

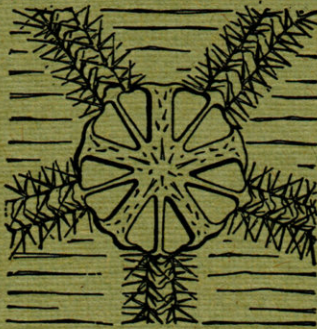
VIE ET MILIEU

Bulletin du Laboratoire Arago

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

Périodique d'Ecologie générale

Tome XV - 1964 - Fasc. 2



MASSON & Cie

120, Bd St-Germain, Paris VIe

VIE ET MILIEU

BULLETIN DU LABORATOIRE ARAGO

UNIVERSITÉ DE PARIS

Vie et Milieu paraît par fascicules trimestriels. Chaque volume, comprenant 4 fascicules, contient 1 000 pages environ.

Les manuscrits sont reçus par M. G. PETIT, Directeur de la publication, ou par M. L. LAUBIER, Secrétaire de rédaction (Laboratoire Arago, Banyuls-sur-Mer, Pyrénées-Orientales).

Les manuscrits, dactylographiés à double interligne avec marge, seront présentés sous leur forme définitive pour l'impression. Un résumé conforme au Code du bon usage en matière de publications scientifiques (UNESCO/NS/177) doit être rédigé par l'auteur de tout mémoire original; la rédaction se réserve le droit d'en assurer la traduction dans la langue de son choix. Les noms scientifiques seront soulignés d'un seul trait, les autres indications typographiques doivent être laissées aux soins de la rédaction. L'emplacement des figures sera indiqué au crayon en marge du texte, les légendes étant groupées sur une feuille séparée. La bibliographie, groupée en fin d'article par ordre alphabétique, sera conforme au modèle ci-dessous :

FOREST, J. and L.-B. HOLTHUIS, 1960. The occurrence of *Scyllarus pygmaeus* (Bate) in the mediterranean. *Crustaceana*, 1 (2) : 156-163, 1 figure.

PRUVOT, G., 1895a. Coup d'œil sur la distribution générale des Invertébrés dans la région de Banyuls (golfe du Lion). *Arch. Zool. exp. gén.*, (3) 3 : 629-658, pl. xxx.

Cinquante tirages à part sont offerts aux auteurs. Les exemplaires supplémentaires seront facturés à prix coûtant par l'imprimeur.

L'abonnement part du n° 1 de chaque année (4 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 60 FF

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

Belgique et Luxembourg 650 FB

Autres pays 65 FF

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

Prix du fascicule séparé 18 FF

Changement d'adresse 0,50 FF

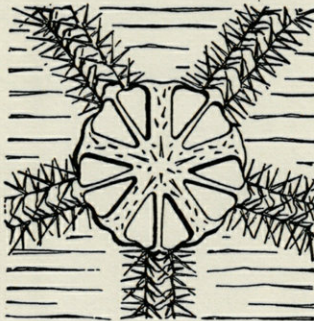
VIE ET MILIEU

Bulletin du Laboratoire Arago

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

Périodique d'Ecologie générale

Tome XV - 1964 - Fasc. 2



MASSON & Cie

120, Bd St-Germain, Paris VI^e

*

SOMMAIRE

- Alain GUILLE. — Contribution à l'étude de la systématique et de l'écologie d'*Ophiothrix quinquemaculata* d. Ch. 243
- Odette TUZET et Jean PARIS. — La spermatogenèse, l'ovogenèse, la fécondation et les premiers stades du développement chez *Octavella galangau* Tuzet & Paris 309
- Jacques SOYER. — Copépodes Harpacticoïdes de l'étage bathyal de la région de Banyuls-sur-Mer. IV. La sous-famille des *Ancorabolinae* Lang 329
- Eugen SERBAN. — Nouvelles données sur les Microparasellides (Isopodes) de Roumanie : *Microcharon motasi* nov. sp., *Microcharon orghidani* nov. sp. et *Microcharon oltenicus* nov. sp. 341
- Jean-Paul TRILLES. — A propos d'un fait particulier d'éthologie parasitaire chez les Isopodes *Cymothoidae* : la relation de taille entre parasites et poissons. Note préliminaire .. 365
- Etienne MAGNIN. — Régulation osmotique et ionique chez les Crustacés 371
- G.C. CARRADA et C.F. SACCHI. — Recherches écologiques sur le Bryozoaire Cténostome *Victorella pavid*a (Kent) 389
- Pierre ALAUSE. — Détermination du CO₂ libre des eaux courantes en pratique écologique par une méthode mixte de mesure, acidimétrique et graphique 429
- Jean BERNARD. — Nématodes de Micromammifères récoltés dans le marais vendéen 451
- Claude CHAISEMARTIN. — Importance des gastrolithes dans l'économie du calcium chez *Astacus pallipes* Lereboullet. Bilan calcique de l'exuviation 457

| | |
|--|-----|
| M.C. SAINT GIRONS et P.J.H. van BREE. — Notes sur les Mammifères en provenance du département des Pyrénées-Orientales. IV. Liste préliminaire des Mammifères du massif du Carlit | 475 |
| Lucien LAUBIER et Daniel REYSS. — Hydrographie de la zone côtière de la région de Banyuls-sur-Mer | 487 |
| <i>Documents faunistiques, écologiques et météorologiques</i> | 491 |
| Yves COINEAU et Louis-Philippe KNOEPPFLER. — Présence en Corse de <i>Nepa rubra sardiniensis</i> Hungerford, 1928 (<i>Heteroptera, Nepidae</i>) | 491 |
| Vu-Tân-Tuê. — Sur la présence de <i>Echiodon dentatus</i> (Cuvier, 1817) (<i>Pisces, Carapidae</i>) dans la mer de Banyuls | 495 |
| <i>Analyses d'ouvrages</i> | 499 |

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA SYSTÉMATIQUE
ET DE L'ÉCOLOGIE
D' *OPHIOTHRIX QUINQUEMACULATA* d. Ch.⁽¹⁾

par Alain GUILLE

SOMMAIRE

| | |
|--|-----|
| INTRODUCTION | 244 |
| HISTORIQUE | 245 |
| MORPHOLOGIE DE L'ADULTE | 247 |
| DÉVELOPPEMENT LARVAIRE | 254 |
| LA JEUNE OPHIURE | 258 |
| DISTRIBUTION ET DENSITÉ DES PEUPELEMENTS | 260 |
| BIOMÉTRIE | 265 |
| ETUDE DU MILIEU | 276 |
| Granulométrie | 276 |
| Hydrologie | 280 |
| Faune des fonds à <i>O. quinquemaculata</i> et l'éthologie de cette ophiure | 281 |
| Liste des espèces recueillies | 281 |
| Etude des principaux embranchements | 285 |
| Microfaune. Aperçu quantitatif | 289 |
| Ethologie d' <i>O. quinquemaculata</i> | 291 |
| CONCLUSION | 293 |
| TABLEAUX | 299 |
| BIBLIOGRAPHIE | 294 |

(1) Ce travail a été présenté à la Faculté des Sciences de Paris le 4 novembre 1963 pour l'obtention du titre de Docteur en Océanographie biologique.

INTRODUCTION

Les bancs d'Ophiures sont fréquents dans presque toutes les mers tempérées du globe. Sur les côtes françaises, les bancs d'*Ophiothrix fragilis* Abildgaard dans l'Atlantique et dans la Manche, d'*Ophiothrix quinquemaculata* Delle Chiaje dans la Méditerranée, occupent des surfaces considérables du plateau continental. Les patrons de chalutiers les évitent soigneusement : bien souvent, en effet, les ophiures emplissent complètement la poche du chalut, à l'exclusion presque totale d'autres animaux; il est parfois impossible de remonter le filet chargé de ce poids énorme.

Bien que ces deux *Ophiothricidae* soient des espèces extrêmement communes, il est très difficile de les distinguer morphologiquement. En effet, par suite de la grande variabilité de nombreux caractères, notamment l'ornementation du disque, sa coloration ainsi que celle des bras, *O. fragilis* a été signalée dans le passé sous les noms spécifiques de *O. rosula* Apostolidès, *O. tricolor* D. Ch., *O. pentagona* D. Ch., *O. ferussacii* D. Ch., *O. cuvieri* D. Ch., *O. quinquemaculata* D. Ch., *O. alopecurus* Muller et Troschel, *O. echinata* D. Ch., *O. versicolor* Apostolidès, et même divisée en plusieurs variétés, dont quatre principales : *echinata* Delle Chiaje, *pentaphyllum* Ljungman, *lusitanica* Ljungman, *albigaardi* Koelher; séparation purement arbitraire, plusieurs de ces « espèces » ou « variétés » cohabitent souvent étroitement dans une même population. *O. quinquemaculata*, espèce mal définie, a souvent été incluse dans l'une de ces pseudo-espèces ou variétés d'*O. fragilis*.

Le phénomène de la plus ou moins grande variabilité des individus à l'intérieur d'une même espèce d'*Ophiothrix* se retrouve d'ailleurs au niveau de toutes les populations d'*Ophiothrix* des mers du globe et, en particulier, au niveau des populations des côtes françaises.

La systématique du genre *Ophiothrix* mérite sans doute une révision complète et, comme le souligne TORTONÈSE (1959), le meilleur moyen d'aborder la question est de l'envisager sur le plan régional : étude des caractères morphologiques, biologiques et écologiques d'une population locale et, par comparaison avec les mêmes caractères d'autres populations de la même espèce, réunir les éléments essentiels à la reconnaissance de l'espèce.

Tel est l'objet de cette étude des populations grégaires et dispersées d'*Ophiothrix quinquemaculata* de la mer de Banyuls. Plus tard, dans un cadre plus vaste, j'espère poursuivre ce travail par l'étude des différents *Ophiothrix* des côtes françaises (1).

HISTORIQUE

DELLE CHIAJE a, le premier, décrit et figuré l'espèce *Asterias* (ou *Ofiura*) *5-maculata* dans ses « Mémoires sur les animaux de la Mer de Naples », de 1829. Mais la diagnose en est si brève et le dessin si schématique, qu'il est impossible de dire à quelle espèce ils se rapportent. En effet, DELLE CHIAJE se contente d'écrire : « Disco pentagono butescente roseo maculis quinque fuscis spinuloso, spinis lateralibus quinque inaequalibus ». Quant au dessin, on peut tout juste dire, par la position des épines brachiales et la forme des plaques brachiales dorsales, qu'il s'agit d'une espèce du genre *Ophiothrix*, tel que le définissent MÜLLER et TROSCHEL en 1840. Ces deux auteurs y rangent douze espèces : *Asterias echinata* Delle Chiaje, *Ast. fragilis* Müller, *Ast. tricolor* D. Ch., *Ast. quinquemaculata* D. Ch., *Ast. granulata* Johnst., *Ast. spinulosa* Risso, *O. tri-glochis* Müller et Troschel. Ils redonnent en 1842 la description d'*O. quinquemaculata* en indiquant malheureusement surtout des caractères de valeur générique.

FORBES (1843), reprenant la diagnose du genre *Ophiothrix*, le limite à la seule espèce : *O. rosula* M. et T. 1840, dont *O. quinquemaculata* ne serait qu'une variété.

Au contraire, LÜTKEN (1869) estime que l'*O. fragilis* M. et T. des Mers du Nord est remplacé, en Méditerranée, par deux espèces : *O. echinata* M. et T. et *O. quinquemaculata* D. Ch. Cette dernière se distinguerait d'*O. fragilis* par une forme plus svelte, des épines brachiales plus longues, plus pointues et plus fines.

En outre, les plaques ventrales des bras seraient plus étroites, presque carrées et celles de la face dorsale, plates, en losange, dépourvues de carènes et de tubercules. En 1872, LÜTKEN ajoute qu'il existe, en fait, une troisième forme d'*Ophiothrix* en Méditerranée qui n'est autre que l'*O. fragilis*.

En 1874, malgré la mauvaise description de DELLE CHIAJE et les contradictions des auteurs suivants, LYMAN reconnaît la validité de *O. quinquemaculata* en se fondant sur les travaux de LÜTKEN. En particulier il décrit les stades jeunes d'*O. quinquemaculata*, estimant que les caractères spécifiques sont plus nets à ces stades que chez les animaux adultes. Dans la clé mondiale du genre *Ophiothrix* publiée par LYMAN (1876), *O. quinquemaculata* se caractérise comme une espèce littorale, aux bras

(1) Monsieur le Professeur G. PETIT, Directeur du Laboratoire Arago, m'a confié le sujet de cette étude et donné les moyens de l'accomplir. Sa bienveillance et l'intérêt qu'il a porté à mes travaux m'ont été précieux. Je lui exprime ma profonde reconnaissance.

Monsieur G. CHERBONNIER, chef de travaux au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, n'a cessé de me prodiguer ses conseils et ses encouragements. Il m'a communiqué son enthousiasme pour l'étude du groupe des Echinodermes. Qu'il trouve ici le témoignage de ma respectueuse gratitude.

sept à dix fois plus longs que le diamètre du disque, lequel porte des épines articulées sur de petits mamelons. CARUS (1885) se contente de reprendre les conclusions de LYMAN sur les caractères spécifiques d'*O. quinquemaculata*.

La fin du XIX^e siècle et le début du XX^e siècle sont marqués par la remise en question des différentes espèces du genre *Ophiothrix*. MARK-TANNER-TURNERETSCHER (1887) et VON MARENZELLER (1895) limitent les *Ophiothrix* de Méditerranée à une seule espèce : *O. alopecurus* M. et T., susceptible de prendre des formes très différentes suivant la profondeur et la nature des fonds où elle vit. Pour RUSSO (1893), *O. quinquemaculata* n'est qu'une variété d'*O. fragilis*, une des trois espèces dont il maintient l'existence en Méditerranée. Les deux autres sont *O. lusitanica* Ljungman et *O. echinata* M. et T. KOEHLER (1894 et 1895) caractérise *O. echinata* par la disposition des piquants brachiaux, généralement au nombre de six, et par sa présence en extrême abondance sur la première zone des fonds vaseux du large. PRUVOT (1895) cite à l'entrée de la mer de Banyuls des fonds où *O. echinata* mène une vie grégaire, formant de « véritables tapis ». Seuls LUDWIG (1892) et CLARK (1915) maintiennent *O. quinquemaculata* comme espèce européenne et littorale, sans d'ailleurs rien ajouter aux descriptions antérieures.

