage une baisse marquée de la salinité. Après un mois de mars pauvre, il peut y avoir un maximum secondaire moins marqué en avril-mai dû à quelques *Chaetoceros*, *Nitzschia* et au *Rhizosolenia delicatula*.

— la période estivale, en continuité avec la précédente, en est généralement séparée par une forte baisse de la densité du phytoplancton au cours du mois de juin; des valeurs inférieures à 1 000 c/l sont habituelles dans la couche superficielle tandis que des valeurs supérieures à 10 000 ou même à 100 000 peuvent être atteintes en profondeur.

— la période automno-hivernale commence lors de la rupture de la stabilité thermique qui a toujours été associée à une dessalure superficielle; l'enrichissement des eaux superficielles provoque la croissance d'une population assez variée de Diatomées fin septembre - début octobre. Jusqu'à la mi-janvier le plancton devient alors pauvre, moins de 20 000 c/l.

POPULATIONS CARACTÉRISTIQUES DES DIFFÉRENTES PÉRIODES

1) Période printanière

La floraison printanière des Diatomées a toujours été considérée comme une étape majeure du cycle saisonnier; elle peut

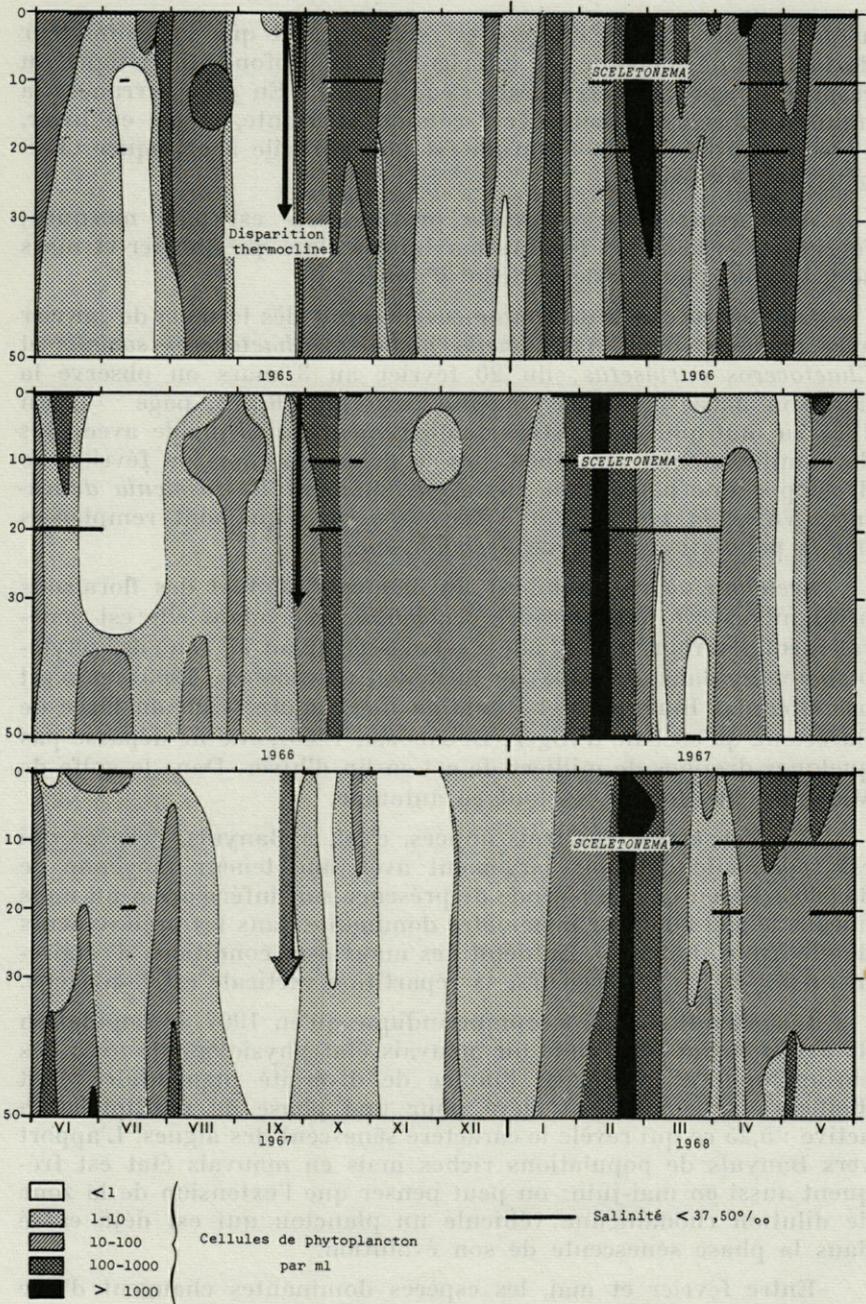


FIG. 1. — Variations quantitatives du phytoplancton (Diatomées + Périidiniens) au point côtier.

avoir lieu dès que la lumière est suffisante et que la profondeur de la zone de mélange est inférieure à la profondeur critique ou respiration et photosynthèse s'équilibrent. En Méditerranée la lumière est souvent considérée comme suffisante, même en hiver, et le mécanisme de la floraison est plus difficile à expliquer (JACQUES, sous-presse).

A Banyuls cette « poussée printanière » est bien marquée; février est le mois des teneurs maximales alors que janvier et mars sont les plus pauvres de ce début d'année.

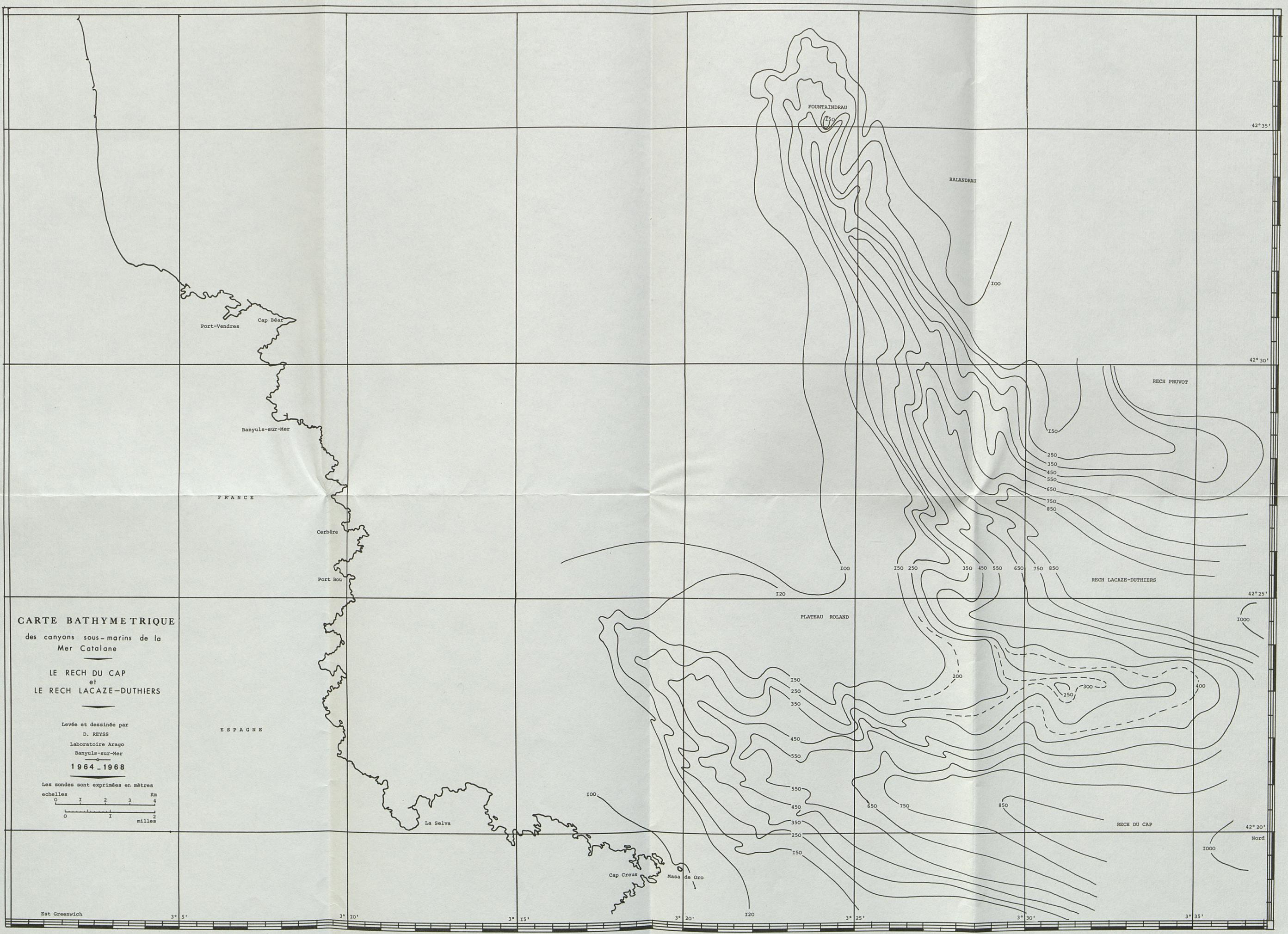
En 1966 le stock de Diatomées s'accroît dès le mois de janvier avec principalement *Asterionella japonica*, *Chaetoceros socialis* et *Chaetoceros curvisetus*; du 20 février au 3 mars on observe la floraison massive de *Skeletonema costatum* (fig. 3, page). En 1967 sa multiplication est particulièrement remarquable avec plus de 5 millions/litre. En 1968, dès le début du mois de février, se développe une population mixte ou dominant *Rhizosolenia delicatula*, *Nitzschia pungens* et *Nitzschia seriata* qui sont remplacées par la population dense de *Skeletonema*.

Skeletonema costatum est un élément habituel des floraisons printanières. En Méditerranée occidentale cependant elle est généralement peu représentée; elle n'est classée qu'au 77^e rang des phytoplanctontes dans les eaux de Castellón (MARGALEF, 1963) et n'est pas citée par BERNHARD et RAMPI en mer Ligure. Tant au large de Barcelone qu'en baie d'Alger (BUCALOSSI, 1960), elle ne dépasse pas quelques dizaines de milliers de c/l en fin d'hiver. Dans le golfe de Marseille elle domine surtout en automne.

Sur l'ensemble des trois années, c'est, à Banyuls, l'espèce qui est représentée le plus largement avec une teneur moyenne de 38 000 c/l bien que sa période de présence soit inférieure à un mois durant lequel elle peut même être dominante dans les prélèvements de filet (plus de 90 %). En dépit des mauvaises conditions d'éclaircissement des niveaux inférieurs, sa répartition verticale est homogène.

L'observation microscopique indique qu'en 1967, la population de *Skeletonema* était dans un mauvais état physiologique avec des chromatophores rétractés; l'indice de diversité pigmentaire était d'ailleurs anormalement élevé pour une phase de multiplication active : 5,25 ce qui révèle le caractère sénescant des algues. L'apport vers Banyuls de populations riches mais en mauvais état est fréquent aussi en mai-juin; on peut penser que l'extension de la zone de dilution rhodanienne véhicule un plancton qui est déjà entré dans la phase sénescante de son évolution.

Entre février et mai, les espèces dominantes changent d'une année à l'autre : les plus nombreuses sont le *Chaetoceros curvisetus*,



CARTE BATHYMETRIQUE
des canyons sous-marins de la
Mer Catalane

LE RECH DU CAP
et
LE RECH LACAZE-DUTHIERS

Levée et dessinée par
D. REYSS
Laboratoire Arago
Banyuls-sur-Mer
1964 - 1968

Les sondes sont exprimées en mètres
echelles
0 1 2 3 4 Km
0 1 2 milles

FIG. 2. — Carte bathymétrique des canyons sous-marins de la mer catalane : le rech du Cap et le rech Lacaze-Duthiers.

abondant en 1966, le groupe des *Nitzschia* (surtout en 1968) et le *Chaetoceros insignis* Prosk-Lavr (1) : ce *Chaetoceros* appartient au groupe des *Laciniosus*; malgré sa petite taille, les chromatophores pénètrent à l'intérieur des soies ce qui est un critère pour l'inclure dans ce groupe dont il se distingue par ses fenêtres étroites et ses soies terminales non différenciées.

Les espèces de *Nitzschia* régulièrement présentes sont : *Nitzschia seriata*, *Nitzschia delicatissima*, *Nitzschia pungens* et *Nitzschia closterium* (qu'il faudrait maintenant appeler, d'après REIMANN et LEWIN, 1964, *Cylindrotheca closterium*). Il faut souligner la présence massive de *Nitzschia pungens* qui est certainement plus abondante en Méditerranée que ne le laisse supposer la littérature; la confusion avec *Nitzschia seriata* est probable. A la suite du travail très complet de HASLE (1964, 1965) la détermination des « *Nitzschia seriata* » et « *Nitzschia delicatissima* » devient très délicate en microscopie optique, ces deux groupes ayant éclaté en plusieurs espèces.

De grandes Diatomées, *Chaetoceros decipiens* et *Rhizosolenia imbricata shrubsolei* notamment peuvent être abondantes dans les filets à la fin de cette période.

2) Période estivale

Le passage de la dominance des Diatomées à celle des Péridiniens dans les populations de filet (fig. 2, dépliant) limite l'été biologique pendant lequel la densité du phytoplancton superficiel est souvent inférieure à 2 000 c/l. Sous la thermocline le plancton est plus riche et *Nitzschia closterium* est bien représenté à 50 m. Seule *Nitzschia delicatissima* semble capable de proliférations estivales superficielles.

Les numérations au microscope inversé indiquent clairement que la dominance des Dinoflagellés dans les filets ne traduit pas une augmentation absolue de leur densité mais un déficit en Diatomées; il s'agit-là d'une dominance précaire que la moindre prolifération de Diatomées peut interrompre. Cette relative constance des Péridiniens de grande taille avait été pressentie par les auteurs espagnols qui les prenaient comme référence pour l'estimation de la richesse en Diatomées.

Les espèces caractéristiques changent chaque année; on peut citer en premier lieu quelques *Ceratium* : *Ceratium contrarium*, *massiliense massiliense*, *trichoceros* et *tripos atlanticum*; ensuite

(1) Je tiens à remercier M. MARGALEF qui m'a permis de déterminer cette espèce.

Peridinium depressum et quelques espèces pérennes, *Ceratium furca*, *Ceratium fusus*, *Peridinium ovatum*. Parmi les Diatomées on rencontre fréquemment *Hemiaulus hauckii*, *Rhizosolenia calcaravis*, *Dactyliosolen mediterraneus* (dont les cellules sont le plus souvent sans chromatophores et recouvertes par l'épiphyte *Solenicola setigera*), *Chaetoceros decipiens* et le groupe des *Nitzschia*.

La transition entre « l'été » et « l'automne-hiver » dépend de la disparition de la thermocline qui provoque une prolifération immédiate des Diatomées permise par l'apport de sels minéraux dans les strates éclairées. La floraison automnale semble d'autant plus prononcée que la rupture de la stabilité thermique est précoce et rapide comme le montrent ces quelques chiffres : qui se rapportent à l'augmentation de la densité du phytoplancton :

- de 380 à 1 120 000 c/l en surface entre le 21 et le 27 septembre 1965, la température variant dans le même temps de 14°7 à 17°4 à 50 m de profondeur; *Chaetoceros curvisetus*, *Leptocylindrus danicus* et *Chaetoceros costatus* dominent alors;
- de 200 à 270 000 c/l (*Nitzschia delicatissima*, *Rhizosolenia fragilissima*) du 26 septembre au 6 octobre 1966, pour une variation de température profonde de 15°2 à 19°9;
- de 1 000 à 40 000 (*Nitzschia seriata*) entre le 16 et le 25 octobre en 1967 pour une augmentation de température de 14°6 à 16°7.

3) Période automno-hivernale

La durée de la floraison automnale conditionne la richesse de la phase automno-hivernale dont la pauvreté relative n'a pas de rapport avec celle de l'été dans les couches superficielles.

1965 — La population mixte responsable de la prolifération automnale reste en place à des concentrations supérieures à 50 000 c/l jusqu'à la mi-novembre; elle est accompagnée de quelques autres espèces : *Chaetoceros socialis*, *Asterionella japonica*, *Thalassiothrix nitzschiioides*. *Asterionella japonica* domine toutes les autres espèces en décembre (minimum hivernal, moins de 10 000 c/l) et prolifère bien au milieu du mois de janvier (500 000 c/l) époque à laquelle elle est remplacée par un plancton à *Chaetoceros* de petite taille puis par *Skeletonema costatum*.

1966 — La densité moyenne est voisine de 100 000 c/l en octobre. La population de *Nitzschia delicatissima*, *Chaetoceros socialis*, *Rhizosolenia fragilissima*, *Asterionella japonica*, *Lepto-*

cylindricus danicus et *Nitzschia closterium* responsable de cette floraison persiste en novembre et décembre; elle est accompagnée de *Thalassiothrix nitzschioides*. Sa teneur moyenne est de 20 000 c/l pendant ces deux mois; elle baisse encore en janvier où les planctontes dominants sont *Chaetoceros insignis*, *Chaetoceros pseudocurvisetus* et *Leptocylindricus danicus*.

1967 — La disparition tardive et progressive de la thermocline a limité la floraison à la couche superficielle. La pauvreté du mois de novembre rappelle celle des mois d'été avec moins de 1 000 individus/litre; il en est ainsi jusqu'au milieu du mois de janvier où commence à se développer *Rhizosolenia delicatula* jusqu'au milieu de février (15 000 c/l). Les eaux rhodaniennes apportent alors un plancton riche à *Nitzschia pungens* et *Nitzschia seriata*.

IMPORTANCE RELATIVE DES DIFFÉRENTES ESPÈCES

La liste des 50 espèces les plus abondantes (tableau III) à Banyuls pendant les trois années est comparée à celle de Castellón dressée à partir de données de MARGALEF. Ce mode de classement avantage les espèces à développement « explosif », mais quand il est basé sur un aussi grand nombre de numérations (1040) il permet de bien dégager les constituants représentatifs d'une aire géographique déterminée.

A Banyuls, la Diatomée quantitativement la mieux représentée est *Skeletonema costatum* avec 37 700 c/l, valeur élevée qui n'est due qu'à quelques prélèvements de plusieurs millions de cellules; sa présence est limitée à la phase printanière.

Nitzschia delicatissima, classée en tête à Castellón est encore plus abondante à Banyuls (fig. 3b), sans que sa répartition saisonnière présente une régularité quelconque. Elle peut proliférer en été sous la thermocline (1 500 000 c/l en juillet 1967), mais elle est très bien représentée aussi en février-mars 1968 et durant la floraison automnale 1966.

Chaetoceros curvisetus est placée en troisième position surtout du fait de sa forte participation à la floraison automnale 1965; encore bien représentée en janvier puis en avril-mai 1966, sa présence devient très épisodique par la suite.

Asterionella japonica est automno-hivernale avec un maximum de 300 000 c/l en janvier 1966; elle est ensuite presque complètement absente de tous les prélèvements. Dans d'autres régions méditerranéennes elle est caractéristique de la floraison automnale.

TABLEAU III
 Classement des principales espèces à Banyuls et à Castellón
 (d'après MARGALEF, 1963)
 NC = non classé

Banyuls (1965-1968)	Castellón			Castellón (1960-1962)	Banyuls		
	c/l	N°	c/l		c/l	N°	c/l
1— <i>Skeletonema costatum</i>	37 682	50	18	<i>Nitzschia delicatissima</i>	3 044	2	11 687
2— <i>Nitzschia delicatissima</i>	11 687	1	3 044	<i>Chaetoceros compressus</i>	2 397	23	375
3— <i>Chaetoceros curvisetus</i>	7 100	16	220	<i>Chaetoceros vixvisibilis</i>	1 600	NC	—
4— <i>Chaetoceros insignis</i>	4 763	NC	—	<i>Leptocylindrus danicus</i>	1 170	7	2 180
5— <i>Asterionella japonica</i>	3 427	17	206	<i>Cyclotella caspia</i>	1 000	77	1
6— <i>Nitzschia seriata</i>	2 330	6	697	<i>Nitzschia seriata</i>	697	6	2 330
7— <i>Leptocylindrus danicus</i>	2 180	4	1 170	<i>Peridinium sp.</i>	627	NC	—
8— <i>Nitzschia pungens</i>	1 729	35	49	<i>Rhizosolenia imbricata shr.</i>	565	24	319
9— <i>Chaetoceros costatus</i>	1 310	NC	—	<i>Thalassiothrix nitzschioides</i>	561	22	412
10— <i>Rhizosolenia delicatula</i>	1 204	37	40	<i>Exuviella baltica pus.</i>	557	81	< 1
11— <i>Nitzschia closterium</i>	879	12	352	<i>Guinardia flaccida</i>	433	40	23
12— <i>Chaetoceros socialis</i>	784	NC	—	<i>Nitzschia closterium</i>	352	11	879
13— <i>Leptocylindrus minimus</i>	681	NC	—	<i>Porella perforata</i>	352	107	< 1
14— <i>Thalassiosira decipiens</i>	663	NC	—	<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>	343	27	208
15— <i>Chaetoceros decipiens</i>	602	27	80	<i>Dactyliosolen mediterraneus</i>	273	44	19
16— <i>Chaetoceros didymus</i>	580	116	1	<i>Chaetoceros curvisetus</i>	220	3	7 100
17— <i>Rhizosolenia fragilissima</i>	540	19	201	<i>Asterionella japonica</i>	206	5	3 427
18— <i>Bacteriastrium delicatulum</i>	509	29	79	<i>Cerataulina bergonii</i>	206	28	191
19— <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	509	48	19	<i>Rhizosolenia fragilissima</i>	201	17	540
20— <i>Chaetoceros affinis</i>	485	24	100	<i>Rhizosolenia alata</i>	145	34	48
21— <i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>	469	128	1	<i>Chaetoceros diversus</i>	128	35	42
22— <i>Thalassiothrix nitzschioides</i>	412	9	561	<i>Prorocentrum triestinum</i>	114	NC	—
23— <i>Chaetoceros compressus</i>	375	2	2 397	<i>Hemiaulus sinensis</i>	105	39	26
24— <i>Rhizosolenia imbricata shr.</i>	319	8	565	<i>Chaetoceros affinis</i>	100	20	485
25— <i>Chaetoceros brevis</i>	283	62	13	<i>Peridinium nudum</i>	93	30	165
26— <i>Chaetoceros danicus</i>	230	92	4	<i>Oxytoxum mediterraneum</i>	88	NC	—
27— <i>Rhizosolenia stolterfothii</i>	208	14	343	<i>Chaetoceros decipiens</i>	80	15	602
28— <i>Cerataulina bergonii</i>	191	18	206	<i>Ceratium furca</i>	80	37	30
29— <i>Chaetoceros lauderi</i>	171	126	1	<i>Bacteriastrium delicatulum</i>	79	18	509
30— <i>Peridinium nudum</i>	165	25	93	<i>Hemiaulus hauckii</i>	74	33	54
31— <i>Chaetoceros lorenzianus</i>	106	128	1	<i>Peridinium trochoideum</i>	59	77	1
32— <i>Chaetoceros laciniosus</i>	59	97	3	<i>Chaetoceros perpusillus</i>	58	114	< 1
33— <i>Hemiaulus hauckii</i>	54	30	74	<i>Prorocentrum micans</i>	58	47	15
34— <i>Rhizosolenia alata gr.</i>	48	20	145	<i>Rhizosolenia calcaravis</i>	54	46	19
35— <i>Chaetoceros diversus</i>	42	21	128	<i>Nitzschia pungens</i>	49	8	1 729
36— <i>Thalassiosira rotula</i>	30	NC	—	<i>Ceratium fusus</i>	46	51	10
37— <i>Ceratium furca</i>	30	28	80	<i>Rhizosolenia delicatula</i>	40	10	1 204
38— <i>Rhizosolenia setigera</i>	28	NC	—	<i>Schroederella delicatula</i>	32	90	< 1
39— <i>Hemiaulus sinensis</i>	26	23	105	<i>Exuviella compressa</i>	31	116	< 1
40— <i>Guinardia flaccida</i>	23	11	433	<i>Chaetoceros rostratus</i>	29	54	7
41— <i>Peridinium minusculum</i>	23	42	26	<i>Peridinium cerasus</i>	27	114	< 1
42— <i>Chaetoceros peruvianus</i>	22	45	23	<i>Peridinium minusculum</i>	26	41	23
43— <i>Eucampia zoodiacus</i>	22	129	1	<i>Coscinodiscus radiatus</i>	24	59	4
44— <i>Dactyliosolen mediterraneus</i>	19	15	273	<i>Asterionella mediterranea</i>	24	89	< 1
45— <i>Peridinium ovatum</i>	19	NC	—	<i>Chaetoceros peruvianus</i>	23	42	22
46— <i>Rhizosolenia calcaravis</i>	19	34	54	<i>Exuviella baltica</i>	21	81	< 1
47— <i>Prorocentrum micans</i>	15	33	58	<i>Ceratium massiliense</i>	21	70	2
48— <i>Bacteriastrium hyalinum</i>	15	82	4	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	19	19	509
49— <i>Bacteriastrium mediterraneum</i>	12	NC	—	<i>Rhizosolenia robusta</i>	19	88	< 1
50— <i>Lauderia borealis</i>	11	NC	—	<i>Skeletonema costatum</i>	18	1	37 682

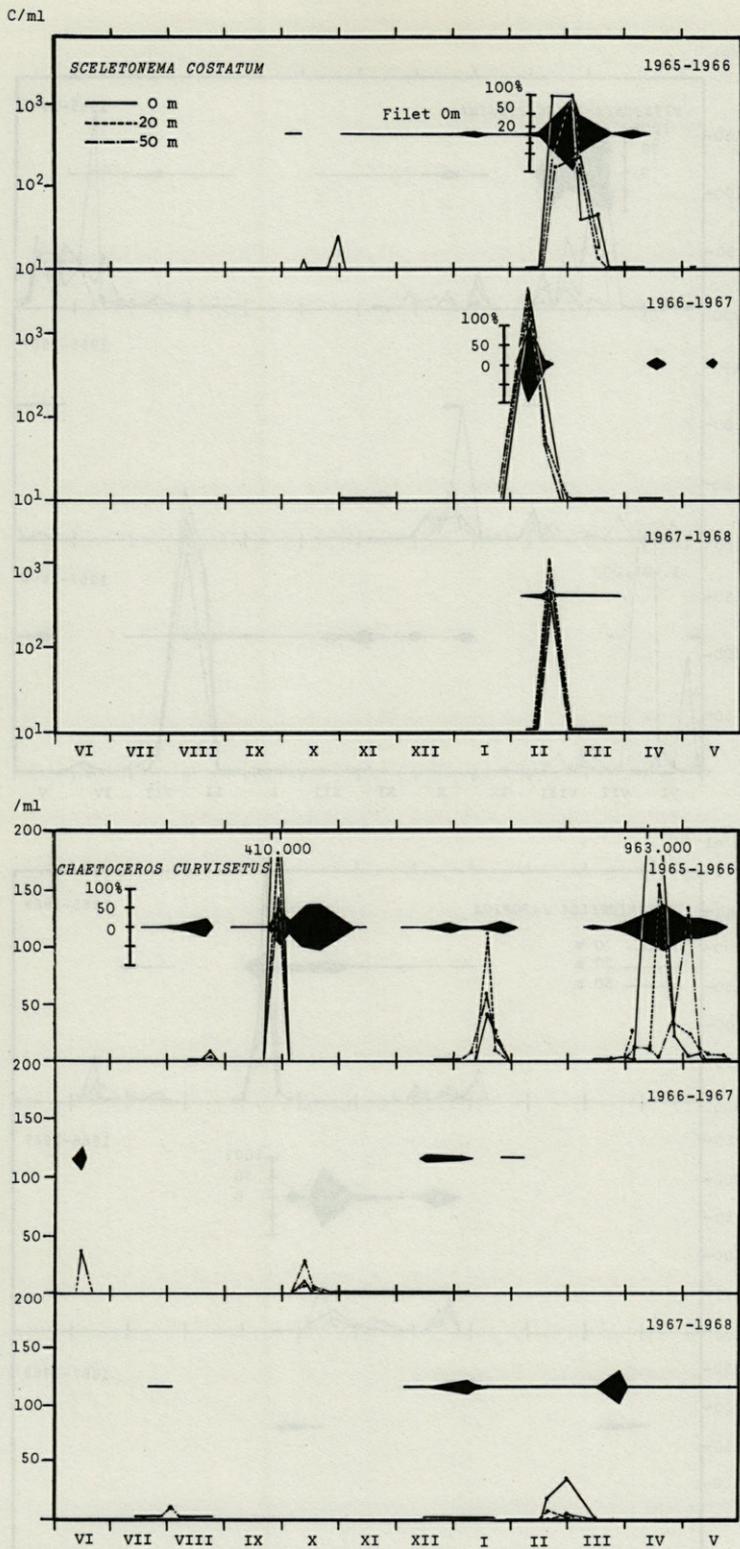


FIG. 3. — Cycles annuels de quelques espèces abondantes dans les échantillons sédimentés (avec le rappel du pourcentage dans les prélèvements au filet).

FIG. 3a. — *Sceletonema costatum*, *Chaetoceros curvisetus*.

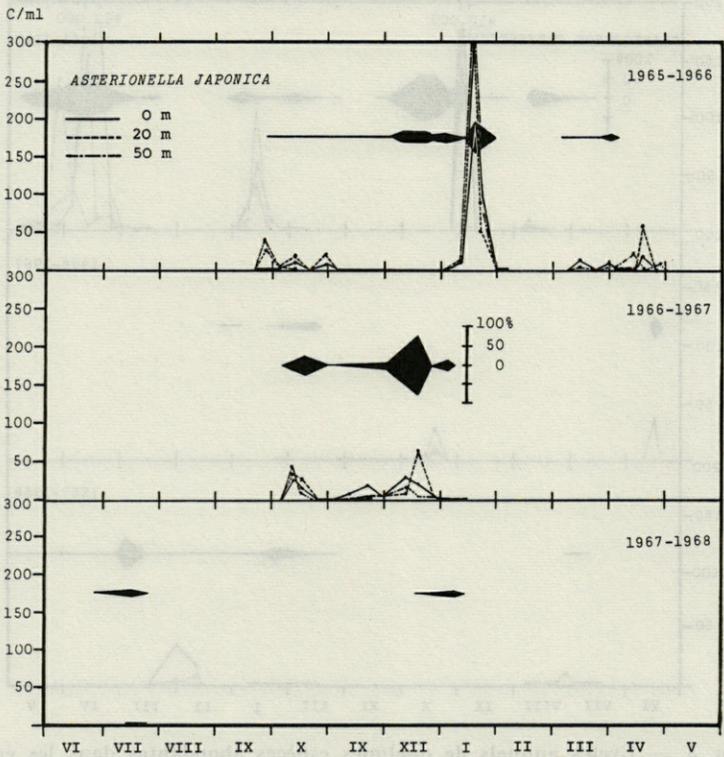
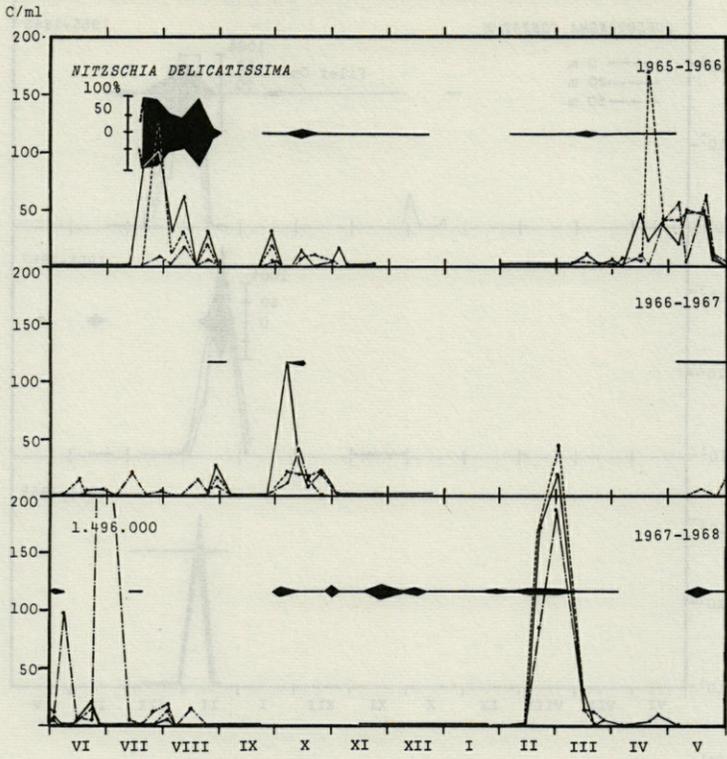


FIG. 3b. — *Nitzschia delicatissima*, *Asterionella japonica*.