Une trentaine d'années plus tard, KOEHLER (1921-1922) affirme que l'*O. echinata* redécrite par RUSSO n'est, en fait, que *O. quinquemaculata* décrite ou citée antérieurement à la fois sous les noms d'*O. echinata*, de variétés de *O. fragilis* et *O. quinquemaculata*. KOEHLER, s'étant fait communiquer par Th. MORTENSEN les échantillons de LÜTKEN, conservés dans les collections du Muséum de Copenhague, constate que *O. quinquemaculata* est une bonne espèce, parfaitement caractérisée et facile à déterminer. Fait curieux, CHERBONNIER, malgré de longues recherches, n'a retrouvé dans les importantes collections constituées par KOEHLER à la Faculté des Sciences de Lyon, aucun exemplaire d'*O. quinquemaculata*. Les diverses études de KOEHLER, dont celles plus récentes, de 1924 et 1934, sont donc actuellement la seule référence utilisable pour une définition de l'espèce *O. quinquemaculata*. En effet, le type de DELLE CHIAJE et les animaux étudiés par MÜLLER et TROSCHEL n'ont jamais été retrouvés. Depuis, les auteurs semblent admettre la validité de l'espèce *O. quinquemaculata*, les questions de synonymie ayant été définitivement réglées; ils précisent la localisation géographique et bathymétrique de ce qu'ils croient être *O. quinquemaculata*, espèce qu'il est toujours problématique de distinguer des autres *Ophiothrix* des côtes françaises. RANSON (1924) la cite au large d'Hammamet, en Tunisie, par 110 mètres de profondeur, TORTONÈSE (1935) la recueille au large des côtes de Provence, dans la mer Ligure, en baie de Naples, et par 90 mètres de profondeur dans le golfe de Gènes. Elle est signalée dans l'Adriatique par de nombreux auteurs : VATOVA (1943 et 1947), CZIHAK (1959) et RIEDL (1961). Cependant TORTONÈSE (1949) et CHERBONNIER (1956) doutent de sa présence à Rovigno, entre 2,50 et 24 mètres, comme l'indique VATOVA (1943); ces auteurs estiment qu'à ces profondeurs, il doit s'agir sans doute d'*O. fragilis*.

En effet, TORTONÈSE (1949, 1951 et 1956) limite la zone d'habitat d'*O. quinquemaculata* de 40 mètres à 250 mètres de profondeur. CHERBONNIER (1956) donne des limites plus étroites : de 40 à 150 mètres de profondeur, l'espèce étant particulièrement abondante de 60 à 90 mètres. Pour PÉRÈS (1957), PÉRÈS et PICARD (1955 et 1956), GAUTIER-MICHAZ (1958), MAURIN (1962), *O. quinquemaculata* caractérise par son extraordinaire abondance les sables grossiers et les graviers détritiques vaseux de l'étage circalittoral méditerranéen.

C'est avec beaucoup d'hésitation que CHERBONNIER (1962) a rapporté à *O. quinquemaculata* des exemplaires atlantiques récoltés par 263 mètres de profondeur, au large des côtes africaines. Cette localisation atlantique est en effet nouvelle pour l'espèce, et la profondeur semble anormalement grande.

Les multiples descriptions d'*O. quinquemaculata*, les confusions qu'elles ont entraînées dans les déterminations, montrent que contrairement à l'opinion de KOEHLER, le problème de morphologie posé par cette espèce n'est pas encore résolu. Il est lié étroitement à celui d'*O. fragilis* et de ses nombreuses variétés, réduites à quatre par KOEHLER : *echinata*, *pentaphyllum*, *lusitanica* et *albildgaardii*. De nombreux auteurs ont souligné le polymorphisme d'*O. fragilis* suivant les localités et les profondeurs. La question reste toujours posée de savoir si *O. quinquemaculata* est une bonne espèce ou simplement l'une des multiples formes ou races d'*O. fragilis* (CHERBONNIER, 1962).

« *Ophiothrix* is the *Salmo* of the *Echinoderms* ! Well defined and peculiar as a genus, it has a crowd of species, many of which are the despair of the specific zoologist ! » avertissait LYMAN, dès 1876.

MORPHOLOGIE DE L'ADULTE

Les données historiques que nous avons rassemblées montrent la nécessité de décrire avec précision l'*O. quinquemaculata*, telle que la conçoivent les précédents auteurs.

L'animal, dans son ensemble, est d'assez grande taille; les bras ont en effet une longueur exceptionnelle pour le diamètre du disque; celui-ci généralement de 11 à 12 mm peut atteindre 16 mm; la longueur des bras égale 10 à 15 fois ces dimensions.

Le disque est arrondi, plus ou moins proéminent dans les espaces interradiaux, surtout lors des périodes de maturité génitale.

La face dorsale du disque (fig. 1) est occupée en grande partie par les boucliers radiaires qui représentent près de la moitié de sa surface (voir étude biométrique) :

$$\frac{\text{Surface totale des boucliers}}{\text{Surface du disque}} = 0,425 \text{ (plus des } 2/5\text{)}.$$

$$\frac{\text{Plus grande médiane d'un bouclier}}{\text{Rayon du disque}} = 0,628 \text{ (plus des } 3/5\text{)}.$$

$$\frac{\text{Plus petit côté d'un bouclier}}{\text{Rayon du disque}} = 0,422 \text{ (plus des } 2/5\text{)}.$$

Ces boucliers ont la forme d'un triangle isocèle; ceux d'une même paire sont plus divergents proximalelement que distalement. Les bords des boucliers sont dissimulés sous de petites plaques

semblables à celles qui revêtent le reste du disque, sauf à l'angle distal surplombant le départ des bras; leur surface est lisse, mais on trouve quelques petits spinules bordant leur angle distal.

Les plaques de la face dorsale du disque, dont les contours sont visibles sur les exemplaires desséchés, portent soit des piquants, soit des bâtonnets analogues aux spinules des boucliers; elles sont arrondies au centre du disque et deviennent ovales sur les bords de celui-ci, leur grand axe étant orienté vers le centre du disque. Les plaques sont plus développées au centre du disque et dans le milieu des espaces interradiaux où la proportion de piquants par rapport aux bâtonnets est la plus importante. Chaque piquant, ou bâtonnet, est légèrement encastré dans le sommet en cratère d'un petit tubercule que porte la plaque.

Entre les boucliers d'une même paire, les plaques sont de grande taille et très allongées. Les piquants s'y trouvent en majorité. Distalement, ces plaques, petites, ne portant alors que des bâtonnets, ont des contours très estompés; la transition entre ces plaques et la première plaque branchiale dorsale n'est pas discernable.

Les piquants du disque (fig. 1 et fig. 3, F), qui peuvent atteindre 3 mm de longueur, sont minces, s'effilant progressivement d'une base à peine élargie vers un sommet terminé par deux ou trois dents très pointues, parfois même par une seule. Latéralement, ils portent un nombre restreint de fortes dents acérées.

Les bâtonnets (fig. 1 et fig. 3, E), bien plus trapus, mesurent au plus 0,5 mm. Ils sont de fort diamètre par rapport à leur longueur et à base un peu élargie. Ils ne présentent pas normalement de denticulations sur leur tige, mais se terminent le plus souvent par trois à cinq fortes dents, recourbées intérieurement et acérées. Les bâtonnets s'allongent de plus en plus vers les bords du disque et présentent parfois quelques dents sur leurs tiges. Ils prennent alors des formes intermédiaires entre les bâtonnets et les vrais piquants.

La proportion des piquants par rapport aux bâtonnets varie non seulement selon la taille des individus mais aussi chez des individus de taille identique. Parmi les exemplaires dont le diamètre du disque est supérieur à 10 mm, si l'on rencontre une grande majorité d'individus où les piquants sont en très grand nombre, d'autres en possèdent beaucoup moins, parfois fort peu, et même, chez quelques rares exemplaires, pas du tout.

Sur la face ventrale du disque (fig. 2), les boucliers buccaux, de taille moyenne, sont très élargis, plus de deux fois plus larges que longs, presque losangiques. Les deux côtés proximaux s'incurvent pour former un angle obtus entre les plaques adorales; les deux côtés distaux, parfois légèrement concaves, sont reliés aux

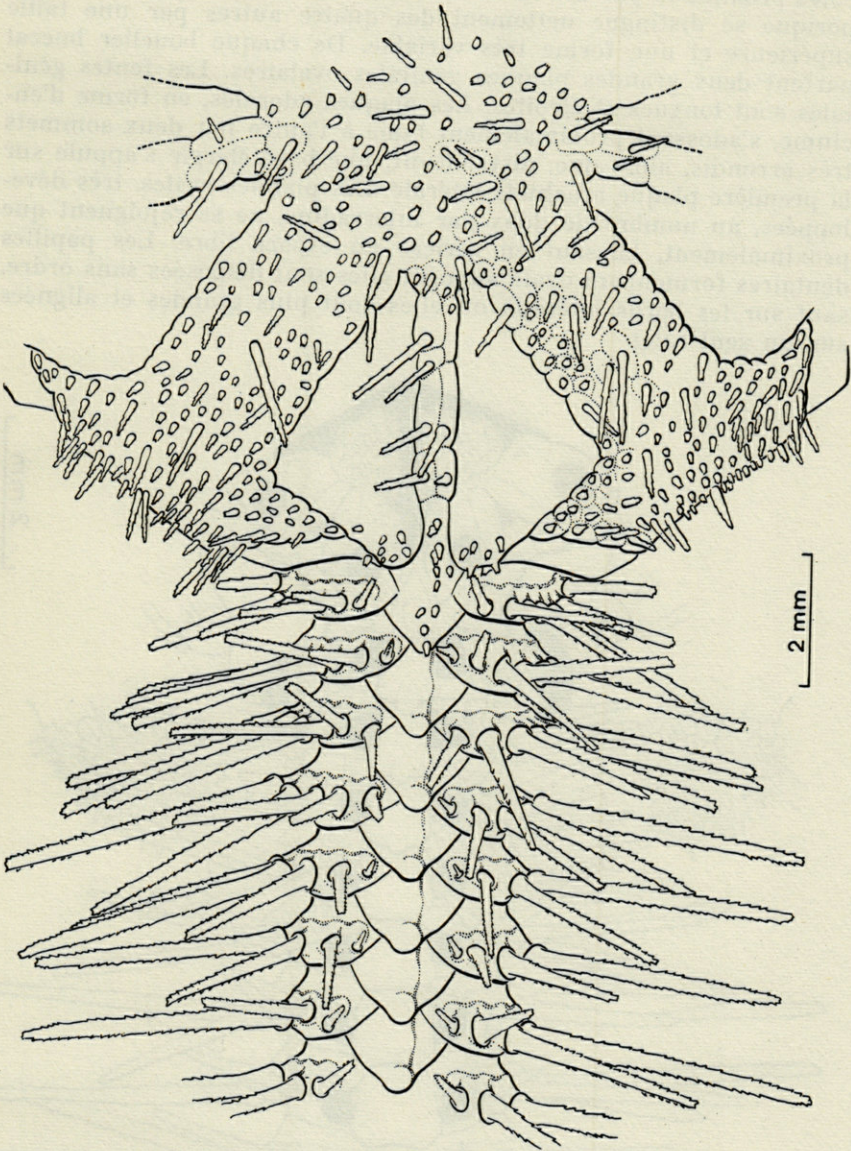


FIG. 1. — Face dorsale du disque d'*O. quinquemaculata* et le départ d'un bras.

côtés proximaux par des courbes très arrondies. Le bouclier madréporique se distingue nettement des quatre autres par une taille supérieure et une forme très variable. De chaque bouclier buccal partent deux grandes plaques génitales ovalaires. Les fentes génitales sont longues et étroites. Les plaques adorales, en forme d'enclume, s'adosent proximale-ment l'une à l'autre par deux sommets très arrondis, alors que, distalement, une base élargie s'appuie sur la première plaque brachiale latérale. Les plaques orales, très développées, au nombre de deux par interradius, ne se rejoignent que proximale-ment, laissant en arrière un espace libre. Les papilles dentaires forment un ovale allongé; elles sont disposées sans ordre, sauf sur les bords latéraux où elles sont plus grandes et alignées sur un seul rang.

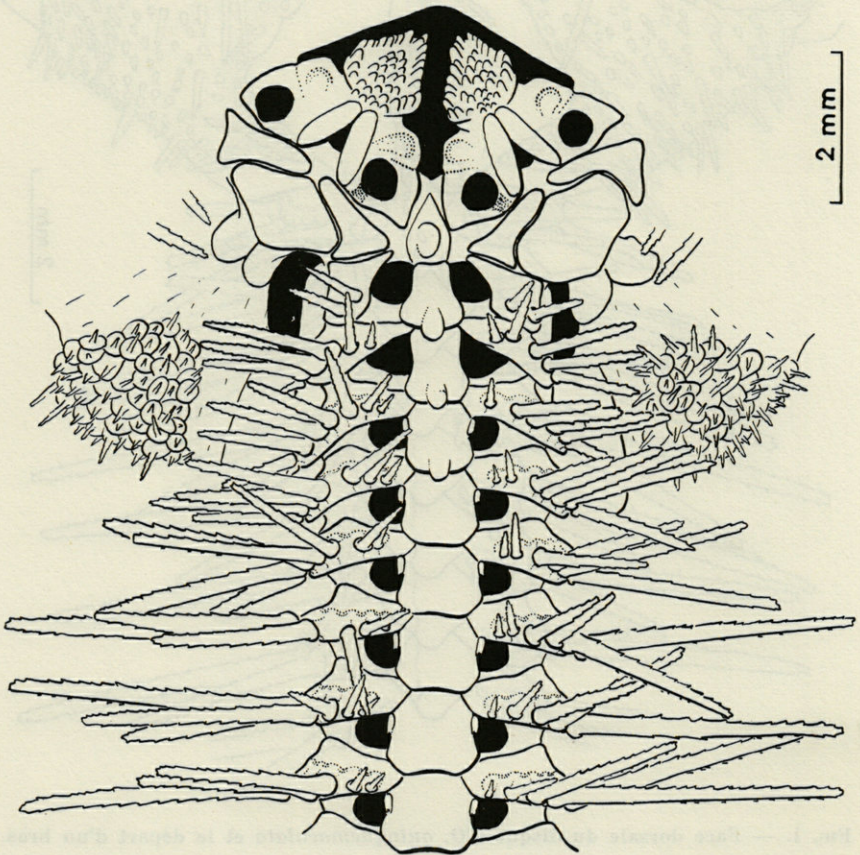


FIG. 2. — Face ventrale du disque d'*O. quinquemaculata* et le départ d'un bras.