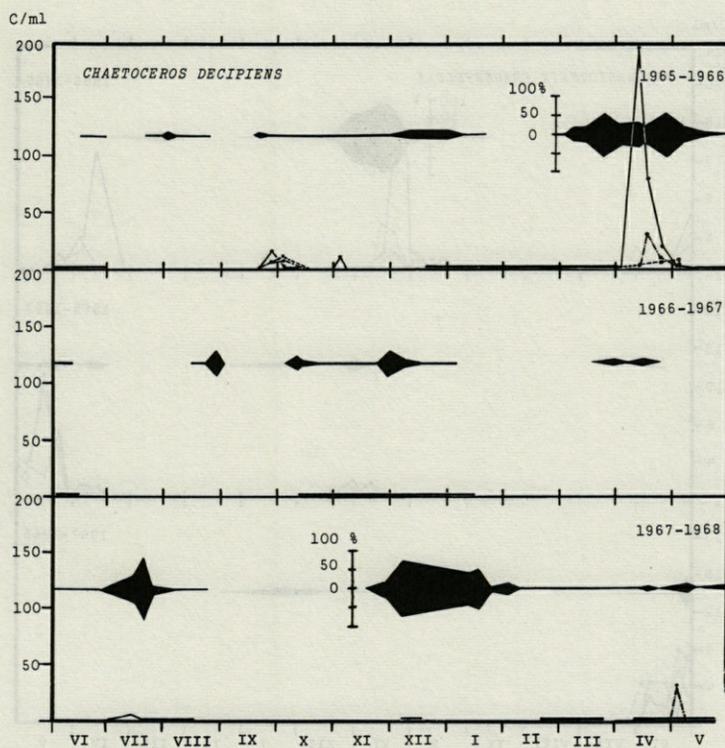
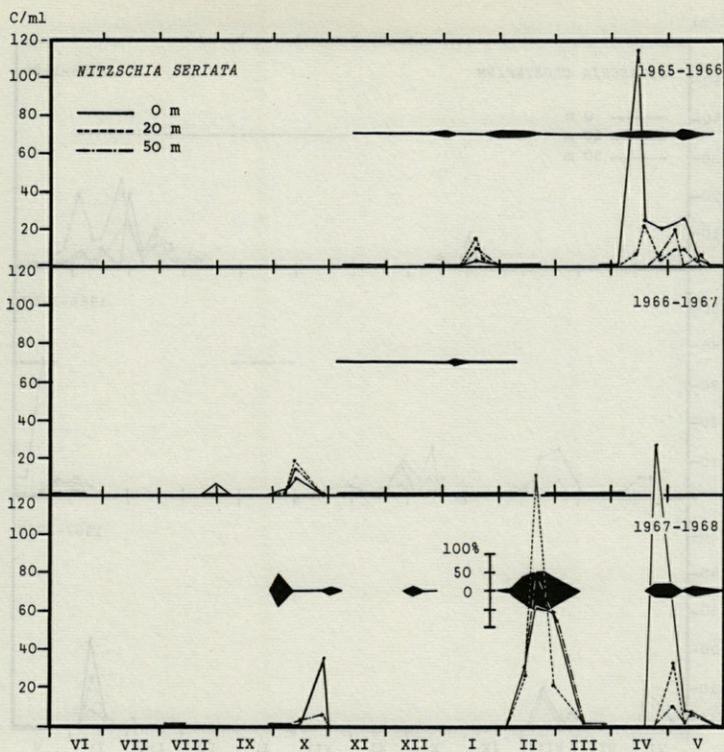


FIG. 3c. — *Nitzschia seriata*, *Chaetoceros decipiens*.

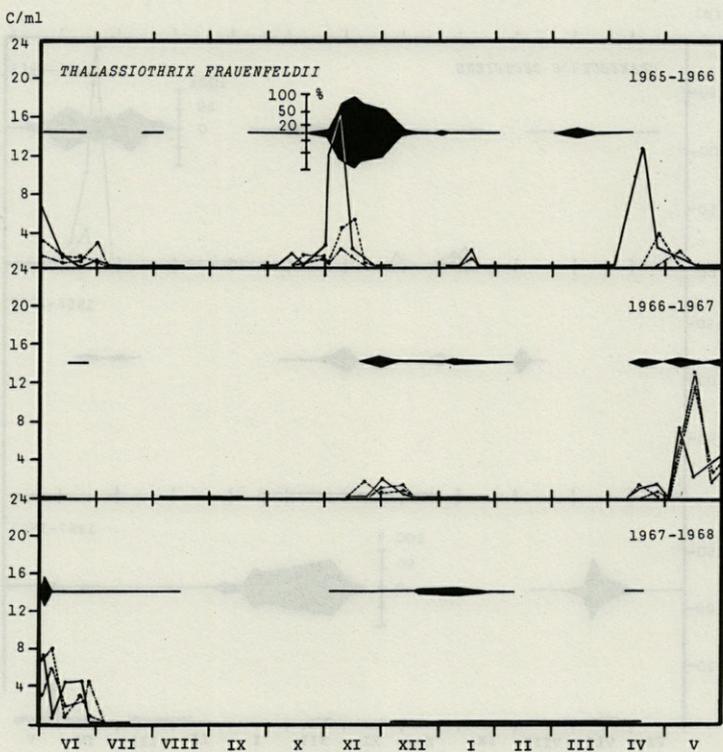
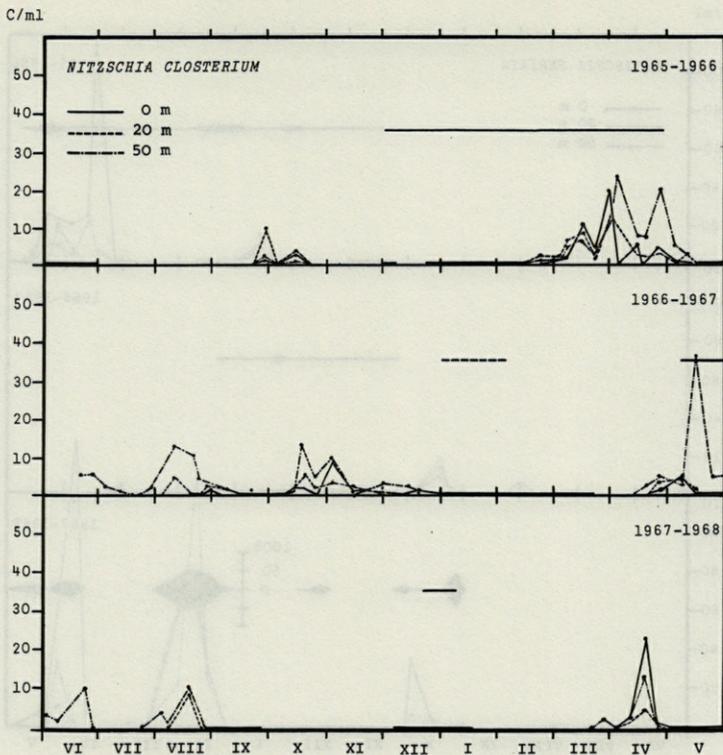


Fig. 3d. — *Nitzschia closterium*, *Thalassiothrix frauenfeldii*.

Comme les autres espèces du même genre, *Nitzschia seriata* et *Nitzschia pungens* ne présentent pas de cycle régulier; très peu abondantes entre juin et octobre, elles sont susceptibles de se développer à un quelconque autre moment : prolifération automnale, janvier-février ou avril-mai.

En dehors de la poussée printanière on trouve régulièrement l'espèce *Leptocylindricus danicus* qui ne dépasse qu'exceptionnellement 50 000 c/l.

Sur la figure 3, j'ai représenté les fluctuations saisonnières de deux autres espèces plus éloignées dans l'échelle d'abondance : *Chaetoceros decipiens* (fig. 3c) qui est très bien recueilli par le filet et *Thalassiothrix fauenfeldii* (fig. 3d) constituant normal de la poussée automnale; à partir de mai 1967 cette espèce n'a plus jamais dépassé la valeur de 1 000 c/l; elle est souvent associée à *Thalassiothrix nitzschioides*.

COMPARAISON AVEC LE PLANCTON DE CASTELLÓN

Il faut évidemment tenir compte du fait que les prélèvements qui servent à cette comparaison sont séparés par trois années; on peut cependant penser que pour les espèces les plus abondantes il y a eu peu de changements.

Sur le plan floristique le groupe des Dinoflagellés est plus important à Castellón : ainsi *Exuviella baltica*, 10° à Castellón avec une moyenne de 577 c/l n'est que 81° à Banyuls avec moins de 1 c/l. *Prorocentrum triestinum*, *Oxytoxum mediterraneum*, *Exuviella baltica pusilla*, *Peridinium trochoideum*, *Exuviella baltica*, *Exuviella compressa*, *Peridinium cerasus* et *Ceratium massiliense* sont très caractéristiques de Castellón. Par contre *Peridinium ovatum*, qui n'a été récolté ni à Castellón ni à Marseille, est parfois abondant à Banyuls dans les prélèvements au filet.

Parmi les Diatomées, le genre *Chaetoceros* comporte 12 espèces plus abondantes à Banyuls dont trois n'ont pas été trouvées à Castellón dans les prélèvements d'eau : *Chaetoceros insignis*, *socialis* et *costatus*; sept autres, *Chaetoceros didymus*, *pseudocurvisetus*, *brevis*, *danicus*, *lauderi*, *lorenzianus*, *pelagicus* sont bien mieux représentées à Banyuls; 59 c/l contre 3 c/l pour le 14° *Chaetoceros* classé. Seul *Chaetoceros compressus* est plus abondant à Castellón.

Fréquentes à Banyuls, les espèces *Thalassiosira decipiens*, *Thalassiosira rotula*, *Lauderia borealis*, *Leptocylindrus minimus* et *Bacteriastrum mediterraneum* ne figurent pas dans les prélève-

ments de Castellón entre 1960 et 1962. Quantitativement le phytoplancton est plus riche à Banyuls : 37 600 contre 3 044 pour l'espèce dominante, 106 contre 59 pour celle classée au 31^e rang; au-delà, la balance devient légèrement favorable à Castellón où la diversité spécifique est plus accentuée.

TABLEAU IV

Principales espèces des planctons de Banyuls et de Castellón
(l'échelle du haut du tableau correspond à l'écart entre les classements du tableau III)

Non Clas.	> 20	20-10	10-5	< 5	5-10	10-20	> 20	Non clas.
				Nit del				
				Nit ser				
				Lept dan				
Chaet ins	Sc cost	Chaet cur		Nit clos	Cer berg	Rhiz imb	Chaet com	<i>Pro tri</i>
Chaet cos	Nit pun	Ast jap		Rhiz fra	<i>Cer furc</i>	Thal nit	Cycl cas	<i>Oxy med</i>
Chaet soc	Rhiz del	Chaet dec		Chaet aff		Rhiz sto	<i>Ex bal p</i>	
Lept min	Chaet did	Bact del		<i>Per nud</i>		Rhiz ala	Guin fla	
Thal dec	Thal fra			Hem hauc		Chaet div	<i>Por perf</i>	
Thal rot	Chaet pse			<i>Per min</i>		Hem sin	Dact med	
Rhiz set	Chaet bre			Chaet per		<i>Pro mic</i>	<i>Per troc</i>	
<i>Per ovat</i>	Chaet dan					Rhiz cal	Chaet per	
Bact med	Chaet ter					<i>Cer fus</i>	Schr del	
Laud bor	Chaet lor					Chaet ros	<i>Ex ba</i>	
	Chaet pel					Cosc rad	<i>Ex comp</i>	
	Euc zood						<i>Per cer</i>	
	Bact hyal						Ast jap	
							<i>Cer mass</i>	
							Rhiz rob	

← Banyuls

Castellon →

En conclusion quelques caractéristiques de leur structure de population permettent de différencier ces deux localités :

- 1) prédominance marquée des Diatomées à Banyuls.
- 2) densité du phytoplancton très supérieure à Banyuls.
- 3) la distribution des individus en espèces présente une pente plus forte à Banyuls où la 5^e espèce est dix fois moins abondante que la première alors que cette proportion n'est, à Castellón, atteinte que pour la 15^e.

Le phytoplancton du golfe de Marseille semble avoir plus d'affinités avec celui de Banyuls. Les espèces *Chaetoceros costatus*, *Chaetoceros socialis*, *Leptocylindrus minimus*, *Thalassiosira decipiens*

et *Lauderia borealis* y sont bien représentées. Les cinq espèces principales, *Asterionella japonica*, *Chaetoceros compressus*, *Chaetoceros curvisetus*, *Nitzschia seriata* et *Skeletonema costatum* se retrouvent, sauf *Chaetoceros compressus*, parmi les six premières de Banyuls.

III. — RÉPARTITION SPATIALE

DISTRIBUTION VERTICALE

La répartition verticale concernant l'ensemble des trois années (fig. 4) peut être qualifiée d'homogène. De la surface vers le fond les pourcentages respectifs sont de 22, 26, 20, 17 et 15; ce maximum

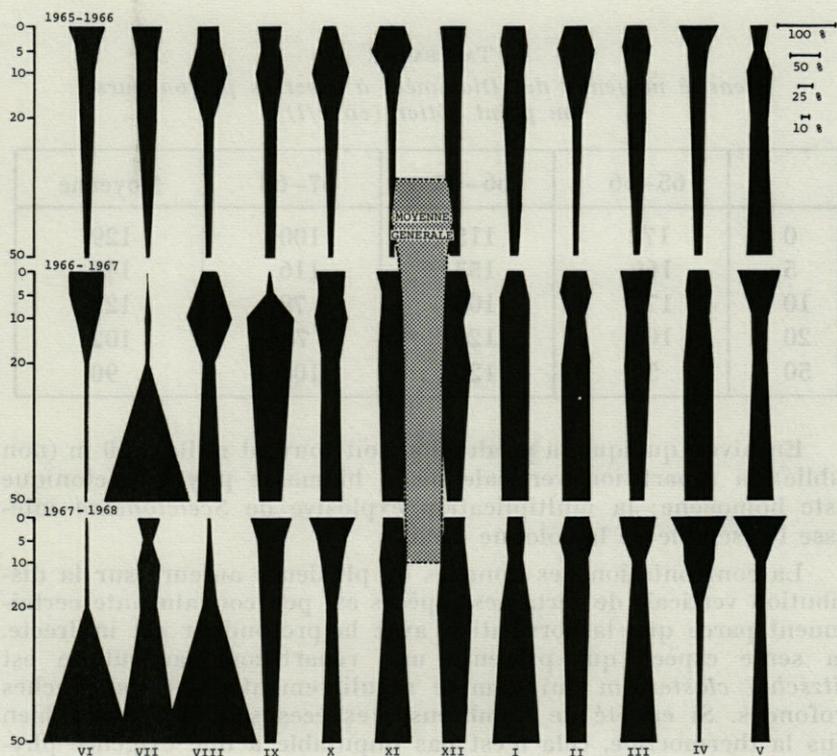


FIG. 4. — Distribution verticale des Diatomées au point côtier (en pourcentage de la population totale des 5 profondeurs).

subsuperficiel est normal. La fréquence du brassage des eaux par le vent explique en partie cette homogénéité; elle est plus marquée que celle des nanoflagellés (JACQUES, 1968) qui demeurent liés aux basses salinités superficielles.

En été cependant on rencontre fréquemment de fortes concentrations de Diatomées à 50 m, tout particulièrement en 1967 (tableau V). La thermocline bien dessinée à Banyuls offre un écran à la diffusion des sels dissous vers les couches superficielles; les couches profondes, suffisamment éclairées sont alors le siège d'une photosynthèse active. Il est probable que la reminéralisation est intense au niveau de la thermocline où la chute des cadavres animaux et des débris végétaux est freinée; ceci permet une forte production que des prélèvements très rapprochés de part et d'autre de cette discontinuité permettrait de détailler. Dans le golfe de Marseille, M. TRAVERS indique au contraire que les petites floraisons estivales sont limitées aux eaux superficielles.

TABLEAU V
Densité moyenne des Diatomées à diverses profondeurs
au point côtier (en c/l)

	65-66	66-67	67-68	Moyenne
0	172	115	100	129
5	166	153	116	146
10	179	100	78	122
20	104	120	78	102
50	50	120	103	90

En hiver, quoique la production soit souvent nulle à 50 m (non publié) la répartition verticale de la biomasse phytoplanctonique reste homogène; la multiplication explosive de *Scletonema* intéresse l'ensemble de la colonne d'eau.

La confrontation des données de plusieurs auteurs sur la distribution verticale de certaines espèces est peu convaincante certainement parce que la corrélation avec la profondeur est indirecte. La seule espèce qui présente une répartition particulière est *Nitzschia closterium* qui domine régulièrement dans les couches profondes. Si en été de nombreuses espèces se développent bien sous la thermocline, cela n'est pas imputable à une exigence physiologique, mais aux conditions d'ensemble du milieu qui sont favorables à la photosynthèse.

VARIATIONS AVEC L'ÉLOIGNEMENT DE LA CÔTE

Cette influence côtière sera précisée ultérieurement par l'étude comparée des teneurs en chlorophylles aux différentes stations. Sur le plan de la composition spécifique les populations sont le plus souvent semblables aux points B, C et E, exception faite de quelques cas de proliférations de Diatomées près de la côte au moment d'apports d'eau douce locaux.

Quantitativement la densité diminue de la côte vers le large; les quelques valeurs synchrones du tableau VI indiquent que, si

TABLEAU VI
*Densité des populations phytoplanctoniques aux différents points
(en c/l)*

Date	B	C	E
1965 27-8	140	210	250
22-9	380	620	1930
18-12	13 660	5 700	4560
1966 22-1	24 900	13 900	560
28-3	108 000	2 250	60
1-7	300	250	220
3-8	340	340	180
24-8	1 880	40	40
28-11	21 000	5 520	14 380
1967 21-2	122 000	17 000	9 560
28-3	2 040	380	280
11-4	20	220	0
9-5	19 400	2 920	460
2-8	9 540	4 900	400
1-9	1 390	20	20
3-10	5 200	20	30
24-10	39 620	220	20
24-11	390	430	260
23-12	2 680	2 500	1 610
1968 5-2	26 800	26 500	4 940
4-4	2 260	280	230
3-5	338 000	27 000	290

la répartition est homogène dans le cas de plancton pauvre, la diminution est rapide vers le large dès que la densité dépasse 10 000 c/l au point B. Le 25 février 1966 les teneurs en *Skeletonema* des eaux superficielles passent de 3 986 000 c/l au point côtier à 3 440 000 au point C, 40 600 au point D et 2 320 au point E.

IV. — DIVERSITÉ SPÉCIFIQUE, DIVERSITÉ PIGMENTAIRE, SUCCESSION

Les écosystèmes étant composés de différents éléments ordonnés suivant un certain schéma, il est possible de mesurer différents degrés de structuration, que ce soit au niveau de la répartition des individus en espèces (diversité spécifique) ou à celui des pigments assimilateurs (diversité pigmentaire), par exemple, pour le phytoplancton.

Je n'ai calculé la diversité spécifique que sur la fraction du plancton recueillie au filet; l'incertitude de détermination du nanoplancton et de certaines Diatomées, de même que le nombre souvent faible d'éléments phytoplanctoniques recensés m'ont fait renoncer à un calcul semblable pour les prises analysées au microscope inversé. Bien que la variation des pigments assimilateurs n'ait pas du tout été envisagée ici, j'ai préféré parler en même temps des deux indices qui servent tous deux à définir le degré de complexité du phytoplancton.

Je rappellerai tout d'abord quelques notions fondamentales qui sont remarquablement exposées dans différents articles de MARGALEF dont les principaux seront cités dans les références bibliographiques.

1. Diversité spécifique

La diversité biotique d'une communauté d'organismes peut être calculée par différents indices qui s'appuient généralement sur une hypothèse préalable déduite de l'observation de populations naturelles : un très petit nombre d'espèces est représenté par une forte densité d'individus, puis le nombre d'espèces de densité moindre va croissant; les espèces « rares » sont très nombreuses.

La connaissance du nombre total d'individus et du nombre d'espèces de l'échantillon suffit au calcul de ces indices, à condition que l'on admette, à priori, l'ajustement de la population à certaines courbes théoriques. Celles-ci peuvent être de type logarithmique, log normale ou

suivre une progression géométrique (MOTOMURA, 1932) qui pourrait être une conséquence de la lutte pour la vie (INAGAKI, 1967). L'indice le plus simple est certainement celui de GLEASON (1922) : $d = s - 1/\log_e N$ où s est le nombre d'espèces et N le nombre total d'individus.

La valeur de ces indices dépend de l'ajustement des populations naturelles à ces courbes théoriques; dans les milieux équilibrés il se vérifie bien, mais on peut préférer, dans les écosystèmes soumis à de fréquentes variations de facteurs du milieu (ce qui est le cas pour le plancton de Banyuls), utiliser un indice qui ne tienne pas compte d'une distribution préalable théorique des individus en espèces.

MARGALEF (1957) a établi un index de diversité biotique qui fait intervenir non seulement le nombre total d'individus mais aussi les nombres d'individus de chaque espèce. Il est basé sur la formule de SHANNON (1948) dans sa théorie de l'information : $D = -\sum p_i \log_2 p_i$ où p_i est la probabilité de rencontre de chaque espèce. Le nombre de décisions équiprobables qu'il est nécessaire de prendre pour identifier un individu quelconque représente la diversité en unités du système binaire (bits); elle s'exprime par :

$$d = \frac{1}{N} \log_2 \frac{N!}{N_a! N_b! \dots N_s!}$$

avec N qui représente le nombre total d'individus, N_a celui de l'espèce a, \dots ; cet indice peut varier de 0 pour une population monospécifique jusqu'à une valeur très proche de $\log_2 s$ quand les s espèces sont également représentées.

2. Diversité pigmentaire

Parallèlement aux fluctuations de la diversité spécifique, il est intéressant de suivre celles du quotient des densités optiques d'extraits acétoniques de pigments aux longueurs d'onde 430 m μ et 663 m μ (ce qui peut remplacer les rapports D.O 430 / D.O 665 souvent utilisés ou D.O 435 / D.O 670 des auteurs japonais).

663 m μ représente la longueur d'onde d'un des pics d'absorption spécifique de la chlorophylle a , 430 m μ celle de l'absorption maximale de plusieurs pigments dont les caroténoïdes, pigments accessoires dans la photosynthèse.

Ce quotient 430/663 sera bas chez des populations « jeunes », fortement productrices de chlorophylle a qui augmente plus vite que les autres dans des conditions de photosynthèse favorables. Une élévation de cet indice traduira un certain « vieillissement » des algues qui devrait également provoquer une augmentation de la diversité spécifique.

Les valeurs extrêmes rencontrées à Banyuls sont de 0,08 et de 5,22 pour la diversité spécifique, de 1,5 et 12 pour le rapport D.O 430 / D.O 663.

Théoriquement la corrélation entre les deux indices est forte. A Banyuls cependant elle est peu marquée (fig. 5), ce qui confirme

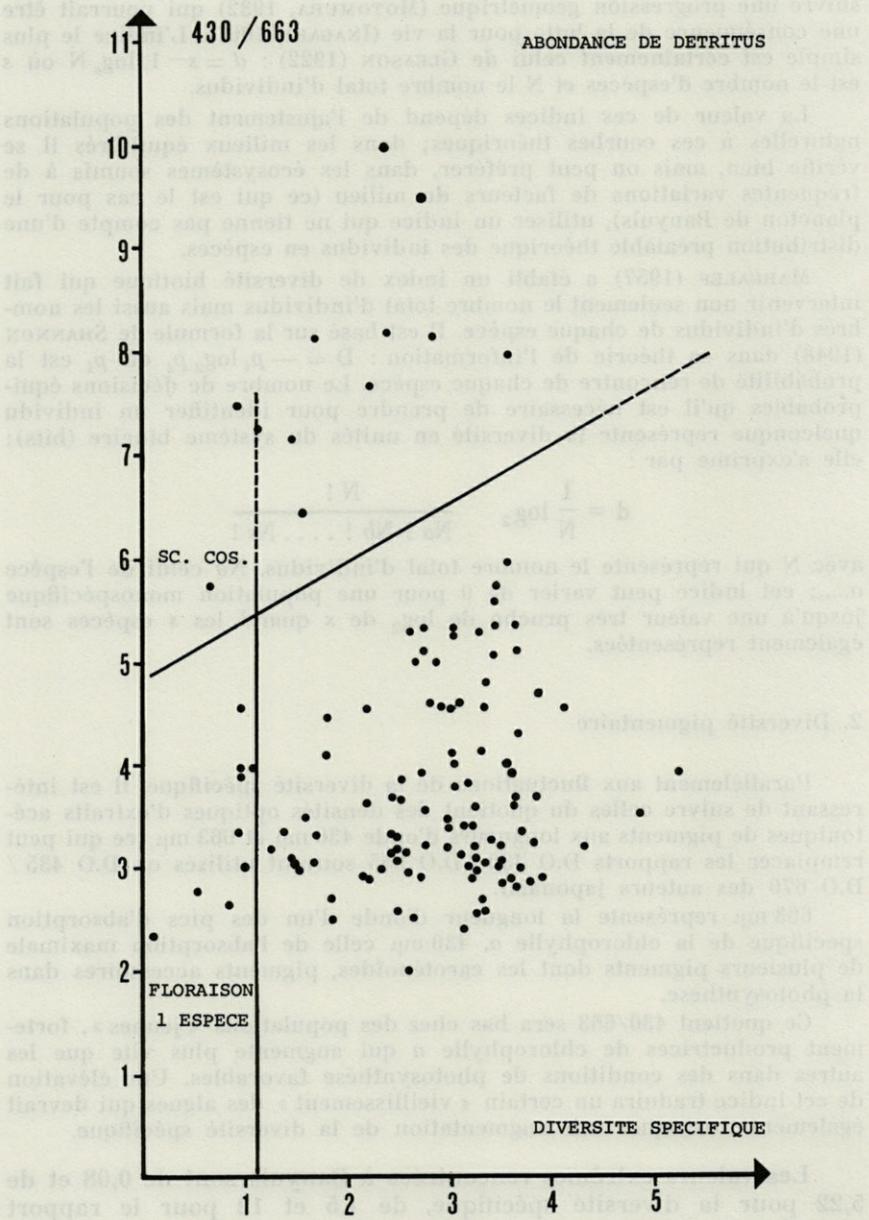


Fig. 5. — Corrélation entre les indices de diversité spécifique et de diversité pigmentaire.

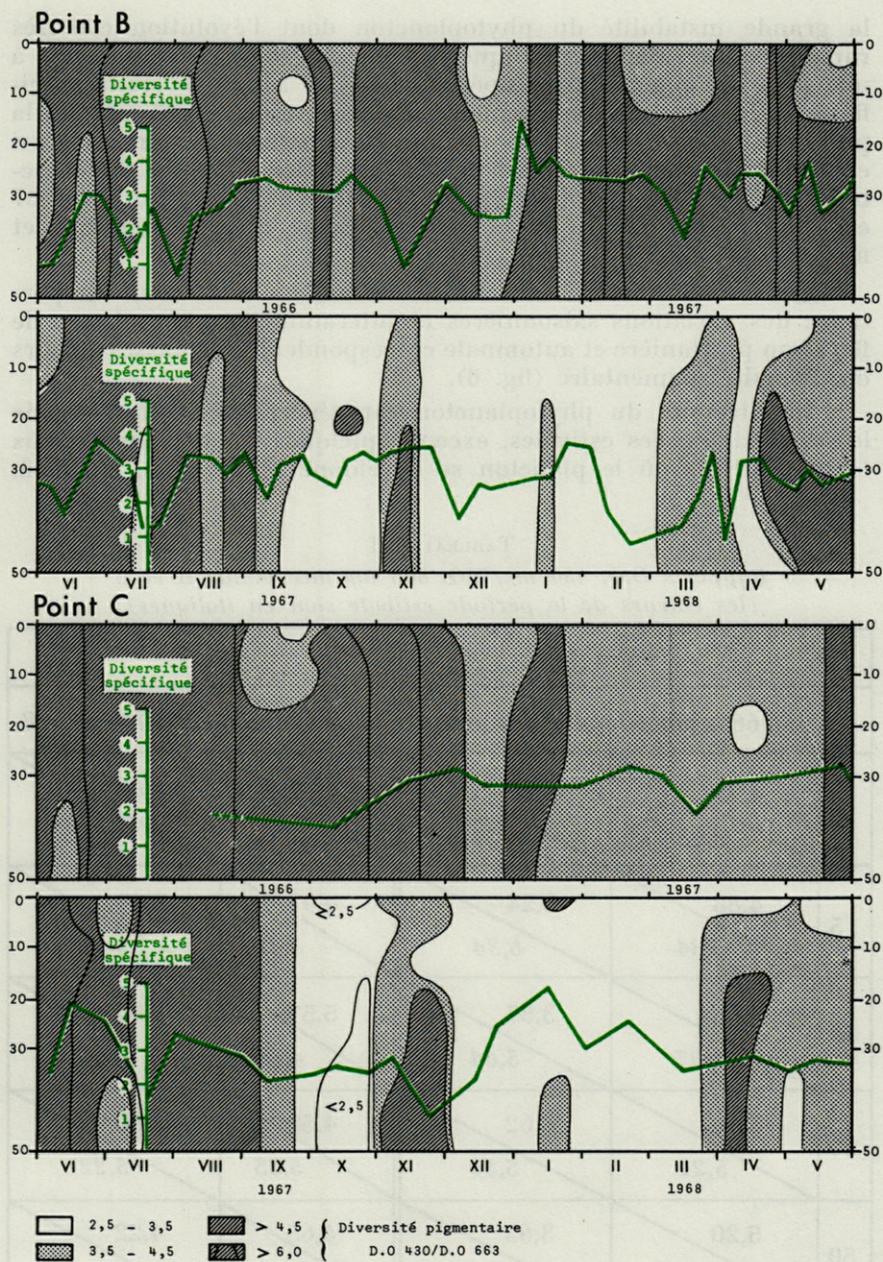


FIG. 6. — Variations de la diversité pigmentaire et de la diversité spécifique (prélèvements au filet), aux points B et C.

la grande instabilité du phytoplancton dont l'évolution est très rapide. Sur ce même graphique, les points isolés correspondant à une diversité pigmentaire supérieure à 5 et à une diversité spécifique inférieure à 3,5 représentent des prélèvements estivaux où la proportion d'agrégats organiques est maximale; le seston est ainsi enrichi en caroténoïdes, ce qui élève l'absorption à 430 m μ . Le caractère sénescant de la population de *Skeletonema costatum* en 1967 est souligné sur ce graphique par une basse diversité biotique et un quotient 430/663 élevé.

Les fluctuations saisonnières de ces indices confirment l'importance des variations saisonnières et interannuelles. Les phases de floraison printanière et automnale correspondent à de basses valeurs de diversité pigmentaire (fig. 6).

La diversité du phytoplancton est généralement élevée dans les eaux stabilisées estivales, excepté quelques valeurs basses sous la thermocline où le plancton se développe bien. Ainsi, en 1966,

TABLEAU VII
Rapports D.O. 430 m μ /D.O. 663 m μ aux points B et C
(les valeurs de la période estivale sont en italiques)

	Point B		Point C	
	juin 66 – juin 67	juin 67 – juin 68	juin 66 – juin 67	juin 67 – juin 68
0	4,74 <i>5,65</i>	3,17 <i>6,54</i>	5,20 <i>5,24</i>	3,43 <i>7,01</i>
5	4,88 <i>5,84</i>	3,24 <i>6,34</i>	4,93 <i>4,37</i>	3,49 <i>5,11</i>
10	4,66 <i>5,07</i>	3,37 <i>5,64</i>	5,57 <i>4,56</i>	3,39 <i>6,69</i>
20	5,16 <i>5,21</i>	3,62 <i>5,50</i>	4,58 <i>5,35</i>	3,80 <i>5,22</i>
50	5,20 <i>4,70</i>	3,63 <i>4,90</i>	4,65 <i>5,40</i>	4,22 <i>4,94</i>

le rapport 430/663 est demeuré inférieur à 3 sous la thermocline alors qu'il est supérieur à 4 dans les couches supérieures (tableau VI).

La différence de diversité entre la période de stabilité estivale et celle d'homogénéité hivernale est particulièrement nette en 1967-68 : 3,5 en moyenne d'octobre à juin contre 6,0 en été.

L'homogénéité verticale et horizontale est caractéristique. Si on exclut le niveau 50 m proche du fond, la diversité pigmentaire diminue légèrement à partir de la surface; ce fait, assez paradoxal, provient des très fortes valeurs superficielles estivales car le gradient s'inverse de l'automne à l'été, les conditions de photosynthèse étant alors plus favorables en surface. Les valeurs des indices aux points B et C sont très voisines (tableau VII).

La tendance habituelle d'un écosystème est d'accroître sa maturité au cours de la succession des espèces. Dans le plancton, à partir du mélange vertical qui représente en quelque sorte le temps 0 de la succession, les populations tendent à se diversifier; la dominance passe des Diatomées aux Dinoflagellés qui sont mieux adaptés aux eaux stabilisées. A la suite de MARGALEF, il est classique de distinguer trois étapes dans une succession, chacune d'elles étant caractérisée par un certain groupe d'espèces.

A Banyuls on observe normalement deux successions dont les débuts sont marqués par des baisses de diversité :

— la première commence en début d'année avec les espèces *Skeletonema costatum*, *Rhizosolenia delicatula* et plusieurs espèces du genre *Chaetoceros*; elle se poursuit jusqu'à la fin de l'été, ou la dominance appartient aux *Ceratium* et à *Hemiaulus hauckii* dans les filets; ces espèces sont caractéristiques de la 3^e étape de la succession (voir MARGALEF, 1967); cette troisième étape n'est jamais atteinte sous la thermocline et, paradoxalement, l'écosystème profond est alors moins « mûr » que celui de surface;

— la deuxième succession commence à la suite de la rupture de la stabilité thermique, par une prolifération de Diatomées de diversité supérieure à celle de la phase printanière. La convection verticale permanente ne permet jamais une stabilisation suffisante des conditions de milieu pour que l'écosystème puisse acquérir une maturité élevée; il n'y a que très rarement l'étape 3. La diversité s'élève en fin de succession car la compétition interspécifique est toujours réduite quand les conditions de photosynthèse ne sont pas favorables.

TABLEAU VIII
Diversité pigmentaire moyenne aux points B et C

	Point B	Point C	Moyenne
0	4,75	4,98	4,82
5	4,82	4,36	4,71
10	4,52	4,94	4,63
20	4,39	4,40	4,33
50	4,60	4,71	4,63

De toute façon, l'instabilité des conditions locales maintient le plancton de Banyuls dans un état de maturité inférieure à celui des côtes espagnoles : diversité spécifique plus faible, successions ne menant jamais à des stades d'évolution ultime avec des populations d'organismes nageurs à fortes ornementsations.

V. — CARACTÉRISTIQUES SYNTHÉTIQUES DES POPULATIONS PHYTOPLANCTONIQUES DE BANYULS

De cette étude détaillée du cycle des Diatomées et Périidiniens, il faut essayer de dégager les traits essentiels qui individualisent le plancton de Banyuls.

1. — Le phytoplancton de Banyuls est un plancton méditerranéen assez pauvre en espèces de Dinoflagellés, hormis celles du genre *Ceratium*; très peu d'espèces des genres *Prorocentrum*, *Phalacroma*, *Dinophysis*, *Amphisolenia* et surtout *Peridinium*. Parmi les 50 espèces les mieux représentées il y a seulement 5 Périidiniens contre 15 à Castellón.

2. — Parmi les Diatomées les plus représentatives, on peut citer *Skeletonema costatum*, l'ensemble du groupe des *Nitzschia*, *Chaetoceros curvisetus*, *Chaetoceros insignis*, *Asterionella japonica* et *Leptocylindrus danicus*.

3. — Si j'ai, au début de cet article, parlé de trois périodes à populations différentes, il est plus logique, en se référant à la diversité de ne considérer que deux successions par an. Chaque succession débute par une prolifération massive de Diatomées : la pre-

mière, en février, qui est due exclusivement à *Skeletonema costatum* apportée par les eaux rhodaniennes, la seconde en septembre-octobre lors de la rupture de la thermocline.

La première succession mène à des populations plus différenciées que la seconde, avec une dominance des Périidinies; cependant, sous la thermocline, les Diatomées prolifèrent. L'ensemble du cycle peut être schématisé (fig. 7) de façon à faire ressortir les différences entre les deux successions.

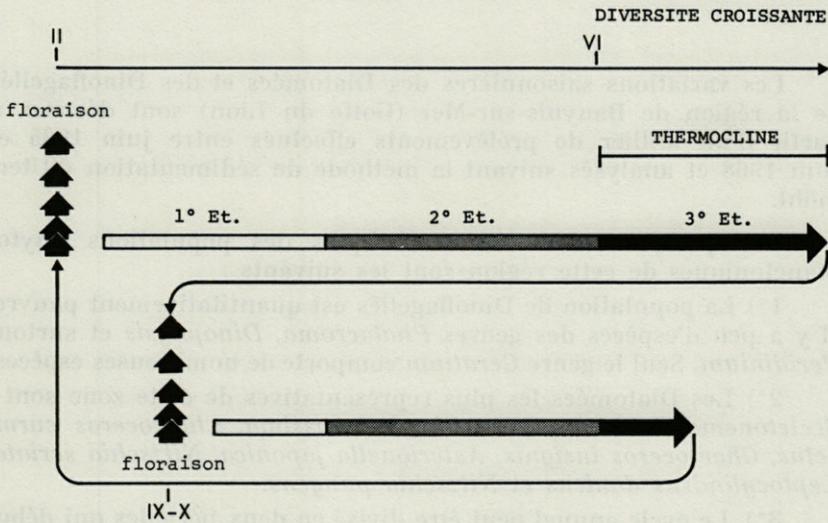


FIG. 7.— Schématisation du cycle annuel.

4. — La richesse moyenne des prélèvements (85 000 c/l pour les trois points, B, C et E) classe Banyuls et le Golfe du Lion parmi les aires géographiques les plus riches de la Méditerranée occidentale; la faible profondeur du golfe et la présence du Rhône le laissaient prévoir. Si la diversité pigmentaire paraît élevée pour une région de forte production, il faut y voir là l'influence des débris organiques. Le plancton vivant forme dans le Golfe du Lion une proportion particulièrement réduite de la masse totale (JACQUES, 1967); il serait intéressant de déterminer la masse sestonique car cette matière morte constitue une réserve importante et un foyer de développement pour les bactéries; les grands détritux estivaux sont certainement responsables de l'élévation du quotient D.O. 430 μ /D.O. 663 μ entre juin et septembre.

5. — Enfin, d'une année à l'autre, d'une semaine à l'autre et même d'un jour à l'autre, les conditions de milieu, particulière-

ment la salinité, peuvent changer; ces fréquents apports d'eau douce superposent à la succession normale des phénomènes de translation et enrichissent les eaux en substances dissoutes et en métabolites dont le rôle sur la sélection des espèces et sur la production est encore imprécis.

RÉSUMÉ

Les variations saisonnières des Diatomées et des Dinoflagellés de la région de Banyuls-sur-Mer (Golfe du Lion) sont décrites à partir d'un millier de prélèvements effectués entre juin 1965 et juin 1968 et analysés suivant la méthode de sédimentation d'Utermöhl.

Les quelques traits caractéristiques des populations phytoplanctoniques de cette région sont les suivants :

1°) La population de Dinoflagellés est quantitativement pauvre. Il y a peu d'espèces des genres *Phalacroma*, *Dinophysis* et surtout *Peridinium*. Seul le genre *Ceratium* comporte de nombreuses espèces.

2°) Les Diatomées les plus représentatives de cette zone sont : *Skeletonema costatum*, *Nitzschia delicatissima*, *Chaetoceros curvisetus*, *Chaetoceros insignis*, *Asterionella japonica*, *Nitzschia seriata*, *Leptocylindrus danicus* et *Nitzschia pungens*.

3°) Le cycle annuel peut être divisé en deux périodes qui débudent chacune par une prolifération de Diatomées : la première, en février est due exclusivement à *Skeletonema costatum* (jusqu'à 5 millions de c/l) apportée par les eaux rhodaniennes; la seconde, en septembre-octobre, est provoquée par l'apport de sels dissous dans les couches superficielles, lors de la rupture de la thermocline.

4°) La teneur moyenne des Diatomées par prélèvements (80 000 c/l) fait de cette région du Golfe du Lion une des aires les plus riches de Méditerranée occidentale.

5°) Le matériel détritique est très important, particulièrement en été, où les grands débris organiques sont à l'origine d'une élévation anormale de la diversité pigmentaire.

6°) Les conditions locales, tout particulièrement la salinité, varient rapidement et les phénomènes de translation de populations sont fréquents.

SUMMARY

Seasonal variations of Diatoms and Dinoflagellates in the region of Banyuls-sur-Mer (Golfe du Lion) are described from one thousand samples (june 1965 - june 1968) analysed following the Utermöhl's sedimentation method.

The main characters of the phytoplanktonic populations of this region are :

1°) The population of Dinoflagellates is quantitatively poor. A few species belong to the genus *Phalacroma*, *Dinophysis* and especially *Peridinium*. The genus *Ceratium* includes numerous species.

2°) Most representatives Diatoms of Banyuls waters are : *Skeletonema costatum*, *Nitzschia delicatissima*, *Chaetoceros curvisetus*, *Chaetoceros insignis*, *Asterionella japonica*, *Nitzschia seriata*, *Leptocylindrus danicus* and *Nitzschia pungens*.

3°) Annual cycle can be divided in two periods, each of them starting by a Diatom bloom : the first, in february, concerns exclusively *Skeletonema costatum* (up to 5 000 000 c/l) which is brought by the waters of the dilution zone of Rhône; the second one, in september-october, is due to the supply of dissolved salts in the superficial layers at the time of the breakdown of summer thermocline.

4°) The average content of Diatoms by sample (80 000 c/l), in this region of the Gulf of Lion, shows that it is one of the richest area in western Mediterranean.

5°) Detritic material is quite important, particularly in summer, when large organic detritus originate an abnormal increase in the pigments diversity.

6°) Local conditions, especially the salinity, vary rapidly and translations of populations are frequents phenomenon.

ZUSAMMENFASSUNG

Die jahreszeitlichen Schwankungen der Diatomeen und Dinoflagellaten der Gegend von Banyuls-sur-Mer (Golfe du Lion) sind an Hand von ungefähr tausend, zwischen Juni 1965 und Juni 1968

entnommenen Proben beschrieben und nach der Utermöhl'schen Sedimentations- methode untersucht worden.

Folgende Eigenschaften kennzeichnen in erster Linie die Phytoplanktonpopulation dieser Gegend :

1. Die Population der Dinoflagellaten ist mengenmässig gering. Nur die Gattung *Ceratium* ist durch zahlreiche Arten vertreten, während nur wenige Arten der Gattungen *Phalacroma*, *Dinophysis* und vor allem *Peridinium* zu finden sind.

2. Die hauptsächlich vertretenen Diatomeenarten dieser Zone sind : *Skeletonema costatum*, *Nitzschia delicatissima*, *Chaetoceros curvisetus*, *Chaetoceros insignis*, *Asterionella japonica*, *Nitzschia seriata*, *Leptocylindrus danicus* und *Nitzschia pungens*.

3. Der Jahreszyklus kann in zwei Perioden geteilt werden. Der Beginn dieser Perioden ist jeweils durch eine gewaltige Vermehrung der Diatomeen gekennzeichnet. Die erste dieser Massenansammlungen findet im Februar statt und betrifft ausschliesslich *Skeletonema costatum* (bis 5 Millionen c/l), welche durch die weniger salzhaltigen Gewässer um die Rhonemündung in die untersuchte Gegend gebracht werden. Die zweite, im September-Oktober beobachtete, ist durch das Vorhandensein von gelösten Salzen in den oberflächlichen Schichten nach dem Bruch der Thermokline bedingt.

4. Der durchschnittliche Diatomeengehalt (80.000 c/l) zeigt, dass diese Gegend des Golfe du Lion eine der reichsten des westlichen Mittelmeeres ist.

5. Detritusmaterial spielt vor allem im Sommer eine wichtige Rolle. In dieser Jahreszeit verursachen die organischen Trümmer eine aussergewöhnliche Erhöhung der Pigmentmannigfaltigkeit.

6. Die lokalen Verhältnisse, vor allem der Salzgehalt, wechseln sehr schnell; man beobachtet deshalb häufig Verschiebungen der Populationen.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BERNARD, F., 1938. Cycle annuel du nannoplancton à Monaco et Banyuls. I. Etude quantitative. *Annls Inst. océanogr., Monaco*, 17 : 349-405.
- BERNHARD, M. et L. RAMPI, 1967. The annual cycle of the " Utermöhl-phytoplankton " in the Ligurian sea in 1959 and 1962. *Publ. Staz. zool. Napoli*, 35 : 137-169.
- BHAUD, M., G. JACQUES et C. RAZOULS, 1967. Données météorologiques et hydrologiques de la région de Banyuls-sur-Mer. Année 1965-1966 (Point côtier). *Vie Milieu*, 18 (1-B) : 137-151.
- BUCALOSSI, G., 1960. Etude quantitative des variations du phytoplankton dans la baie d'Alger en fonction du milieu (novembre 1959 à mai 1960). *Bull. Inst. océanogr., Monaco*, 1189 : 40 p.

- DANGEARD, P., 1932. Phytoplankton recueilli à Banyuls-sur-Mer. *Arch. Zool. exp. gén.*, 74 (18) : 317-355.
- DEVÈZE, L., 1959. Cycle biologique des eaux et écologie des populations planctoniques. *Recl Trav. Stn mar. Endoume*, 25 : 220 p.
- HASLE, G.R., 1964. *Nitzschia* and *Fragilariopsis* species studied in the light and electron microscopes. I. Some marine species of the groups *Nitzschiella* and *Lanceolatae*. *Skr. norske Vidensk-Aca.*, 16 : 48 p.
- HASLE, G.R., 1965. *Nitzschia* and *Fragilariopsis* species studied in the light and electron microscopes. II. The group *Pseudonitzschia*. *Ibid.*, 18 : 45 p.
- HASLE, G.R., 1965. *Nitzschia* and *Fragilariopsis* species studied in the light and electron microscopes. III. The genus *Fragilariopsis*. *Ibid.*, 21 : 49 p.
- HERRERA, J. et R. MARGALEF, 1963. Hidrografia y fitoplancton de la costa comprendida entre Castellón y la desembocadura del Ebro, de julio de 1960 a junio de 1961. *Investigacion pesq.*, 24 : 33-112.
- INAGAKI, H., 1967. Mise au point de la loi de Motomura et essai d'une écologie évolutive. *Vie Milieu*, 18 (1-B) : 153-166.
- JACQUES, G., 1967. Aspects quantitatifs du phytoplancton de Banyuls-sur-Mer (Golfe du Lion). — I - Pigments et populations phytoplanctoniques dans le Golfe du Lion en mars 1966. *Vie Milieu*, 18 (2-B) : 239-272.
- JACQUES, G., 1968. Aspects quantitatifs du phytoplancton de Banyuls-sur-Mer (Golfe du Lion). II - Cycle des flagellés nanoplanctoniques. *Ibid.*, 19 (1-B) : 17-33.
- JACQUES, G., 1968. Floraison « printanière » du phytoplancton à Banyuls (golfe du Lion) en 1968. *Rapp. P.V. Réun. Comm. int. Explor. scient. Mer Méditer.*, sous presse.
- LOPEZ, J., 1966. Variacion y regulacion de la forma en el genero *Ceratium*. *Investigacion pesq.*, 30 : 325-427.
- MARGALEF, R., 1951. Ciclo anual del fitoplancton marino en la costa NE de la Peninsula Iberica. *Publnes Inst. Biol. apl.*, 8 : 83-118.
- MARGALEF, R., 1957. La teoria de la informacion en ecologia. *Mems R. Acad. Cien. Artes, Barcelona*, 32 (13) : 373-449.
- MARGALEF, R., 1957. Fitoplancton de las costas de Blanes (Gerona) de agosto de 1952 a junio de 1956. *Investigacion pesq.*, 8 : 89-95.
- MARGALEF, R., 1961. Communication of structure in planktonic populations. *Limnol. oceanogr.*, 6 : 124-128.
- MARGALEF, R., 1961. Corrélations entre certains caractères synthétiques des populations de phytoplancton. *Hydrobiologia*, 18 : 155-164.
- MARGALEF, R., 1963. El ecosistema pelagico de un area costera del Mediterraneo occidental. *Mem. R. Acad. Cien. Artes, Barcelona*, 35 (1) : 1-48.

- MARGALEF, R., 1964. Fitoplancton de las costas de Blanes (provincia de Gerona, Mediterraneo occidental) de julio de 1959 a junio de 1963. *Investigacion pesq.*, 26 : 131-164.
- MARGALEF, R., 1967. El ecosistema. Dans *Fundacion la Salle de Ciencias naturales* (éd.). *Ecologia marina* : monogr. 14, Caracas : 377-453.
- MARGALEF, R., 1967. Ritmos, fluctuaciones y sucesion. *Ibid.*, 454-492.
- MARGALEF, R. et A. BALLESTER, 1967. Fitoplancton y producción primaria de la costa catalana, de junio de 1965 a junio de 1966. *Investigacion pesq.*, 31 (1) : 165-182.
- MARGALEF, R. et J. CASTELLVI, 1967. Fitoplancton y producción primaria de la costa catalana, de julio de 1966 a julio de 1967. *Investigacion pesq.*, 31 (3) : 491-502.
- MARGALEF, R. et E. MORALES, 1960. Fitoplancton de las costas de Blanes (Gerona), de julio de 1956 a junio de 1959. *Investigacion pesq.*, 16 : 3-31.
- MORALES, E., 1956. Fitoplancton de Blanes desde agosto de 1951 hasta julio de 1952. *Investigacion pesq.*, 4 : 47-48.
- MOTOMURA, I., 1932. Etude statistique de la population écologique (en nippon). *Doobutugaku Zassi*, 44 : 379-383.
- PAVILLARD, J., 1905. Recherches sur la flore pélagique de l'étang de Thau. Thèse Doc., Fac. Sci. Univ., Paris : 116 p.
- PAVILLARD, J., 1909. Sur les Péridiniens du golfe du Lion. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 9 : 277-284.
- PAVILLARD, J., 1916. Recherches sur les Diatomées pélagiques du Golfe du Lion. *Trav. Inst. Bot. Univ. Montpellier*, 5 : 7-62.
- PAVILLARD, J., 1937. Les Péridiniens et Diatomées pélagiques de la mer de Monaco de 1907 à 1914. Observations générales et conclusions. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, 738 : 56 p.
- REIMANN, B.E.F. et J.C. LEWIN, 1964. The Diatom genus *Cylindrotheca* Rabenhorst (with a reconsideration of *Nitzschia closterium*). *J. R. Micr. Soc.*, 83 (3) : 283-296.
- SOURNIA, A., 1967. Le genre *Ceratium* (Péridinien planctonique) dans le canal de Mozambique. Contribution à une révision mondiale. *Vie Milieu*, 18 (2-3-A) : 375-500.
- TRAVERS, A., 1962. Recherches sur le phytoplancton du Golfe de Marseille. I - Etude qualitative des Diatomées et des Dinoflagellées du Golfe de Marseille. *Recl. Trav. Stn mar. Endoume*, 41 : 7-69.
- TRAVERS, A., 1965. Microplancton récolté en un point fixe de la Mer Ligure (Bouée-Laboratoire du Comexo) pendant l'année 1964. *Recl. Trav. Stn mar. Endoume*, 55 : 11-50.
- TRAVERS, M., 1962. Recherches sur le phytoplancton du Golfe de Marseille. II - Etude quantitative des populations phytoplanctoniques du Golfe de Marseille. *Recl. Trav. Stn mar. Endoume*, 41 : 70-139.

Reçu le 7 août 1968.

VARIATIONS SAISONNIÈRES DES POPULATIONS
DU MACROPLANCTON DE LA RÉGION
DE BANYULS-SUR-MER 1965-1967
(A L'EXCEPTION
DES CRUSTACÉS ET DES MOLLUSQUES)

par Suzanne RAZOULS
Laboratoire Arago, 66 - Banyuls-sur-Mer

SOMMAIRE

L'auteur a analysé des pêches planctoniques, effectuées régulièrement, afin d'estimer la composition du macroplancton et suivre ses variations saisonnières dans les eaux néritiques. Une comparaison a été faite avec des secteurs côtiers et océaniques.

Plusieurs campagnes océanographiques en Méditerranée occidentale, ont fourni des renseignements sur la répartition géographique des espèces macroplanctoniques, tandis que les variations saisonnières des principales espèces sont connues pour un certain nombre de stations côtières fixes, réparties autour du bassin occidental, principalement du Golfe du Lion (Marseille, Banyuls), Castellón.

Alors que les variations saisonnières du macroplancton sont le plus souvent envisagées en fonction de la profondeur, cette étude se propose plus spécialement l'estimation de la quantité totale du macroplancton et de ses variations pour l'ensemble de la colonne d'eau (1).

(1) Ce travail constitue un élément d'une étude générale du plancton réalisée par une équipe de chercheurs, les prélèvements étant communs.

I. — MATÉRIEL ET MÉTHODE

Les pêches ont lieu en 4 points répartis de la côte vers le large : A : 0,5 mille, profondeur 25 m ; B : 1,5 mille, profondeur 55 m ; C : 6 milles, profondeur 95 m ; E : 12 milles, profondeur 850 m, et situés sur une radiale Ouest-Est partant du Cap Béar.

Pour chacune de ces stations, les caractéristiques hydrologiques ont été relevées régulièrement; celles du point B qui est facile d'accès en raison de sa situation (le point A très proche de la côte est trop soumis aux influences continentales) ont donné lieu à une étude plus précise (BHAUD, JACQUES, C. RAZOULS, 1967; JACQUES, C. RAZOULS, THIRIOT, 1968); elles sont résumées sur la figure 1.

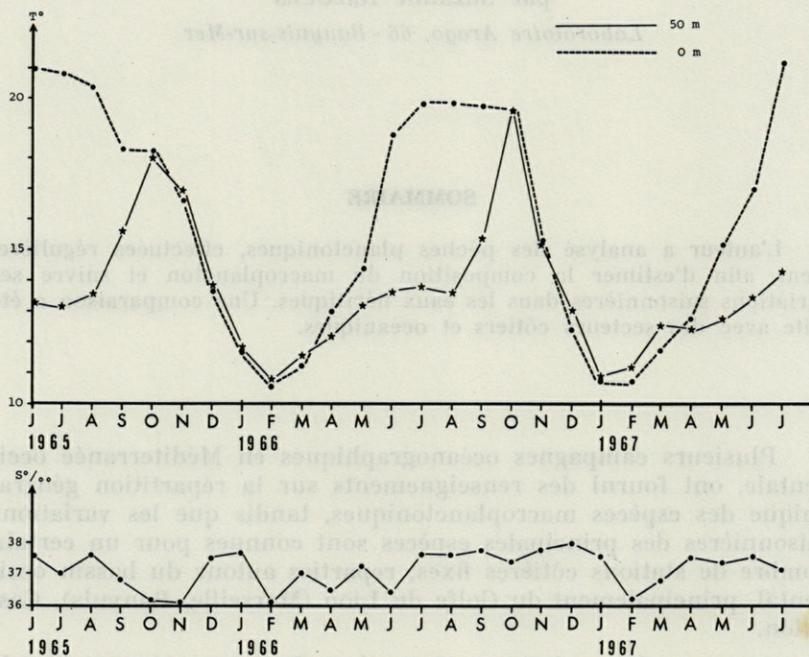


FIG. 1. — Moyennes mensuelles des températures (en surface et à 50 m) et des salinités en surface, au point B.

Le rythme des sorties est le suivant : hebdomadaire au point B, une fois par quinzaine aux points A et C, mensuel au point E.

Toutefois, les conditions météorologiques défavorables ont interdit les sorties au point C en octobre 1965, février et avril 1966; au point E les mêmes mois, et en janvier et septembre 1966, janvier 1967.

Je donnerai les résultats des pêches aux points A, C et E, prospectés moins fréquemment, à titre comparatif.

Le filet utilisé, du type « Hensen-egg », vide de maille 330 μ , est tiré verticalement du fond à la surface.

La grande abondance des Echinodermes, des Appendiculaires ou d'autres groupes, m'a amenée à diluer les prises avant de les compter. Après fractionnement en parties aliquotes par la boîte de Motoda, les comptages ont porté sur 1/2, 1/4 ou 1/8 de la prise totale, selon la richesse relative du plancton. Toutefois, pour certains groupes moins abondants — Hydroméduses par exemple — une fraction plus importante ou la totalité de la prise a été examinée.

II. — ÉTUDE QUALITATIVE DES DIFFÉRENTS GROUPES

Les groupes étudiés se répartissent entre :
le méroplancton :

Hydroméduses (24 espèces)
Larves d'Echinodermes

l'holoplancton :

Hydroméduses (10 espèces)
Acalèphes (3 espèces)
Siphonophores (16 espèces)
Cténophores (2 espèces)
Chaetognathes (6 espèces)
Thaliacés (6 espèces)
Appendiculaires (10 espèces)
Œufs de Poissons.

Pour chacun d'eux, j'ai suivi l'évolution saisonnière des principales espèces et noté la présence des espèces rares ou sporadiques (Annexe I) (1).

Les indications écologiques relatives aux espèces présentes à Banyuls et la comparaison géographique avec d'autres secteurs voisins du Golfe du Lion ont été exposées antérieurement (S. RAZOULS et A. THIRIOT, 1968) et ne seront pas abordées ici.

Sauf pour les Hydroméduses méroplanctoniques (Antho- et Leptoméduses) le nombre des espèces présentes dans le plancton varie peu au cours de l'année (Tableau I).

(1) Les points A et B ont été volontairement confondus dans ce tableau, en raison de leur similitude.

Au-delà du mois de juillet 1967, la présence des espèces est fournie par des pêches effectuées avec d'autres types de filet que le Hensen-egg.

TABLEAU I
Moyenne du nombre d'espèces de juin 1965 à juillet 1967

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Hydroméduses :												
méroplanctoniques	7	8	9	11	10	10	9	6	9	9	6	5
holoplanctoniques	3	4	4	4	4	3	3	4	3	5	5	5
Siphonophores	9	7	9	7	7	6	7	10	8	9	9	8
Chaetognathes	5	4	5	4	4	4	4	5	5	4	5	4
Thaliacés	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	4	3
Appendiculaires	6	6	6	4	3	5	6	3	3	4	6	6

Les espèces méroplanctoniques atteignent leur maximum de diversité au printemps — d'avril à juin — avec une nouvelle poussée de moindre importance en automne; c'est également le cas dans les régions plus septentrionales (BODO, 1963).

Les Trachyméduses et les Narcoméduses au contraire se diversifient davantage en automne.

Parmi les autres groupes, les Siphonophores présentent la plus grande variété en été, puis en automne-hiver; les Thaliacés, en automne, les Appendiculaires en automne et hiver.

L'apport à certaines périodes de l'année, d'eaux « étrangères » à la région de Banyuls, venant du large ou de profondeur, doit contribuer à l'arrivée d'espèces rares ou sporadiques (Annexe I).

III. — VARIATION QUANTITATIVE DU MACROPLANCTON AU POINT « B »

L'importance relative de chaque groupe est exprimée en pourcentages (moyennes mensuelles) de l'ensemble des prises, les diamètres croissant des cercles correspondant à une quantité croissante d'individus (fig. 2).

Les variations saisonnières de chaque groupe, compte tenu du nombre total d'individus dans la prise, permettent d'apprécier la composition du plancton de la région étudiée.

En 1965, juin et juillet, et les mois de septembre à novembre apparaissent très riches — de 10 000 à 16 000 individus en moyenne par prise, soit de 560 à 900 individus par m³.

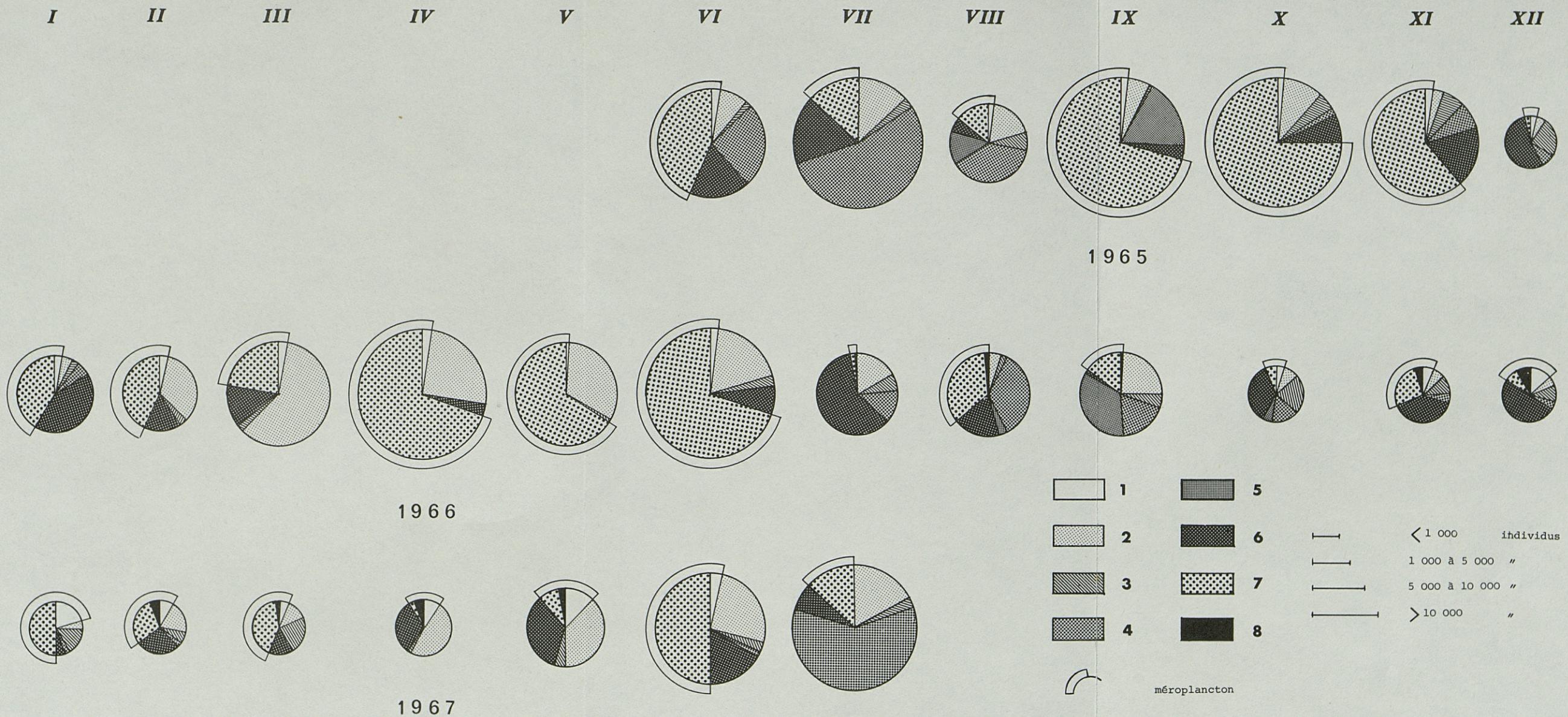


FIG. 2. — Evolution des différents groupes au point B, en pourcentage du nombre total d'individus. Le rayon des cercles correspond au nombre total d'individus (moyenne mensuelle).

1. Hydroméduses; 2. Siphonophores; 3. Chaetognathes; 4. Doliolides; 5. Salpides; 6. Appendiculaires; 7. Echinodermes; 8. Œufs de Poissons.

TABLEAU II

Variations quantitatives des différents groupes pour la période étudiée

	1965		1966		1967	
	Moyenne mensuelle	%	Moyenne mensuelle	%	Moyenne mensuelle	%
Janvier			Echino. 700 Appendic. 600	41 40,5	Echino. 500 Hydrom. 220 Chaetog. 200	49,3 21,4 17,1
Février			Echino. 1 800 Siphon. 1 400 Appendic. 700	42,3 33,6 17,3	Appendic. 300 Echino. 260 Siphono. 160	32,7 28,8 18
Mars			Siphon. 4 400 Echino. 1 400	66,2 20,2	Echino. 450 Appendic. 200 Chaetog. 180 Siphono. 140	41,1 20,6 17 12,7
Avril			Echino. 16 000 Siphon. 5 800	69,2 24,6	Appendic. 300 Siphono. 500	32 48,9
Mai			Echino. 4 700 Siphon. 2 300	65,7 31,7	Appendic. 600 Siphon. 600 Hydrom. 200	36 36 13,3
Juin	Echinodermes 3 000 Doliolles 1 800 Appendic. 1 300	42,5 25,5 18,8	Echino. 14 000 Siphon. 4 200	68,8 20,5	Echino. 3 200 Siphon. 1 600 Appendic. 800	53,7 26,3 13,4
Juillet	Doliolles 6 000 Appendic. 1 800 Siphon. 1 700 Echino. 1 500	54,9 16,6 16 13,9	Appendic. 2 000 Siphon. 600 Doliolles 500	59,6 17 14	Doliolles 7 500 Siphon. 2 300 Echino. 1 800	59,4 18,3 14
Août	Doliolles 1 000 Siphon. 650 Salpes 630 Echino. 400	33 20 19,9 13	Doliolles 1 700 Echino. 1 600 Appendic. 1 000	36,9 34,7 20,3		
Septembre	Echino. 11 000 Salpes 3 000	69,4 18,4	Salpes 1 400 Siphono. 1 000 Doliolles 800 Echino. 600	34,3 24 19,7 15		
Octobre	Echino 10 000 Siphon. 1 400	75 10	Appendic. 500 Chaetog. 400 Doliolles 250	33,6 24,2 16		
Novembre	Echino 4 500 Appendic. 1 000	64,2 14	Appendic. 200 Echino. 160 Chaetog. 90	40,8 27,5 15,2		
Décembre	Appendic. 600 Chaetog. 300 Doliolles 120	54,8 24,5 10,7	Appendic. 300 Hydromed. 90 Chaetog. 70	48,3 15 11,4		

En 1966, le macroplancton atteint sa plus forte densité de population — 20 000 individus par prise — en avril et juin, soit environ 1 100 individus par m³.

Le cycle de l'année 1967 se rapproche de celui de 1965.

Au cours de ces deux années de cycle, la période octobre 1966 à mai 1967 se révèle particulièrement pauvre — moins de 1 000 individus par prise en moyenne —. Ceci correspond à une baisse générale de la quantité de zooplancton à Banyuls en automne 1966, et à une faible abondance au printemps 1967, en particulier chez les Mollusques (communication personnelle, C. THIRIOT-QUIÉVREUX).

Ces variations quantitatives brutales (fig. 2), peuvent être reliées à des changements d'une année sur l'autre dans les populations constituant le stock de macroplancton (Tableau II).

IV. — RÉPARTITION SAISONNIÈRE DES PRINCIPALES ESPÈCES

A) MÉROPLANCTON

Quantitativement, il domine au moment de l'apparition des larves d'Echinodermes (fig. 3), et ne compte que 5 espèces d'Hydroméduses assez nombreuses pour que leur cycle apparaisse nettement; il s'agit de *Podocoryne carnea*, *Sarsia gemmifera*, *Lizzia blondina*, *Obelia* spp. et *Phialidium hemisphaericum*.

1° Larves d'Echinodermes, *Echinoplutei* et *Ophioplutei*

Elles présentent deux périodes de maximum par an : la première au printemps : juin 1965, d'avril à juin 1966, juin 1967; la seconde à l'automne : septembre à novembre 1965, août et septembre 1966 (fig. 3).

2° Hydroméduses

Pour les 5 espèces citées précédemment, les variations quantitatives mettent en évidence deux pics par an (fig. 4A-G), d'amplitude variable selon la saison et l'espèce, ceci permet de distinguer :

- des espèces à dominance automnale, avec maximum principal en septembre-octobre et maximum secondaire à la fin de l'hiver et début du printemps : *Podocoryne* spp. (A), *Phialidium hemisphaericum* (E).
- des espèces à dominance printanière : *Lizzia blondina* (B), *Obelia* spp. (D), *Sarsia gemmifera* (C) pour qui le maximum principal se situe au printemps.

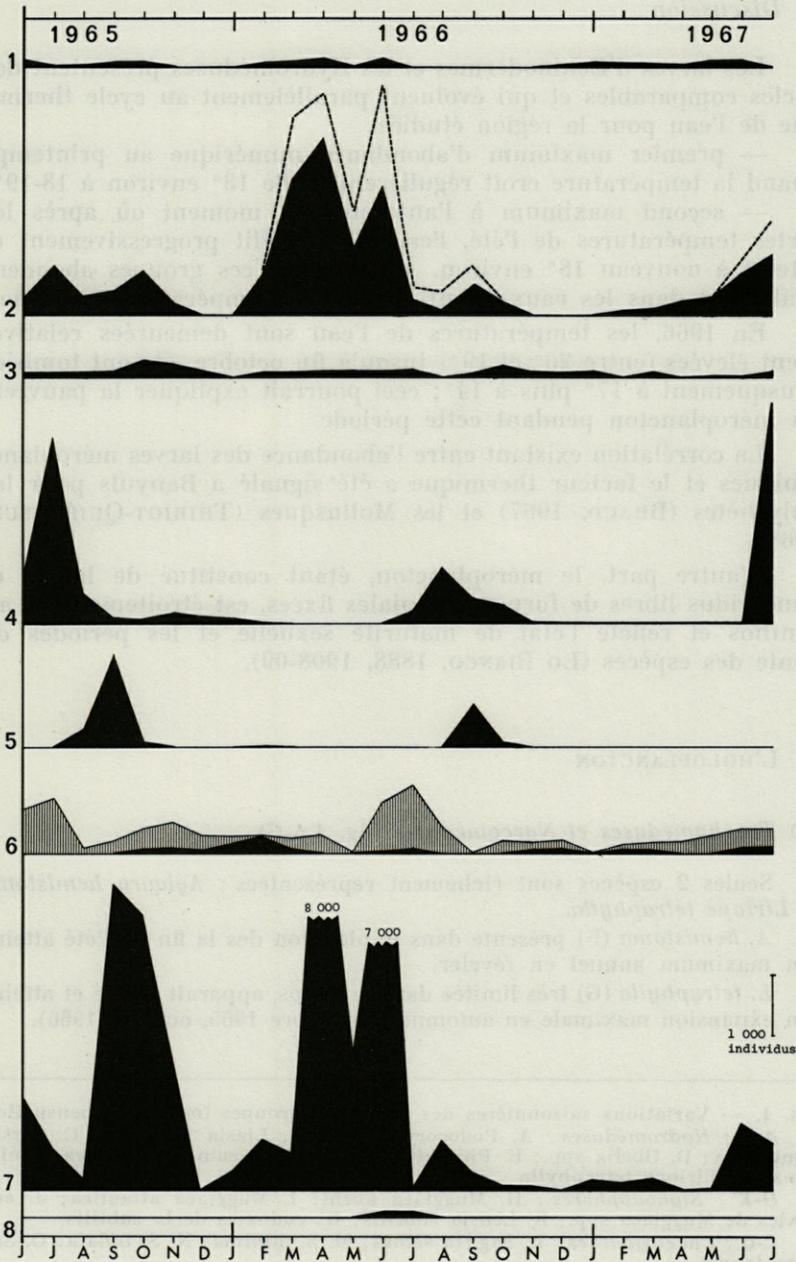


FIG. 3. — Variations du nombre total d'individus au point B (moyenne mensuelle). Même légende que la figure 2.
(En pointillé : Gonophores compris; en hachuré : Oikopleura).