Dans les espaces interbrachiaux ventraux, les plaques, portant piquants ou bâtonnets, disparaissent pour faire place au tégument nu et mou.

Le départ de chaque bras est marqué ventralement par une première plaque ventrale, petite et quadrangulaire, avec une forte protubérance centrale, plus ou moins marquée, qui s'atténue progressivement sur les deux ou trois plaques suivantes. La deuxième plaque est beaucoup plus grande, plus longue que large. Les deux suivantes deviennent aussi longues que larges. Dans la deuxième moitié du bras, les plaques vont en diminuant progressivement de largeur et présentent une forme très allongée à l'extrémité du bras.

Le bord proximal des plaques brachiales ventrales est droit alors que le bord distal, légèrement plus grand, est concave. Dans la première moitié du bras où les plaques ventrales sont approximativement aussi longues que larges, les bords latéraux sont découpés chacun en trois côtés, ce qui donne à ces plaques un aspect octogonal. Proximement, sur le côté médian des bords latéraux, se trouve l'écaille tentaculaire munie de petites épines sur le bord externe distal.

Les plaques brachiales dorsales (fig. 1) sont losangiques, légèrement concaves de chaque côté de la médiane superposée à l'axe longitudinal des bras, si bien qu'elles portent une légère carène arrondie. La première plaque est souvent assez mal individualisée. Les plaques suivantes sont tout d'abord plus larges que longues, puis égales, s'allongeant de plus en plus en s'éloignant du disque. Leur partie proximale est recouverte par la plaque précédente, leurs bords latéraux par les plaques latérales; leurs bords distaux sont légèrement convexes; l'angle distal, saillant, arrondi, est plus ou moins renflé, accentuant à cet endroit la carène des bras.

Les premières plaques brachiales dorsales portent souvent trois ou quatre petits piquants situés près du bord distal, parfois le surplombant.

Les plaques latérales sont très proéminentes; les bords distaux sont soulignés par un bourrelet marquant l'insertion des piquants. Ceux-ci sont en nombre variable selon les exemplaires, leur taille et même suivant les articles d'un même bras. Si l'on dénombre les piquants portés par une des deux plaques latérales du dixième article d'un des cinq bras de 100 exemplaires adultes d'*O. quinque-maculata*, on obtient les résultats suivants :

| 3 exemplaires ont | | 5 piquants | |
|-------------------|---|------------|-----|
| 37 | » | » | 6 » |
| 31 | » | » | 7 » |
| 24 | » | » | 8 » |
| 5 | » | » | 8 » |

On constate que plus de 90 % des exemplaires portent de 6 à 8 piquants par plaque latérale du dixième article, situé approximativement au dixième proximal de la longueur du bras. Ce nombre de piquants diminue progressivement pour n'être plus que de 3 à l'extrémité du bras.

Quel que soit le nombre de piquants latéraux, c'est toujours l'avant-dernier dorsal qui est le plus long, la taille des autres se répartissant de la façon suivante chez des exemplaires à 6 ou 7 (fig. 3, B) piquants brachiaux : le premier piquant ventral est très court et ne dépasse guère 0,5 mm de longueur (fig. 3, D₁ à D₄) ; il se transforme en crochet souvent dès le premier tiers du bras (fig. 3, D₃ et D₄) ; le second est nettement plus développé, atteignant dans certains cas quatre fois la taille du premier ; le troisième est deux fois plus long que le second ; le quatrième est un peu plus allongé que le troisième et, chez les exemplaires à 6 piquants, le cinquième est le plus grand, tandis que c'est le sixième chez les exemplaires à 7 piquants et le septième chez ceux à 8 piquants (fig. 3, A) ; le dernier piquant, dorsal, qui peut être, selon les exemplaires, le sixième, le septième ou le huitième, est toujours plus court que l'avant-dernier, sa taille variant considérablement et pouvant même ne pas dépasser celle du deuxième piquant.

Les piquants brachiaux (fig. 3, C₁ et C₂) sont translucides, tronconiques, un peu aplatis. Sur les deux arêtes, on trouve des denticules pointus, recourbés dans la direction du piquant ; ces denticules peuvent se trouver en deux ou trois rangées sur une même arête, irrégulièrement sériés et développés. La base du piquant est en forme de rotule, l'extrémité en est pointue ou plus ou moins tronquée.

Les *O. quinquemaculata* de la Mer de Banyuls offrent une grande diversité de couleurs. En plongée en scaphandre autonome, sur les fonds grégaires de Canet, vers 45 mètres de profondeur, l'impression dominante et même frappante est une blancheur laiteuse produite par la face ventrale d'une multitude de bras d'ophiures dressés sur le fond vaseux et s'agitant faiblement (Pl. VI). En fait, la grande majorité de ces ophiures a la face dorsale du disque légèrement rosée ou brun clair, les boucliers radiaux toujours plus foncés et généralement entourés d'un liseré blanc, la face dorsale des bras uniformément colorée ou partiellement annelée et la face ventrale du disque et des bras de la blancheur laiteuse signalée ci-dessus.

Les couleurs rencontrées le plus fréquemment sont tout d'abord le noir, le bordeaux et le brun foncé, plus rarement le gris et le jaune. Les variations peuvent intéresser :

— toute la face dorsale du disque et le côté dorsal des bras ;

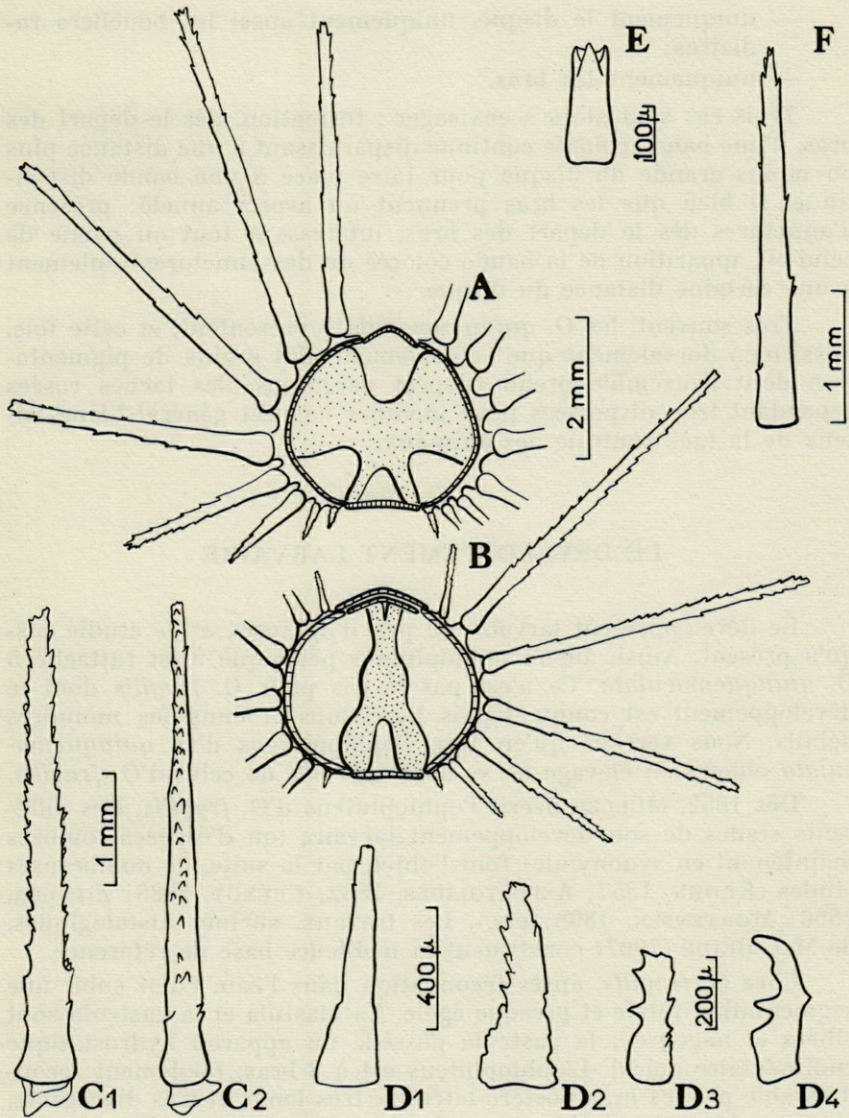


FIG. 3. — A : Coupe distale d'un article d'un bras d'*O. quinquemaculata* portant 8 piquants par plaque latérale; B : coupe proximale d'un article d'un bras portant 7 piquants par plaque latérale; C1 et C2 : piquant brachial vu de face et de profil; D1 à D4 : évolution du premier piquant brachial ventral au fur et à mesure que l'on s'éloigne du disque; E : bâtonnet du disque; F : piquant du disque.

- uniquement le disque, uniquement aussi les boucliers radiaires;
- uniquement les bras.

Trois cas sont alors à envisager : formation, dès le départ des bras, d'une bande colorée continue disparaissant à une distance plus ou moins grande du disque pour faire place à une bande discontinue, si bien que les bras prennent un aspect annelé; présence d'annelures dès le départ des bras, intéressant tout ou partie de celui-ci; apparition de la bande colorée ou des annelures seulement à une certaine distance du disque.

Très souvent, les *O. quinquemaculata* présentent, et cette fois, aussi bien dorsalement que ventralement, des grains de pigmentation dont l'ensemble prend l'aspect de minuscules taches rosées cependant trop dispersées pour modifier l'aspect général blanc laiteux de la face ventrale des animaux.

LE DÉVELOPPEMENT LARVAIRE

Le développement larvaire de peu d'ophiures a été étudié jusqu'à présent. Ainsi, aucun ophiopluteus pélagique n'est rattaché à *O. quinquemaculata*. Ce n'est pas le cas pour *O. fragilis* dont le développement est connu depuis longtemps et dans ses moindres détails. Nous verrons qu'en fait, l'ophiopluteus d'*O. quinquemaculata* obtenu en élevage ne se distingue pas de celui d'*O. fragilis*.

Dès 1852, MÜLLER décrit l'ophiopluteus d'*O. fragilis*. Les différents stades de son développement larvaire (ou d'espèces tombées maintenant en synonymie) font l'objet, par la suite, de nombreuses études (KROHN, 1857; ASPOSTOLIDÈS, 1882; CUÉNOT, 1888; ZIEGLER, 1896; MORTENSEN, 1898; etc.). Les travaux, surtout histologiques, de MAC BRIDE (1907) constituent la meilleure base de référence.

Chez *O. fragilis*, après fécondation dans l'eau, l'œuf subit une segmentation totale et presque égale. La blastula et la gastrula sont ciliées et nageuses; la gastrula possède un appareil hydrostatique rudimentaire apical. L'ophiopluteus est à 8 bras, facilement reconnaissable par les bras postéro-latéraux très longs et très divergents, pourvus de petites épines et aussi, généralement, de taches pigmentaires. Le squelette du corps est simple avec un petit processus médian sur les baguettes transverses. Durant la métamorphose, les bras postéro-latéraux persistent et servent d'appareil de flottaison à la jeune ophiure jusqu'à sa retombée sur le fond.

Comme l'avait déjà remarqué CUÉNOT (1888) chez *O. fragilis*, le sexe des *O. quinquemaculata* est facilement distinguable surtout

lors des périodes de maturité génitale. En effet, l'examen des poches interradianales laisse voir par transparence la couleur des organes génitaux, blanche chez les mâles, rosâtre chez les femelles.

D'après nos observations dans la région de Banyuls, la reproduction a lieu toute l'année, avec deux maxima au début du printemps et de l'automne, contrairement à celle d'*O. fragilis* qui est limitée, en général, d'avril à septembre, d'après SMITH (1941) et OLSEN (1942). Toutes les *O. quinquemaculata* ne sont pas capables de se reproduire à tout moment de l'année, mais on en trouve toujours quelques-unes sexuellement mûres. Ce caractère important a été mis en évidence, lors de prélèvements mensuels d'ophiures, par la réalisation de fécondations artificielles et naturelles et, aussi, par la présence constante sur les adultes de très jeunes ophiures. Comme l'avait remarqué SMITH (1941), les ophiures mâles sont capables d'émettre du sperme à toutes les époques de l'année, les ophiures femelles d'expulsions périodiques d'ovocytes mûrs.

La réalisation de fécondations chez les ophiures soulève généralement de nombreuses difficultés et c'est la raison essentielle de notre ignorance des formes larvaires de nombreuses espèces. La technique la plus employée est celle qu'a pratiquée GRAVE (1916) pour *Ophioderma brevispina* : des ophiures mûres sont placées à la lumière dans un cristalliseur quelques heures avant la tombée de la nuit. On recueille au cours de celle-ci les œufs fécondés. Nous n'avons pas remarqué que l'addition de sperme dans l'eau du cristalliseur favorise la ponte des ophiures femelles ou la fertilisation des ovocytes (MORTENSEN, 1921).

En même temps que la technique de GRAVE, nous avons réalisé de véritables fécondations artificielles par prélèvements des produits sexuels dans les poches interradianales préalablement incisées. Les échecs des fécondations artificielles enregistrés chez les ophiures par MAC BRIDE (1907), MORTENSEN (1921) et SMITH (1941) ne sont dus qu'à la difficulté de trouver des femelles dont les ovocytes soient immédiatement fécondables. Il en existe toute l'année parmi les *O. quinquemaculata* de la région de Banyuls. Il nous a suffi généralement de faire une dizaine de tentatives de fécondations avec des ophiures femelles nous paraissant mûres pour avoir une réussite.

TECHNIQUE D'ÉLEVAGE DES EMBRYONS

Les œufs fécondés sont placés en petit nombre (une dizaine au plus) dans des boîtes Borrel de taille C contenant 250 cc d'eau de mer fraîche. Celle-ci a été prélevée au large et filtrée; sa température est maintenue

à 14°5. L'eau de mer est remplacée régulièrement, les embryons sont prélevés à la pipette et transférés dans une nouvelle boîte C.