3° Discussion

Les larves d'Echinodermes et les Hydroméduses présentent des cycles comparables et qui évoluent parallèlement au cycle thermique de l'eau pour la région étudiée:

— premier maximum d'abondance numérique au printemps quand la température croît régulièrement de 13° environ à 18-19°;

— second maximum à l'automne, au moment où après les fortes températures de l'été, l'eau se refroidit progressivement et atteint à nouveau 18° environ. A Castellón, ces groupes abondent également dans les eaux ayant atteint ces températures critiques.

En 1966, les températures de l'eau sont demeurées relativement élevées (entre 20° et 19°) jusqu'à fin octobre, et sont tombées brusquement à 17° puis à 14°; ceci pourrait expliquer la pauvreté du méroplancton pendant cette période.

La corrélation existant entre l'abondance des larves méroplanctoniques et le facteur thermique a été signalé à Banyuls pour les Polychètes (BHAUD, 1967) et les Mollusques (THIRIOT-QUIÉVREUX, 1968).

D'autre part, le méroplancton, étant constitué de larves et d'individus libres de formes coloniales fixées, est étroitement lié au benthos et reflète l'état de maturité sexuelle et les périodes de ponte des espèces (LO BIANCO, 1888, 1908-09).

B) L'HOLOPLANCTON

1°) *Trachyméduses et Narcoméduses* (fig. 4 A-G)

Seules 2 espèces sont richement représentées : *Aglaura hemistoma* et *Liriope tetraphylla*.

A. hemistoma (F) présente dans le plancton dès la fin de l'été atteint son maximum annuel en février.

L. tetraphylla (G) très limitée dans le temps, apparaît en été et atteint son expansion maximale en automne (novembre 1965, octobre 1966).

FIG. 4. — Variations saisonnières des différents groupes (moyenne mensuelle).

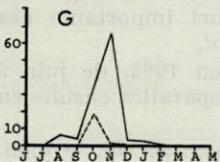
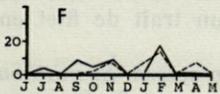
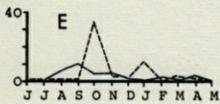
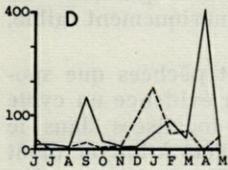
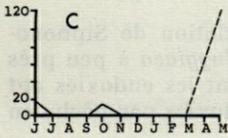
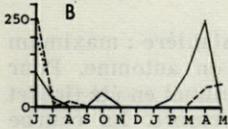
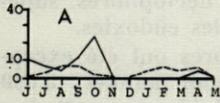
A-G : *Hydroméduses* : A. *Podocoryne* spp.; B. *Lizzia blondina*; C. *Sarsia gemmifera*; D. *Obelia* spp.; E. *Phialidium hemisphaericum*; F. *Aglaura hemistoma*; G. *Liriope tetraphylla*.

H-K' : *Siphonophores* : H. *Muggiaea kochi*; I. *Muggiaea atlantica*; J. eudoxies de *Muggiaea* spp.; K. *Lensia subtilis*; K'. eudoxies de *L. subtilis*.

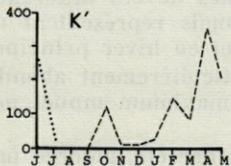
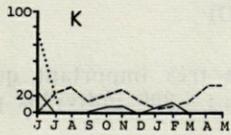
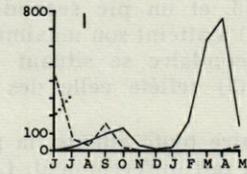
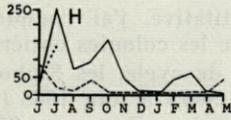
L-O : *Chaetognathes* : L. *Sagitta setosa*; M. *S. minima*; N. *S. inflata*; O. *Sagitta* jeunes.

P-R : *Appendiculaires* : P. *Fritillaria pellucida*; Q. *Fritillaria borealis*; R. *Oikopleura*.

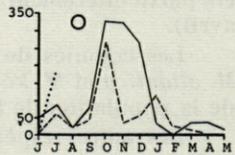
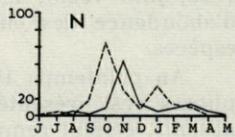
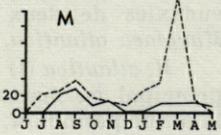
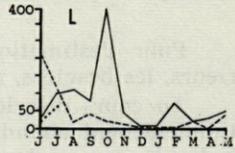
HYDROMEDUSES



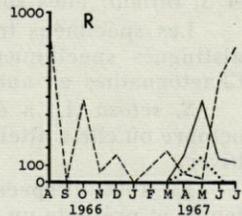
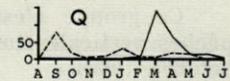
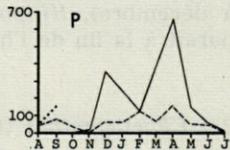
SIPHONOPHORES



CHAETOGNATHES



APPENDICULAIRES



A - Q ——— 1965 - 1966
 - - - - - 1966 - 1967
 fin 1967

R ——— *O. fusiformis*
 - - - - - *O. longicauda*
 *O. diotaa*

2°) *Siphonophores* (fig. 4 H-K')

Pour l'estimation quantitative, j'ai compté les nectophores supérieurs, les bractées, ainsi que les colonies entières et les eudoxies.

Au cours des deux ans de cycle, les Siphonophores ont été exceptionnellement abondants de mars à juin 1966 (maximum annuel : 5 000 individus par pêche en moyenne, soit environ 200 individus par m³). Les eudoxies de deux espèces sont responsables de cette « explosion » : *Muggiaea atlantica*, et *M. kochi* secondairement.

M. atlantica (I) présente un cycle à dominance printanière : maximum principal en mars-avril 1966, et un pic secondaire en automne. Pour la même période *M. kochi* (H) a atteint son maximum annuel en été (juillet 1965, juin 1966), le pic secondaire se situant en octobre. La courbe d'abondance des eudoxies (J) reflète celle des nectophores des deux espèces.

Au printemps 1967, contre toute attente, la population de Siphonophores s'est présentée tout à fait différemment. Les *Muggiaea* à peu près absents, étaient remplacés par *Lensia subtilis* (K), dont les eudoxies ont été particulièrement abondantes d'avril à juin (350 eudoxies par pêche en avril).

Les colonies de *L. subtilis* constituent, au même titre que celles de *M. atlantica* et *M. kochi*, le fond constant, quoique numériquement faible, de la population de Siphonophores de la région.

Les autres espèces recueillies au point B ne sont pêchées que sporadiquement ou en quantité trop faible pour mettre en évidence un cycle saisonnier. Parmi ces espèces, certaines sont bien localisées dans le temps : *Sulculeolaria chuni* se rencontre de la fin de l'été à l'hiver (août à décembre), *Hippopodius hippopus* apparaît à la fin de l'été et disparaît à la fin de l'hiver.

3°) *Chaetognathes* (fig. 4 L-O)

Ce groupe n'est jamais très important quantitativement dans les pêches verticales (maximum : 1 200 individus pour un trait de filet en octobre 1965).

Trois espèces sont nettement dominantes : *Sagitta setosa*, *S. minima* et *S. inflata*; elles sont pêchées toute l'année dans les eaux de Banyuls.

Les spécimens très jeunes de ces différentes espèces n'ont pas été distingués spécifiquement, mais représentent une part importante des Chaetognathes en automne et en hiver principalement.

S. setosa (L) a été particulièrement abondante en 1965, de juin à octobre où elle a atteint son maximum annuel, pour disparaître ensuite en hiver.

En 1966, l'espèce, plus discrète, amorce une remontée dès le printemps et présente un pic en juin. Ainsi que le souligne FURNESTIN (1960), cette espèce paraît sensible à la salinité des eaux où elle vit. A Banyuls, on constate que pour les mois où elle abonde, la salinité des eaux super-

ficielles des 10 premiers mètres présente une forte diminution (36,24 ‰ en octobre 1965, 36,51 ‰ en juin 1966).

S. minima (M) est constante dans le plancton de Banyuls, son cycle comporte deux périodes de fréquence maximum : en automne (1965 et 1966), et plus exceptionnellement au printemps (1966), ce qui correspond bien au comportement de l'espèce en Méditerranée (FURNESTIN, 1957).

S. inflata (N) de grande taille est relativement moins capturée que les autres espèces par le filet Hensen-egg. A Banyuls, son maximum annuel se situe en octobre-novembre, après les mois les plus chauds, à l'époque où la température s'homogénéise, vers 18°2 (en octobre 1965) et 15°4 (en novembre 1966), températures concordantes avec les limites de sensibilité thermique de l'espèce (FURNESTIN, 1957).

4°) *Thaliacés* (fig. 3)

Deux espèces sont importantes numériquement, *Doliolum nationalis* et *Thalia democratica*.

D. nationalis atteint des moyennes mensuelles de 6 000 à 7 000 individus par prise soit environ 300 par m³ à certaines époques. Les mois de juillet 1965 et 1967 ont été particulièrement riches : 17 000 et 18 000 individus pour une prise étant les maximums observés respectivement en 1965 et 1967 (soit environ 800 individus par m³). En 1966, le nombre de Doliolles a été beaucoup plus restreint (maximum annuel 2 000 individus).

Cette espèce se rencontre toute l'année en quantité minime, mais l'augmentation puis la diminution de la population sont des phénomènes rapides. Les températures élevées favorisent cet accroissement, le maximum de Doliolles correspond à une température de : 20°2 en juillet 1965, 19°8 en août 1966, 22°6 en juillet 1967). Ce cycle correspond à celui observé à Castellón (VIVES, 1966) mais diffère nettement de celui décrit à Villefranche (BRACONNOT, 1963) où les pics hivernaux ont été observés pour des températures de 15° et 16°.

A Banyuls, les individus observés étaient exclusivement des phorozoides, très rarement des larves, jamais des gonozoïdes. Etant donné la grande abondance des individus asexués dans cette région, il est probable que cette espèce se reproduit par bourgeonnement des phorozoides eux-mêmes, un cycle court se substituant au cycle normal (BRACONNOT, 1967).

Thalia democratica forme une population dense à certaines périodes précises de l'année, l'augmentation et la diminution du nombre d'individus étant un phénomène brutal.

En 1965, 1966, *T. democratica* atteint son maximum unique (1) en septembre avec des pêches de 7 000 et 4 000 individus par coup de filet (respectivement 300 et 190 individus par m³).

(1) Des pêches horizontales de décembre 1965 à mars 1966, fournissent des *Thalia* en quantité relativement importante en février-mars (A. THIRIOT et S. RAZOULS, 1968); mais ce pic secondaire n'est pas perceptible en pêche verticale.

Les températures correspondantes à ces prises sont élevées, respectivement 18°9 et 19°3.

Le cycle de *T. democratica* à Banyuls paraît décalé dans le temps par rapport à celui de Villefranche et différent de celui observé à Castellón :

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	
Villefranche				+	+					+	+		T° 14 à 19°
Banyuls	(+)	(+)							+				T° 18 à 19° (11°)
Castellón	+	+									+		T° 14 à 15° et 17°

Salpa fusiformis et *Ihlea punctata* ont été pêchés en petit nombre, mais régulièrement en novembre 1965 et 1966.

5°) Appendiculaires (fig. 4 P-R)

Ils comprennent deux grands groupes, inégalement représentés dans le plancton, appartenant aux genres *Oikopleura* et *Fritillaria*.

Au cours de l'année 1966, du mois de mai à septembre, les *Oikopleura* dominent nettement, avec leur maximum en juillet (2 000 individus par pêche en moyenne). A l'automne et en hiver, ils sont remplacés par des Fritillaires (maximum février 1966 : 700 individus en moyenne).

Les espèces numériquement responsables de ces pics sont *O. longicauda*, *F. pellucida* et *F. borealis*.

La répartition saisonnière à Banyuls d'*O. longicauda* offre une grande similitude avec celle observée à Castellón (VIVES, 1966) et à Villefranche (FENAUX, 1963). Cette espèce, constante toute l'année, présente un maximum d'abondance en été. Deux autres espèces d'*Oikopleura*, plus printanières (FENAUX, 1963) ont été récoltées à Banyuls en faible quantité : *O. fusiformis* et *O. dioica*.

F. pellucida (P), présente toute l'année à des taux très faibles, est capturée en abondance de l'automne au printemps avec un maximum de fréquence en février 1966 (moyenne mensuelle supérieure à 600 individus); au cours de l'année 1966-1967, *F. pellucida* a été bien moins abondante.

F. borealis (Q), moins fréquente que l'espèce précédente, domine en janvier 1966, disparaît à peu près totalement jusqu'en juillet, mois où s'amorce son cycle.

V. — DISTRIBUTION HORIZONTALE

A) COMPARAISON QUALITATIVE ENTRE LES POINTS DE PÊCHE

Peu d'espèces accusent un caractère exclusivement néritique ou océanique (Annexe I).

Avec des fréquences diverses, résultant sans doute de courants locaux faibles entre la côte et le large, on trouve des représentants de toutes les espèces aux différents points de pêches (S. RAZOULS et A. THIRIOT, 1968). Toutefois, deux restrictions doivent être apportées; l'une concerne le point E où les espèces bathypélagiques assez rares (*Tiaranna rotunda*, *Bythotiara murrayi* parmi les Hydroméduses) et océaniques (*Lensia conoidea*, *Vogtia penthacantha* parmi les Siphonophores) se rencontrent sporadiquement ou avec une fréquence plus élevée que dans les autres stations — pour les espèces plus communes; l'autre concerne le point A qui offre une grande diversité d'espèces d'Hydroméduses méroplanctoniques par exemple, mais demeure relativement pauvre en espèces holoplanctoniques.

B) RÉPARTITION QUANTITATIVE EN FONCTION DE L'ÉLOIGNEMENT DE LA CÔTE

Afin de rendre comparables les résultats de pêches faites sur 20 m de fond (point A), 50 m (point B), 90 m (point C) et 800 m (point E), le nombre d'individus est exprimé par m³ d'eau filtrée (fig. 5).

Les Méduses, méroplanctoniques pour la plupart, varient de 1 à 50 individus par m³ aux points les plus côtiers, alors que leur nombre diminue aux points C et E (de 1 à 10 individus), reflétant la richesse des fonds côtiers en Hydraires.

En ce qui concerne l'holoplancton, la majorité des espèces récoltées à Banyuls étant à caractère néritique, les lieux de pêches les plus côtiers (B, C), offrent la plus grande richesse.

Ceci est vrai pour les Siphonophores où *L. subtilis*, *M. kochi* et *M. atlantica* sont dominants et pour les Chaetognathes *S. setosa*, *S. inflata* et *S. minima*, dont FURNESTIN (1957) a précisé les caractéristiques écologiques.

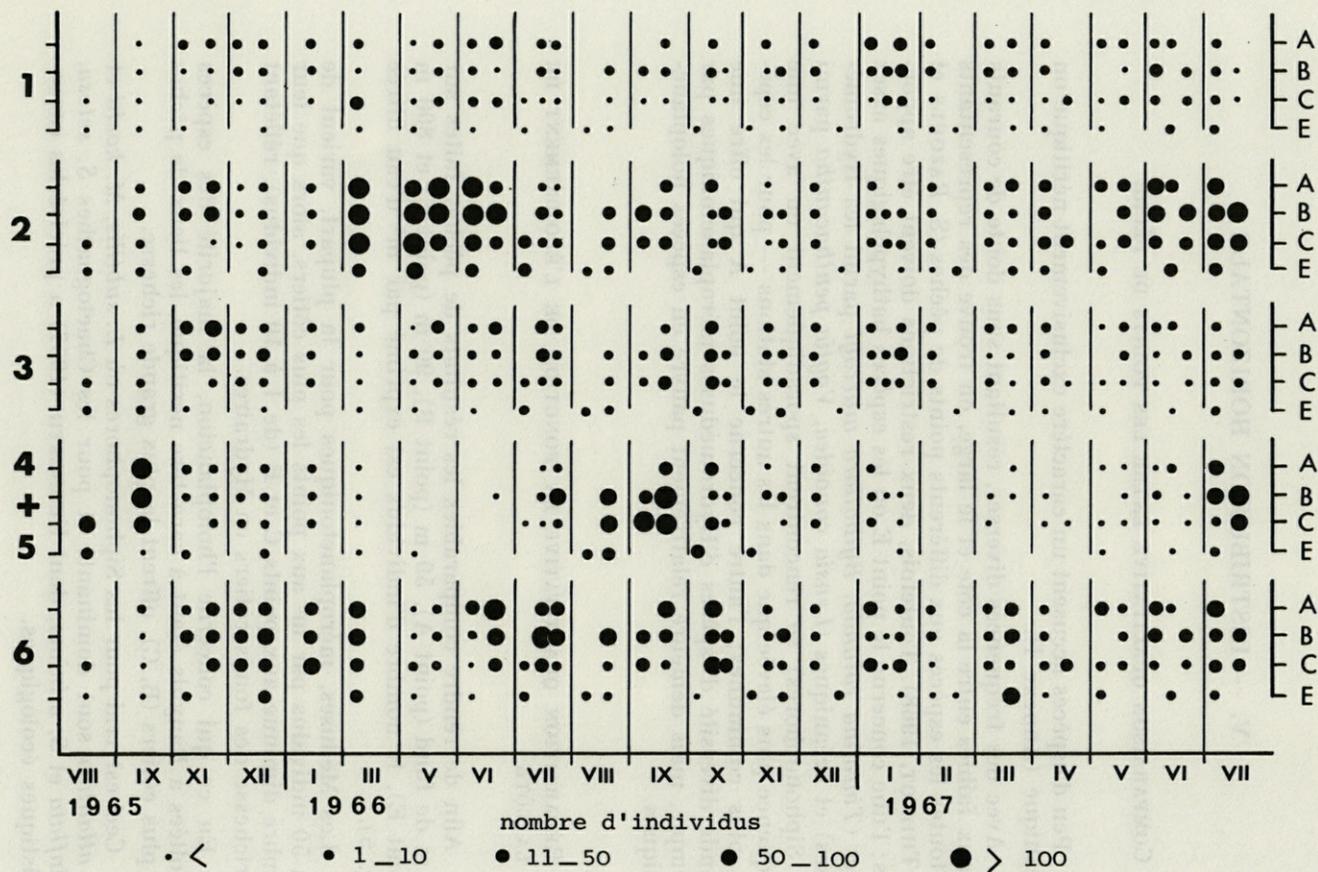


FIG. 5. — Comparaison quantitative entre les points A, B, C, E (nombre d'individus par m³ d'eau filtrée et par sortie). Même légende que la figure 2.

Par contre, les Thaliacés, que l'on récolte massivement à certaines périodes se répartissent de façon homogène entre le large et la côte. A propos de ces espèces épiplanctoniques, sans gradient quantitatif de la surface à 50 m (VIVES, 1966) se pose le problème de l'origine des populations.

Les Appendiculaires dont la plupart sont à caractère côtier (FENAUX, 1963) se récoltent moins au point E.

En conclusion, le point E paraît original au point de vue de la faune macroplanctonique (au moins pour deux groupes : Hydroméduses et Siphonophores) mais quantitativement pauvre.

Les points B et C, les plus diversifiés au point de vue des espèces se trouvent aussi les plus riches quantitativement. Toutefois la comparaison entre B et C donne l'avantage à B en raison de l'abondance des espèces néritiques (Hydroméduses par exemple).

Le point A se rapproche de B par ses caractéristiques de diversité des espèces néritiques méroplanctoniques et d'abondance numérique relative comparable pour l'holoplancton côtier (Chaetognathes, Appendiculaires).

VI. — CONCLUSION

L'étude quantitative du macroplancton de la région de Banyuls, montre qu'il existe deux périodes de plus forte production, le printemps et l'automne, production due aussi bien aux organismes méroplanctoniques qu'holoplanctoniques.

Les variations saisonnières des grands groupes permettent de dégager quelques généralités :

— indépendamment des conditions hydrologiques comparables, la quantité et la composition du macroplancton varie d'une année à l'autre;

— les espèces principales se manifestent toujours aux mêmes périodes, leur cycle d'abondance pouvant varier considérablement;

— on peut distinguer dans les eaux de Banyuls :

- des espèces pérennantes : Hydroméduses *Obelia* spp., *P. hemisphaericum*; Siphonophores *L. subtilis*, *M. kochi* et *M. atlantica*, — *A. tetragona* et *C. appendiculata* aux points C et E); — les Chaetognathes *S. inflata*, *S. setosa* et *S. minima*; *Doliolum nationalis* pour les Thaliacés; les Appendiculaires *F. pellucida* et *O. longicauda*.

- des espèces sporadiques à cycle saisonnier net :
 - espèces printanières et automnales : la plupart des Hydroméduses d'Hydriaires; *E. spiralis*;
 - espèces printanières : *H. schulzei*, *O. gegenbauri*; *O. dioica*; *P. pileus*;
 - espèces automnales : *L. tetraphylla*, *R. velatum*; *S. chuni*; *S. bipunctata*; *T. democratica*; *O. cophocerca*.

Des corrélations apparaissent assez nettement entre les variations saisonnières et les facteurs température ou salinité, surtout pour les groupes méroplanctoniques. Mais l'absence de données précises sur la courantologie, la chimie des eaux et les relations trophiques, ne permet pas d'avancer une interprétation sûre des cycles biologiques observés. En particulier, la forte exubérance à certaines périodes de l'année de quelques espèces telles *D. nationalis*, *T. democratica* ou *M. atlantica* demeure inexplicable à partir du stock annuel. Il faudrait donc admettre un apport de populations exogènes à la région, se reproduisant sur place (BIGELOW et SEARS, 1937).

RÉSUMÉ

Deux ans de prélèvements réguliers de plancton avec différents types de filets, ont permis de dresser la liste des espèces trouvées dans la région Sud du Golfe du Lion, en secteurs côtier, néritique et océanique.

Le cycle quantitatif des différents groupes étudiés a été établi d'après les pêches verticales et montre de grandes variations entre les 2 années étudiées (en quantité totale du macroplancton et en pourcentages des différents groupes), aussi bien pour le méroplancton que pour l'holoplancton.

Des variations saisonnières suivies pour les espèces principales se dégage la physionomie du macroplancton à Banyuls.

Un gradient d'abondance est établi de la côte vers le large, par comparaison de prélèvements successifs, rapprochés dans le temps entre les différents secteurs.

SUMMARY

Plankton samples regularly collected for 2 years, with various nets, have allowed us to draw up a list of the species found in the Southern part of the Golfe du Lion, in inshore, neritic and oceanic areas.

The quantitative cycle of the various families studied was given by vertical samplings. It shows important variations between the 2 years during which the studies were carried on — differences in total quantities of macroplankton and in proportions of the families present — for the meroplankton as well as for the holoplankton.

The seasonal variations of the dominant species have been followed.

A comparison is made between the abundance of the inshore and the offshore macroplankton by successive samplings.

ZUSAMMENFASSUNG

Ueber zwei Jahre durchgeführte regelmässige Planktonfänge mit verschiedenen Netztypen haben es ermöglicht, eine Liste der Arten aufzustellen, die im südlichen Teil des Golfe du Lion in Küstennähe, im neritischen und im ozeanischen Sektor zu finden sind.

Der quantitative Zyklus der untersuchten Gruppen wurde aus Vertikalfängen ermittelt; er zeigt bedeutende Schwankungen zwischen den beiden Untersuchungsjahren (hinsichtlich Gesamtmenge des Makroplankton und hinsichtlich Prozentsatz der einzelnen Gruppen) für das Meroplankton wie für das Holoplankton.

Die jahreszeitlichen Schwankungen, die für die wichtigsten Arten untersucht wurden, geben das typische Gepräge des Makroplankton von Banyuls.

Durch den Vergleich zeitlich kurz aufeinander folgender Fänge in den verschiedenen Sektoren wurde ein Häufigkeitsgradient (Küste zu offenem Meer) ermittelt.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BHAUD, M., 1967. Les larves d'Annélides Polychètes de Banyuls-sur-Mer. Ecologie et développement. Fac. sci. Paris, Thèse 3^e cycle océanogr. biol. : 156 p. ronéo.
- BHAUD, M., G. JACQUES, C. RAZOULS, 1967. Données météorologiques et hydrologiques de la région de Banyuls-sur-Mer. Année 1965-1966 (point côtier). *Vie Milieu*, 18 (1-B) : 137-151.
- BIGELOW, H.B. et M. SEARS, 1937. Siphonophorae. *Rep. Danish océanogr. Exped. Medi. II Biology*, H. 2 : 1-144.
- BODO, F., 1963. Variations saisonnières du zooplancton de la région de Roscoff (1962-1963) — étude des Crustacés exceptée. Fac. sci. Paris, Thèse 3^e cycle océanogr. biol. : 66 p. ronéo.
- BRACONNOT, J.C., 1963. Etude du cycle annuel des Salpes et Dolioloes en rade de Villefranche-sur-Mer. *J. Cons. int. explor. mer*, 28 (1) : 21-36.
- BRACONNOT, J.C., 1967. Sur la possibilité d'un cycle court de développement chez le Tunicier pélagique : *Doliolum nationalis*. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 264 : 1434-1437.
- FENAU, R., 1963. Ecologie et biologie des Appendiculaires méditerranéens (Villefranche-sur-Mer). *Vie Milieu*, suppl. 16.
- FURNESTIN, M.L., 1957. Chaetognathes et zooplancton du secteur atlantique marocain. *Rev. Trav. Inst. pêch. marit.*, 21 (1-2) : 355 p.
- FURNESTIN, M.L., 1960. Zooplancton du Golfe du Lion et de la côte orientale de Corse. *Ibid.*, 24 (2) : 155-252.
- JACQUES, G., C. RAZOULS, A. THIRIOT, 1968. Données météorologiques et hydrologiques de la région de Banyuls-sur-Mer. Année 1966-1967 (point côtier). *Vie Milieu*, 19 (1-B) : 185-197.
- LO BIANCO, S., 1888. Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturità sessuale degli animali del golfo di Napoli. *Mitt. Zool. Stn Neapel*, 8 : 385-397.
- LO BIANCO, S., 1909. *Id.*, *Ibid.*, 19 : 513-550.
- RAZOULS, S. et A. THIRIOT, 1968. Le macroplankton de la région de Banyuls-sur-Mer. *Vie Milieu*, 19 (1-B) : 133-185.
- THIRIOT-QUIÉVREUX, C., 1968. Variations saisonnières des Mollusques dans le plancton de la région de Banyuls-sur-Mer, zone Sud du Golfe du Lion (nov. 1965-1967). *Vie Milieu*, 19 (1-B) : 35-85.
- VIVES, F., 1966. Zooplancton nerítico de las aguas de Castellón (Mediterraneo occidental). *Investigacion pesq.*, 30 : 49-166.

Reçu le 17 janvier 1969.

EVADNE NORDMANNI LOVÉN EN MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE

par Alain THIRIOT et Francisco VIVES

*Laboratoire Arago, 66 - Banyuls-sur-Mer
et Instituto de Investigaciones Pesqueras, Barcelona*

SOMMAIRE

Evadne nordmanni dont la présence a été contestée en Méditerranée occidentale est récoltée en fait régulièrement dans différentes régions du bassin. L'étude comparée de cycles annuels sur la côte catalane française (Banyuls-sur-Mer) et espagnole (Barcelone) a permis de préciser ses exigences écologiques dans cette zone, en particulier son caractère néritique; le Golfe du Lion est une région convenant bien au développement des populations de cette espèce, en même temps qu'un centre de dissémination.

Décrite par LOVÉN en 1836, *E. nordmanni* est reconnue comme la plus abondante et la mieux répartie parmi les Cladocères des mers d'Europe du Nord (APSTEIN, 1910).

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Sur les côtes de l'Atlantique Nord, son abondance autour des îles britanniques a donné lieu à de nombreux travaux (MARSHALL, 1925; JORGENSEN, 1933; CHENG, 1947; BAINBRIDGE, 1958). Cette espèce est connue le long des côtes d'Allemagne et du Danemark,

en Baltique et sur les côtes de Norvège jusqu'à 72° N (RAMMNER, 1939); ZENKEVITCH (1963) la cite en mer de Barents, mer Blanche et mer de Kara.

WIBORG (1940) précise sa distribution verticale : *E. nordmanni* serait une espèce de surface, habitant les 10 premiers mètres; vers 30 m de profondeur elle est très rare. Le même auteur (WIBORG, 1955), remarque qu'elle peut se trouver en plein océan, de sorte qu'on ne peut pas continuer à considérer *E. nordmanni* comme une forme exclusivement néritique.

Plus au Sud, sa présence est signalée dans le Golfe de Gascogne par STEBBING (1896) et sur les côtes marocaines par FURNESTIN (1964).

On la retrouve également aux mêmes latitudes sur les côtes américaines de l'Atlantique; au Canada (LACROIX, 1961) et aux Etats-Unis (SHARPE, 1910), sur les côtes de l'océan Pacifique : de l'Alaska au Sud de la Californie (JUDAY, 1920), dans la mer du Japon (SUDA, HIDAHA et al., 1932).

Dans l'hémisphère Sud, les observations sont moins nombreuses, mais cette espèce existe sur les côtes ouest d'Afrique du Sud, en Amérique du Sud de 30° S au cap Horn (DOLGOPOLSKAIA, 1958) et en Australie (DAKIN et COLEFAX, 1933).

En Méditerranée, sa présence est bien connue en Mer Noire où elle a été citée dès 1868 par TCHERNIOVSKI à Yalta, et étudiée par DOLGOPOLSKAIA en 1958 sur les côtes de l'U.R.S.S.; elle est également citée par MARGINEANU (1963) sur le littoral roumain et par DIMOV (1965) sur le littoral bulgare.

En Adriatique plusieurs auteurs l'ont récoltée, en particulier SPECCHI (1965) dans le golfe de Trieste.

Cependant CANNICI (1958) ne la trouve pas malgré ses nombreuses récoltes près des côtes italiennes et émet des doutes sur la valeur des déterminations antérieures en Méditerranée occidentale.

Toutefois de nombreux auteurs l'y avaient signalée auparavant; à Alger (ROSE, 1935), en mer Ligure (BRIAN, 1949 et DELLA CROCE, 1925), en mer de Quarto (ANSELMINI, 1922) et près des côtes espagnoles (MASSUTI et MARGALEF, 1950 et SAN FELIU, 1962); à Villefranche-sur-Mer, DEJDAR (1931) a étudié cette espèce mais l'a visiblement confondue avec *Evadne tergestina*.

Devant cette incertitude, les auteurs récents se sont attachés à déterminer plus attentivement les différentes espèces du genre *Evadne*.

Plusieurs d'entre eux n'ont pas trouvé *E. nordmanni*, ni à Villefranche-sur-Mer (TREGOUBOFF, 1963 et RAVERA, 1966), ni à Marseille

(LE TOURNEAU, 1961 et LEVEAU, 1965), ni à Castellón (VIVES, 1966), ni dans le centre du bassin occidental (CASANOVA, 1964).

Par contre, cette espèce a été récoltée en Adriatique (SPECCHI, 1965); dans le canal de Sardaigne (EHRHARDT, 1967) en mer d'Alboran (CASANOVA, 1966), ainsi que par KTARI dans le golfe de Tunis et par SOENEN dans la région des Baléares (communications personnelles).

IDENTIFICATION DES EXEMPLAIRES

Les Cladocères montrent une certaine variabilité en relation avec les caractéristiques du milieu. Les mensurations de *E. nordmanni* se recouvrent partiellement avec celles de *E. spinifera*, si bien que, malgré les difficultés que pose leur dissection, le nombre de soies des exopodites des quatre paires de pattes offre un caractère distinctif bien plus sûr. Chez *E. nordmanni*, la formule du nombre de soies terminales est : 2, 2, 1, 1. Un autre caractère important est fourni par la disposition des muscles éleveurs des antennes, qui sont contigus chez *E. nordmanni* et divergents chez *E. spinifera*.

OBSERVATIONS PERSONNELLES

A Banyuls-sur-Mer, dans la partie sud du Golfe du Lion, pendant quatre années consécutives (1965-1968), cette espèce a été régulièrement trouvée dans les prélèvements de la fin du printemps (mai à juillet). *E. nordmanni* apparaît un peu avant *E. spinifera*, elle est largement dominante dans les premières populations d'*Evadne* et en nombre suffisamment important pour permettre l'analyse de ses caractéristiques écologiques (THIRIOT, 1968).

Son apparition dans le Golfe du Lion correspond à une température des eaux de surface d'environ 15°, le maximum numérique s'observe pour des valeurs voisines de 19°, puis le nombre d'*E. nordmanni* diminue au fur et à mesure que l'eau se réchauffe et au-dessus de 21° en surface, on n'en récolte pratiquement plus.

Ces valeurs thermiques, très voisines pendant chacune des quatre années, ne peuvent en aucun cas être liées rigoureusement à cette espèce. En effet, les températures sont déjà différentes en Adriatique et en Mer Noire; sur les côtes anglaises BAINBRIDGE (1958) montre que *E. nordmanni* se développe entre 7 et 13° et, dans les mers du Nord de l'U.R.S.S., les températures sont encore plus basses.

A Barcelone, nos prélèvements s'étendent sur tous les mois de l'année. *E. nordmanni* a été trouvée en quantité seulement en mai 1967, en surface et à 25 m de profondeur. Dans les échantillons pris à 50 m, à la même époque, l'espèce est absente ou représentée par des individus isolés. Ces résultats coïncident avec les observations d'autres auteurs (MARGINEANU, 1963). Puisque les données existantes concernant l'Atlantique Nord signalent une deuxième apparition automnale, nous avons cherché avec un intérêt particulier l'espèce dans les prélèvements de septembre et d'octobre, mais nous n'avons trouvé qu'un seul exemplaire dans une pêche de septembre 1967. Pour confirmer ces données sur la distribution annuelle de l'espèce, on a essayé de la retrouver au printemps 1968, en examinant des échantillons pris en avril, mai et juin. L'espèce est effectivement apparue en mai et on l'a retrouvée aussi, représentée par un petit nombre d'individus, dans une pêche faite en surface le 22 juin.

Les conditions de température et de salinité au moment des pêches positives sont très voisines de celles de Banyuls-sur-Mer, l'espèce disparaît cependant à des températures plus basses; les températures de surface sont comprises entre 15°94 et 17°00, celles de 50 m entre 13°24 et 13°79 et les salinités entre 37,61 ‰ et 37,94 ‰.

Cependant *E. nordmanni* ne représente qu'une fraction peu importante de la population totale du genre *Evadne*, contrairement à la situation de Banyuls-sur-Mer (Tableau I).

TABLEAU I
Répartition des trois espèces d'*Evadne* à Barcelone
et à Banyuls-sur-Mer

Espèce	% à Barcelone	% à Banyuls
<i>E. spinifera</i>	85,6 %	82,5 %
<i>E. tergestina</i>	12,9 %	2,8 %
<i>E. nordmanni</i>	1,4 %	14,7 %

Par ailleurs, cette espèce a été également récoltée par l'un d'entre nous, au cours de plusieurs campagnes effectuées en février-mars (1966, 1967 et 1968) au large des côtes Ouest de Sardaigne et dans le canal sarde, ainsi que dans les prélèvements des stations permanentes effectuées par le laboratoire de Villefranche-sur-Mer pendant les mois d'avril, mai et juin 1967 (THIRIOT).

POUVOIR DE REPRODUCTION

Le pouvoir de reproduction des femelles parthénogénétiques est mis en évidence par le nombre d'embryons qui se développent à l'intérieur de la cavité incubatrice. Cette valeur présente des variations à la fois géographiques et saisonnières.

GREEN (1956), résumant les principaux résultats des travaux expérimentaux concernant l'effet du milieu sur la croissance et la production d'œufs chez plusieurs espèces de Cladocères d'eau douce, a constaté que la température et la nourriture étaient les facteurs les plus importants.

La température a une influence sur la vitesse de croissance des individus : à des températures basses, les spécimens se développent plus lentement et deviennent sexuellement mûrs pour des tailles plus grandes qu'à des températures élevées, la cavité incubatrice plus large permet donc la croissance d'un plus grand nombre d'embryons.

Le régime alimentaire influe sur l'abondance du liquide sécrété dans la cavité incubatrice et par voie de conséquence sur le développement des embryons, ce liquide étant leur principale source nutritive.

Plusieurs auteurs ont signalé des cas de résorption d'embryons à l'intérieur de la cavité incubatrice; pour cette raison, BAINBRIDGE (1958) fait remarquer que les indications sont meilleures si on ne compte les embryons qu'à un stade proche de leur libération, c'est-à-dire lorsque la tache pigmentaire oculaire est déjà bien visible.

La fécondité maximale pour *E. nordmanni* (20 embryons), a été observée dans la mer du Japon pour une température de 18-20° (DOLGOPOLSKAIA, 1958).

OBSERVATIONS PERSONNELLES

A Banyuls, il n'a pas été trouvé de valeur supérieure à 13 embryons par femelle. En 1967, la diminution du pouvoir de reproduction pendant la période de présence a pu être constatée de façon très nette (Tableau II), parallèlement au réchauffement des eaux. La première population était constituée de femelles de grande taille à nombre élevé d'embryons, cette valeur diminuait régulièrement, et à la fin du mois de juin, elle n'était plus que de 1,2, aucune femelle n'ayant plus de 2 embryons; la température superficielle était de 20°.

A la fin de la saison, avant que la population ne disparaisse, on observe une légère augmentation numérique des embryons; la valeur moyenne a atteint 2,0, un certain nombre de femelles ayant 3 embryons; BAINBRIDGE (1958) note également cette augmentation de façon plus nette.

TABLEAU II

Longueurs et pouvoir de reproduction des femelles avec embryons, à Banyuls-sur-Mer.
La taille moyenne de l'ensemble des spécimens des premières populations est de 670 μ .

Date	% femelles avec embryons	Femelles avec embryons						
		nbre étudié	min.	taille max.	moy.	nbre embryons		
						min.	max.	moy.
16/5	23 %	23	815 μ	1 043 μ	914 μ	7	13	9,3
24/5		16				3	10	5,4
2/6	22 %	50	660 μ	899 μ	803 μ	2	7	4,2
15/6	10 %	10	660 μ	799 μ	753 μ	1	4	2,5
17/6	30 %	50	599 μ	833 μ	726 μ	1	6	2,6
22/6	6 %	6	660 μ	733 μ	693 μ	1	2	1,2
26/6	10 %	20	633 μ	766 μ	686 μ	1	2	1,4
28/6	9 %	9	633 μ	733 μ	689 μ	1	3	1,8
7/7	10 %	20	533 μ	766 μ	641 μ	1	3	2,0

Banyuls-sur-Mer (1,5 mille de la côte)

TABLEAU III

Longueurs des spécimens à Barcelone.
La taille moyenne de l'ensemble des spécimens récoltés est de 710 μ .

Date	nbre étudié	Taille			Observations
		min.	max.	moy.	
12/5/1966	33	526 μ	905 μ	756 μ	en surface
...	11	610 μ	861 μ	732 μ	50 m, rares
25/5/1966	22	548 μ	780 μ	627 μ	en surface
Barcelone (16 milles de la côte)					
17/5/1967	2	544 μ	602 μ	574 μ	en surface
27/5/1967	25	588 μ	953 μ	743 μ	en surface
...	7	537 μ	761 μ	651 μ	30 m

Barcelone (2,5 milles de la côte)

Les valeurs trouvées en début de saison sont voisines de celles de BAINBRIDGE mais deviennent nettement inférieures par la suite, ce qui est conforme à la loi des températures. La valeur moyenne pour l'ensemble de la saison est de 3,4 à Banyuls, alors qu'elle est voisine de 5 à Woods Hole (SHARPE, 1910), ainsi qu'en mer du Nord (JORGENSEN, 1933).

A Barcelone, les populations sont différentes. Sur environ cent spécimens mesurés, un seul avait des embryons (3), avec une tache oculaire bien visible. Par ailleurs, les mensurations des spécimens (Tableau III) donnent des tailles moyennes, voisines de celles obtenues à Banyuls (710 μ à Barcelone et 670 μ pour les premières populations à Banyuls), légèrement supérieures vraisemblablement par suite de l'absence de jeunes.

La température agit également sur la répartition verticale. Nous avons pu remarquer à Banyuls que cette espèce à tendance superficielle comme les autres *Evadne* était bien en surface au moment de son apparition, mais les eaux continuant à se réchauffer pendant les mois de juin-juillet, la plus grande partie de la population se situe alors à des immersions plus importantes, 20 m et même en fin de période de présence, en dessous de la thermocline, vers 40 m retrouvant là des valeurs thermiques plus proches des conditions optimales.

D'après les résultats numériques de BAINBRIDGE (1958), on peut constater le même phénomène : en mars toute la population était concentrée dans les dix premiers mètres, le pourcentage de spécimens en surface diminuait ensuite régulièrement jusqu'à son minimum de 62 % au mois d'août au moment du maximum thermique, puis atteignait de nouveau 100 % en septembre et octobre.

Enfin, la température a une troisième influence, elle agit sur le cycle quantitatif. Dans les mers britanniques, les auteurs observent régulièrement deux maximums numériques, l'un avant le maximum thermique, l'autre après. Nous n'avons pas observé ce phénomène ni à Banyuls ni à Barcelone, la population disparaissant complètement dès le mois de juillet; par contre on l'observe de façon tout à fait analogue chez *E. spinifera* qui présente un premier maximum fin juin et un deuxième à la fin de l'été.

RAMMNER (1933) pense que la salinité a une influence sur la biologie de cette espèce, mais la plupart des auteurs s'accordent sur son caractère euryhalin; selon JORGENSEN (1933), on peut la récolter entre 1,5 ‰ et 35,4 ‰. A Banyuls, en un même point côtier, les valeurs de la salinité de surface varient pendant la période de présence d'*E. nordmanni* de 37,75 ‰ à 35,45 ‰, la variation est moins forte à Barcelone.

CARACTÉRISTIQUES BIOLOGIQUES DES PRÉLÈVEMENTS

A Banyuls-sur-Mer, comme à Barcelone, les pêches correspondant à la période de présence de *E. nordmanni*, ont un caractère fortement néritique. On y trouve une proportion élevée des différents groupes méroplanctoniques (larves de Lamellibranches, d'Echinodermes, de Décapodes et alevins de Poissons).

Parmi les espèces récoltées en même temps que *E. nordmanni* et qui ont été considérées comme indicateurs d'eau atlantique, on trouve : *Isias clavipes*, *Parapontella brevicornis*, *Mecynocera clausi* et *Corycaeus anglicus*; tous ces Copépodes sont présents en très petit nombre ou isolés. Le Siphonophore *Muggiaea atlantica* était très abondant à tous les niveaux. Mais au fur et à mesure que nos connaissances sur le plancton méditerranéen augmentent, on doit effacer beaucoup d'espèces des listes des indicateurs hydrologiques. Tel est le cas pour *Mecynocera clausi* et *Corycaeus anglicus*.

En conclusion, *Evadne nordmanni* vit donc normalement en Méditerranée occidentale, et bien que cette zone représente une limite sud de sa répartition géographique, elle réagit conformément à ce que l'on connaît de cette espèce dans d'autres régions; en particulier, la température a une influence prépondérante.

Si CASANOVA (1966) pouvait à juste titre, en mer d'Alboran, invoquer l'influence du courant atlantique, il n'en est plus de même ni dans le golfe de Trieste, où SPECCHI (1965) considère que cette espèce est stable, ni dans le Golfe du Lion ou le long des côtes catalanes, nettement plus éloignées des influences atlantiques : l'espèce est plus particulièrement adaptée aux eaux de mélange à forte influence néritique.

L'observation comparée des populations d'*E. nordmanni* à Banyuls-sur-Mer et à Barcelone, montre que cette espèce trouve au Nord du Cap Creus des conditions qui lui conviennent mieux (importance quantitative plus grande, durée de présence plus longue, succession de plusieurs générations); il faut cependant noter que les premiers individus qui apparaissent à Banyuls sont des femelles âgées avec un pourcentage élevé de spécimens portant des embryons bien développés en grand nombre.

De la même façon, l'absence des œufs de durée, constatée à Banyuls comme à Barcelone, prouve qu'il doit exister en Méditerranée des régions qui conviennent mieux à la biologie de cette espèce; c'est ainsi que dans le golfe de Trieste, SPECCHI observe la

formation d'œufs de durée (communication personnelle). Sur la côte catalane, les populations viennent d'une autre région qu'il est logique de situer plus au Nord dans le Golfe du Lion. De cette région, les populations émigraient en suivant le courant général de circulation méditerranéenne; au niveau de Banyuls-sur-Mer, elles auraient la possibilité de se développer complètement, mais seuls quelques spécimens parviendraient encore plus au Sud, devant Barcelone.

RÉSUMÉ

Evadne nordmanni, très fréquente dans les mers tempérées froides a cependant été récoltée à plusieurs reprises en Méditerranée occidentale (les auteurs donnent une liste des différentes régions où cette espèce a été pêchée).

Sur la côte catalane française et espagnole (devant Banyuls-sur-Mer et Barcelone), *E. nordmanni* apparaît régulièrement en mai-juin.

La température a une influence prépondérante sur le développement des populations, leur pouvoir de reproduction et leur croissance, ainsi que sur leur distribution verticale.

Un autre aspect écologique important et qui a pu être précisé grâce à la comparaison des populations des deux régions, est le caractère néritique de cette espèce.

On ne peut plus actuellement attribuer à la seule influence atlantique sa présence en Méditerranée occidentale. Les centres de dissémination de cette espèce sont plutôt les zones néritiques comme le Golfe du Lion.

SUMMARY

Evadne nordmanni which is very frequent in cold temperate seas has nevertheless been sampled a number of times in western Mediterranean (here included a list of different regions where this species has been caught).

On the french and spanish Catalan coast (off Banyuls-sur-Mer and Barcelona), *E. nordmanni* appears regularly in may-june.

Temperature has a preponderant role on populations development, on their breeding power and their growth as well as on their vertical distribution.

The comparison of populations in both areas allowed to specify another important ecological aspect which is the neritic character of this species.

It is not presently any more possible to only attribute to the atlantic influence its presence in western Mediterranean. The spreading centers of this species are rather the neritic areas such as the Gulf of Lion.

RESUMEN

Evadne nordmanni, tan frecuente en los mares templados y fríos, ha sido capturada con relativa frecuencia en el Mediterráneo occidental. (Los autores dan una lista de las diferentes regiones donde ha sido pescada esta especie).

Durante los meses de mayo y junio, *E. nordmanni* aparece con cierta regularidad en las aguas francesas y españolas de la costa catalana; concretamente frente a Banyuls-sur-Mer y a Barcelona.

La temperatura influye notoriamente en el desarrollo de sus poblaciones, tanto en lo que se refiere al poder de reproducción y crecimiento como en su distribución vertical.

Otro aspecto ecológico importante y que ha podido ser precisado gracias a la comparación de las poblaciones de las dos zonas estudiadas por nosotros, es el carácter francamente nerítico de la especie. De aquí que no se la pueda considerar como especie indicadora de aguas atlánticas sino más bien propia de aguas neríticas algunas de las cuales constituirían centros de diseminación de la especie, como ocurre por ejemplo con el Golfo de León.

BIBLIOGRAPHIE

- ANSELMINI, R., 1922. Indagini ecologiche e biologiche sui Cladoceri nel Mare di Quarto. *Memorie R. Com. talassogr. ital.*, 97.
- APSTEIN, C., 1910. Rapport sur les espèces du plancton. *Cladocera. Bull. Crois. pér. Explor. Mer*, Résumé, 1902-1908; Pt. I : 39-51.

- BAINBRIDGE, V., 1958. Some observations on *Evadne nordmanni* Lovén. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **37** : 349-607.
- BRIAN, A., 1949. Osservazioni sul plancton del porto di Genova raccolto nel settembre 1942. *Annali Mus. civ. Stor. nat. Giacomo Doria*, **63** : 52-64.
- CANNICI, 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., 1966. Distribution de deux Cladocères, *Penilia avirostris* et *Evadne nordmanni*, dans les parages de Gibraltar et en mer d'Alboran (Résumé). *Rapp. P.V. Réun. Commn int. Explor. scient. Mer Méditerr.* (sous presse).
- 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.
- DAKIN, W.J. et A. COLEFAX, 1933. The marine plankton of the coastal waters of New South Whales. I. The chief planktonic forms and their seasonal distribution. *Proc. Linn. Soc. N.S.W.*, **58** (3-4) : 186-223.
- DEJDAR, E., 1931. Bau und Funktion des sog. "Haftorgans" bei mariner Cladoceren. *Z. Morph. Okol. Tiere*, **21** : 617-628.
- DELLA CROCE, N., 1952. Variazioni stagionali delle zooplankton di superficie pescato a Punta del Mesco (La Spezia) tra il 15-10-1949 ed il 30-3-1951. *Boll. Musei Ist. biol. Univ. Genova*, **24**, 157 : 87-116.
- DIMOV, I., 1965. Distribution verticale des Cladocera en mer Noire et en Méditerranée selon l'écologie. *Rapp. P.V. Réun. Commn int. Explor. scient. Mer Méditerr.*, **18** : 399-401.
- DOLGOPOLSKAIA, M.A., 1958. Cladocera de la mer Noire (en russe). *Trudy sevastopol'. biol. Sta.*, **10** : 27-75.
- EHRHARDT, J.P., 1967. Contribution à l'étude du plancton superficiel et subsuperficiel du canal de Sardaigne et de la mer Tyrrhénienne. *Cah. océanogr.*, **19** (8, 9, 10) : 657-686, 729-781, 881-921.
- FURNESTIN, M.L., 1964. Indicateurs planctoniques dans la baie Ibéro-marocaine. *Revue Trav. Inst. (scient. tech.) Pêch. marit.*, **28** (3) : 257-264.
- GREEN, J., 1965. Growth, size and reproduction in *Daphnia* (Crustacea Cladocera). *Proc. zool. Soc. lond.*, **126** : 173-204.
- JORGENSEN, O.M., 1933. On the marine Cladocera from the Northumbrian plankton. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **19** : 177-226.
- JUDAY, C., 1920. The Cladoceren of the Canadian Arctic Expedition 1913-1918. *Rep. Can. arct. Exped.*, **7** (H), in DOLGOPOLSKAIA, 1958.
- LACROIX, G., 1961. Production de zooplancton dans la baie des Chaleurs en 1960. *Rapp. Stn Biol. mar. Grande Rivière* : 11-28.

- 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. *Ibid.*, 37 (53) : 161-243.
- LOVÉN, L., 1836. *Evadne nordmanni* eh hittils okändt Entomostracon. *K. svenska Vetensk Akad. Handl.* : 1-29.
- MARGINEANU, C., 1963. Quelques observations sur le développement des Cladocères près du littoral Roumain de la mer Noire avec référence spéciale sur *Penilia avirostris* Dana. *Rapp. P.V. Réun. Commn int. Explor. scient. Mer Méditerr.*, 17 : 523-530.
- MARSHALL, S.M., 1925. A survey of the Clyde plankton. *Proc. R. soc. Edimb.*, 45 : 117-141.
- MASSUTI, M. et R. MARGALEF, 1950. Introduccion al estudio del plancton marino. *Barcelona* (C.S. de I.C.) : 126-128.
- RAMMNER, W., 1933. Die Cladoceren der "Meteor" Expedition. *Wiss. Ergeln. dt. atlant. Exped. "Meteor"*, 12.
- RAMMNER, W., 1939. Cladocera. *Fich. Ident. Zooplancton*, f. 3.
- 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.
- ROSE, M., 1935. Nouvelles recherches sur le plancton de profondeur de la baie d'Alger. *Bull. Stn Agric. Pêche Castiglione*, 2 : 95-123.
- SAN FELIU, J.M., 1962. Consideraciones sobre la hidrografia y el zooplancton del puerto de Castellón. *Investigaciones pesq.*, 21 : 3-27.
- SHARPE, R.W., 1910. Notes on marine Copepoda and Cladocera of Woods Hole and adjacent regions, including a synopsis of the genera of the Harpacticoida. *Proc. U.S. natn. Mus.*, 38 : 405-436.
- SPECCHI, M., 1965. Il plancton del golfo di Trieste. I. Cladoceri. *Boll. Zool.*, 32 (2) : 639-653.
- STEBBING, T.R.R., 1896. Biscayan plankton, the Amphipoda and Cladocera. *J. Linn. Soc.*, ser. 2, 10.
- SUDA, K., A. HIDAKA et al., 1932. The zooplankton in the principal part of the Japan sea. *J. oceanogr. Kobe*, 4 (1), in DOLGOPOLSKAIA, 1958.
- TCHERNIOVSKI, B., 1868. Matériaux pour la comparaison zoogéographique Pontique (en russe). *Trav. Congr. naturalistes Russes CPB*, in DOLGOPOLSKAIA, 1958.
- THIRIOT, A., 1966. Etude du plancton de Banyuls-sur-Mer. Composition et variations des populations de Crustacés planctoniques (à l'exception des Copépodes), mai 1965 - août 1966 (note préliminaire). *Rapp. P. V. Réun. Commn int. Explor. scient. Mer Méditerr.*, 19 (3) : 455-457.
- 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 et Milieu*, 19 (2 B) : 361-394.
- TREGOUBOFF, G., 1963. La distribution verticale des Cladocères au large de Villefranche-sur-Mer. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, 1279, 61 : 1-23.

- VIVES, F., 1966. Zooplancton nerítico de las aguas de Castellón (Mediterráneo occidental). *Investigaciones Pesq.*, 30 : 49-166.
- WIBORG, K., 1940. The production of zooplankton in Oslo-Fjord, 1933-1934. *Hvalrad. Skr.*, 21.
- WIBORG, K., 1955. Zooplankton in relation to hydrography in Norwegian sea. *Rep. Norw. Fishery mar. Invest.*, 2 (4) : 1-66.
- ZENKEVITCH, L., 1963. Biology of the seas of the U.S.S.R. Trad. BOTCHARSKAYA, G. Allen Edit. : 955 p.

Reçu le 3 décembre 1968.

ÉVOLUTION DES POPULATIONS MÉROPLANCTONIQUES DE LARVES DE *MESOCHAETOPTERUS SAGITTARIUS* (CLAPARÈDE, 1870) A NOSY-BÉ (MADAGASCAR) ⁽¹⁾

par Michel BHAUD

Laboratoire Arago, 66 - Banyuls-sur-Mer

SOMMAIRE

Dans cette note préliminaire, l'auteur donne un bref aperçu des méthodes employées pour apprécier l'évolution quantitative et qualitative d'une succession de populations biologiques de larves méroplanctoniques appartenant à l'espèce *Mesochaetopterus sagittarius*.

INTRODUCTION

En raison de l'hétérogénéité spatiale aussi bien que temporelle dans la distribution des planctontes, il est inutile de rechercher une précision très grande dans l'évaluation quantitative des échantillons de plancton. Une méthode de comptage rapide mise au point par FRONTIER (1969) est utilisée pour apprécier la variation quantitative des larves appartenant au genre *Mesochaetopterus*.

(1) Un séjour a été effectué au centre océanographique de l'O.R.S.T.O.M. à Nosy-Bé du 1/2/67 au 1/7/68 dans le cadre du Service de la Coopération. L'auteur remercie les différentes autorités qui ont permis la réalisation de ce séjour.

Parallèlement l'évolution qualitative des prélèvements est suivie. Elle n'est pas quelconque et permet dans une certaine mesure de contrôler les variations quantitatives résultant d'un comptage rapide.

MÉTHODES

Elles concernent d'une part l'établissement des graphiques quantitatifs de variation annuelle et d'autre part la constitution des diagrammes de fréquence des tailles, utilisés pour apprécier l'évolution qualitative.

a) Les graphiques quantitatifs (fig. 1) sont établis à partir de la somme des larves récoltées à quatre profondeurs : 2 m, 10 m, 20 m et 40 m; cette série de prélèvements est effectuée tous les huit ou dix jours. Un comptage complet est d'abord réalisé en utilisant le prélèvement entier sans effectuer de sous-échantillonnages (fig. 1 A). Les résultats sont ensuite comparés à ceux obtenus à partir d'une méthode de comptage rapide mise au point par FRONTIER (1969). Des classes d'abondance notées 0, 1, 2, 3..., sont établies sur la base d'une progression géométrique de raison $R = 4,3$. Le comptage d'une fraction du prélèvement permet de situer ce dernier très rapidement dans sa classe d'abondance correspondante (fig. 1 B).

La méthode ainsi définie correspond à un test statistique et deux types d'erreurs sont alors possibles : dans un cas, la variation enregistrée est admise comme significative, alors qu'elle ne l'est pas; l'hypothèse nulle « variation quantitative due au hasard » est rejetée à tort; ce type d'erreur est d'autant plus probable que R est petit. Dans un second cas, la variation est admise, à tort, comme non significative; ce type d'erreur est d'autant plus probable que R est grand. Le choix du niveau de signification dépend donc de l'importance accordée à chacun des types d'erreur.

Dans le cas envisagé, le nombre maximum de larves, qui n'est jamais très important, entraîne l'utilisation, pour R élevé, d'un nombre réduit de classes d'abondance et en conséquence fait apparaître un nombre relativement important de paliers sur le graphique d'abondance. Aussi, nous utilisons, sur les conseils de S. FRONTIER, une raison plus faible, voisine de 2 pour établir les limites des classes (tableau I). La méthode de comptage rapide ne change pas le sens de la variation enregistrée par comptage complet, et ne peut, au maximum, que la supprimer. Cependant, un grand nombre de

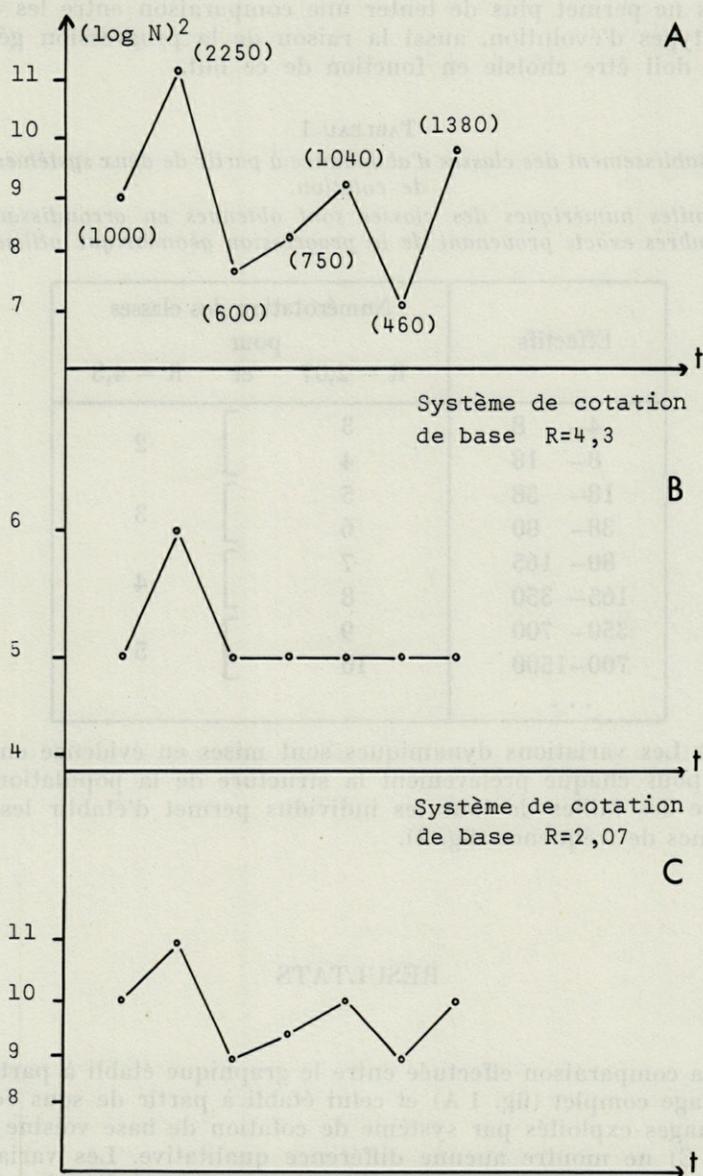


Fig. 1. — Evolution du nombre de larves de *Mesochaetopterus* (février-mars 1967).

A : graphique $(\log N)^2$. Entre parenthèses : le nombre d'individus récoltés.

B : graphique dans le système de cotation de base 4,3.

C : graphique dans le système de cotation de base 2,07.

paliers ne permet plus de tenter une comparaison entre les différents types d'évolution, aussi la raison de la progression géométrique doit être choisie en fonction de ce but.

TABLEAU I

Etablissement des classes d'abondance à partir de deux systèmes de cotation.

Les limites numériques des classes sont obtenues en arrondissant les nombres exacts provenant de la progression géométrique utilisée.

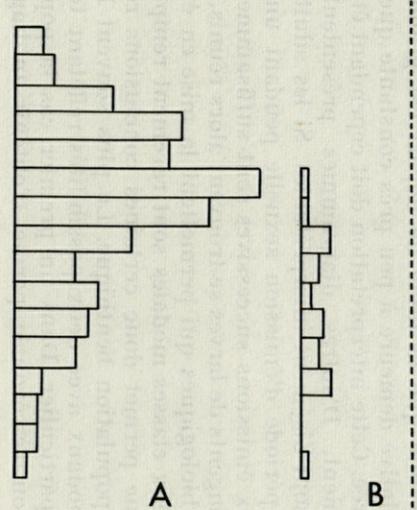
Effectifs	Numérotation des classes	
	R = 2,07	pour et R = 4,3
4- 8	3	} 2
8- 18	4	
18- 38	5	} 3
38- 80	6	
80- 165	7	} 4
165- 350	8	
350- 700	9	} 5
700-1500	10	
...		

b) Les variations dynamiques sont mises en évidence en étudiant pour chaque prélèvement la structure de la population. La mesure des tailles de tous les individus permet d'établir les diagrammes de fréquence (fig. 2).

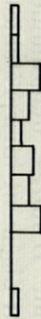
RÉSULTATS

La comparaison effectuée entre le graphique établi à partir du comptage complet (fig. 1 A) et celui établi à partir de sous échantillonnages exploités par système de cotation de base voisine de 2 (fig. 1 C) ne montre aucune différence qualitative. Les variations enregistrées dans le premier graphique se retrouvent dans le second, ce qui montre qu'un comptage précis n'apporte aucune signification biologique supplémentaire et n'est jamais nécessaire. Un tel comptage effectué sur une longue échelle de temps, de l'ordre de l'année, permet d'avoir une idée relativement précise de l'évolution des

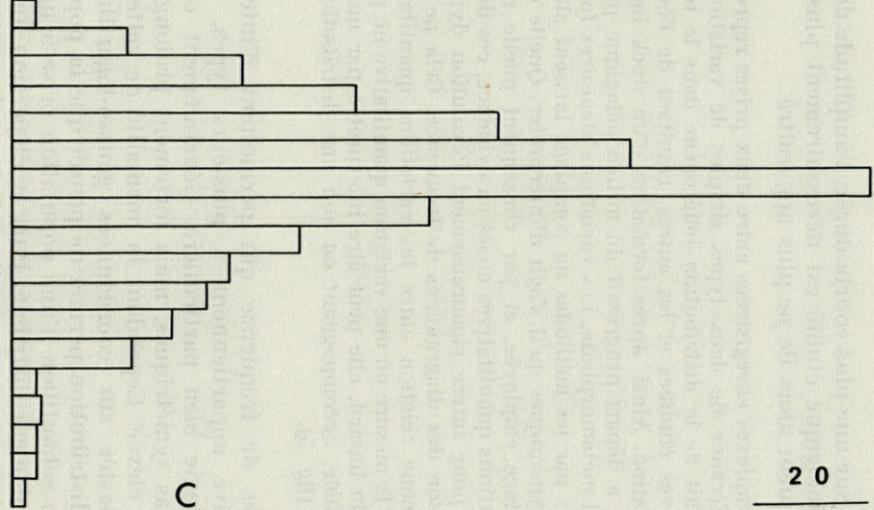
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21



N = 240



N = 25



N = 730

20

FIG. 2. — Série de trois échantillons montrant une première population arrivant à maturité et une seconde au début de son évolution. Les deux premiers échantillons représentent deux états statistiques différents d'une même population biologique.

planctontes étudiés. Sur une plus courte durée, l'amplitude de variation du caractère biologique étudié est nécessairement plus faible et les variations risquent alors de ne plus apparaître.

Les variations complexes enregistrées entre deux prises représentent le résultat de l'interférence de deux types simples de variations : les unes, aléatoires, du fait de la distribution hétérogène dans le temps et dans l'espace des larves étudiées et les autres, résultant de l'évolution naturelle de la population. Ainsi, après formation d'un stock important de jeunes stades, il y a départ progressif du milieu pélagique par mort naturelle, prédation et métamorphose. Les variations aléatoires fortement atténuées ou éliminées par les méthodes de comptage laissent alors subsister les variations dynamiques qu'il s'agit d'interpréter. Quelle que soit la méthode de comptage employée, et par conséquent quelle que soit l'importance des variations quantitatives mises en évidence, ces dernières sont de peu d'utilité pour suivre rigoureusement l'évolution dynamique que reflète la succession des diagrammes de fréquence. Cela ne signifie pas qu'il n'existe aucune relation entre les variations quantitatives et qualitatives; car dans la mesure où une variation quantitative ne provient pas des fluctuations du hasard, elle peut être interprétée par une variation qualitative parallèle, accompagnant ou non une distribution hétérogène non aléatoire (fig. 5).