L'alimentation, assurée à partir du moment où s'est produite l'invagination de la bouche de la larve, est procurée sous forme de culture de deux algues, combinées ou non, *Phaeodactylum tricornutum* G.S. West et *Platymonas* sp. Bohlin.

RÉSULTATS

Par cette technique, nous avons obtenu le développement d'*O. quinquemaculata* jusqu'au stade jeune larve à 8 bras, les bras postéro-dorsaux étant à peine développés. Malgré des tentatives répétées d'élevages à différentes époques de l'année, nous n'avons pu obtenir la métamorphose de la larve. Généralement, dès le stade à 6 bras, il se produit un arrêt de croissance et les larves, après un temps plus ou moins long, tombent au fond des boîtes et meurent.

Nous avons modifié les conditions d'élevage en diminuant le nombre des embryons, en augmentant le volume d'eau de mer, en l'aérant, en variant la température et l'alimentation, en ajoutant en doses variables des antibiotiques et des antifongiques. Les résultats ont été négatifs. La cause de ces échecs n'est certainement pas due à un déficit en calcium de l'eau de mer, le squelette des larves au moment de l'arrêt de croissance est en effet normalement développé.

Des pêches régulières de plancton au-dessus des fonds à *O. quinquemaculata* nous ont permis, toutefois, d'y observer de nombreux ophioplutei dont certains au stade de la métamorphose. Ces ophioplutei étaient caractéristiques du genre *Ophiothrix* et appartenaient certainement de par leur prélèvement, à l'espèce *O. quinquemaculata*.

Ces observations, ainsi que les résultats des élevages, montrent que le développement d'*O. quinquemaculata* est en tous points semblable à celui d'*O. fragilis*, tel que nous l'avons résumé au début de ce chapitre.

Quelques stades du développement ont été représentés (fig. 4, a-f). On peut observer l'œuf au stade IV (a) deux heures après la fécondation, la blastula (b) vingt-quatre heures après, la gastrula (c) trente-six heures après. Le troisième jour apparaissent des ophioplutei (d) dont les bras postéro-latéraux sont bien développés, avec déjà l'ébauche squelettique des bras antéro-latéraux. Les bras post-oraux se forment vers le sixième ou le septième jour (e). L'ophiopluteus à huit bras (addition des bras postéro-dorsaux) est obtenu au bout d'un délai très long (seize à vingt jours), sans doute par suite des conditions d'élevage. Il est à noter que les bras de ces ophioplutei sont beaucoup moins développés que ceux des ophioplutei récoltés dans le plancton.

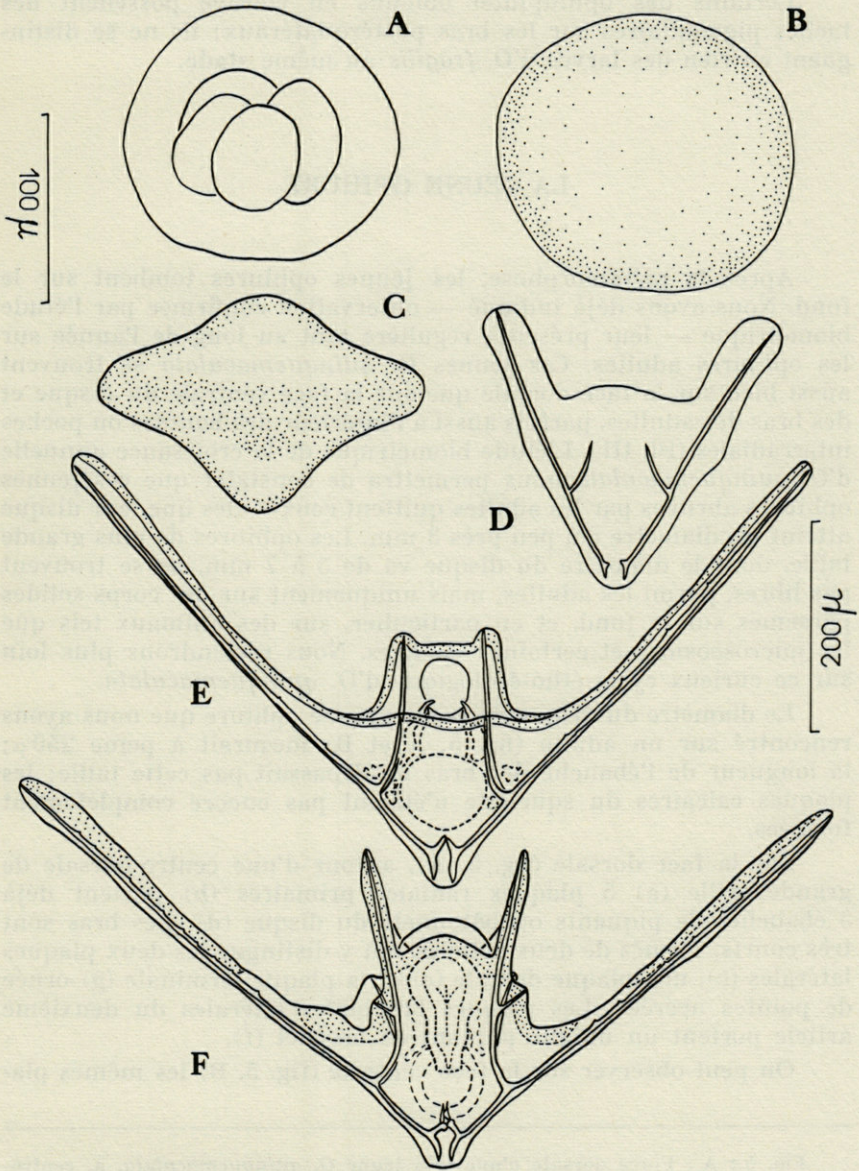


FIG. 4. — A : œuf au stade 4; B : blastula; C : gastrula; D : ophiopluteus à 2 bras, la deuxième paire à peine ébauchée; E : ophiopluteus à 6 bras; F : ophiopluteus à 8 bras, la quatrième paire à peine ébauchée.

Certains des ophiuplatei obtenus en élevage possèdent des taches pigmentaires sur les bras postéro-latéraux; ils ne se distinguent en rien des larves d'*O. fragilis* au même stade.

LA JEUNE OPHIURE

Après la métamorphose, les jeunes ophiures tombent sur le fond. Nous avons déjà indiqué — observation confirmée par l'étude biométrique — leur présence régulière tout au long de l'année sur les ophiures adultes. Ces jeunes *O. quinquemaculata* se trouvent aussi bien sur la face dorsale que sur la face ventrale du disque et des bras des adultes, parfois aussi à l'intérieur des bourses ou poches interradiales (Pl. III). L'étude biométrique de la croissance annuelle d'*O. quinquemaculata* nous permettra de constater que ces jeunes ophiures abritées par les adultes quittent ceux-ci dès que leur disque atteint un diamètre d'à peu près 3 mm. Les ophiures de plus grande taille, dont le diamètre du disque va de 3 à 7 mm, ne se trouvent pas libres, parmi les adultes, mais uniquement sur des corps solides parsemés sur le fond, et en particulier, sur des animaux tels que les microscosmes et certaines éponges. Nous reviendrons plus loin sur ce curieux cycle étho-écologique d'*O. quinquemaculata*.

Le diamètre du disque de la plus jeune ophiure que nous avons rencontré sur un adulte (fig. 5, A et B) mesurait à peine 250 μ ; la longueur de l'ébauche des bras ne dépassait pas cette taille; les plaques calcaires du squelette n'étaient pas encore complètement formées.

Sur la face dorsale (fig. 5, A), autour d'une centro-dorsale de grande taille (a) 5 plaques radiales primaires (b) portent déjà 5 ébauches de piquants ou bâtonnets du disque (d). Les bras sont très courts, formés de deux articles. On y distingue les deux plaques latérales (c), une plaque dorsale (e) et la plaque terminale (g) ornée de pointes acérées. Les plaques brachiales latérales du deuxième article portent un unique piquant en crochet (f).

On peut observer sur la face ventrale (fig. 5, B) les mêmes pla-

FIG. 5 : A : Face dorsale d'une très jeune *O. quinquemaculata*. a, centro-dorsale; b, plaque radiale primaire; c, plaque latérale brachiale; d, ébauche de piquant ou de bâtonnet du disque; e, plaque dorsale brachiale; f, piquant brachial en crochet; g, plaque brachiale terminale.

B : Face ventrale. a, première plaque brachiale ventrale; b, plaque orale; c, plaque adorale; d, plaque brachiale latérale; e, piquant brachial en crochet; f, plaque brachiale terminale.

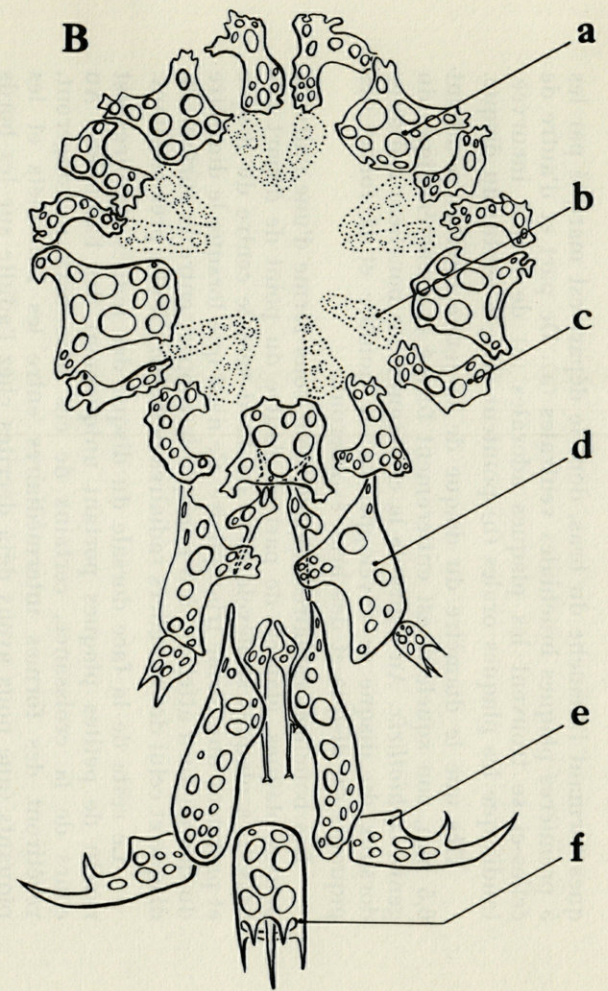
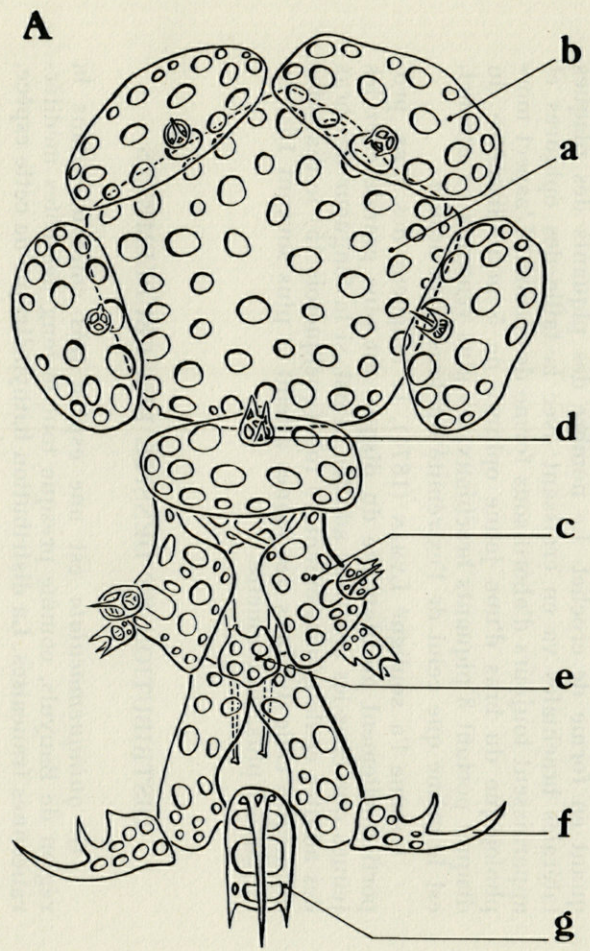


FIG. 5

ques formant l'ébauche du bras, dont le départ est marqué par les 5 premières plaques brachiales ventrales (a). De part et d'autre de celles-ci se trouvent les plaques adorales (c) de forme incurvée, tandis que les plaques orales (b) pointent vers le centre du disque.

Dès que le diamètre du disque de la jeune ophiure a atteint 0,5 mm, son squelette est entièrement formé et caractéristique du genre *Ophiothrix*. Au cours de la croissance, les boucliers radiaires dorsaux du disque se développeront; le nombre et la forme des piquants du disque et des bras évolueront.

Les boucliers radiaires apparaissent sous forme d'une paire de petites plaques, glabres, de part et d'autre du point de départ des bras. Ces plaques se développent du bord vers le centre du disque et prennent une forme triangulaire. Ce n'est que lorsque le diamètre du disque aura atteint 7 à 8 mm que le rapport entre la surface du disque et celui des boucliers radiaires deviendra à peu près constant.

Le reste de la face dorsale du disque des jeunes ophiures est revêtu de petites plaques portant uniquement des bâtonnets. Au cours de la croissance, certains de ces bâtonnets s'allongeront, revêtiront des formes intermédiaires entre les bâtonnets et les piquants (que nous avons déjà décrites chez l'adulte sur les bords du disque) et certains finiront par se transformer en vrais piquants.

Le nombre de piquants brachiaux est réduit chez la jeune *O. quinquemaculata*. Nous avons vu que, juste après la métamorphose, l'ébauche des bras a des plaques latérales portant un unique piquant en forme de crochet. Le nombre des piquants des plaques latérales brachiales va en croissant avec la taille des ophiures et apparaissent toujours d'abord sous forme de crochet. L'aspect morphologique du bras d'une jeune ophiure de 5 mm (diamètre du disque) portant 3 piquants brachiaux, les plus ventraux en crochet, est le même que celui de l'extrémité du bras d'un adulte.

Comme l'a souligné LYMAN (1874), la longueur des bras, proportionnellement au diamètre du disque, est plus grande chez les jeunes que chez les ophiures adultes. Ainsi, si la longueur des bras des adultes égale généralement 10 fois (quelquefois 15) le diamètre du disque, celle des bras des jeunes atteint le plus souvent 15 fois, et parfois plus, ce diamètre.