Les diagrammes de fréquence qui permettent d'interpréter l'évolution qualitative appartiennent à plusieurs types, chacun ayant une morphologie bien particulière. Généralement ces diagrammes ne sont pas symétriques, mais fortement prolongés vers les classes de taille élevée. Cependant la normalité de cette distribution peut être testée sur coordonnées gaussio-logarithmiques (fig. 2). Ce type de distribution permet de penser que la population est en évolution. Un échantillon d'une population prise à un stade très jeune est normalement distribué. Puis la dispersion augmente et le diagramme s'allonge vers la droite, car la croissance absolue est d'autant plus grande que la taille de départ est grande, bien que la croissance relative demeure à peu près constante quelle que soit la taille considérée. Cette interprétation doit cependant être vérifiée expérimentalement. D'autres diagrammes présentent deux classes modales et sont aisément interprétables. Si les adultes benthiques entrent en période d'émission sexuelle pendant un temps très court, et si deux émissions successives sont suffisamment rapprochées, deux contingents de larves se trouvent alors réunis. Cependant les conditions biologiques qui permettent la mise en évidence de diagrammes à deux classes modales sont rarement remplies. La forme du diagramme permet donc certaines conclusions relatives à la biologie de la population benthique. Le plus souvent les diagrammes sont unimodaux avec deux possibilités reflétant toujours un état biologique particulier. Dans un premier cas la population larvaire, très jeune ou très évoluée, permet d'obtenir un diagramme

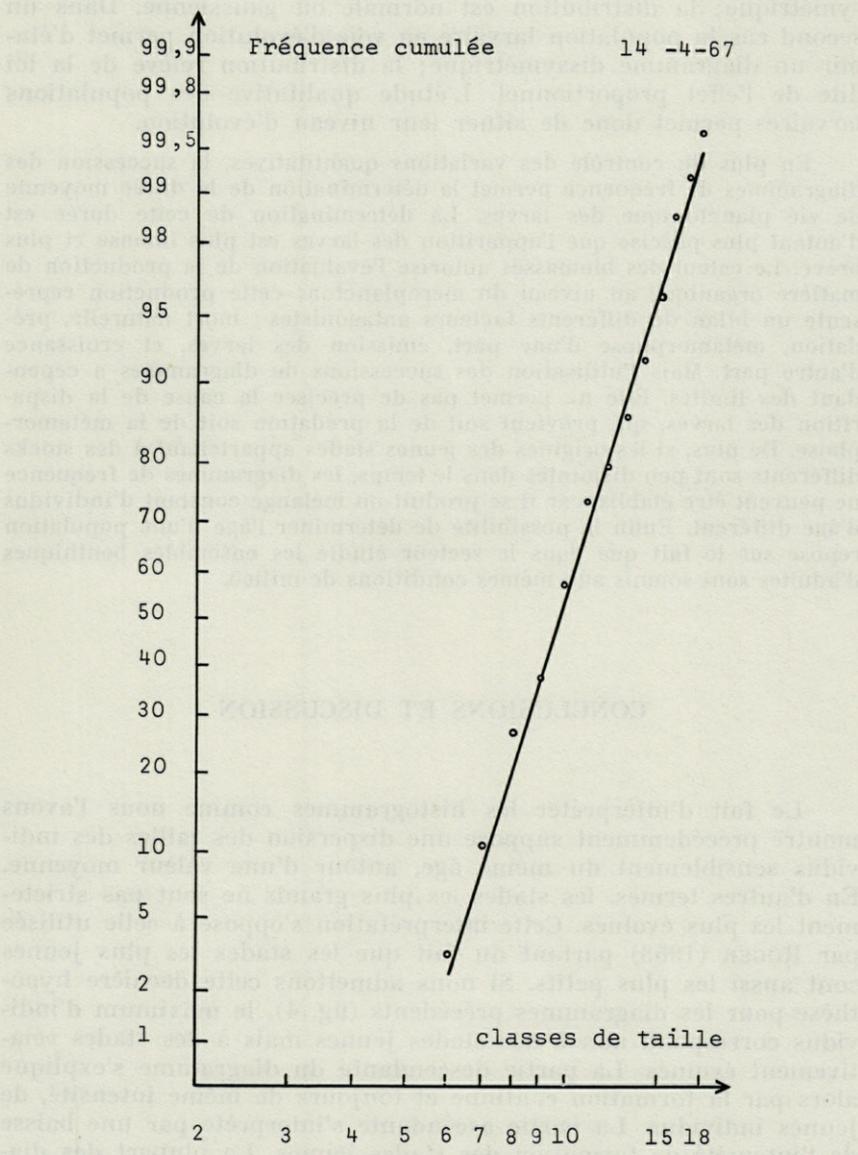


FIG. 3. — Test de normalité d'une distribution de fréquence des tailles.

symétrique; la distribution est normale ou gaussienne. Dans un second cas la population larvaire en voie d'évolution permet d'établir un diagramme dissymétrique; la distribution relève de la loi dite de l'effet proportionnel. L'étude qualitative des populations larvaires permet donc de situer leur niveau d'évolution.

En plus du contrôle des variations quantitatives, la succession des diagrammes de fréquence permet la détermination de la durée moyenne de vie planctonique des larves. La détermination de cette durée est d'autant plus précise que l'apparition des larves est plus intense et plus brève. Le calcul des biomasses autorise l'évaluation de la production de matière organique au niveau du méroplancton; cette production représente un bilan de différents facteurs antagonistes : mort naturelle, prédation, métamorphose d'une part, émission des larves, et croissance d'autre part. Mais l'utilisation des successions de diagrammes a cependant des limites. Elle ne permet pas de préciser la cause de la disparition des larves, qui provient soit de la prédation soit de la métamorphose. De plus, si les origines des jeunes stades appartenant à des stocks différents sont peu disjointes dans le temps, les diagrammes de fréquence ne peuvent être établis, car il se produit un mélange constant d'individus d'âge différent. Enfin la possibilité de déterminer l'âge d'une population repose sur le fait que dans le secteur étudié les ensembles benthiques d'adultes sont soumis aux mêmes conditions de milieu.

CONCLUSIONS ET DISCUSSION

Le fait d'interpréter les histogrammes comme nous l'avons montré précédemment suppose une dispersion des tailles des individus sensiblement du même âge, autour d'une valeur moyenne. En d'autres termes, les stades les plus grands ne sont pas strictement les plus évolués. Cette interprétation s'oppose à celle utilisée par ROGER (1968) partant du fait que les stades les plus jeunes sont aussi les plus petits. Si nous admettons cette dernière hypothèse pour les diagrammes précédents (fig. 4), le maximum d'individus correspond non à des stades jeunes mais à des stades relativement évolués. La partie descendante du diagramme s'explique alors par la formation continue et toujours de même intensité, de jeunes individus. La partie ascendante s'interprète par une baisse de l'intensité de formation des stades jeunes. La plupart des diagrammes sont de ce type et montrent que la phase d'émission maximale n'est jamais observée car, si cela se produit, le diagramme théorique (fig. 4 A) peut être construit. Le fait d'effectuer les prélèvements toujours en dehors de l'émission maximale des jeunes stades, semble peu vraisemblable. Cette phase d'émission se pro-

longe en effet sur une forte étendue de temps, de t_1 à t_6 , nécessaire à la croissance du stade « b » au stade « a ». Elle correspond à la durée de vie planctonique lorsque « ob » représente une faible fraction de « oa ». Dans l'hypothèse où les stades de petite taille sont strictement les plus jeunes, une conjonction de circonstances peu probables est nécessaire pour observer les séries de diagrammes précédents. Les observations montrent cependant que dans la mesure où plusieurs diagrammes successifs relatifs à une même population biologique, sont significativement différents, la moyenne de taille pour chaque diagramme est ordonnée de telle sorte que

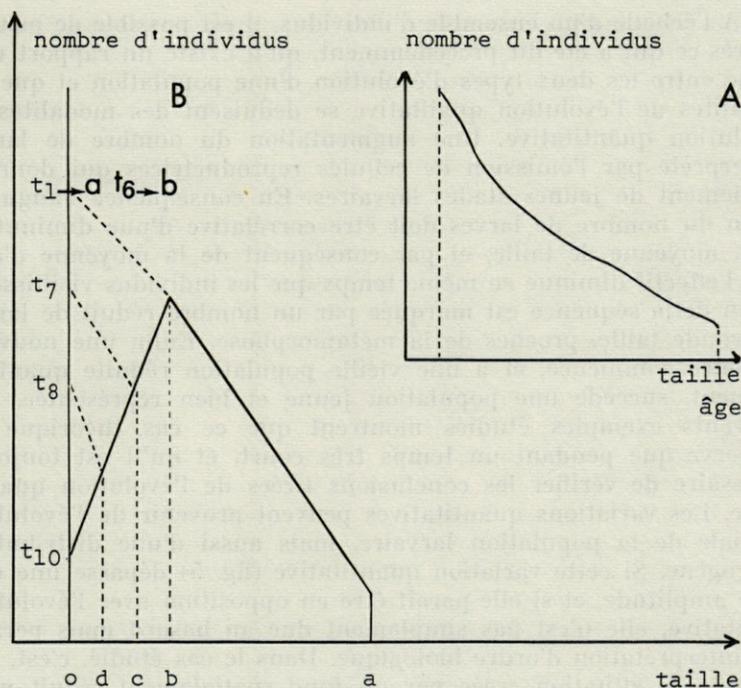


FIG. 4. — Interprétation des diagrammes en supposant la taille strictement proportionnelle à l'âge, et les facteurs de prédation constants.

A : schéma théorique de l'évolution du nombre d'individus en fonction de l'âge, correspondant soit à une observation instantanée si la formation des jeunes stades est continue, soit à une série d'observations si l'émission est brève.

B : schéma théorique d'une observation.

o : taille des plus jeunes stades observés, à l'instant t_{10} de l'observation.

a : taille des plus vieux stades observés (émis en t_1).

b : stade larvaire le plus fréquent au moment de l'observation (émis en t_6). A partir de t_6 la formation des stades jeunes décroît fortement.

c : stade larvaire plus jeune que b, émis en plus faible quantité, au temps t_7 .

les jeunes populations statistiques sont aussi composées des individus les plus petits. C'est donc à l'intérieur d'une suite de plusieurs échantillons d'une même population que les ensembles d'individus sont de taille d'autant plus grande (ou plus petite) qu'ils sont plus (ou moins) évolués.

Enfin, d'une population biologique à la suivante, le nombre d'individus appartenant à un stade quelconque varie considérablement. Il ne semble donc pas justifié, dans le cas qui nous intéresse, de construire un schéma d'évolution qualitative et quantitative à partir des pêches se rapportant à plusieurs générations.

A l'échelle d'un ensemble d'individus, il est possible de penser, d'après ce qui a été dit précédemment, qu'il existe un rapport univoque entre les deux types d'évolution d'une population et que les modalités de l'évolution qualitative se déduisent des modalités de l'évolution quantitative. Une augmentation du nombre de larves s'interprète par l'émission de cellules reproductrices qui donnent rapidement de jeunes stades larvaires. En conséquence l'augmentation du nombre de larves doit être corrélative d'une diminution de la moyenne de taille, et par conséquent de la moyenne d'âge. Puis l'effectif diminue en même temps que les individus vieillissent. La fin de la séquence est marquée par un nombre réduit de larves de grande taille, proches de la métamorphose. Enfin une nouvelle séquence commence, et à une vieille population réduite quantitativement, succède une population jeune et bien représentée. Les différents exemples étudiés montrent que ce cas théorique ne s'observe que pendant un temps très court, et qu'il est toujours nécessaire de vérifier les conclusions tirées de l'évolution quantitative. Les variations quantitatives peuvent provenir de l'évolution normale de la population larvaire, mais aussi d'une distribution hétérogène. Si cette variation quantitative (fig. 5) dépasse une certaine amplitude, et si elle paraît être en opposition avec l'évolution qualitative, elle n'est pas simplement due au hasard mais permet une interprétation d'ordre biologique. Dans le cas étudié, c'est, par exemple, la situation créée par un fond spatialement réduit mais particulièrement riche en Annélides adultes émettant un nombre élevé de larves au même stade que les larves émises dans les régions limitantes, plus pauvres. L'étude quantitative des prélèvements apparaît donc comme le premier stade nécessaire à la connaissance de l'évolution d'une population et autorise certaines hypothèses. Elle doit être complétée par l'étude qualitative qui permet de choisir parmi les hypothèses précédentes. Cette double étude fournit le plus souvent une interprétation difficilement mise en discussion.

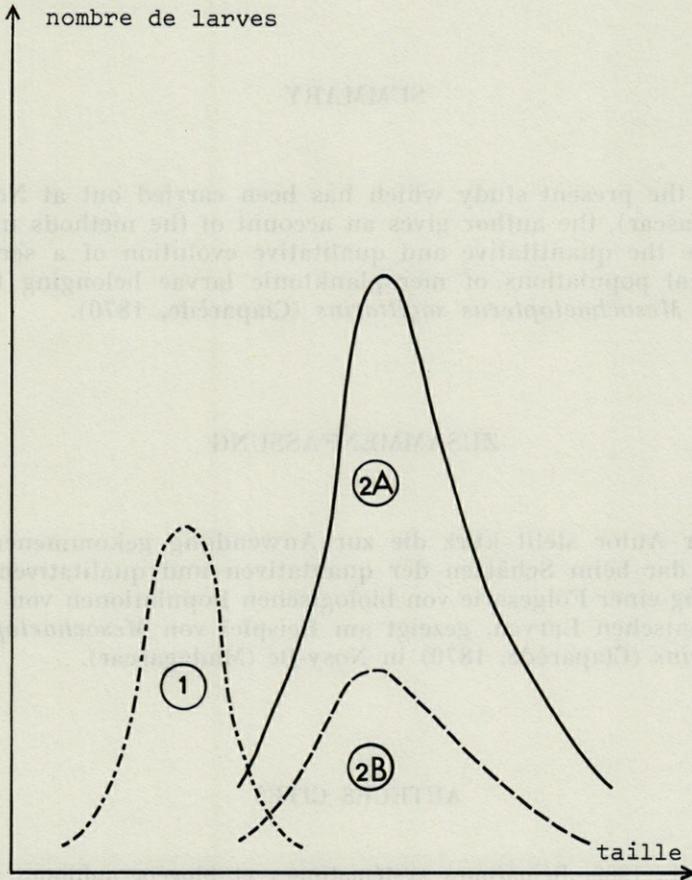


FIG. 5. — Evolution d'une population biologique dans le cas d'une forte hétérogénéité spatio-temporelle. C'est la succession 1-2A qui est observée. L'absence de stades jeunes empêche d'envisager l'apparition d'une population nouvelle. Le cas 2B représente le résultat de l'évolution de la population 1 en l'absence d'hétérogénéité.

RÉSUMÉ

L'auteur présente brièvement les méthodes employées pour apprécier l'évolution quantitative et qualitative d'une succession de populations biologiques de larves méroplanctoniques appartenant à l'espèce *Mesochaetopterus sagittarius* (Claparède, 1870), à Nosy-Bé (Madagascar).

SUMMARY

In the present study which has been carried out at Nosy-Bé (Madagascar), the author gives an account of the methods used to estimate the quantitative and qualitative evolution of a series of biological populations of meroplanktonic larvae belonging to the species *Mesochaetopterus sagittarius* (Claparède, 1870).

ZUSAMMENFASSUNG

Der Autor stellt kurz die zur Anwendung gekommenen Methoden dar beim Schätzen der quantitativen und qualitativen Entwicklung einer Folgeserie von biologischen Populationen von meroplanktonischen Larven, gezeigt am Beispiel von *Mesochaetopterus sagittarius* (Claparède, 1870) in Nosy-Bé (Madagascar).

AUTEURS CITÉS

- BHAUD, M., 1969. Remarques systématiques et biogéographiques sur le genre *Mesochetopterus* Potts, 1914. *Vie Milieu* (sous presse).
- FRONTIER, S., 1969. Sur une méthode d'analyse faunistique rapide du zooplancton. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 3 (1) : 18-26.
- ROGER, C., 1968. Evaluation d'une population planctonique. *Marine Biol.*, 2 (1) : 66-70.

Reçu le 2 avril 1969.

LES PEUPELEMENTS SESSILES DE L'ARCHIPEL DE GLÉNAN

INTRODUCTION

par Annie DESCATOIRE, Annie FEY et Françoise LAFARGUE

Station biologique de Roscoff et Laboratoire maritime de Concarneau

Au cours de 135 plongées dans l'Archipel de Glénan, les principaux groupes de la faune sessile de substrat rocheux ont fait l'objet d'une étude systématique et écologique.

Quatre séries de publications présenteront les résultats dans l'ordre suivant :

- I — Inventaire.
- II — Notes systématiques.
- III — Ecologie.
- IV — Discussion sur l'ensemble des peuplements.

Cet article est consacré à la présentation de l'Archipel par l'ensemble de l'équipe. Paraîtront ensuite : l'inventaire des Spongiaires (A. DESCATOIRE), des Hydraires (A. FEY), des Anthozoaires (F. LAFARGUE), des Bryozoaires (A. FEY), des Ascidies (F. LAFARGUE). Toutes les espèces récoltées dans les soixante premiers mètres appartiennent à l'étage infralittoral ou à la partie supérieure de l'étage circalittoral.

VUE D'ENSEMBLE SUR L'ARCHIPEL DE GLÉNAN

A) SITUATION

L'archipel de Glénan est un plateau rocheux de 7,5 milles de long et 4 milles de large, situé à 9 milles dans le Sud-Sud-Ouest de Concarneau. Il se compose d'une dizaine d'îles et de très nombreux îlots disposés approximativement en cercle. Ce sont, par ordre d'importance : Penfret, Le Loch, Saint-Nicolas, Le Drevec, Fort Cigogne, etc... (carte I).

A l'intérieur des îles, les profondeurs n'excèdent pas 5 mètres; à l'extérieur, elles atteignent couramment 15 à 20 m, et ce n'est qu'à la limite occidentale du plateau que les fonds descendent brusquement jusqu'à 45 m (Les profondeurs sont ramenées au 0 des cartes marines françaises).

B) CADRE PHYSIQUE

1) *Hydrodynamisme*

Les tempêtes viennent en général du Sud-Ouest et amènent avec des vents de force 2 à 3 en été, 3 à 6 à partir d'octobre, des houles de un à deux mètres de creux autour des îles. Des déferlements importants se forment alors sur les plateaux de Talenduic, des Bluiniers et de la Jument, à l'Ouest au Sud-Ouest et au Sud de l'Archipel, et sur les écueils de Prunenou Bras, Laon Egenn Hir, le Ruolh, au Sud-Est. Les seuls points qui restent relativement au calme sont la côte Est de Penfret, l'intérieur des îles, et, par temps moyen, à marée basse, la face non exposée des îlots du Run et du Gluet, au Nord. Les vents de Nord-Ouest provoquent un mauvais temps moins fort et plus prolongé.

Dans les Glénan, il existe un système de courants de marée. Le courant de flot, portant à l'Est-Nord-Est, s'établit 30 minutes après la basse mer, tandis que le courant de jusant, portant à l'Ouest-Sud-Ouest, s'établit 30 minutes après la haute mer. La force maximum, en vive eau, est de 1,5 nœud. La renverse de courant se fait donc aux étales de marée. Le courant forçit quand le vent fraîchit, à marée haute et pendant la marée descendante. Cependant on observe des variations locales sur ce schéma principal. Les courants principaux butent contre les reliefs topographiques sous-marins, qu'ils contournent avant de reprendre leur direction générale.

2) *Température et salinité de l'eau de mer*

L'eau de mer présente des températures voisines de celles de l'air dans la zone bathymétrique qui nous intéresse (0 à 40 m), avec un décalage saisonnier. On a 6 à 7° en avril, 16 et 17° en septembre. Il y a environ 1° d'écart entre la surface et 30 m au mois d'août.

Salinité : 34,5 à 35,0 pour 1 000.

3) *Marées*

Pour un coefficient de 120, aux Glénan, la différence de niveau théorique entre la Haute Mer et la Basse Mer est de 5,5 m. Le niveau moyen des B.M.G.V.E. est à 0,6 m au-dessus du 0 des cartes françaises. En sizygie, l'heure de la Basse Mer se situe entre 12 h. et 12 h. 30' et entre 24 h. et 01 h.

4) *Transparence des eaux* (1)

D'après les courbes de pénétration du flux lumineux effectuées au moyen de l'« Irradiance meter » (Marine Adviser) on peut noter qu'il reste 10 pour 100 de la lumière incidente à 12 m et que la valeur 1 pour 100 est atteinte à 25 m. Grâce à quelques valeurs de X (= coefficient d'extinction verticale), on peut voir que les eaux des Glénan se situent, par rapport à la classification établie par N. G. JERLOV (2), entre le type III des eaux océaniques et le type I des eaux côtières. Toujours d'après les valeurs de X, on observe que la turbidité doit être plus forte à Penfret (station située près des fonds de vase) qu'à Guiautec ou Laon Egenn Hir (stations exposées à la houle du Sud-Ouest et entourées de fonds de coquilles brisées).

5) *Nature des fonds*

Le socle rocheux est recouvert à l'intérieur des îles par des dépôts de sable à très forte teneur en calcaire (coquilles brisées d'apport littoral récent) mêlé à des graviers de petites dimensions. Quelques herbiers s'étendent entre les îles où ils accumulent les particules sédimentaires; on ne trouve de dépôts vraiment vaseux que dans le fond des anses les plus abritées de l'île du Loch et de Penfret. A la périphérie de l'archipel, les sédiments se succèdent dans l'ordre suivant : sable, coquilles brisées,

(1) Nous remercions vivement M. le Professeur IVANOFF qui a bien voulu nous prêter l'Irradiance mètre, et M. J. BOUTLER pour son aide et les conseils qu'il nous a donnés dans l'établissement de nos résultats.

(2) JERLOV, N.G., 1950. Reports of the swedish deep sea expedition (1947-1948), 3, (1).

graviers. Au Sud, cependant, le plateau rocheux s'arrête à la limite de la grande vaseière et à l'Est-Nord-Est, la baie de la Forêt se prolonge par des fonds de sable fin argilo-vaseux. Ces derniers bordent Penfret au Nord-Est et s'avancent jusqu'au rocher du Run. Ils supportent des gisements de *Lithothamnion calcareum* en continuation avec ceux de la baie.

C) PRÉSENTATION DES STATIONS ÉTUDIÉES

Les fonds supérieurs à 10 m se trouvent tous à la périphérie, nos stations sont situées sur le bord externe de l'archipel. Elles peuvent être réparties en plusieurs catégories :

1) *Les stations profondes :*

Leon Eguettaer (15 à 38 m)
Le Sud des Bluiniers (12 à 40 m)
Men ar Ch'y (15 à 35 m)
La Jument (54 à 59 m).

2) *Les stations peu profondes :*

a) *Stations relativement abritées et situées à proximité d'un fond de vase ou de maërl :*

Penfret (0 à 12 m)
Le Run (0 à 14 m).

b) *Stations intermédiaires entre stations abritées et stations battues :*

Le Gluet (0 à 13 m)
Le Huic (0 à 8 m).

c) *Stations battues et entourées de fonds de sable propre :*

Laon Egenn Hir (0 à 17 m)
Le Nord des Bluiniers (0 à 18 m)
Prunenou Bras (0 à 22 m)
Le Ruolh (0 à 15 m)
Guiatec (0 à 12 m)
Les Talenduic (0 à 15 m)
Karek Higuenu (0 à 10 m).

3) *Les épaves :*

Le « Pietro » : épave métallique, à l'Est de Penfret, sur un fond de vase, à 30 m; coulée le 25-VII-43.



CARTE 1. — Archipel de Glénan (Sud Finistère).

Le « St-Isidore » : épave en bois, à mi-chemin entre Concarneau et les Glénan, sur un fond de vase, à 20 m; coulée en 1959.

Le « Côte de Grâce » : épave métallique, au large du Guilvinec, sur les Fourches, fond de roche et de sable coquillier, à 12 m; coulée le 26-II-65.

Le « Mascaret » : épave métallique, à Leon Eguettaer, sur fond de sable vaseux, à 40 m; coulée le 8-XII-64.

4) *Points en dehors des Glénan :*

La Basse rouge : à 2 milles au Sud-Sud-Ouest de l'île aux Moutons; 1 à 20 m; roche sur sable coquillier.

Le Coq : Balise située à l'embouchure de l'Odet, sur fond de roche descendant abruptement jusqu'à 22 m sur la vase; forts courants de marée.

Les Fourches : roches isolées en face du Guilvinec; très battues; fond de sable coquillier à 15 m.

Les noms des localités sont tirés des cartes du Service Hydrographique de la Marine : n° 5285 et 5368.

PEUPLEMENTS SESSILES DE L'ARCHIPEL DE GLÉNAN

I — INVENTAIRE : SPONGIAIRES

par A. DESCATOIRE

Laboratoire maritime de 29 S - Concarneau

Le groupe des Spongiaires est loin d'être entièrement répertorié le long des côtes de France et, si de nombreux travaux ont conduit à l'établissement de listes systématiques, les points de récoltes sont distribués irrégulièrement et sont particulièrement rares dans la région qui nous intéresse, le Sud de la Bretagne.

Dans l'Atlantique Nord, on possède actuellement de bons inventaires pour les côtes de Norvège (BURTON, 1930*b*, 1931*a* et *b*; HANSEN, 1885; ARNESSEN, 1903), les Iles Britanniques (BOWERBANK, 1866, 1874, 1882; BURTON, 1930*a*; BORLEY, 1931; MOORE, 1937), l'Irlande (STEPHENS, 1912, 1914, 1916, 1917, 1920), et pour la Manche, à Roscoff (TOPSENT, 1891*a*, *b* et *c*, 1893, 1895*b*, 1896*a*, 1898, 1900, 1924, 1937; LEVI, 1950, 1956). TOPSENT a également travaillé à Luc-sur-Mer et jusqu'en Belgique (1888, 1890*a* et *b*, 1891, 1894*a* et *b*, 1932). Au large, on dispose des résultats des campagnes océanographiques (CARTER, 1874, 1876; RIDLEY, 1885; TOPSENT, 1892*b*, 1896*b*, 1904; LUNDBECK, 1902, 1905; BURTON, 1932; LEVI et VACELET, 1958). Les travaux de HANITSCH (1895), BREITFUSS (1929), FERRER-HERNANDEZ (1912, 1914*a*, *b* et *c*, 1918, 1919, 1922, 1923, 1933) recensent les Eponges des côtes d'Espagne et du Portugal.

Ainsi, de Roscoff à Vigo, il existe très peu de données sur la faune spongiologique littorale; l'ensemble des travaux cités précédemment permet cependant d'apercevoir les affinités à la fois boréales et lusitaniennes de la région des Glénan.

Signalons enfin deux publications de TOPSENT (1891*b* et 1896*a*) qui mentionnent 19 espèces récoltées au large de Concarneau, dont 2, *Thymosia guernei* et *Spongosorites placenta* ont été décrites dans cette localité. Je n'ai d'ailleurs retrouvé ni l'une ni l'autre aux Glénan; toutefois, j'ai récolté *Thymosia guernei* au Sud des Glénan, sur une roche horizontale légèrement envasée, à 50 m et, dans les mêmes conditions, à 45 m, au Sud de Belle Ile.

La liste qui suit présente les 87 Démosponges et les 19 Calcisponges récoltées avec des indications sur la profondeur et la topographie du substrat. Elles sont présentées dans l'ordre de la classification adoptée par LEVI (1953). Nous verrons ensuite comment placer la faune des Glénan dans l'ensemble biogéographique Nord-Atlantique. Enfin, les espèces de détermination difficile feront l'objet d'un commentaire systématique dans une note ultérieure (1).

CI. CALCISPONGES

O. *Calcinea*.

F. *Clathrinidae*.

Clathrina coriacea (Montagu)

HAECKEL, 1872, p. 24, sous le nom d'*Ascetta coriacea*.

Echantillons typiques : coloration blanche, jaune ou rouge.

Habitat : Jamais sur la roche horizontale; commune sur les parois verticales à surplombantes, dans l'étage infralittoral, de 0 à 18 m; beaucoup moins abondante que les autres Eponges calcaires caractéristiques des surplombs infralittoraux (*Leuconia johnstoni*, *Aphroceras ensata* f. *cliarensis*).

Distribution : Cf. BURTON, 1963, p. 137; I.F.M.R. (2), p. 31.

Clathrina cerebrum (Haeckel)

HAECKEL, 1872, p. 54, sous le nom d'*Ascalis cerebrum*.

Echantillons non typiques; ne possédant ni tripodes, ni tétractines épineuses caractéristiques, mais des tétractines effilées; cas observé éga-

(1) J'exprime mes sincères remerciements à M. le Professeur LÉVI qui m'a conseillée dans le travail de systématique concernant les Démosponges, et à M. BOROJEVIC à qui je dois la détermination des Calcisponges.

(2) Je désignerai par le sigle I.F.M.R. l'Inventaire de la Faune marine de Roscoff (LÉVI, ČABIČOČ, BOROJEVIC, sous presse). P.M.F. désignera la Plymouth marine Fauna (Mar. biol. Ass. U.K., 1957, *Spongiaires* : 26-36).

lement à Roscoff et en Méditerranée avec tous les intermédiaires jusqu'à la forme typique (BOROJEVIC, communication personnelle).

Habitat : Un seul exemplaire, trouvé à 35 m, dans une fissure circalittorale (1).

Distribution : Cf. BURTON, 1963, p. 188; I.F.M.R., p. 31.

Ascandra falcata Haeckel

HACKEL, 1872, p. 83; BOROJEVIC, 1966, p. 365.

Habitat : Toujours dans les endroits obscurs, en surplomb ou dans des fissures entre 7 et 20 m. Assez rare dans l'archipel; préfère les stations exposées (Laon Egenn Hir, le Ruolh).

Distribution : Cf. BURTON, 1963, p. 195; BOROJEVIC, 1966, p. 365; I.F.M.R., p. 32.

O. *Calcaronea*.

F. *Leucosoleniidae*.

Leucosolenia variabilis (Haeckel)

HAECKEL, 1872, p. 106, sous le nom d'*Ascandra variabilis*; MINCHIN, 1904, p. 373.

Echantillons correspondant aux descriptions de MINCHIN.

Habitat : Très commune dans tout l'archipel, aux stations abritées comme aux stations battues; avec *Sycon raphanus* c'est l'éponge calcaire la plus répandue; sur tous les types d'inclinaisons de la roche à l'exception des planchers de « grotte » (2); dans les étages infra- et circalittoraux (0 à 35 m), avec un maximum d'abondance sur les parois verticales infralittorales (jusqu'à 18 m); seulement sous les surplombs dans l'étage médiolittoral et les premiers mètres de l'étage infralittoral.

Distribution : Cf. BURTON, 1963, p. 176; P.M.F., p. 26; I.F.M.R., p. 33.

F. *Leucettidae*.

Leuconia fistulosa (Johnston)

HAECKEL, 1872, p. 197; BOROJEVIC, 1966, p. 706.

Echantillons particulièrement développés (jusqu'à 12 cm de long).

(1) Le passage de l'étage infralittoral à l'étage circalittoral, aux Glénan, correspond, vers 27 m, à la disparition des Laminaires et au remplacement des Invertébrés sessiles des niveaux supérieurs par un nouveau stock.

(2) « grotte ». Ce terme désigne un tunnel ménagé dans un chaos de blocs et dont le plafond est formé par une dalle.

Habitat : Rare aux Glénan; jamais trouvée sur la roche; très abondante sur les parois verticales du « Pietro », épave métallique posée sur la vase, entre 7 et 25 m, à l'Est de Penfret; préfère probablement les endroits turbides.

Distribution : Cf. BURTON, 1963, p. 383; P.M.F., p. 27; I.F.M.R., p. 35.

Leuconia gossei (Bowerbank)

HAECKEL, 1872, p. 177; TOPSENT, 1937, p. 9.

Echantillons conformes au type; variables cependant quant à la présence de diactines qui sont parfois très rares, et parfois présentes en très grand nombre, auquel cas elles peuvent dépasser légèrement la surface, en la rendant faiblement hispide, notamment autour de l'oscule.

Habitat : Abondante dans les endroits relativement éclairés (parois verticales des premiers mètres sous le 0, horizontales jusqu'à 10 m); parfois en épiphyte sur des algues (crampons de Laminaires, Corallines); préfère les stations battues.

Distribution : Cf. BURTON, 1963, p. 506; P.M.F., p. 27; I.F.M.R., p. 35.

Leuconia johnstoni Carter

HAECKEL, 1872, p. 216; TOPSENT, 1937, p. 11.

Habitat : Exclusive des stations très battues (Laon Egenn Hir, les Bluiniers). Très abondante sur les parois rocheuses verticales ou surplombantes, les plafonds de « grotte » et les fissures entre 5 et 20 m. Jamais rencontrée dans l'étage circalittoral (à partir de 18 m).

Distribution : Cf. BURTON, 1963, p. 267; P.M.F., p. 27; I.F.M.R., p. 35.

Leuconia nivea (Grant)

HAECKEL, 1872, p. 211; TOPSENT, 1937, p. 10.

Habitat : Commune sous les pierres; plus rare sur les parois rocheuses; dans ce dernier cas, elle est localisée à des endroits peu éclairés (subverticales ou surplombs).

Distribution : Cf. BURTON, 1963, p. 276; P.M.F., p. 27; I.F.M.R., p. 36.

Leuconia pumila Bowerbank

HAECKEL, 1872, p. 148, sous le nom de *Leucaltis pumila*. TOPSENT, 1937, p. 7.

Habitat : Rare aux Glénan; quelques exemplaires sous les surplombs des stations les plus battues (Laon Egenn Hir, le Ruolh, Karek Higuenu) dans l'étage infralittoral; assez abondante, sous les surplombs, vers 12 m, aux Fourches (au large du Guilvinec).

Distribution : Cf. BURTON, 1963, p. 288; I.F.M.R., p. 36.

Aphroceras ensata (Bowerbank) *forma cliarensis* (Stephens)

BOROJEVIC, 1967, p. 707.

La forme *impressa* a été trouvée par BOROJEVIC dans des lieux exceptionnellement agités (grotte des Duons, canal du Vivier) beaucoup plus exposés encore que les biotopes de la forme *cliarensis* (le Loup).

Habitat : Même répartition que *Leuconia johnstoni*, sous les surplombs et les parois verticales des stations battues, entre 5 et 20 m; particulièrement abondante dans la grotte très obscure de Karek Higue-nou, à 8 m. Espèce très sciaphile; ne descend cependant pas dans l'étage circalittoral qui ne lui offre pas les conditions d'agitation nécessaires à son développement.

Distribution : Cf. BOROJEVIC, 1967, p. 721; P.M.F., p. 28; I.F.M.R., p. 35.

Grantia compressa (Fabricius)

HAECKEL, 1872, p. 360, sous le nom de *Cycandra compressa*.

Habitat : Très commune sous les surplombs de l'étage médiolittoral et des premiers mètres sous le 0; on la trouve ensuite sur les algues (stipes de *Laminaria hyperborea*, axes de *Delesseria sanguinea*, *Corallina officinalis*) et dans les endroits bien éclairés (roche horizontale à découvert) de l'étage infralittoral (jusqu'à 15 m dernière limite).

Distribution : Cf. BURTON, 1963, p. 444; P.M.F., p. 27; I.F.M.R., p. 34.

Grantia canadensis Lambe

LAMBE, 1896, p. 206.

Habitat : Un seul exemplaire, trouvé dans une fissure circalittorale, à 35 m.

Distribution : Cf. BURTON, 1963, p. 406; I.F.M.R., p. 34.

F. *Sycettidae*.

Sycon ciliatum (Fabricius)

HAECKEL, 1872, p. 296, sous le nom de *Sycandra ciliata*.

Habitat : Très commune, surtout aux stations battues; en épiphyte sur les mêmes algues que *Grantia compressa*, ou directement sur la roche, dans les endroits les mieux éclairés de l'étage infralittoral, de 1 à 15 m; rare à partir de 18 m.

Distribution : Cf. BURTON, 1963, p. 371; P.M.F., p. 27; I.F.M.R., p. 33.

Sycon elegans (Bowerbank)

BOWERBANK, 1866, p. 26, sous le nom de *Grantia tessellata*; HAECKEL, 1872, p. 338, sous le nom de *Cycandra elegans*.

Habitat : Rare; un exemplaire sous un surplomb à — 9 m; un autre sur *Corallina officinalis*, juste au niveau du 0.

Distribution : Cf. BURTON, 1963, p. 383; I.F.M.R., p. 33.

Sycon quadrangulatum O. Schmidt

HAECKEL, 1872, p. 280.

Habitat : Rare; deux exemplaires; dans des fissures, à 20 et 26 m respectivement.

Distribution : Cf. BURTON, 1963, p. 417; I.F.M.R., p. 33.

Sycon raphanus O. Schmidt

HAECKEL, 1872, p. 312.

Pas toujours typiques.

Habitat : Extrêmement répandue dans tout l'archipel, dans les stations battues et les stations abritées; très abondante sur les algues et sur tous les types de parois rocheuses (à l'exception des planchers de « grotte » sur lesquels on ne trouve aucune éponge calcaire), de 0 à 40 m; maximum d'abondance sur les parois verticales du haut de l'étage infralittoral (jusqu'à 18 m).

Distribution : Cf. BURTON, 1963, p. 419; I.F.M.R., p. 34.

Sycon villosum (Haeckel)

HAECKEL, 1872, p. 325, sous le nom de *Sycandra villosum*.

Habitat : Un seul échantillon, sous un surplomb à 9 m.

Distribution : Cf. BURTON, 1963, p. 440; I.F.M.R., p. 34.

Ute gladiata Borojevic

BOROJEVIC, 1966, p. 712.

Habitat : Trouvée deux fois, par 55 à 60 m de fond, à la Jument; fréquente aussi dans les dragages au large des Glénan.

Distribution : Cf. BOROJEVIC, 1967, p. 721; I.F.M.R., p. 35.

Cl. DEMOSPONGES

Sous-Cl. TETRACTINOMORPHES.

Super-O. *Tetractinellida*.

O. *Homosclerophorida*.

F. *Oscarellidae*.

Oscarella lobularis (Schmidt)

SCHMIDT, 1862, p. 80, sous le nom d'*Halisarca lobularis*; TOPSENT, 1895*b*, p. 541.

Habitat : Très commune à la grève, sous les pierres, où elle se présente en plaques; en général moins commune de 0 à 15 m, le plus souvent sur des parois rocheuses ombragées, sous forme de petites masses mamelonnées mal développées; localement très abondante entre 10 et 25 m sur les flancs d'une épave métallique reposant sur la vase, à l'est de Penfret («Pietro») sous forme de masses mamelonnées très bien développées, de coloration rouge carmin.

Distribution : Cf. TOPSENT, 1895*b*; P.M.F., p. 28; I.F.M.R., p. 5.

F. *Placinidae*.

Plakina monolopha Schulze

TOPSENT, 1895*b*, p. 549.

Habitat : Espèce circalittorale aux Glénan; rare; trouvée plusieurs fois entre 20 et 35 m, à Leon Eguettaer; une autre fois à 27 m, aux Bluiers, en fissures. Très petits spécimens.

Distribution : Cf. TOPSENT, 1895*b*; I.F.M.R., p. 5.

O. *Asterophorida*.

F. *Geodiidae*.

Pachymatisma johnstonia (Bowerbank)

BOWERBANK, 1866, p. 51, 1874, pl. VIII; TOPSENT, 1894*b*, p. 321.

Habitat : Très commune dans tout l'archipel, dans les stations battues et les stations abritées, et à toutes les profondeurs; à partir des premiers

mètres sous le 0 et jusqu'à 35 m; jamais trouvée dans l'étage médiolittoral. Espèce sciaphile; développement maximum sous les surplombs et dans les failles.

Distribution : Cf. TOPSENT, 1894*b*, p. 322; 1928, p. 113; Russ et RUTZLER, 1959, p. 762; FERRER-HERNANDEZ, 1918, p. 13; P.M.F., p. 29; I.F.M.R., p. 3.

F. *Stelletidae*.

Stryphnus ponderosus (Bowerbank)

BOWERBANK, 1866, p. 56; 1874, pl. VIII; TOPSENT, 1894*b*, p. 365.

Typique. Présente les dichotriaenes et les amphiasters caractéristiques.

Habitat : Jamais à découvert, même par très forte marée (coefficient 110); très commune dans tout l'étage infralittoral et dans le circalittoral; préfère les stations les plus battues (Laon Egenn Hir, le Gluet, les Bluniers, Leon Eguettaer, Karek Higuenu). Développement maximum dans les fissures et sous les surplombs; peut former, dans les parties les plus obscures des plafonds de « grotte », un revêtement continu de grande étendue qui sert de support au reste de la faune sessile; c'est ainsi qu'elle tapisse entièrement le fond de la grotte obscure de Karek Higuenu (soit 5 m² environ). Le plus souvent associée à *Antho involvens*, ou encore à *Pycnoclavella aurilucens* ou à *Parazoanthus haddoni* qui la recouvrent complètement.

Distribution : Cf. TOPSENT, 1894*b*, p. 366; 1928, p. 128; FERRER-HERNANDEZ, 1918, p. 13; BABIC, 1922; P.M.F., p. 28; I.F.M.R., p. 4.

F. *Pachastrellidae*.

Dercitus bucklandi (Bowerbank)

BOWERBANK, 1886, p. 226; 1874, pl. 192; TOPSENT, 1895, p. 528.

Habitat : Commune dans tout l'étage infralittoral (jusqu'à 18 m); jamais trouvée au-dessus du 0; élective des fissures; s'insère à l'angle des deux parois; abondante au Run.

Distribution : Cf. TOPSENT, 1895*b*, p. 529; FERRER-HERNANDEZ, 1914, p. 17; P.M.F., p. 28; I.F.M.R., p. 4.

O. *Spirophorida*.

F. *Tetillidae*.

Craniella cranium (Müller)

TOPSENT, 1894b, p. 388; BOWERBANK, 1866, p. 63; 1874, pl. XIV.

Habitat : Abondante sur *Phakellia ventilabrum*, à 55 et 60 m, à la Jument. Jamais trouvée entre 25 et 40 m, malgré l'abondance des *Axinellidae* susceptibles de lui servir de support; exigerait une obscurité encore plus grande que celle qui règne à ces profondeurs.

Distribution : Cf. TOPSENT, 1894b, p. 389; BABIC, 1922; I.F.M.R., p. 4.

Super-O. *Clavaxinellida*.

O. *Hadromerida*.

F. *Tethyidae*.

Tethya aurantium (Pallas)

TOPSENT, 1900, p. 294, sous le nom de *Tethya lyncurium*.

Habitat : Très commune dans tout l'archipel; surtout abondante dans l'étage infralittoral; indifférente à l'inclinaison du substrat, elle est à peu près également abondante sur tous les types de surfaces rocheuses.

Distribution : Cf. TOPSENT, 1900, p. 296; ARDNT, 1934, p. 31; P.M.F., p. 30; I.F.M.R., p. 5.

F. *Polymastiidae*.

Polymastia mamillaris (Müller)

BOWERBANK, 1866, p. 71; 1874, pl. 12; TOPSENT, 1900, p. 181.

Habitat : Toujours sur des parois d'inclinaison proche de l'horizontale; assez rare jusqu'à 12 m; assez commune ensuite, moins toutefois que *Polymastia robusta*; abondance maximale sur les roches horizontales situées à proximité du sédiment et susceptibles d'être recouvertes par lui; peut parfois se développer dans une fissure très étroite; possède alors des digitations plus fines et plus hautes que d'ordinaire et une coloration rouge orangée.

Distribution : Cf. TOPSENT, 1900, p. 135; P.M.F., p. 29; I.F.M.R., p. 8.

***Polymastia robusta* Bowerbank**

BOWERBANK, 1866, p. 62; 1874, pl. 10; TOPSENT, 1900, p. 147.

Habitat : Très commune dans tout l'archipel, tant aux stations battues qu'aux stations abritées; abondance maximale sur les roches horizontales qui affleurent le sable, vers 12 m ou sur les roches proches de l'horizontale, couvertes d'une pellicule de vase, entre 25 et 35 m (étage circalittoral).

Distribution : Cf. TOPSENT, 1900, p. 150; FERRER-HERNANDEZ, 1914b, p. 18; I.F.M.R., p. 8.

***Polymastia gleneni* Descatoire**

DESCATOIRE, 1966, p. 232.

Habitat : Un seul échantillon, récolté par 15 m de fond, à Laon Egenn Hir, sur une roche horizontale entièrement recouverte par le sable grossier, fortement coquillier (indice de courant et de fréquente remise en suspension du sédiment; épaisseur du dépôt : environ 5 cm).

F. *Suberitidae*.

***Terpios fugax* Duchassaing et Michelotti**

Redécrite par TOPSENT, 1900, p. 193.

Habitat :

Var. coerulea. Très commune sous les pierres, dans la zone des marées et dans l'infra-littoral.

Var. aurantiacea. Assez rare dans les 20 premiers mètres; trouvée cependant en surplombs et dans les fissures. Commune à partir de 25 m en horizontales et en verticales.

Distribution : Cf. TOPSENT, 1900, p. 194; P.M.F., p. 29; I.F.M.R., p. 9.

***Suberites carnosus* (Johnston)**

BOWERBANK, 1866, p. 203; 1874, pl. 36; TOPSENT, 1900, p. 233.

Sous la forme *typicus*.

Habitat : Commune aux Glénan; toujours sur un substrat horizontal; nombreux échantillons dans les stations où l'on trouve un sédiment à fraction fine importante (Penfret, le Run, épave du « Pietro »), à partir de 12 m; ou encore dans des stations plus profondes (Men ar C'hy, les Bluiniers, Leon Eguettaer), sur les roches horizontales un peu envasées à partir de 25 m.

Distribution : Cf. TOPSENT, 1900, p. 234; P.M.F., p. 29; I.F.M.R., p. 9.

Pseudosuberites mollis Topsent

TOPSENT, 1925*b*, p. 9; LEVI, 1950, p. 12.

Habitat : Sous un surplomb rocheux, à 10 m, à Penfret et sur une épave en bois (« St-Isidore ») vers 15 m, à l'ombre; dans les deux cas, proximité d'un fond vaseux.

Distribution : Cf. LEVI, 1950; TOPSENT, 1934, p. 17; I.F.M.R., p. 10.

Ficulina ficus (Linné)

BOWERBANK, 1866, p. 206; 1874, pl. XXXVI; TOPSENT, 1900, p. 203.

Habitat : De 15 à 35 m fixée aux roches horizontales et aux pierres émergeant du sable ou de la vase; très communément associée à *Eupagurus bernhardus*, qui habite les fonds de vase, à l'est de Penfret.

Distribution : Cf. TOPSENT, 1900, p. 208; P.M.F., p. 29; I.F.M.R., p. 8.

F. *Clionidae*.

Cliona celata Grant

Redécrite par TOPSENT, 1900, p. 32.

Habitat : Forme massive : commune depuis le 0 jusqu'à — 35 m. Sur tous les types de parois. Forme perforante : rencontrée en grande abondance dans les coquilles de Moules, au-dessous du 0.

Distribution : Cf. TOPSENT, 1900, p. 35; P.M.F., p. 30; I.F.M.R., p. 8.

O. *Axinellida*.

F. *Axinellidae*.

Axinella agnata Topsent

TOPSENT, 1896*a*, p. 130.

Echantillon non typique par rapport à la description de TOPSENT. Possède une catégorie de spicules supplémentaire : de grands oxes flexueux.

Habitat : Un seul exemplaire, trouvé à 30 m, sur une roche horizontale, à Leon Eguettaer.

Distribution : Cf. LEVI et VACELET, 1958, p. 230; I.F.M.R., p. 10.

Axinella dissimilis (Bowerbank)

SCHMIDT, 1862, p. 62, sous le nom d'*Axinella polypoïdes*; BOWERBANK, 1866, p. 318; 1874, pl. LV; TOPSENT, 1934, p. 34; 1896*a*, p. 133.

Habitat : Très commune sur la roche horizontale, à partir de 25 m, à Leon Eguettaer; récoltée jusqu'à 60 m en plongée, à la Jument et au-delà par dragages au large (typiquement circalittorale); forme des populations très denses (36 pieds par m² en moyenne).

Distribution : Cf. P.M.F., p. 30; I.F.M.R., p. 11.

Axinella arctica (Vosmaer)

TOPSENT, 1913, p. 28.

Habitat : Un seul exemplaire, incomplètement développé, sur une roche horizontale à 30 m, à Leon Eguettaer.

Distribution : Cf. ARDNT, 1934, p. 88; P.M.F., p. 31.

Axinella damicornis (Schmidt)

SCHMIDT, 1862, p. 61, sous le nom d'*A. cinnamomea*; TOPSENT, 1934, p. 33.

Habitat : Trouvée 2 fois, au cours de 2 plongées à 55 et 60 m; elle y était abondante; on peut donc considérer cette espèce comme franchement circalittorale et plus sensible encore à la lumière qu'*Axinella dissimilis*.

Distribution : Cf. TOPSENT, 1934; 1891c, p. 529; LEVI, 1950, p. 18; I.F.M.R., p. 10.

Axinella egregia Ridley

RIDLEY, 1881, p. 114; TOPSENT, 1892b, p. 121; THIELE, 1905, p. 426.

Habitat : Abondante dans l'étage circalittoral, à la Jument (55 et 60 m) sur les fonds à *Dendrophyllia cornigera*. Jamais trouvée à Leon Eguettaer (35 m).

Distribution : Cf. TOPSENT, 1892b, p. 121; FERRER-HERNANDEZ, 1914a, p. 26; I.F.M.R., p. 10.

Tragosia infundibuliformis (Fleming)

BOWERBANK, 1866, p. 317; 1874, pl. LIV.

Habitat : Commune sur les roches horizontales circalittorales, à partir de 30 m, à Leon Eguettaer (16 spécimens par m² en moyenne).

Distribution : Cf. ARDNT, 1934, p. 90; P.M.F., p. 30; I.F.M.R., p. 11.

Tragosia alba Descatoire

DESCATOIRE, 1966, p. 234.

Habitat : Un seul échantillon, sur une roche horizontale, à 30 m, sous un couvert algal de *Dictyopteris membranacea* (Stack.) Batt., *Halop-*

teris filicina (Grat.) Kütz., *Heterosiphonia plumosa* (Agardh.) Batters., *Stenogramme interrupta* Mont., *Carpomitra costata* (Stack.) Batters. La roche était couverte d'une couche de vase fine d'un demi-centimètre environ. Les autres Eponges présentes à cet endroit étaient en majorité des espèces caractérisant des niveaux plus profonds (circalittorales). *T. alba* était à moitié enfouie sous le sédiment.

***Phakellia ventilabrum* (Johnston)**

BOWERBANK, 1866, p. 122; 1874, pl. XXII.

Habitat : Trouvée en grande abondance sur la roche horizontale à partir de 50 m sur les fonds à *Dendrophyllia cornigera* de la Jument; jamais trouvée à 35 m à Leon Eguettaer; ne supportant qu'une très faible quantité de lumière, elle est franchement circalittorale.

Distribution : Cf. ARDNT, 1934, p. 89; P.M.F., p. 31; I.F.M.R., p. 11.

***Phakellia* sp.**

Indéterminée. Cf. DESCATOIRE, 1966, p. 245.

Habitat : Commune sur les horizontales, à partir de 25 m, à Leon Eguettaer et à Men ar C'hy. Les jeunes individus se présentent sous forme de petites boules pédonculées.

***Stelligera stuposa* (Montagu)**

BOWERBANK, 1866, p. 116; 1874, pl. 19, sous le nom de *Dictyocylindrus stuposus*; TOPSENT, 1934, p. 36, sous le nom de *Vibulinus stuposus*.

Echantillons pas toujours typiques. Présentent très souvent des caractères intermédiaires entre ceux de *S. stuposa* et ceux de *S. rigida*.

Habitat : Commune dans tout l'archipel, sur tous les types de parois; abondance maximale sur les planchers de « grotte » dans l'étage infralittoral et sur les roches horizontales circalittorales.

Distribution : Cf. ARDNT, 1934, p. 26; P.M.F., p. 31; I.F.M.R., p. 13.

***Stelligera rigida* (Montagu)**

TOPSENT, 1890a, p. 296, sous le nom de *Vibulinus rigidus*.

Seuls les spécimens présentant les caractères typiques de *S. rigida* ont été recensés sous ce nom.

Habitat : Rare; entre 5 et 10 m au Run et au Gluet.

Distribution : Cf. ARDNT, 1934, p. 86; I.F.M.R., p. 12.

***Bubaris vermiculata* (Bowerbank)**

BOWERBANK, 1866, p. 141; 1874, pl. XXVI, sous le nom de *Hymera-phia vermiculata*.

Habitat : Trouvée une fois, sur une roche horizontale à 25 m aux Bluiniers.

Distribution : Cf. ARDNT, 1934, p. 87; TOPSENT, 1925a, p. 636; 1904, p. 145; P.M.F., p. 31; I.F.M.R., p. 11.

Halicnemia patera Bowerbank

BOWERBANK, 1866, p. 96; 1874, pl. XV; TOPSENT, 1897, p. 325, sous le nom de *Bubaris* ou *Naenia gallica*.

Habitat : Espèce sciaphile; assez rare dans les vingt premiers mètres; trouvée parfois en fissures ou en surplombs; commune à partir de 20 m, surtout sur les pans de roche verticaux.

Distribution : Cf. TOPSENT, 1897, p. 243; LEVI, 1950, p. 17; I.F.M.R., p. 12.

Halicnemia verticillata (Bowerbank)

BOWERBANK, 1866, p. 145; 1874, pl. XXVII, sous le nom de *Hymera-phia verticillata*.

Habitat : Assez commune sur les roches verticales circalittorales, à Leon Eguettaer, à partir de 30 m.

Distribution : Cf. ARDNT, 1934, p. 85; TOPSENT, 1892a, p. XVII; 1928, p. 186, p. 12.

Raspailia ramosa (Montagu)

BOWERBANK, 1866, p. 103; 1874, pl. XVI, sous le nom de *Dictyocylindrus ramosus*.

Habitat : Assez rare; trouvée sur les roches horizontales, de 15 à 30 m, au Run, à Laon Egenn Hir et aux Bluiniers.

Distribution : Cf. ARDNT, 1934, p. 83; P.M.F., p. 35; I.F.M.R., p. 13.

Raspailia ventilabrum (Bowerbank)

BOWERBANK, 1866, p. 100; 1874, pl. XVI, sous le nom de *Dictyocylindrus ventilabrum*.

Habitat : Rare; 2 exemplaires seulement, l'un à Leon Eguettaer, à 25 m, l'autre à la Jument, à 55 m, sur un fond à *Dendrophyllia cornigera*.

Distribution : Cf. I.F.M.R., p. 13.

Eurypon clavatum (Bowerbank)

BOWERBANK, 1866, p. 143; 1874, pls XXVI et LXXX, sous les noms de *Hymera-phia clavata* et *Hymera-phia simplex*.

Habitat : Trouvée 2 fois seulement dans l'étage infralittoral, à Penfret et Men ar C'hy; 3 récoltes dans le circalittoral, vers 30 m, à Leon Eguettaer.

Distribution : Cf. ARDNT, 1934, p. 85; I.F.M.R., p. 14.

***Eurypon lacazei* (Topsent)**

TOPSENT, 1891c, p. 541, sous le nom d'*Hymenaphia lacazei*.

Habitat : Trouvée une seule fois, sur une roche horizontale, à 36 m, à Leon Eguettaer.

Distribution : Cf. TOPSENT, 1928, p. 290; I.F.M.R., p. 14.

***Hymenaphia stellifera* (Bowerbank)**

BOWERBANK, 1866, p. 146; 1874, pl. 27; TOPSENT, 1900, p. 253, sous le nom de *Mesapos stellifera*.

Habitat : Un seul échantillon, trouvé sur une roche horizontale, à 30 m, à Leon Eguettaer.

Distribution : Cf. TOPSENT, 1900, p. 254; I.F.M.R., p. 15.

***Tethyspira spinosa* (Bowerbank)**

BOWERBANK, 1874, p. 279; pl. LXXXIII; TOPSENT, 1900, p. 257.

Habitat : Assez commune à faible profondeur, entre 3 et 17 m, dans les stations les plus exposées (Laon Egenn Hir, les Bluiniers, Karek Higuenou); toujours sur des roches horizontales ou faiblement inclinées sur l'horizontale; cette espèce semble peu sciaphile.

Distribution : Cf. TOPSENT, 1924; P.M.F., p. 33; I.F.M.R., p. 14.

Sous-Cl. CERACTINOMORPHES.

O. *Poecilosclerida*.

F. *Mycalidae*.

***Mycale contarenii* (Martens)**

Redécrite par TOPSENT, 1924, p. 91.

Habitat : Commune à la grève, sous les pierres et dans l'herbier de *Zostera marina*; encore assez commune dans les premiers mètres, sur les parois horizontales et verticales; disparaît ensuite.

Distribution : Cf. TOPSENT, 1924; P.M.F., p. 33; I.F.M.R., p. 18.

***Mycale lingua* (Bowerbank)**

Redécrite par TOPSENT, 1924, p. 86.

Habitat : Un seul exemplaire, trouvé sur une roche horizontale, dans l'étage circalittoral, à 38 m, à Leon Eguettaer.

Distribution : Cf. TOPSENT, 1924;

Mycale macilenta (Bowerbank)

Redécrite par TOPSENT, 1924, p. 105.

Habitat : Rare; sur les crampons des Laminaires, ou entre les groupes de Balanes, dans les premiers mètres sous le 0.

Distribution : Cf. TOPSENT, 1924; P.M.E., p. 33; I.F.M.R., p. 18.

Mycale minima (Waller)

Redécrite par TOPSENT, 1924, p. 114.

Habitat : Assez rare; trouvée sous les pierres, dans la zone des marées (St-Nicolas, le Huic) et aussi sous les surplombs et dans les fissures, vers 12 m, à Laon Egenn Hir.

Distribution : Cf. TOPSENT, 1924; P.M.F., p. 33; I.F.M.R., p. 18.

Mycale rotalis (Bowerbank)

Redécrite par TOPSENT, 1924, p. 100.

Habitat : Récoltée dans tout l'archipel; très commune aux stations battues (Laon Egenn Hir et les Bluiniers); maximum d'abondance dans les 15 premiers mètres, sur les parois verticales couvertes de Bryozoaires muscinants; jamais trouvée à la grève.

Distribution : Cf. TOPSENT, 1924; P.M.F., p. 33; I.F.M.R., p. 19.

Mycale similaris (Bowerbank)

Redécrite par TOPSENT, 1924, p. 109.

Habitat : Très commune dans tout l'archipel, à la grève et dans les étages infra- et circalittoraux, jusqu'à 30 m et dans tous les biotopes (parois rocheuses, dessous de blocs, haptères de Laminaires) aussi bien aux stations abritées qu'aux stations battues; cette espèce est toujours très abondante quelle que soit l'inclinaison ou la proximité du sédiment.

Distribution : Cf. TOPSENT, 1924; I.F.M.R., p. 19.

F. *Biemnidae*.

Biemna variantia (Bowerbank)

BOWERBANK, 1874, pl. 23.

Habitat : Un exemplaire à 20 m dans une fissure, aux Bluiniers; commune seulement aux alentours de 30 m, dans des fissures et des parois verticales, à Leon Eguettaer; les spécimens des Gléan n'atteignent jamais un grand développement; par contre, sur les roches envaies au pied de la balise du Coq, à 12 m, elle est très abondante.

Distribution : Cf. ARDNT, 1934, p. 54; I.F.M.R., p. 18.

***Hemimycale columella* (Bowerbank)**

BOWERBANK, 1874, p. 243, sous le nom de *Desmacidon columella*; TOPSENT, 1891c, p. 528; FORSTER, 1955, p. 553.

Habitat : Très abondamment répandue dans tout l'archipel, quelles que soient la station, la profondeur ou l'inclinaison du substrat; comme *Mycale similaris*, *Myxilla rosacea*, *Reniera simplex*, cette espèce semble assez indifférente aux conditions du milieu.

Distribution : Cf. ARDNT, 1934, p. 55; P.M.F., p. 33; I.F.M.R., p. 17.

F. *Crellidae*.

***Pytheas rosea* (Topsent) var. *Laevigata* n. var.**

TOPSENT, 1925a, p. 688.

Les exemplaires des Gléan diffèrent de ceux de TOPSENT par un certain nombre de caractères (le diamètre des fibres choanosomiques en particulier) qui ont conduit à en faire une variété de *P. rosea* (Topsent).

Habitat : Contrairement à *P. rosea* typique, la variété *laevigata* n'a pas été trouvée dans l'étage circalittoral, mais dans l'infralittoral, sur une paroi verticale, à 7 m, sur une roche horizontale à 9 m, sur les haptères de Laminaires, entre 6 et 15 m.

Distribution : Cf. ARDNT, 1934, p. 77; I.F.M.R., p. 20.

F. *Myxillidae*.

***Myxilla iotrochotina* (Topsent)**

TOPSENT, 1892b, p. 21, sous le nom de *Dendoryx iotrochotina*.

Habitat : Rare; sur les haptères de Laminaires, dans l'étage infralittoral de 0 à 18 m, à Men ar C'hy, au Gluet et au Run.

Distribution : Cf. TOPSENT, 1892b; FERRER-HERNANDEZ, 1918, p. 30; LÉVI, 1963.

***Myxilla fimbriata* (Bowerbank)**

BOWERBANK, 1866, p. 337; 1874, pl. LVIII; LUNDBECK, 1902, p. 141.

Habitat : Abondante sur les fonds à *Dendrophyllia cornigera*, à 60 m à la Jument; rare au-dessus de 40 m, dans l'étage infralittoral et le haut de l'étage circalittoral; quelques exemplaires disséminés dans les fissures à 35 m, à Leon Eguettaer.

Distribution : Cf. LUNDBECK, 1902; BURTON, 1950, p. 890; ARDNT, 1934, p. 58; I.F.M.R., p. 20.

***Myxilla incrustans* (Johnston)**

Redécrite par LUNDBECK, 1905, p. 132.

Habitat : Très commune dans tout l'archipel, surtout en planchers de « grottes » et sur la roche horizontale à partir de 15 m.

Distribution : Cf. ARDNT, 1934, p. 59; P.M.F., p. 33; I.F.M.R., p. 20.

***Myxilla rosacea* (Lieberkühn)**

Redécrite par LUNDBECK, 1905, p. 138.

Exemplaires variables quant à la forme et la taille des mégasclères.

Habitat : Très commune dans tout l'archipel, du 0 à 25 m environ, c'est-à-dire dans tout l'étage infralittoral; se raréfie plus bas; c'est l'une des espèces les plus abondantes aux Glénan; très étendue sous les surplombs, entre 8 et 18 m.

Distribution : Cf. ARDNT, 1934, p. 59; P.M.F., p. 34; I.F.M.R., p. 21.

***Iophon hyndmani* (Bowerbank)**

BOWERBANK, 1866, p. 264; 1874, pl. XLVI.

Habitat : Très commune sur tous les types d'inclinaison de la roche, de 2 à 30 m, aux stations abritées et aux stations battues; sous forme d'encroûtements très minces et très étendus; peut présenter quelques expansions lamelleuses ou branchues, quand elle se trouve dans des fissures ou sur un plancher de « grotte ».

Distribution : Cf. ARDNT, 1934, p. 62; I.F.M.R., p. 21.

***Iophonopsis nigricans* (Bowerbank)**

BOWERBANK, 1866, p. 266 ;1874, pl. XLV.

Habitat : Commune à partir de 20 m et, plus bas, dans tout l'étage circalittoral surtout dans les fissures.

Distribution : Cf. ARDNT, 1934, p. 63, sous le nom de *Iophon piceus*; P.M.F., p. 34; I.F.M.R., p. 21.

F. *Hymedesmiidae*.

***Hymedesmia bronstedii* (Burton)**

BOWERBANK, 1866, p. 224; 1874, pl. XXXVIII; TOPSENT, 1936, p. 26, sous le nom de *Stylopus dujardini*; BURTON, 1930, p. 497.

Habitat : Abondante, dans les tout premiers mètres des stations battues (Laon Egenn Hir, les Bluiniers, le Gluet, le Huic), recouvrant les Moules et les Balanes sous les surplombs au voisinage du 0; commune, plus bas, sur les haptères et les stipes de Laminaires; commune également sous les pierres, aussi bien dans le médio- que dans l'infralittoral; rare en profondeur.

Distribution : Cf. ARDNT, 1934, p. 64; P.M.F., p. 34; I.F.M.R., p. 22.

Hymedesmia lenta Descatoire

DESCATOIRE, 1966, p. 235.

Habitat : Très commune dans tout l'archipel; sur les roches horizontales ou les parois verticales peu profondes et bien éclairées; sa structure étant revêtante, elle épouse exactement les anfractuosités du rocher ou remplit les microcavités des Balanes mortes, des Serpuliens, des haptères de Laminaires; sa répartition est nettement infralittorale (exceptionnelle au-dessous de 18 m).

Hymedesmia pansa (Bowerbank)

BOWERBANK, 1874, pl. XXXVIII; 1882, p. 56; TOPSENT, 1925a, p. 672.

Habitat : Trouvée une fois, sur une paroi verticale, à 30 m.

Distribution : Cf. ARDNT, 1934, p. 67; I.F.M.R., p. 22.

F. *Anchinoïdae*.

Anchinoe fictitius (Bowerbank)

BOWERBANK, 1866, p. 124; 1874, pls. 23 et 82; TOPSENT, 1925a, p. 665.

Habitat : Très commune dans tout l'étage infralittoral, aux stations battues (Laon Egenn Hir, les Bluiniers, le Ruolh, Karek Higuenu, Guiautec, le Gluet), modérément sciaphile; trouvée le plus souvent sur les parois proches de l'horizontale, plus rare sur les verticales, absente des surplombs; développement maximum sur les dalles horizontales ombragées par un surplomb.

Distribution : Cf. P.M.F., p. 34; I.F.M.R., p. 23.

Pronax dives (Topsent)

TOPSENT, 1934, p. 30, sous le nom de *Microciona dives*.

Habitat : Commune dans tout l'archipel, de 6 à 30 m, de préférence à l'ombre, sur les parois surplombantes, au pied de celles-ci, sur les planchers, dans les fissures, sous les pierres.

Distribution : Cf. TOPSENT, 1936, p. 47; I.F.M.R., p. 23.

***Pronax plumosum* (Montagu)**

BOWERBANK, 1866, p. 195; 1874, pl. XXIV, sous les noms de *Hymeniacidon* et *Microciona plumosa*.

Habitat : Très commune dans tout l'étage infralittoral; surtout abondante dans les stations battues, entre 0 et 15 m, quelle que soit l'inclinaison de la paroi rocheuse.

Distribution : Cf. ARDNT, 1934, p. 80; P.M.F., p. 34; I.F.M.R., p. 23.

F. *Clathriidae*.

***Antho involvens* var. *inconstans* Topsent**

Redécrite par LÉVI, 1960, p. 78.

Habitat : Jamais trouvée à la grève; très commune dans tout l'archipel, de 0 à 60 m (étages infra- et circalittoral); souvent associée à *Stryphnus ponderosus* qu'elle revêt.

Distribution : Cf. LÉVI, 1960; P.M.F., p. 35; I.F.M.R., p. 25.

***Plocamilla circumflexa* Lévi**

LÉVI, 1960a, p. 81.

Habitat : Trouvée une fois, sur une paroi verticale, à 25 m à Leon Eguettaer.

Distribution : Rade de Brest (LÉVI, 1960a).

***Plocamionida ambigua* (Bowerbank)**

BOWERBANK, 1866, p. 136; 1874, pl. XXV, sous le nom de *Microciona ambigua*; TOPSENT, 1936, p. 51.

Habitat : Espèce circalittorale; récoltée assez fréquemment vers 35 m, à Leon Eguettaer; également sur des branches mortes de *Dendrophyllia cornigera*, à 55 m, à la Jument.

Distribution : Cf. TOPSENT, 1928, p. 303; 1936, p. 51; FERRER-HERNANDEZ, 1918, p. 31; I.F.M.R., p. 21.

***Ophlitaspongia seriata* (Grant)**

Redécrite par LÉVI, 1960, p. 64.

Habitat : Commune au bas de la zone des marées, en sous-strate de *Laminaria digitata*; assez rare dans les premiers mètres sous le 0; très rare ensuite, sauf sur les planchers de « grotte » ou sur les stipes de *Laminaria hyperborea*; de préférence dans les stations battues.

Distribution : Cf. LÉVI, 1960, p. 65; I.F.M.R., p. 25.

Microciona ascendens Cabioch

CABIOCH, 1968.

Provisoirement, j'avais attribué à mes échantillons des Glénan le nom de *Clathria gracilitexta* n. sp., mais, après confrontation avec des échantillons de M. CABIOCH se rapportant à son espèce nouvelle, *M. ascendens*, il semble bien qu'il s'agisse d'une seule et même espèce.

Habitat : Rare; le gisement est localisé à Laon Egenn Hir, entre 6 et 12 m, sur une très grande paroi subverticale, où j'ai récolté à plusieurs reprises des échantillons de cette espèce.

Distribution : Cf. I.F.M.R., p. 24.

Microciona atrasanguinea Bowerbank

BOWERBANK, 1886, p. 138; 1874, pls XXIV, XXXIII, XXXIV; LÉVI, 1960, p. 71.

Habitat : Rare; dans la zone des marées à St-Nicolas, à l'abri de la lumière, sous les pierres ou sous les surplombs cachés par un rideau d'algues.

Distribution : Cf. LÉVI, 1960; P.M.F., p. 35; I.F.M.R., p. 24.

Microciona spinarcus Carter et Hope

Redécrite par LÉVI, 1960, p. 76.

Habitat : Rare dans l'archipel, sauf aux stations battues de Laon Egenn Hir et des Bluiniers; aux alentours de 10 m, de préférence sur les parois verticales.

Distribution : Cf. LÉVI, 1960; I.F.M.R., p. 25.

Microciona strepsitoxa Hope

Redécrite par LÉVI, 1960, p. 67.

Habitat : Rare; récoltée seulement à Laon Egenn Hir, dans les 10 premiers mètres, sur des parois subverticales.

Distribution : Cf. LÉVI, 1960; P.M.F., p. 35; I.F.M.R., p. 25.

F. *Esperiopsidae*.

Desmacidon fruticosum (Montagu)

BOWERBANK, 1866, p. 345; 1874, pl. LXIII.

Habitat : Commune sur les roches horizontales circalittorales, entre 30 et 35 m, à Leon Eguettaer; trouvée également une fois à 18 m au Sud de Laon Egenn Hir; fréquente en dragages, au large.