DISTRIBUTION ET DENSITÉ DES PEUPELEMENTS

O. quinquemaculata est une espèce très commune dans la région de Banyuls, comme presque tout le long des côtes méditerranéennes françaises. La distribution bathymétrique de cette espèce,

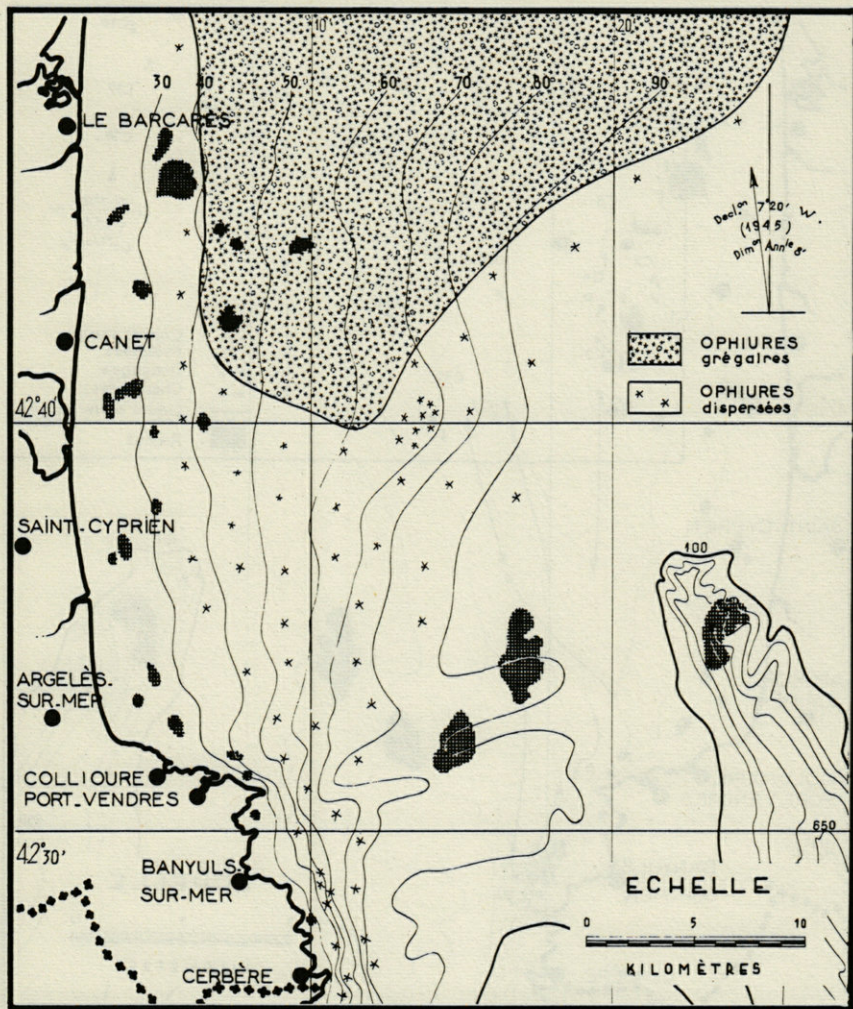


FIG. 6. — Répartition d'*O. quinquemaculata* dans la région de Banyuls-sur-Mer.

représentée sur la figure 6, a été établie d'après de nombreux dragages et chalutages effectués durant l'année 1962 et le premier semestre 1963, et grâce aux indications que nous ont donné les pêcheurs de la région. Quelques-uns des dragages et chalutages ont été portés sur la figure 7.

Les dragages ont été effectués à l'aide d'une drague formée d'un cadre d'acier rectangulaire d'environ 90 cm sur 50 cm, garni d'une

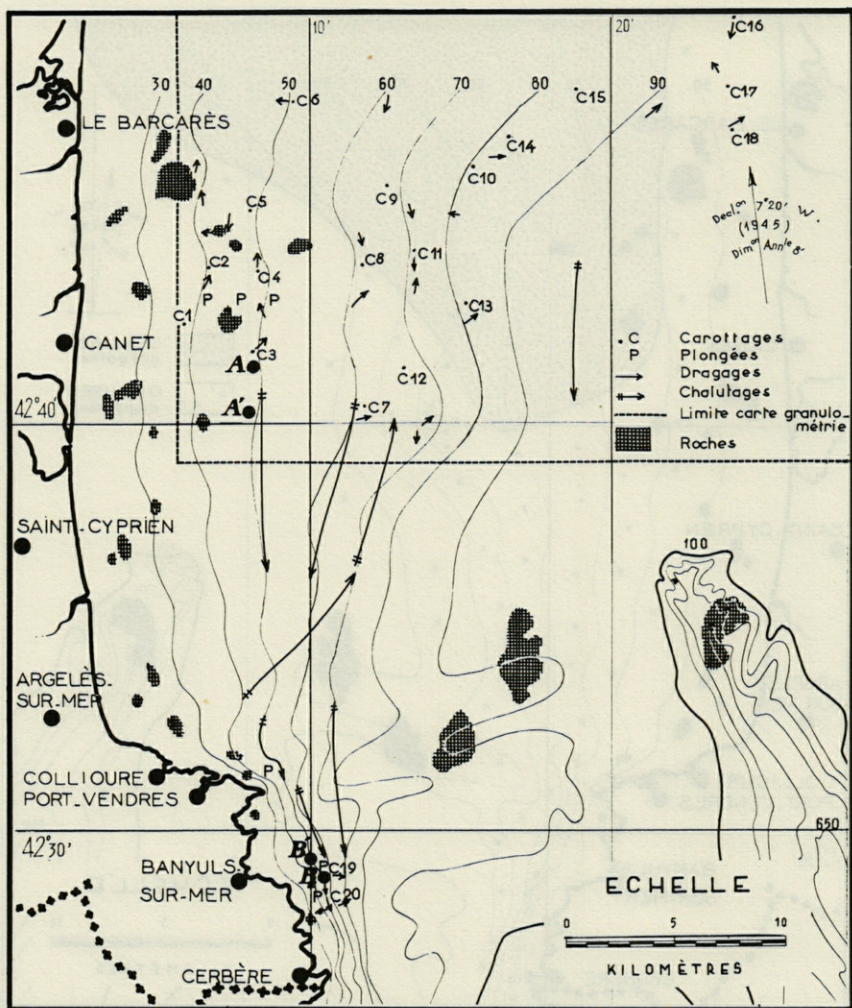


FIG. 7. — Carte des différents prélèvements.

poche à mailles d'un peu plus de 1 cm. Les profondeurs de chaque prélèvement ont été relevées à l'aide des sondeurs à ultra-sons qui équipent les bateaux « Nereis » et « Professeur Lacaze-Duthiers » du Laboratoire Arago. Par beau temps, le point a été fait au cercle hydrographique, par mauvais temps à l'aide du radar équipant le « Professeur Lacaze-Duthiers ». Le relief relativement assez accidenté de la côte permet d'évaluer l'erreur sur le point à environ ± 100 mètres.

Élément caractéristique de l'étage circalittoral, *O. quinquemaculata* occupe une grande partie du plateau continental de 40 à un

peu plus de 90 mètres de profondeur. Cette localisation bathymétrique est plus étroite que celle donnée par les auteurs que nous avons cités dans l'exposé historique. A ces profondeurs, cette ophiure se rencontre à peu près partout, mais en peuplements plus ou moins denses.

Au Sud de la latitude $42^{\circ} 40'$, *O. quinquemaculata* vit à l'état dispersé, et seuls les chalutages permettent de la récolter en quantité. Sa densité est cependant variable suivant les régions et présente des fluctuations au cours de l'année. Ainsi, cette espèce est particulièrement abondante à 10 milles au NNE de Port-Vendres par 67 m de profondeur, comme au Sud de Banyuls, au large des caps l'Abeille et Peyrefitte, par 50 mètres de fond. Toutefois, après le mois de juin 1962, les ophiures ont disparu de cette localité.

Au Nord du parallèle $42^{\circ} 40'$, au large de Canet-Plage, la population d'*O. quinquemaculata* devient beaucoup plus dense (près de 100 fois la densité des populations dispersées du Sud) et ce banc d'ophiures à limites assez précises, s'étend dans tout le golfe du Lion, jusqu'à Sète et au-delà, comme l'a montré C. MAURIN (1962).

Il débute, en pointe, à la latitude $42^{\circ} 40'$. Sa limite supérieure suit d'assez près l'isobathe de 40 mètres. Les *O. fragilis* peuplent à l'état dispersé les fonds rocheux des profondeurs immédiatement supérieures, entre 30 et 40 mètres, en particulier en face du Barcarés, les roches de Saint-Laurent et de Torreilles, ainsi que les fonds coralligènes de profondeur identique de la zone sud (Cap l'Abeille, etc.).

Le banc à *O. quinquemaculata* n'atteint sa limite inférieure d'un peu plus de 90 mètres qu'en face de Barcarés. De 60 à 90 mètres, sa limite suit un alignement Nord-Est dont les pêcheurs ont pris depuis longtemps les repères.

Les limites du banc sont assez nettes, la densité des ophiures décroissant assez rapidement. Ces limites ne semblent pas varier de plus de 200 mètres environ au cours de l'année, d'après nos observations.

DENSITÉ DE PEUPEMENT DES *O. quinquemaculata* A L'INTÉRIEUR DU FOND GRÉGAIRE DE CANET-PLAGE

Nous avons tout d'abord tenté, à l'aide de dragages exécutés dans des conditions précises, d'évaluer le nombre d'ophiures par mètre-carré. Par la suite, des plongées en scaphandre autonome nous ont permis de vérifier les chiffres obtenus par la première méthode et de tirer d'utiles conclusions sur le rendement de la drague.

Les dragages étaient effectués un même jour à l'aide des dragues déjà décrites, à 42, 50, 60 et 70 mètres de profondeur. Le trait de dragage, la drague étant au fond, durait une minute, la vitesse du bateau étant estimée à 2 nœuds. Dès la remontée de la drague sur le bateau, les ophiures adultes étaient dénombrées. La surface parcourue étant connue grâce à l'évaluation de la vitesse du bateau et à la longueur de la drague (90 cm), le nombre total d'ophiures récoltées était alors rapporté au mètre carré.

Nous avons obtenu les résultats suivants :

| Profondeur | Nombre d'ophiures au m ² |
|------------|-------------------------------------|
| 42 m | 25,4 |
| 50 m | 60 |
| 60 m | 16,7 |
| 70 m | 12,9 |

La densité maximale se trouve donc à 50 mètres et elle décroît très vite vers les plus grandes profondeurs.

Deux plongées en scaphandre autonome nous ont permis de vérifier ces résultats à 42 et 50 mètres de profondeur, à l'endroit précis des dragages effectués. Les animaux ont été récoltés à l'intérieur d'un mètre carré en cornière d'acier, celui-ci étant posé au hasard sur le fond et l'expérience étant renouvelée autant de fois que possible de façon à obtenir une valeur moyenne.

Les résultats ont été les suivants :

| Profondeur | Nombre d'ophiures au m ² |
|------------|-------------------------------------|
| 42 m | 64 |
| 50 m | 87,8 |

On voit donc que si la vérification en plongée confirme l'augmentation du nombre des animaux au mètre carré à 50 mètres de profondeur, les chiffres obtenus sont sensiblement supérieurs et l'augmentation à 50 mètres est bien plus faible que celle indiquée par les dragages.

Depuis PETERSEN, de nombreux auteurs ont souligné la grande relativité des renseignements d'ordre quantitatif obtenus à l'aide de dragages. J.P. REYS a fait le point sur ces problèmes lors du récent colloque sur les « méthodes d'échantillonnage dans l'étude des équilibres et des fluctuations des populations animales ». Si aucun appareil ne donne actuellement entière satisfaction, la drague employée, de conception très simple, ne permettait certes pas d'obtenir des résultats très proches de la réalité. La nature même des fonds à ophiures augmente encore la difficulté; en effet, le grand nombre des animaux et la nature vaseuse du fond conduisent à un colmatage très rapide de la poche de la drague qui refoule alors devant elle un bourrelet d'animaux et de vase. En outre, lors de la

remontée de la drague, de nombreuses ophiures peuvent s'échapper de la poche.

Quelques auteurs avaient déjà évalué la densité d'*O. quinque-maculata* dans des fonds grégaires. Dans l'Adriatique, près de Rovigno, G. CZIHAK (1959) d'après des photographies sous-marines, a estimé la population d'*O. quinquemaculata* à 66 individus au mètre carré, à 32 mètres de profondeur. Au cours d'une étude quantitative des fonds vaseux de l'Adriatique avec une drague-traineau enregistreuse de sa conception, RIEDL (1961) l'a estimée à 100 individus par mètre carré, sans indiquer toutefois de manière précise à quelle profondeur il a travaillé.

La densité des ophiures variant avec la profondeur, sa valeur doit être donnée suivant celle-ci. Toutefois, on voit que les valeurs données par RIEDL et CZIHAK sont très comparables à celles obtenues à Banyuls en plongée, dans des conditions ne permettant pratiquement pas d'erreur expérimentale.

BIOMÉTRIE

La valeur spécifique d'*O. quinquemaculata* étant encore discutée, celle-ci ne saurait être caractérisée par la seule étude morphologique précédente. Nous avons donc envisagé d'étudier, tout au long d'une année, l'évolution des tailles d'exemplaires de la population grégaire de Canet, prélevés en un point fixe, ainsi que celle d'exemplaires vivants dispersés autour d'un point fixe au large du Cap de l'Abeille. La différence de conditions écologiques entre les deux points de prélèvements peut provoquer non seulement une différence dans les deux séries de tailles, mais également dans la morphologie des exemplaires. Nous avons donc aussi précisé biométriquement certains caractères morphologiques d'*O. quinquemaculata* sur des lots d'exemplaires des deux points de prélèvements.

RÉPARTITION DES TAILLES D'*O. QUINQUEMACULATA*

MÉTHODES

— *Echantillonnages.* Les ophiures sont prélevées à la drague, par 50 mètres de profondeur, en deux points fixes marqués sur la figure 7 par les lettres A pour la population grégaire de Canet-Plage et B pour

la population dispersée du Cap l'Abeille. Au Laboratoire les animaux sont mis dans un vaste aquarium où ils peuvent se répartir comme à l'état libre. Un lot d'échantillons est prélevé au hasard, à la main, de façon à avoir au minimum 120 exemplaires sur lesquels s'effectueront les mesures. Ces animaux sont tués dans un cristalliseur d'eau de mer par addition progressive d'eau douce. Le mélange eau de mer - eau douce est filtré sur une fine gaze pour recueillir les jeunes; il est remplacé par de l'alcool à 70° afin que les animaux, mis ensuite à sécher à plat sur du papier filtre, ne soient pas envahis par les bactéries et les champignons.

— *Mesures.* La taille des exemplaires est caractérisée par le diamètre du disque. Celui-ci est mesuré sous la loupe binoculaire, à l'aide d'un micromètre oculaire divisé en cent divisions. Chacune de celles-ci représente 153 μ . Les espaces interradiaux du disque étant plus ou moins proéminents suivant les individus et suivant les époques de l'année, il n'est pas possible d'en tenir compte dans les mesures. Celles-ci ont donc été faites sur une distance d (fig. 8) comprise entre l'extrémité distale

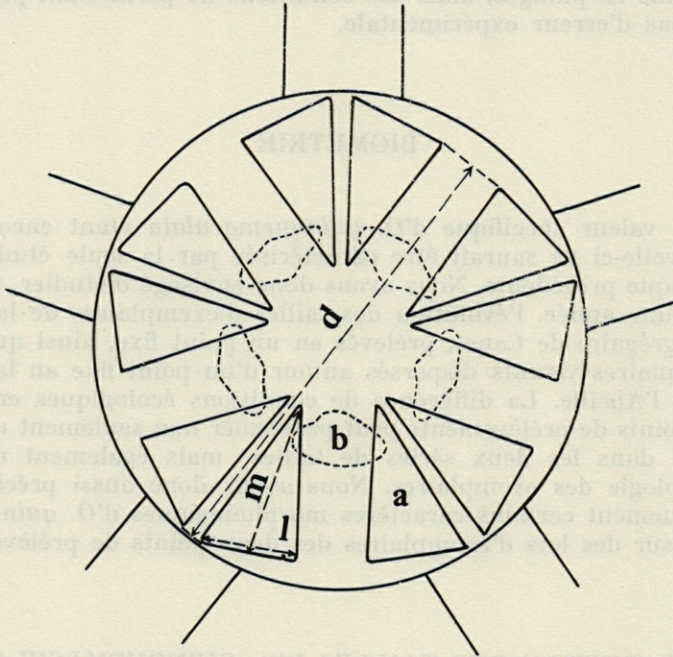


FIG. 8. — Mesures effectuées sur le disque d'*O. quinquemaculata* (schématique).

des boucliers radiaux d'une même paire et le milieu de la ligne joignant la base de deux boucliers voisins de deux paires différentes. Cet axe ainsi défini est choisi immédiatement à gauche du bouclier madréporique.

— *Représentation graphique.* Pour chaque série de mesures, les résultats sont exposés sous forme d'histogrammes, le diamètre du disque

en millimètres étant figuré en abscisse, le nombre d'exemplaires en ordonnée.

Nous avons vu qu'*O. quinquemaculata* abritait ses jeunes aussi bien sur le disque et sur les bras que dans les bourses. La mesure du diamètre des jeunes a aussi été faite sur les exemplaires de chaque échantillonnage, sauf pour les jeunes complètement cachés dans les bourses. Dans la représentation graphique, les résultats de ces mesures ont été séparés de ceux des adultes, la faible taille des jeunes exigeant une division des abscisses en demi-millimètres. Cette séparation correspondant à une différence dans l'échantillonnage, puisque ne sont mesurés que les jeunes trouvés sur les adultes ou perdus par ceux-ci lors des différentes opérations. Le changement de l'échelle des abscisses, entre 4 et 5 mm, n'est pas arbitraire, puisque l'on ne trouve pas de jeunes ophiures dépassant cette taille sur les adultes.

RÉSULTATS

Canet-Plage (figs. 9-10-11, Tableau 1).

Prélevé au point fixe A, un lot de 120 échantillons de la population grégaire de *Canet-Plage* a été mesuré chaque mois durant toute une année, du mois d'avril 1962 au mois de mars 1963. Pendant les mois de juillet et de septembre 1962, les mesures n'ont pu être effectuées par suite du mauvais temps empêchant toute récolte lors des sorties prévues. Les histogrammes des dix autres mois sont représentés sur la figure 9.

Les histogrammes des tailles n'évoluent pas au cours de l'année. Deux maxima de fréquence sont constants : pour les jeunes d'un diamètre d'environ 1 mm, pour les adultes d'un diamètre de 11 à 14 mm. Les tailles intermédiaires de 3 à 8 mm sont très rares tout au long de l'année, puisque sur un total de 1 200 exemplaires mesurés il n'y en a que 23.

L'absence de ces tailles intermédiaires pouvait être due à la méthode de prélèvement, et non pas, nous semble-t-il, à celle de l'échantillonnage. Ces jeunes ophiures auraient pu s'échapper de la drague par les mailles d'assez grande taille de la poche. Lors des prélèvements du mois de juin 1962, nous avons effectué un second dragage au même point à l'aide d'une drague munie cette fois d'une poche à mailles fines. Les histogrammes des tailles d'échantillons provenant des deux dragues sont très voisins, et les tailles intermédiaires en sont absentes (fig. 9). Lors de plongées en scaphandre autonome à 42, 47 et 50 mètres, nous avons vérifié de visu ce fait très important qui touche vraisemblablement aux problèmes de spécificité de cette ophiure, comme nous le verrons plus loin.

Les prélèvements ayant été effectués toujours au même point par des fonds de 50 mètres, les ophiures de taille intermédiaire

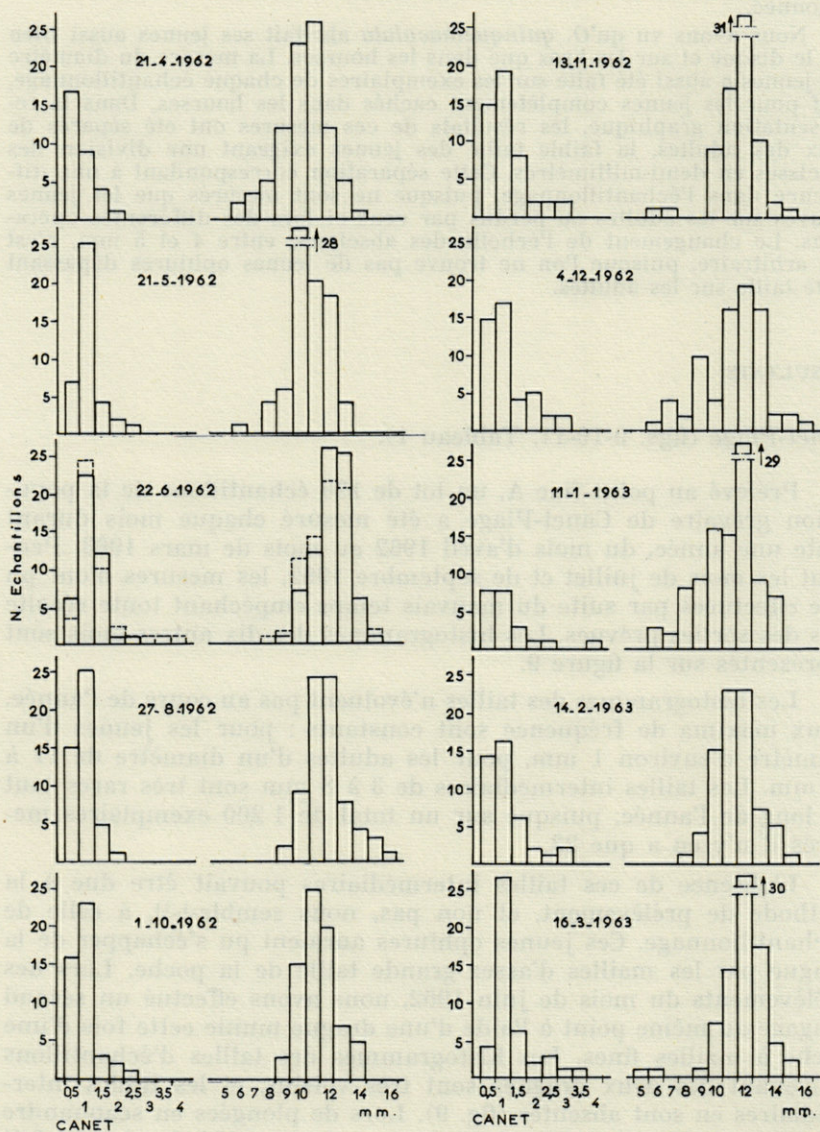


FIG. 9. — Histogrammes des tailles du diamètre du disque de 120 exemplaires d'*O. quinquemaculata* et dates de leurs prélèvements mensuels au large de Canet-plage.

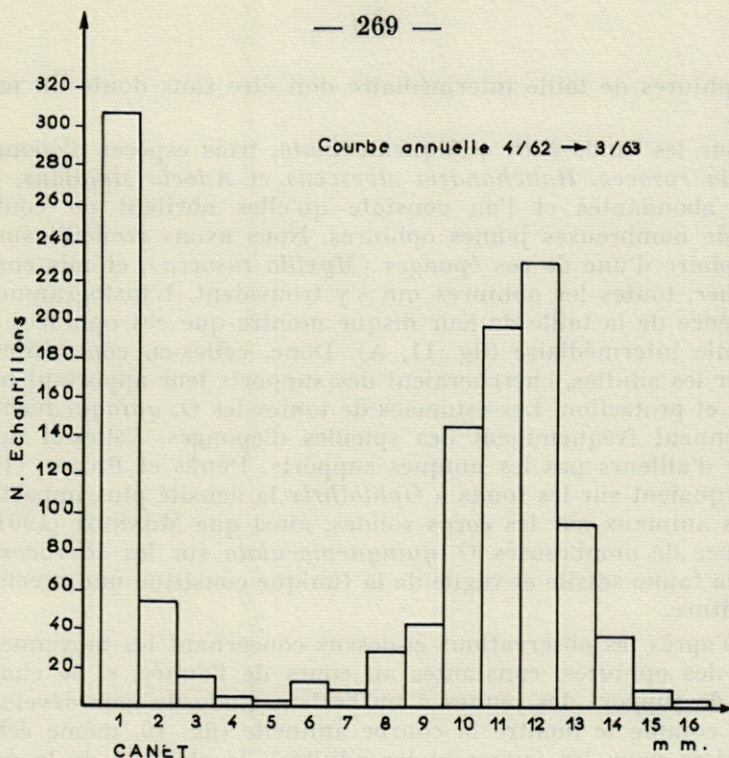


FIG. 10. — Histogramme des tailles du diamètre du disque de 1200 exemplaires d'*O. quinquemaculata* (10 prélèvements mensuels au large de Canet-plage).

auraient pu se trouver à d'autres profondeurs. Nous avons donc fait des prélèvements, un même jour, à 42, 50, 60, 70 et 80 mètres et mesuré les tailles de 50 exemplaires de chaque dragage. A chacune de ces profondeurs, nous avons pu constater la présence de jeunes de moins de 3 mm de diamètre sur les adultes et l'absence d'ophiures de taille intermédiaire; celles-ci n'émigrent donc pas vers une profondeur donnée pour acquérir la taille adulte et doivent se trouver sur d'autres supports.

Ce problème ne saurait sans doute être résolu sans une étude comparative de l'*O. fragilis* de Méditerranée. Cependant, on peut déjà donner quelques éléments d'explication dégagés d'observations effectuées sur les fonds à *O. quinquemaculata*.

En effet, la raison de la présence de très jeunes ophiures sur les adultes peut être un besoin de protection et de nourriture. Ces jeunes animaux très fragiles, absents de la vase gluante constituant le fond, ne peuvent probablement pas y vivre; la raison de l'absence

des ophiures de taille intermédiaire doit être sans doute du même ordre.

Sur les fonds à *O. quinque maculata*, trois espèces d'éponges : *Myxilla rosacea*, *Halichondria albescens* et *Adocia simulans*, sont assez abondantes et l'on constate qu'elles abritent ou contiennent de nombreuses jeunes ophiures. Nous avons recueilli sur un exemplaire d'une de ces éponges (*Myxilla rosacea*), et mis ensuite à sécher, toutes les ophiures qui s'y trouvaient. L'histogramme de fréquence de la taille de leur disque montre que ces ophiures sont de taille intermédiaire (fig. 11, A). Donc, celles-ci, contraintes de quitter les adultes, chercheraient des supports leur apportant nourriture et protection. Les estomacs de toutes les *O. quinque maculata* contiennent fréquemment des spicules d'éponges. Celles-ci ne seraient d'ailleurs pas les uniques supports. PÈRES et PICARD (1958) remarquaient sur les fonds à *Ophiothrix* la densité plus importante de ces animaux sur les corps solides, ainsi que MONNIOT (1961) la présence de nombreuses *O. quinque maculata* sur les *Microcosmus* dont la faune sessile et agile de la tunique constitue une excellente nourriture.

D'après les observations ci-dessus concernant les moyennes de taille des ophiures, constantes au cours de l'année, et le changement de support des jeunes à un certain stade de leur développement, comme le montre la courbe annuelle (fig. 10, même échelle d'abscisse pour les jeunes et les adultes), la stabilité de la population des fonds à ophiures et leur situation géographique sont liées à la reproduction et à la croissance. La grande masse des ophiures et la présence des éponges et des microcosmes conditionnent, immédiatement après le stade planctonique, le développement des jeunes en leur offrant un abri. L'abondance des jeunes dont le diamètre est compris entre 0,5 mm et 1,5 mm est considérable; elle diminue ensuite brutalement et les jeunes disparaissent pratiquement des adultes à partir d'une taille d'environ 3 mm.

Il semble donc que la présence des jeunes sur les adultes ne soit que passagère; leur mortalité doit être très importante malgré le rôle des éponges et des microcosmes. On peut donner trois éléments d'explication à la fixation des larves, à leur croissance et leur migration possible sur d'autres supports.

1) Seules les larves qui se déposent sur les adultes peuvent survivre, s'y développent jusqu'à un certain stade pour émigrer ensuite sur les éponges et les microcosmes. Les larves tombant sur la vase, périssent.