Distribution : Cf. ARDNT, 1934, p. 73; P.M.F., p. 33; I.F.M.R., p. 19.

Esperiopsis fucorum (Esper)

BOWERBANK, 1866, pp. 320, 322, 325, 329; 1874, pls. LV, LVI, LVIII, sous les noms d'*Isodictya fucorum*, *I. edwardii*, *normanni*, *gracilis*, et *uniformis*; ARNDT, 1934, p. 53.

Echantillons typiques quant à la spiculation et la charpente; forme toujours encroûtante.

Habitat : Très commune autour du 0, dans la ceinture des *Laminaria digitata* aux endroits battus de l'archipel (Laon Egenn Hir, les Bluiniers, le Ruolh, le Gluet). Abondante jusqu'à 5 m en sous-strate et en épiphyte des Laminaires; disparaît plus bas.

Distribution : Cf. LÉVI et VACELET, 1958, p. 45; ARNDT, 1934; P.M.F., p. 33; I.F.M.R., p. 19.

Guitarra fimbriata Carter

CARTER, 1874, p. 210, pl. XV; BURTON, 1929, p. 426.

Habitat : Abondante sur les fonds à *Dendrophyllia cornigera* de 55 à 60 m à la Jument, sur les horizontales couvertes d'une pellicule de vase.

Distribution : Cf. CARTER, 1874; BURTON, 1929; TOPSENT, 1904; LÉVI, 1963; I.F.M.R., p. 19.

O. *Halichondria*.

F. *Halichondridae*.

Halichondria bowerbanki Burton

BOWERBANK, 1866, p. 278; 1874, pl. 41, sous le nom d'*Halichondria coalita*; redécrite par G. GRAAT-KLEETON, 1965.

Habitat : Commune dans l'étage infralittoral à Laon Egenn Hir et aux Bluiniers; apparaît quelques mètres au-dessous du 0; prend un grand développement dans les stations battues, sur les parois verticales ou sous les surplombs vers 10 m; disparaît aux alentours de 18 m.

Distribution : Cf. P.M.F., p. 36; I.F.M.R., p. 15.

Halichondria panicea (Pallas)

BOWERBANK, 1866, p. 229; 1874, pls XXXIX et XL; redécrite par GRAAT-KLEETON, 1965.

Habitat : Très commune et très abondante à la grève, sous les algues ou en pleine lumière; disparaît brusquement au niveau du 0.

Distribution : Cf. ARNDT, 1934, p. 104; P.M.F., p. 35; I.F.M.R., p. 16.

***Halichondria topsenti* (De Laubenfels)**

Redécrite par GRAAT-KLEETON, 1965.

Habitat : Sur les parois verticales autour du 0 et surtout en épiphyte des stipes de *Laminaria hyperborea*.

Distribution : Cf. I.F.M.R., p. 16.

***Ciocalypta penicillus* Bowerbank**

BOWERBANK, 1866, p. 81; 1874, pl. XIII.

Habitat : Fixée électivement sur les roches horizontales recouvertes de sable, à Penfret, au Run, à Laon Egenn Hir, à Men ar Ch'y et aux Bluiniers.

Distribution : Cf. ARNDT, 1934, p. 106; I.F.M.R., p. 16.

***Hymeniacion sanguinea* (Grant)**

BOWERBANK, 1866, p. 168; 1874, pl. 32.

Habitat : Très répandue au-dessus du 0, soit sous les algues, soit à découvert; beaucoup plus rare dans l'étage infralittoral; trouvée cependant en assez grande abondance à Penfret, vers 10 m, sur l'épave métallique du « Pietro », vers 15 m, sur les roches au pied de la balise du Coq, entre 10 et 20 m; semble préférer des eaux turbides.

Distribution : Cf. ARNDT, 1934, p. 106; P.M.F., p. 31; I.F.M.R., p. 17.

O. *Haplosclerida*.

F. *Halicionidae*.

***Reniera elegans* (Bowerbank)**

BOWERBANK, 1866, p. 283; 1874, pl. XLIX; TOPSENT, 1888, p. 104.

Habitat : Rare; 3 exemplaires dans des fissures de l'étage infralittoral (de 0 à 18 m).

Distribution : Cf. I.F.M.R., p. 26.

***Reniera simplex* (Bowerbank)**

BOWERBANK, 1866, p. 294; 1874, pl. XLIV et L, sous le nom d'*Isodyctia simplex*.

Présente souvent, aux Glénan, des prolongements tubuliformes.

Habitat : Très commune dans tout l'archipel, de 0 à 30 m, quelle que soit l'inclinaison du substrat; jamais trouvée à la grève; très souvent

présente en même temps que *Mycale similaris* et *Hemimycale columella* qui sont aussi envahissantes qu'elle.

Distribution : Cf. P.M.F., p. 32.

***Reniera indistincta* (Bowerbank)**

BOWERBANK, 1866, p. 290; 1874, pl. LI.

Habitat : Très commune entre 0 et 12 m, dans toutes les stations, sur tous les types de parois et de supports (stipes de Laminaires, dessous de pierres, etc.).

Distribution : Cf. P.M.F., p. 32; I.F.M.R., p. 27.

***Reniera viscosa* (Topsent)**

TOPSENT, 1888, p. 149; 1891c, p. 534.

Habitat : Très abondante à 55 et 60 m, à la Jument, sur les fonds à *Dendrophyllia cornigera*; jamais trouvée à 35 m, à Leon Eguettaer, dans la partie la moins profonde de l'habitat d'*Axinella dissimilis*; *R. viscosa* serait donc moins sciaphile que cette dernière; sa répartition est voisine de celle de *Phakellia ventilabrum*.

Distribution : Cf. I.F.M.R., p. 28.

***Reniera viscosa* forma *similaris* n.f.**

Forme intermédiaire entre *R. indistincta* et *R. viscosa*; la forme *similaris* ne se distingue de la forme typique de *R. viscosa* (Topsent) que par son incapacité à virer au noir comme cette dernière; elle ne se distingue de *R. indistincta* (Bowerbank) que par l'époque de sa reproduction et l'apparence de ses embryons, petits et de couleur blanche comme ceux de *R. viscosa*; les embryons de *R. indistincta* sont plus gros et de couleur violette.

Habitat : Extrêmement commune, entre 10 et 40 m, dans toutes les stations de l'archipel, et sur tous les types de parois; développement maximum en plancher de « grotte », entre 10 et 15 m, et sur les parois verticales entre 20 et 30 m; sa répartition bathymétrique est intermédiaire entre celle de *R. indistincta* et celle de *R. viscosa*.

***Reniera rosea* (Bowerbank)**

BOWERBANK, 1866, p. 282; 1874, pl. XLIX; TOPSENT, 1888, p. 94.

Habitat : Rare; sous les pierres de l'étage médiolittoral et de l'infra-littoral; en fissures, à Laon Egenn Hir et au Gluet, vers 10 m.

Distribution : Cf. P.M.F., p. 32; I.F.M.R., p. 27.

Haliclona limbata (Montagu)

BOWERBANK, 1866, p. 373; 1874, pl. LXVII.

Habitat : En épiphyte sur les stipes et les haptères de Laminaires, les Cystoseires et diverses Rhodophycées; c'est la première Démospone qui se fixe sur des supports artificiels (plaques de béton) après les Hydriaires, les Bryozoaires et les Eponges calcaires.

Distribution : Cf. I.F.M.R., p. 27.

F. *Adociidae*.

Adocia simulans (Johnston)

BOWERBANK, 1866, p. 308; 1874, pl. LI.

Habitat : Très commune autour du 0, dans la ceinture à *Laminaria digitata*; commune jusqu'à 25 m, sur tous les types de parois, en sousstrate de Laminaires, de Rhodophycées, ou de Bryozoaires muscinants; se raréfie ensuite; abondance maximale sur les parois verticales et sous les surplombs des stations battues.

Distribution : Cf. I.F.M.R., p. 28.

F. *Gellidae*.

Gellius angulatus (Bowerbank)

BOWERBANK, 1886, p. 233; 1874, pl. XLI.

Habitat : Rare; trouvée 3 fois, en fissures, aux Bluiniers, à Leon Eguettaer et à Men ar Ch'y, entre 25 et 30 m.

Distribution : Cf. P.M.F., p. 32; I.F.M.R., p. 25.

Gellius fibulatus (Schmidt)

TOPSENT, 1925a, p. 706.

Habitat : Très commune sur les parois verticales, à partir de 18 m, aux Bluiniers, à Leon Eguettaer, et à Men ar Ch'y; remonte jusqu'à 12 m sous les surplombs à Laon Egenn Hir, à Penfret, aux Bluiniers; espèce sciaphile, tolérant une large gamme d'agitation de l'eau.

Distribution : Cf. TOPSENT, 1904, p. 231; 1925a, p. 705; LÉVI, 1957, p. 209; I.F.M.R., p. 26.

O. *Dictyoceratida*.

F. *Dysideidae*.

Dysidea fragilis (Montagu)

BOWERBANK, 1866, p. 381; 1874, pl. LIX.

Habitat : Très commune dans tout l'archipel, aux stations abritées comme aux stations battues, de 0 à 30 m, quelle que soit l'inclinaison du substrat; sous les pierres, elle remonte dans la zone des marées.

Distribution : Cf. ARNDT, 1934, p. 108; P.M.F., p. 31; I.F.M.R., p. 28.

O. *Dendroceratida*.

F. *Aplysillidae*.

Aplysilla rosea Schulze

LENDEFELD, 1889, p. 708.

Habitat : Assez commune dans la zone des marées, sous les pierres et sur les parois verticales, à Penfret, vers 12 m; parfois trouvée à Laon Egenn Hir, sur des parois verticales à surplombantes, entre 6 et 15 m.

Distribution : Cf. ARNDT, 1934, p. 111; P.M.F., p. 31; I.F.M.R., p. 29.

Aplysilla sulfurea Schulze

LENDEFELD, 1889, p. 707.

Habitat : Même répartition que l'espèce précédente.

Distribution : Cf. ARNDT, 1934, p. 111; P.M.F., p. 31.

Chelonaplysilla noevus Carter

VACELET, 1959, p. 62.

Habitat : Commune dans tout l'étage circalittoral, sur les parois verticales, à partir de 25 m, à Men ar Ch'y et Leon Eguettaer.

Distribution : Cf. LÉVI et VACELET, 1958, p. 245; I.F.M.R., p. 29.

F. *Halisarcidae*.

Halisarca dujardini Johnston

LENDEFELD, 1889, p. 729.

Habitat : Abondante seulement sur les stipes et les haptères de *Laminaria hyperborea*, ou en plancher de « grotte », à 9 m, à Laon Egenn

Hir; on la trouve souvent, moins bien développée, sous les pierres de la zone des marées, à St-Nicolas et au Huic et aussi sur les parois de toutes inclinaisons, dans les stations battues (Laon Egenn Hir, Bluiniers) entre 6 et 18 m.

Distribution : Cf. ARNDT, 1934, p. 110; P.M.F., p. 31; I.F.M.R., p. 29.

II. — COMPARAISON AVEC LES DONNÉES DES LISTES DE ROSCOFF, DE PLYMOUTH ET DES RÉGIONS VOISINES DE L'ATLANTIQUE NORD

La liste que j'ai établie pour les Glénan n'inventorie que les espèces peu profondes; elle n'est pas exhaustive; elle inclut l'étage médiolittoral, l'infra-littoral et la partie supérieure du circo-littoral seulement.

En examinant les données de la littérature, on s'aperçoit que la faune de l'Océan présente une grande similitude avec celle de la Manche (cf. TOPSENT, 1891c). En effet, toutes les espèces des Glénan sont citées à Roscoff par LEVI, CABIOCH et BOROJEVIC (sous presse), à l'exception de 4 espèces nouvelles et de 4 espèces déjà connues : *Polymastia gleneni* Descatoire, *Tragosia alba* Descatoire, *Hymedesmia lenta* Descatoire, *Mycale lingua* (Bow.), *Myxilla iotrochotina* (Tops.), *Plocamilla circumflexa* Lévi, *Halicmenia verticillata* (Bow.). Cette dernière avait cependant été citée une fois dans la Manche par TOPSENT.

On constate aussi qu'il y a dans l'Atlantique Nord une continuité faunistique évidente depuis les côtes de Norvège et même du Groenland jusqu'au 46° de latitude Nord environ (voisinage de La Rochelle); puis la faune évolue graduellement vers une unité méridionale car on commence à trouver sur le littoral des Asturies des Eponges cornées et diverses espèces communes avec la Méditerranée ou les côtes d'Afrique. Enfin, passé le cap Finistère, la faune est typique de la Province Lusitanienne.

Comme on pouvait s'y attendre, les affinités de la faune des Glénan sont plutôt boréales : la liste comprend 12 espèces de Démosponges à répartition exclusivement atlantique. Six d'entre elles sont plutôt d'affinité nordique d'après les données de la littérature : *Axinella agnata*, *Axinella arctica*, *Biemna variantia*, *Esperiopsis fucorum*, *Plocamilla circumflexa*. Les autres avaient été signalées sur le plateau continental Nord-Gascogne, ou même au large de l'Espagne : *Dercitus bucklandi*, *Mycale lingua*, *Myxilla fimbriata*,

Phakellia ventilabrum. *Halichondria topsenti* a été signalée en Floride. *Myxilla iotrochotina* est la seule des 87 Démosponges répertoriées qui n'ait jamais été trouvée en dehors de la Méditerranée, plus haut que la côte occidentale d'Espagne. Parmi les 19 Calcisponges, seule *Clathrina cerebrum* paraît avoir des affinités méditerranéennes.

RÉSUMÉ

Les Spongiaires participant aux peuplements sessiles de l'archipel de Glénan sont répertoriés dans cet article. Ils ont été récoltés en plongée entre 0 et 60 m. L'inventaire comprend 19 Calcisponges et 87 Démosponges, dont 4 espèces nouvelles qui ont été décrites dans une note précédente; en outre, une variété nouvelle (*Pytheas rosea* (Topsent) var. *laevigata* n. var.) et une forme nouvelle (*Reniera viscosa* (Topsent) f. *similaris* n.f.) sont mentionnées ici; elles feront l'objet de remarques plus détaillées dans une prochaine publication.

SUMMARY

The Porifera populating the Glénan Archipelago are listed. They were collected Scuba-diving between 0 and 60 m. The list includes 19 Calcispongiae and 87 Demospongiae among which 4 new species were described in a previous paper. A new variety (*Pytheas rosea* (Topsent) var. *laevigata* n. var.) and a new form (*Reniera viscosa* (Topsent) f. *similaris* n.f.) are mentioned here; further remarks concerning these two sponges will be given in a next paper.

ZUSAMMENFASSUNG

Im vorliegenden Artikel sind die Schwämme, die einen Teil der sessilen Fauna der Glénan-Inseln bilden, aufgeführt. Sie wurden bei Tauchgängen zwischen 0 und 60 m Tiefe gesammelt. Die Liste

umfasst 19 Calcispongiae und 87 Demospongiae, darunter 4 neue Arten, die in einer früheren Notiz beschrieben worden sind; ferner sind eine neue Varietät (*Pytheas rosea* (Topsent) var. *laevigata* n. var.) und eine neue Form (*Reniera viscosa* (Topsent) f. *similaris* n. f.) erwähnt; sie werden Gegenstand eingehenderer Betrachtung in einer späteren Veröffentlichung sein.

BIBLIOGRAPHIE

- ARDNT, W., 1934. *Porifera. Tierwelt der Nord- und Ostsee*, IIIa : 140 p.
- ARNESSEN, E., 1903. Spongien von der norwegischen Küste : II. *Monaxonida-Halichondrina. Bergens Mus. Aarbog.*, Afh. 1 : 30 pp., 7 pls.
- BABIC, K., 1922. *Monactinellida* und *Tetractinellida* des Adriatischen Meeres. *Zool. Jahrb. Syst. Abt.*, 46 : 217-302.
- BORLEY, H.J.H., 1931. Some additions to the sponge fauna at Plymouth. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 17 : 839-845.
- BOROJEVIC, R., 1967. Eponges calcaires des côtes de France. III. Discussion sur la taxonomie des Eponges calcaires *Aphroceras ensata* (Bow.) et *Ute gladiata* sp. n. *Arch. Zool. exp. gén.*, 107 (4) : 703-723.
- BOWERBANK, J.S., 1866, 1874, 1882. A monograph of british *Spongiadae*. (4 vol.), *Ray Society, London*.
- BREITFUSS, L., 1929. Zur Kalkschwammfauna des Meerbusens von Biskaya. *Zool. Anz., Leipzig*, 83 : 261-265.
- BURTON, M., 1929. *Porifera*. II. Antarctic sponges. *Brit. antarct. " Terra-Nova " Exp. 1910, Nat. Hist. Rep. Zool.*, 6 (4) : 393-458.
- BURTON, M., 1930a. Additions to the sponge-fauna at Plymouth. *J. mar. Ass. U.K.*, 16 : 489-507.
- BURTON, M., 1930b. Norwegian sponges from the Norman's collection. *Proceed. zool. Soc., London* : 487-546.
- BURTON, M., 1931a. Studies on norwegian sponges. *Kgl. norske. vidensk. selsk. Skri., Trondhjem*, 4 (39) : 136-143.
- BURTON, M., 1931b. Report on the sponges collected by M. Soot-Ryen in the Folden Fjord in the year 1923. *Tromsø Mus. Skr.*, 1 (13) : 1-8.
- BURTON, M., 1932. Sponges. " *Discovery* " *Rep.*, 6 : 237-392.
- BURTON, M., 1963. A revision of the classification of the calcareous Sponges. London.
- CABIOCH, L., 1968. Contribution à la connaissance de la faune des Spongiaires de la Manche occidentale. Démosponges de la région de Roscoff. *Cah. Biol. mar.*, 9 : 211-246.
- CARTER, H.J., 1874. Descriptions and figures of deep sea sponges and their spicules, from the Atlantic Ocean, dredged on board H.M.S. " Porcupine " chiefly in 1862. *Ann. Mag. nat. Hist., London*, ser. 4, 14 : 207-221 et 245-257.
- CARTER, H.J., 1876. *Idem* (suite). *Ann. Mag. nat. Hist., London*, ser. 4, 18 : 226-240, 307-324, 338-410 et 458-473.

- DESCATOIRE, A., 1966. Sur quelques Démosponges de l'Archipel de Glénan. *Cah. Biol. mar.*, 7 : 31-46.
- FERRER-HERNANDEZ, F., 1912. Notas sobre algunas esponjas de Santander. *Bol. real. Soc. esp. Hist. nat., Madrid*, 12 : 573-589.
- FERRER-HERNANDEZ, F., 1914a. Esponjas del Cantabrico, parte primera : I, *Calcarea*; II, *Euceratosa*. *Trab. Mus. nacion. Cienc. nat. Madrid*, Ser. Zool., 14 : 1-36.
- FERRER-HERNANDEZ, F., 1914b. *Idem*, parte segunda : III, *Myxospongida*; IV, *Tetraxonida*; V, *Triaxonida*. *Ibid.*, 17 : 1-46.
- FERRER-HERNANDEZ, F., 1914c. Estudios sobre Esponjarios. *Boll. real Soc. esp. Hist. nat., Madrid*, 14 (9) : 451-455.
- FERRER-HERNANDEZ, F., 1918. Esponjas del littoral de Asturias. *Trab. Mus. nacion. Cienc. nat., Madrid*, Ser. Zool., 36 : 1-39.
- FERRER-HERNANDEZ, F., 1919. Descripción de tres esponjas nuevas del littoral español. *Rev. real. Acad. Cienc., Madrid*, 16 : 532-540.
- FERRER-HERNANDEZ, F., 1922. Mas datos para el conocimiento de las esponjas de las costas españolas. *Bol. Pesc., Madrid*, 7 : 247-272.
- FERRER-HERNANDEZ, F., 1923. Esponjas reconocida en la campagna preliminar del "Giralda". *Bol. Pesc., Madrid*, 6 : 161-177.
- FERRER-HERNANDEZ, F., 1933. Sobre algunas esponjas de Marin (Galicia). *Bol. Soc. esp. Hist. nat., Madrid*, 9 (33) : 347-358.
- FORSTER, G.R., 1955. *Hemicycalc columella* Bow. A short description and history of the species. *Journ. mar. biol. Ass. U.K.*, 34 (3) : 553-557.
- GRAAT-KLEETON, G., 1965. Les *Halichondria* de Roscoff. *Koninkl. Nederl. Akad. van Wesens. Proceed., Amsterdam*, Ser. C, 68 (3) : 165-174.
- HARCKEL, E., 1872. Die Kalkschwämme. Eine monographie (3 vol.), Berlin.
- HANITSCH, R., 1895. Notes on a collection of Sponges from the West coast of Portugal. *Trans. Liverpool biol. Soc.*, 9 : 205-219.
- HANSEN, G.A., 1885. *Spongiadae. The norwegian north-atlantic expedition*, 4 : 24 pp., 7 pls.
- LAMBE, L.M., 1896. Sponges of the Atlantic coast of Canada. *Trans. Roy. Soc.*, 2 : 181-211.
- LENDENFELD, R. von, 1889. A monograph of the horny Sponges. London : 936 pp.
- LÉVI, C., 1950. Remarques sur la faune des Spongiaires de Roscoff. *Arch. Zool. exp. et gén.*, 87 : 10-21.
- LÉVI, C., 1953. Sur une nouvelle classification des Démosponges. *C.R. Acad. Sc., Paris*, 8 (236) : 853-855.
- LÉVI, C., 1956. Etude des *Halisarca* de Roscoff. Embryologie et systématique des Démosponges. *Arch. Zool. exp. gén.*, 93 : 184 pp.
- LÉVI, C., 1963. Spongiaires d'Afrique du Sud : *Poeciloscleridae*. *Trans. roy. Soc. South Africa*, 37 : 1-72.
- LÉVI, C. et J. VACELET, 1958. Eponges récoltées dans l'Atlantique nord-oriental par le « Président Théodore-Tissier ». 1955-56. *Rec. Trav. Inst. Pêches marit.*, 22 : 225-246.

- LÉVI, C., L. CABIOCH et R. BOROJEVIC, 1969. Inventaire de la faune marine de Roscoff (sous presse).
- LUNDBECK, W., 1902. *Porifera*. Part I. *Homoraphidae* et *Heteroraphidae*. *Danish Ingolf Exp., København*, 5 : 108 pp.
- MINCHIN, F.A., 1904. The characters and synonymy of the british species of the genus *Lencosolenia*. *Proc. Zool. Soc. London*, 2 : 349-96.
- MOORE, H.B., 1937. Marine fauna of the Isle of Man. *Proc. Liverpool biol. Soc.*, 50 : 32-37.
- RIDLEY, S.O., 1881. Zoological collections of H.M.S. "Albert". Straits of Magellan. *Spongida*. *Proc. Zool. Soc. London* : 107-137.
- RIDLEY, S.O., 1885. The *Monaxonida*. "Challenger" *Nar.*, 1 : 569-573.
- RUSS, K. et K. RUTZLER, 1959. Zur Kenntnis der Schwammfauna unterseeischer Höhlen. *Ergbn. österr. Thyrr. Exp. Pubbl. Staz. zool. Napoli*, 30 (suppl.) : 756-784.
- SCHMIDT, O., 1862. Die Spongien des Adriatischen Meeres. Leipzig.
- STEPHENS, J., 1912. Clare islands *Porifera*. *Dublin roy. irish Acad.*, 31 : 1-18.
- STEPHENS, J., 1914. Sponges of the coast of Ireland. I. The *Triaxonida* and a part of the *Tetragonida*. *Dublin Fish. Ireland Sc. Invest.*, 4 : 1-43.
- STEPHENS, J., 1916. Preliminary notice on some irish Sponges : the *Monaxinellida*, suborder *Sigmatomonaxonellida*. *Ann. Mag. nat. Hist. London*, Ser. 8, 17 : 232-233.
- STEPHENS, J., 1917. Sponges collected by the dredging expedition of the royal Academy and the royal Dublin society. *Proceed. roy. irish Acad.*, ser. B, 34 (1) : 1-16.
- STEPHENS, J., 1920. Sponges of the coast of Ireland. The *Tetragonida* (concluded). *Sc. Invest. Fish Branch., Dublin*, 2 : 1-75.
- THIELE, J., 1905. Die Kiesel und Hornschwämme der Sammlungplate. *Zool. Jahrb.*, 1905, Suppl. 6 : Fauna chilensis : 407-487.
- TOPSENT, E., 1888. Contribution à l'étude des Clionides. *Arch. Zool. exp. gén.*, 5 bis, Suppl. : 1-165.
- TOPSENT, E., 1890a. Etude de Spongiaires. *Rev. biol. N. France*, 8 : 289-298.
- TOPSENT, E., 1890b. Etude de Spongiaires de la Manche. *Mém. Soc. zool. Fr.*, 3 : 195-205.
- TOPSENT, E., 1891a. Deuxième contribution à l'étude des Clionides. *Arch. zool. exp. gén.*, 9 : 555-592.
- TOPSENT, E., 1891b. Spongiaires des côtes océaniques de France. *Bull. Soc. zool. Fr.*, 16 : 125-129.
- TOPSENT, E., 1891c. Essai sur la faune des Spongiaires de Roscoff. *Arch. Zool. exp. gén.*, 9 : 523-554.
- TOPSENT, E., 1892a. Diagnoses d'Eponges nouvelles de Méditerranée et plus particulièrement de Banyuls. *Arch. Zool. exp. gén.*, 10, N. et R. : 17-28.

- TOPSENT, E., 1892*b*. Contribution à l'étude des Spongiaires de l'Atlantique Nord. *Res. Camp. sc. Prince Monaco*, 2, 165 p.
- TOPSENT, E., 1893. Nouvelle série de diagnoses d'Eponges de Roscoff et de Banyuls. *Arch. Zool. exp. gén.*, Sér. 3, 1, N. et R. : 38-43.
- TOPSENT, E., 1894*a*. Une réforme dans la classification des Halichondrines. *Mém. Soc. Zool. Fr.*, 7 : 5-35.
- TOPSENT, E., 1894*b*. Etude monographique des Spongiaires de France. I. *Tetractinellida*. *Arch. Zool. exp. gén.*, Sér. 3, 3 : 493-590.
- TOPSENT, E., 1895*a*. Campagne du Yacht « Pincesse Alice ». Notice sur les Spongiaires recueillis en 1894 et 1895. *Bull. Soc. zool. Fr.*, 20 : 213-216.
- TOPSENT, E., 1895*b*. Etude monographique des Spongiaires de France. III. *Carnosa*. *Arch. Zool. exp. gén.*, Sér. 3, 3 : 493-590.
- TOPSENT, E., 1896*a*. Matériaux pour servir à la faune des Spongiaires de France. *Mém. Soc. zool. Fr.*, 9 : 113-133.
- TOPSENT, E., 1896*b*. Résultats des campagnes scientifiques du « Caudan » dans le Golfe de Gascogne, en août-septembre 1895 : Eponges. *Ann. Univ. Lyon* : 273-296.
- TOPSENT, E., 1897. Sur le genre *Halicmenia* (Bow.). *Mém. Soc. zool. Fr.*, 10 : 235-251.
- TOPSENT, E., 1898. Introduction à l'étude monographique des Spongiaires de France. Classification des *Hadromerina*. *Arch. Zool. exp. gén.*, Sér. 3, 6 : 91-113.
- TOPSENT, E., 1900. Etude monographique des Spongiaires de France. III. *Monaxonida (Hadromerina)*. *Arch. Zool. exp. gén.*, Sér. 3, 8 : 1-331.
- TOPSENT, E., 1904. Spongiaires des Açores. *Rés. Camp. sc. Prince Monaco*, 25 : 263 pp.
- TOPSENT, E., 1913. Spongiaires provenant des campagnes scientifiques de la « Princesse Alice » dans les mers du Nord. *Résult. Camp. sc. Prince de Monaco*, 45 : 67 pp.
- TOPSENT, E., 1924. Révision des *Mycale* d'Europe occidentale. *Ann. Inst. océanogr. Monaco*, nouv. sér., 1 (3) : 86-118.
- TOPSENT, E., 1925*a*. Etude des Spongiaires du Golfe de Naples. *Arch. Zool. exp. gén.*, Sér. 3, 63 : 623-725.
- TOPSENT, E., 1925*b*. Eponges de l'étang de Thau. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, 425 : 1-19.
- TOPSENT, E., 1928. Spongiaires de l'Atlantique et de la Méditerranée provenant des croisières du Prince Albert I^{er} de Monaco. *Résult. Camp. sc. Prince de Monaco*, 74 : 374 pp.
- TOPSENT, E., 1932. Remarques sur les Eponges de l'estuaire de la Rance. *Bull. Lab. St-Servan*, 8 : 1-7.
- TOPSENT, E., 1934. Eponges observées dans les parages de Monaco. 1^{re} partie. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, 650 : 1-42.
- TOPSENT, E., 1936. Eponges observées dans les parages de Monaco. 2^e partie. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, 689 : 1-70.

TOPSENT, E., 1937. Sur les *Leucandra* des côtes de France. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, 728 : 1-15.

VACELET, J., 1959. Répartition générale des Eponges et systématique des Eponges cornées de la région de Marseille et de quelques stations méditerranéennes. *Rec. Trav. Stn mar. Endoume*, 16 (26) : 39-101.

PLYMOUTH MARINE FAUNA, 1957. *Mar. biol. Ass. U.K.*, 3^e Edit., *Porifera* : 26-36.

Reçu le 20 décembre 1967.

IMPRIMERIE
LOUIS-JEAN
- 83 - G.A.P.

Toussaint, H. 1937. Sur les Laccandrin des côtes de France. Bull. Inst.
océanogr. Monaco, 15 : 1-15.
Vachet, J. 1959. Régénération générale des Éponges et systématisme des
Éponges coralliées de la région de Marseille et de quelques stations
méditerranéennes. Rec. Trav. Sta. Endoume, 16 (20) : 39-101.
Plymouth Marine fauna, 1957. Mar. Biol. Ass. U.K., 3. Publ. Porfeta :
28-30.

Recueil 20 décembre 1967.

IMPRIMERIE
LOUIS-JEAN
— 05 - GAP —

Le Directeur de la publication : P. DRACH

RECOMMANDATIONS AUX AUTEURS

Les auteurs sont priés de se conformer aux indications suivantes :

1) TEXTE :

Les manuscrits, dactylographiés en double interligne sur le recto seulement de feuilles numérotées, seront présentés sous leur forme définitive. Les noms propres doivent être en capitales, ou soulignés d'un double trait, les noms scientifiques (familles, genres et espèces ou sous-espèces) d'un seul trait.

Le titre du manuscrit doit être suivi du prénom usuel et du nom du ou de chacun des auteurs, ainsi que de l'adresse du Laboratoire dans lequel a été effectué le travail. Deux résumés, l'un en français, l'autre en anglais, doivent obligatoirement figurer à la fin du texte; ils seront conformes au Code du bon usage en matière de publications scientifiques (UNESCO/NS/177).

Les références bibliographiques seront groupées à la fin du texte dans l'ordre alphabétique des noms d'auteurs; elles doivent être conformes au modèle suivant :

FOREST, J. and L.-B. HOLTUIS, 1960. The occurrence of *Scyllarus pygmaeus* (Bate) in the mediterranean. *Crustaceana*, 1 (2) : 156-163, 1 fig.

PRUVOT, G., 1895a. Coup d'œil sur la distribution générale des Invertébrés dans la région de Banyuls (golfe du Lion). *Archs Zool. exp. gén.*, (3) 3 : 629-658, 1 pl.

Le titre des périodiques doit être abrégé d'après les règles internationales (*World list of scientific periodicals*, 4^e édition).

2) ILLUSTRATIONS :

Les dessins devront être exécutés à l'encre de Chine sur papier calque assez fort, bristol, carte à gratter, papier millimétré bleu. Lettres et chiffres seront soigneusement écrits, et suffisamment grands pour qu'ils demeurent lisibles après la réduction. Les clichés photographiques seront en principe reproduits sans réduction, soit au format de 105 x 160 mm environ.

Le numéro d'ordre des figures sera indiqué au crayon bleu sur les originaux ou au dos des clichés photographiques. Le texte des légendes sera placé à la fin du manuscrit sur feuilles séparées, et non sur les figures.

3) EPREUVES ET TIRÉS A PART :

Un jeu d'épreuves accompagné du manuscrit est envoyé aux auteurs, qui doivent retourner l'ensemble après correction dans les meilleurs délais.

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

VIE ET MILIEU

BULLETIN DU LABORATOIRE ARAGO

SÉRIE B : OCÉANOGRAPHIE

VOLUME XX

YEAR 1969

PART 1 - B

CONTENTS

O. LEENHARDT and G. ALLA. Structure of the continental provençal shelf ..	1
D. REYSS. Submarine canyons of the catalan sea. The rech du Cap and the rech Lacaze-Duthiers. I. Bathymetry and topography	13
B. CHASSEFIÈRE. Mineralogic study of the heavy fraction of sediments from the Thau region (Hérault)	37
IGNATIADES Lydia and Theano BECACOS-KONTOS. Nutrient Investigations in Lower Saronicos Bay, Aegean Sea	51
Guy JACQUES, Claude RAZOULS and Alain THIRIOT. Meteorological and hydrologic data concerning the region of Banyuls-sur-Mer. 1967-1968 .	63
Claude RAZOULS. Data concerning the biomass of the zooplankton in western Mediterranean	75
G. JACQUES. Quantitative aspects of the phytoplankton from Banyuls-sur-Mer (Golfe du Lion). III. - Diatoms and Dinoflagellates; june 1965 - june 1968	91
Suzanne RAZOULS. Seasonals variations of populations of macroplankton (with the exception of Crustaceans and Mollusks) in the region of Banyuls-sur-Mer, 1965-1967	127
Alain THIRIOT and Francisco VIVES. <i>Evadne nordmanni</i> Lovèn in western Mediterranean	145
Michel BHAUD. Evolution of the meroplanktonic populations of larval <i>Mesochaetopterus sagittarius</i> (Claparède, 1870) off Nosy-Bé (Madagascar) ..	159
Annie DESCATOIRE, Annie FEY and Françoise LAFARGUE. Sessile populations of the Glénan Archipelago. Introduction	171
Annie DESCATOIRE. Sessile populations of the Glénan Archipelago. I. — Inventory : Porifera	177

MASSON & Cy

120, Bd St-Germain, Paris-VI

Published Bi-monthly