2) Les larves qui émigrent des adultes périssent avant d'atteindre le nouveau support. Seules les larves tombées sur les microcosmes et les éponges, s'y développent et peuvent survivre.

3) Nous avons vu qu'*O. quinque maculata* mange des éponges.

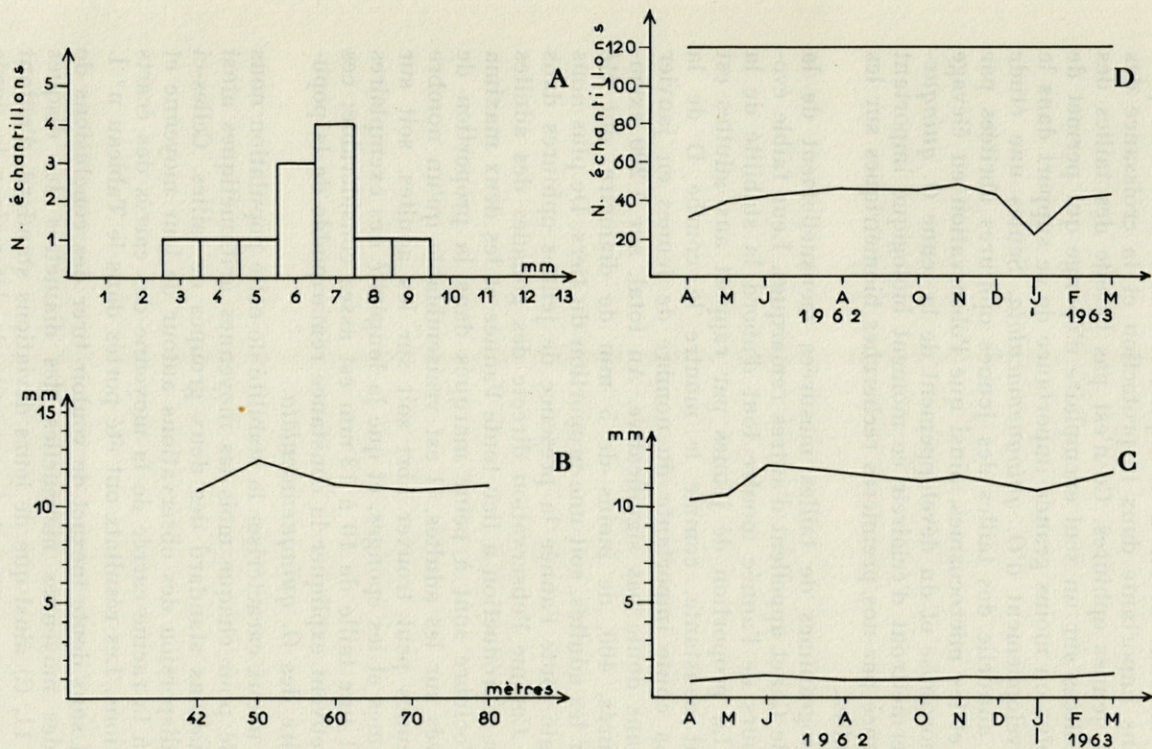


FIG. 11. — A : Histogramme des tailles du diamètre du disque des exemplaires d'*O. quinque maculata* récoltés sur un exemplaire de *Myxilla rosacea*. — B : Moyennes des tailles du diamètre du disque de lots de 50 exemplaires d'*O. quinque maculata* récoltés à diverses profondeurs. — C : Moyennes des tailles du diamètre du disque des prélèvements mensuels d'*O. quinque maculata* (adulte) au large de Canet-plage. — D : Nombre de jeunes récoltés dans les prélèvements mensuels d'*O. quinque maculata* au large de Canet-plage.

Il est donc possible que les jeunes quittent l'abri des adultes au moment où ceux-ci s'approchent des éponges pour s'en nourrir.

En fait, chacune de ces trois explications doit avoir une part plus ou moins importante dans la protection et la croissance des larves et des jeunes ophiures. Ce n'est pas l'étude des tailles des ophiures récoltées sur un seul exemplaire d'éponge qui permet de préciser la plus ou moins grande importance de ce support dans le cycle du développement d'*O. quinquemaculata*. Seules une étude biométrique annuelle des tailles des jeunes ophiures abritées par les éponges et les microcosmes, ainsi que l'observation en élevage de la métamorphose et du développement de la jeune *O. quinquemaculata*, permettront d'éclaircir ce moment biologique important mis en évidence par nos premières recherches biométriques sur les animaux adultes.

Les histogrammes de tailles mesurées mensuellement de la population de Canet appellent d'autres remarques. Leur faible évolution au cours de l'année montre tout d'abord la stabilité de la population. La proportion de jeunes par rapport aux adultes est pratiquement constante, comme le montre la courbe D de la figure 11. La chute importante du nombre de jeunes en janvier 1963 n'est sans doute pas significative. Au total, sur 1 200 exemplaires mesurés, 400, de moins de 5 mm de diamètre, ont été recueillis sur les adultes, soit une proportion du tiers. De plus nous avons constaté toute l'année la présence de jeunes ophiures dans les éponges. Comme l'observation directe des gonades des adultes le montre, la reproduction a lieu toute l'année et les deux maxima d'avril et d'octobre sont à peine marqués dans la proportion de jeunes trouvés sur les adultes. Il est vraisemblable qu'un nombre limité de jeunes peut trouver abri soit sur les adultes, soit sur les microcosmes et les éponges, et que la longévité des exemplaires ayant atteint une taille de 10 à 13 mm est assez considérable; ces deux faits peuvent expliquer la constance remarquable de la population grégaire des *O. quinquemaculata*.

Afin de mieux caractériser la stabilité de cette population nous avons calculé pour chaque mois les moyennes arithmétiques ainsi que les déviations standard des deux groupes de tailles. Celles-ci donnent la dispersion des observations autour de leur moyenne et sont égales à la racine carrée de la moyenne des carrés des écarts des observations. Les résultats ont été portés dans le Tableau n° I.

Il serait sans doute inexact de vouloir tirer des conclusions de l'évolution des moyennes mensuelles des diamètres des disques adultes (fig. 11, C) ainsi que de leurs déviations standard, d'autant que les élevages ne nous ont pas permis de déterminer la durée de la croissance et de la vie d'*O. quinquemaculata*. Tout au plus, nous nous bornerons à constater que les moyennes varient de 10

à 12 mm. Les déviations standard ont confirmé l'allure des histogrammes : les valeurs des tailles sont assez groupées et normalement distribuées. Seuls les mois d'avril, de décembre et de janvier montrent l'existence de quelques ophiures de taille intermédiaire libres.

La moyenne annuelle des diamètres des disques des adultes calculée sur 800 exemplaires appelle quelques commentaires. Elle a pour valeur 11, 18 mm alors qu'en général les auteurs donnent à l'*O. quinquemaculata* typique une taille supérieure. Elle est de 12 à 13 mm pour KOEHLER (1924), de 18 mm pour CHERBONNIER (1962), toutefois les exemplaires atlantiques que celui-ci a rattaché à *O. quinquemaculata* ne dépassent pas 11 mm. Ces divergences sont peut-être dues à une technique différente dans la mesure du diamètre du disque.

Cette moyenne ne semble pas liée à la profondeur de prélèvement. En effet, la moyenne des exemplaires adultes prélevés un même jour de 42 à 80 mètres de profondeur (fig. 11, B) varie très peu autour de 11 mm, sauf à 50 mètres où elle atteint 12,41 mm. Il est à noter, d'ailleurs, que ces prélèvements ont été effectués en juin 1963 et que la moyenne des exemplaires de 50 mètres de profondeur est sensiblement la même qu'en juin 1962 où elle était de 12,14 mm.

Les moyennes mensuelles des jeunes ophiures trouvées sur les adultes varient très peu autour de 1 mm. Le nombre réduit de jeunes ophiures de plus de 3 mm est expliqué par la disparition de celles-ci des adultes qui les abritent. Les histogrammes et les déviations standard des trois derniers mois montrent cependant un étalement plus grand des tailles de ces jeunes ophiures. Les valeurs réduites des moyennes en avril et en août-octobre peuvent correspondre aux deux maxima annuels de reproduction.

CAP L'ABEILLE (fig. 12, tableau 2).

L'étude biométrique des tailles des ophiures du Cap l'Abeille a été faite suivant les mêmes méthodes que celles employées à Canet. Autour du point fixe B, la population d'*O. quinquemaculata* est très dispersée, beaucoup moins abondante qu'à Canet. Seuls trois prélèvements de 120 exemplaires chaque fois, ont pu être effectués, de la fin mars à juin 1962. En effet, par la suite, la drague n'a prélevé dans cette région que de très rares exemplaires.

Nous reviendrons sur cette disparition des ophiures au Cap l'Abeille où elles s'étaient légèrement rassemblées à 50 mètres de profondeur. Les quelques dragages effectués ne sont certainement pas la raison principale de l'appauvrissement du fond.

Les histogrammes (fig. 12) ressemblent à ceux de Canet, les tailles intermédiaires sont toujours pratiquement absentes. Toutefois, les dimensions des jeunes ophiures récoltées sur les adultes

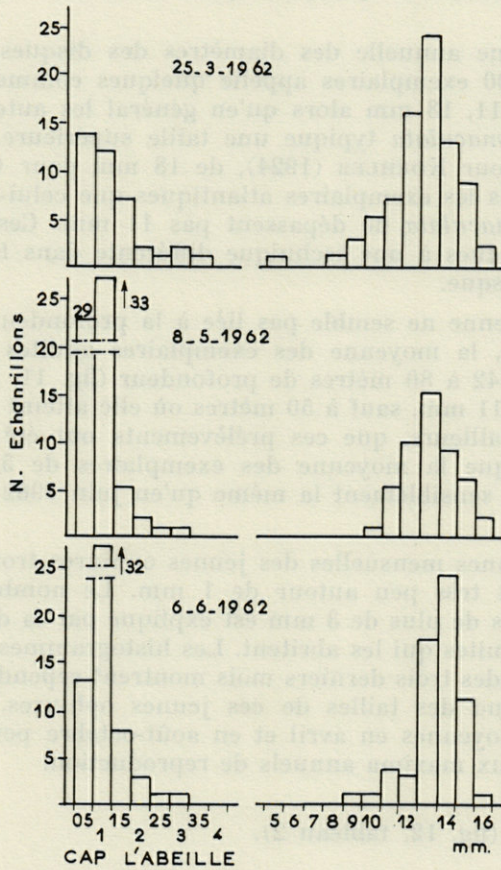


FIG. 12. — Histogrammes des tailles du diamètre du disque de 120 exemplaires d'*O. quinquemaculata* et dates de leurs prélèvements mensuels au large du cap l'Abeille.

sont plus étalées et la proportion des jeunes par rapport aux adultes est à la fois plus importante et plus variable; la faible densité des adultes sur le fond en est peut-être la raison.

Les différences écologiques et biologiques entre les *O. quinquemaculata* grégaires de Canet et isolées du Cap l'Abeille entraînent-elles des différences morphologiques ? Les boucliers radiaires dorsaux du disque des différentes variétés d'*O. fragilis* ont un déve-

loppement variable. Il nous a semblé intéressant de voir si chez *O. quinquemaculata* il en était de même dans les deux populations, c'est-à-dire celles provenant des points A et B.

COMPARAISON DU DÉVELOPPEMENT DES BOUCLIERS RADIAIRES DORSAUX D'*O. QUINQUEMACULATA* PROVENANT DE CANET ET DU CAP L'ABEILLE

MÉTHODES

Les mesures ont porté sur 257 exemplaires adultes du point A de Canet, des mois d'avril, mai et juin 1962, et sur 111 exemplaires adultes du point B du Cap l'Abeille des mois de mai et juin 1962. Les boucliers radiaires d'*O. quinquemaculata* ont la forme d'un triangle presque isocèle et pour caractériser leur développement, deux dimensions ont été envisagées : celle de la plus grande médiane m et celle du plus petit côté l (fig. 8). Comme pour la mesure du diamètre du disque, le bouclier choisi a été celui situé immédiatement à gauche du bouclier madréporique. De même, les mesures ont été effectuées à l'aide du micromètre oculaire d'une loupe binoculaire, chaque division de celui-ci représentant 153 μ .

La connaissance de la taille de ces boucliers n'a d'intérêt que par rapport à la taille des disques représentée, soit par leur diamètre, soit par leur surface. Il est aussi important de savoir si ces boucliers ont la même forme chez les deux lots d'échantillons. Nous avons donc envisagé les rapports suivants, calculés directement à partir du nombre de divisions du micromètre pour les dimensions l et m et le diamètre d :

— la médiane m par le plus petit côté l caractérisant la forme des boucliers;

— la médiane m par le diamètre d ;

— le plus petit côté l par le diamètre d ;

— enfin, la surface du bouclier égale à $1/2$ de $m \times l$ (en confondant la médiane m avec la hauteur) par la surface totale de la face dorsale du disque égale à $3,14 \times 1/2 d^2$.

Ces trois derniers rapports caractérisent l'importance du bouclier par rapport à la taille du disque.

Les moyennes arithmétiques des résultats pour chacune de ces quatre séries de valeurs ont été calculées ainsi que leur déviation standard.

Pour comparer les moyennes des deux points de prélèvement, nous avons utilisé le test t qui permet de déterminer à partir de l'erreur standard de moyenne si la différence entre ces moyennes est significative. L'erreur standard de chaque moyenne est égale au quotient de la déviation standard de cette moyenne par la racine carrée du nombre d'observations.

RÉSULTATS (Tableau 3).

Dans la description d'*O. quinquemaculata*, nous avons dégagé les enseignements relatifs à l'ensemble des résultats des dimensions des boucliers radiaires par rapport à celles des disques.

Les résultats du test t pour les quatre rapports envisagés montrent que les échantillons des deux lots de prélèvement sont semblables en ce qui concerne la forme et l'importance des boucliers radiaires par rapport à la taille du disque. Celles-ci sont les mêmes qu'*O. quinquemaculata* vive à l'état grégaire ou à l'état dispersé.

ÉTUDE DU MILIEU

GRANULOMÉTRIE

MÉTHODES

L'analyse granulométrique des fonds grégaires à *O. quinquemaculata* de Canet-Plage a été faite lors des prélèvements mensuels, ainsi que celle des fonds de la région du point B du Cap l'Abeille.

Les prélèvements ont été faits à l'aide d'un carottier type Kullenberg de 85 cm de long, le tube intérieur de rhodoïd ayant 4,5 cm de diamètre. Les points de prélèvement ont été portés sur la figure 7 de C1 à C18 pour les fonds de Canet, C19 et C20 pour le point B du Cap l'Abeille.

Seuls, les 5 premiers centimètres de la carotte, ceux intéressant la biologie d'*O. quinquemaculata* ont été analysés. La technique employée a été celle de tamisages réduits sous l'eau telle qu'elle a été exposée en détail par PARIS (1954) et dont nous nous contenterons de donner un résumé.

Le tamisage sous l'eau, s'il est plus long que le tamisage à sec, est beaucoup plus exact pour les analyses que nous avons à faire, qui comprenaient une fraction importante de poudres. Dans le cas des vases, il n'est pas nécessaire de pousser l'analyse granulométrique dans ses détails et l'utilisation d'un nombre restreint de tamis permet de connaître les phases prédominantes du sédiment.

5 tamis de la série calibrée à l'échelle américaine ont été choisis de façon à déterminer 4 phases (dont les divisions ont été proposées par FRANCIS-BOEUF (1943 et 1947), et à éviter un décalage trop grand entre les tailles des mailles de 2 tamis successifs, ce qui entraîne des colmatages.

Fraction cailloux ... éléments arrêtés par le tamis à mailles de 2 mm;
Fraction de sable ... » » les tamis de mailles de 0,5
et 0,177 mm;

Fraction sablon » » » les tamis de mailles de 0,088 et 0,044 mm;

Fraction poudres et colloïdes : éléments passant le tamis de mailles de 0,044 mm.

La carotte placée sur le premier de la série des tamis, est délayée à l'aide d'une pissette, le plus soigneusement possible, et ceci sur chaque tamis de façon à ce qu'il n'y reste que la fraction de taille correspondante. Les eaux de lavage (4 à 5 litres) contenant les poudres et colloïdes sont recueillies et filtrées dans un grand entonnoir de Buchner, sous vide. Le filtrat ainsi que les tamis sont ensuite séchés à l'étuve à 110° et leurs contenus pesés à 5 milligrammes près. Le poids sec de la carotte est obtenu en faisant la somme des poids secs des différentes fractions restées sur les tamis et le filtre. L'erreur sur les résultats peut être estimée à moins de 1 %.

RIVIÈRE (in PARIS, 1954) a signalé que dans les méthodes par tamisage sous l'eau, il peut rester une masse plus ou moins importante d'éléments fins sur chaque tamis. Cette masse dépend du soin apporté au délayage du sédiment sur chaque tamis. Nous avons effectué, pour plusieurs analyses, un tamisage à sec à la suite du tamisage sous l'eau : les différences entre les valeurs de chaque fraction étaient négligeables si le premier tamisage avait été effectué correctement.

Nous avons reporté sur la figure 13 les données granulométriques concernant le fond à *O. quinque maculata* de Canet-Plage de 40 mètres

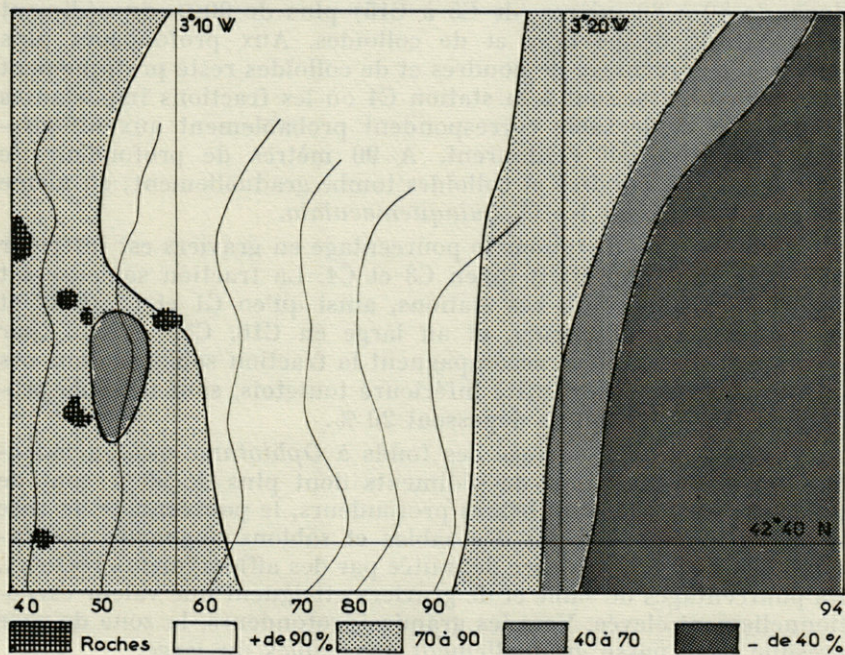


FIG. 13. — Répartition des poudres et colloïdes sur le fond à *O. quinque maculata* au large de Canet-Plage.

à plus de 90 mètres de profondeur, et ses limites ont été reproduites sur la carte générale des prélèvements (fig. 7). Ne pouvant faire figurer sur cette carte toutes les fractions du sédiment, nous avons choisi la fraction poudres et colloïdes qui est sans doute le plus caractéristique de ces fonds et la plus homogène. Pour la clarté de la carte nous avons tracé des zones de même pourcentage en poudres et colloïdes, ces zones ont été délimitées ainsi :

- 1°) + de 90 % de poudres et colloïdes,
- 2°) de 70 à 90 % » »
- 3°) de 40 à 70 % » »
- 4°) — de 40 % » »
- 5°) roches.

Le tableau 4 reprend les valeurs des pourcentages pour chaque station de prélèvement.

RÉSULTATS

Les analyses granulométriques des fonds grégaires de Canet-Plage montrent que ceux-ci, pour leur plus grande partie, sont constitués de sédiments très fins. Il s'agit d'une vase molle, qui gêne considérablement l'observation en plongée en scaphandre : le moindre contact soulève un épais nuage de vase. Sur 11 des 18 stations, de 50 à 80 mètres (de C5 à C15) plus de 90 % du sédiment est constitué de poudres et de colloïdes. Aux profondeurs plus faibles, le pourcentage de poudres et de colloïdes reste pratiquement supérieur à 60 %, sauf à la station C4 où les fractions importantes de graviers et de sable correspondent probablement aux affleurements rocheux qui l'entourent. A 90 mètres de profondeur, le pourcentage en poudres et colloïdes tombe graduellement; en même temps disparaissent les *O. quinque maculata*.

Dans 14 des 18 stations le pourcentage en graviers est inférieur à 1 %. Il n'est important qu'en C3 et C4. La fraction sableuse est également grande dans ces stations, ainsi qu'en C1 et C2 (à 42 et 45 mètres de profondeur), et au large en C16, C17 et C18 (par 90 mètres). Les sables accompagnent la fraction sableuse dans ces mêmes stations, en quantité inférieure toutefois, sauf à faible profondeur (C1 et C2) où ils dépassent 20 %.

La plus grande surface des fonds à *Ophiolithrix quinque maculata* est donc constituée de sédiments dont plus de 90 % sont de nature vaseuse. Vers les basses profondeurs, le pourcentage de vase tombe en partie, et celui des sables et sables augmente proportionnellement. Sur une aire délimitée par des affleurements rocheux, les pourcentages de sable et de graviers atteignent une valeur exceptionnellement élevée. Vers les grandes profondeurs, la zone de vase presque pure passe graduellement aux sables du large.

Le fait que la plus grande surface des fonds à *O. quinque maculata* de Canet soit constituée de vase molle pratiquement pure

(+ de 90 %) appelle quelques remarques sur les exigences granulométriques de cette espèce. En effet, nous avons vu dans l'historique que pour beaucoup d'auteurs, *O. quinque maculata* était caractéristique des sables grossiers et des graviers détritiques vaseux (PÉRÈS et PICARD, 1955). Pour PÉRÈS (1957) on trouverait dans les fonds détritiques côtiers de l'étage circalittoral deux grands groupes de communautés : les communautés de sédiments fins caractérisées par des ophiures à bras non épineux, telle que *Ophiura texturata* (qui est d'ailleurs présente dans les fonds à *O. quinque maculata* de Canet-Plage) et les communautés des graviers coquilliers mêlés de sable grossier, caractérisées par des ophiures à bras épineux du genre *Ophiothrix*, en particulier. GAUTIER-MICHAZ (1958) admet le faciès à *Ophiothrix* dans les fonds mixtes formant passage entre la vase côtière et le détritique côtier. Pour CZIHAK (1959), *O. quinque maculata* n'existe pas sur les fonds vaseux où l'on trouve *Amphiura chiajei* et *A. filiformis*, ni sur les fonds rocheux où elle est remplacée par *O. fragilis* et *Ophioderma longicauda*.

Cependant, PÉRÈS et PICARD (1958) soulignent que le faciès à *O. quinque maculata* n'est réalisé, que lorsque la fraction fine est importante, comme l'ont remarqué CHERBONNIER (1956), BELLAN (1959) et MAURIN (1962); ce dernier auteur considère que le fond à *O. quinque maculata* est un détritique côtier recouvert de vase terrigène molle.

Les analyses granulométriques des fonds à *O. quinque maculata* de Canet-Plage montrent que ceux-ci débutent effectivement par un détritique côtier constitué typiquement de sable et de coquilles mortes (Pl. VI) — où le peuplement des *O. quinque maculata* est le plus dense —, se poursuivent entre 50 et 80 mètres de profondeur par de la vase côtière — où les *O. quinque maculata* sont encore très abondantes — et disparaissent vers 90 mètres de profondeur, à la limite de la vase côtière et des sables du large.

En conclusion, la communauté de *O. quinque maculata* dans la région de Banyuls existe donc sur les fonds vaseux comme sur les fonds détritiques à base de coquilles mortes, mais disparaît sur les fonds de sable du large. La présence d'une fraction fine importante semble toujours, comme l'a indiqué PÉRÈS, nécessaire. Ceci s'oppose aux conclusions que CZIHAK a déduites d'observations réalisées à une profondeur plus faible.

Deux carottages ont été effectués au Cap l'Abeille, à 50 mètres de profondeur, sur des fonds où *O. quinque maculata* vit à l'état dispersé. Les analyses granulométriques de ces deux prélèvements (C19 et C20) montrent que le sédiment est assez semblable à celui de Canet à la même profondeur. La fraction poudres et colloïdes est d'environ 80 %, les fractions sables et sablons approchent 20 %

et la fraction graviers est inexistante. Il ne semble donc pas que la nature granulométrique des fonds puisse expliquer pourquoi la communauté de *O. quinquemaculata* grégaire ne se développe pas au Sud du parallèle 42° 40'.

HYDROLOGIE

Nous avons expliqué la stabilité* du peuplement d'*O. quinquemaculata* de Canet-Plage principalement par la biologie de cette ophiure et par son mode de reproduction. Cette stabilité pouvait être liée également aux conditions hydrologiques des fonds. Nous nous sommes donc intéressés à plusieurs facteurs physico-chimiques : la température, la salinité, la teneur en oxygène dissous et celle en matières organiques dissoutes de l'eau de mer.

Les analyses hydrologiques ont porté sur la couche d'eau de mer immédiatement sus-jacente au fond, sur lequel les ophiures vivent les bras dressés. Les prises d'échantillons d'eau de mer ont été effectuées en même temps que les dragages mensuels d'ophiures pour l'étude biométrique, aux points A de Canet et B du cap l'Abeille, à 50 m de profondeur. Celles du point B ont été poursuivies plusieurs mois après la disparition des ophiures en cette région. En même temps que ces prises sur des fonds où les ophiures étaient présentes, soit à l'état grégaire (Canet), soit à l'état dispersé (cap l'Abeille), deux autres étaient effectuées sur des fonds très proches, situés à même profondeur, où les ophiures étaient totalement absentes : points A' et B'.

Les résultats des mesures des quatre facteurs physico-chimiques envisagés n'ont pas mis en évidence de différences sensibles entre les fonds où les *O. quinquemaculata* vivent en abondance et ceux, à même profondeur, où cette espèce est rare ou très dispersée.

Les quatre facteurs physico-chimiques ont toujours eu aux quatre points de prélèvement des valeurs très voisines, au cours de l'année. Les maxima et minima de températures enregistrées ont été de 14° 70 et 9° 60, ceux de salinité de 38,56 ‰ et de 37,85 ‰. Les teneurs en oxygène dissous sont restées assez stables au cours de l'année autour d'une valeur moyenne de 8 mg/l. Celles en matières organiques dissoutes, beaucoup moins stables, ont eu pour valeur moyenne 6 mg/l (1).

Il serait intéressant de compléter cette étude par des mesures de teneurs en phosphates et nitrates de l'eau de mer, ainsi que par des mesures rhéologiques, bien que nos premiers résultats ne semblent pas montrer que la répartition des *O. quinquemaculata* soit liée à des conditions hydrologiques.

(1) L'étude de ces 4 facteurs physico-chimiques de l'eau de mer n'apportant pas de renseignements positifs quant à l'écologie d'*O. quinquemaculata*, nous n'avons pas cru devoir exposer en détail les résultats des analyses mensuelles effectuées.

LA FAUNE DES FONDS A OPHIOTHRIX QUINQUEMACULATA
ET L'ÉTHOLOGIE DE CETTE OPHIURE

Lors de chaque prélèvement sur les fonds à ophiures de Canet-Plage, dès la remontée de la drague sur le bateau, nous avons trié le matériel vivant, au jet, sur un ou plusieurs tamis. Les animaux récoltés étaient généralement ramenés vivants au laboratoire et déterminés avant d'être fixés à l'alcool.

La liste faunistique qui suit, ne prétend pas être exhaustive. Toutefois, nous pensons qu'elle comprend les espèces caractéristiques quantitativement des principaux embranchements animaux vivant dans les fonds à *O. quinquemaculata* de la région de Banyuls. Nous en donnons ensuite un bref commentaire ainsi qu'un aperçu quantitatif de la microfaune.

LISTE DES ESPÈCES RECUEILLIES

Spongiaires

Suberites domuncula (Olivi),
Halichondria albescens (Johnston),
Myxilla rosacea (Lieberkühn),
Adocia simulans (Johnston),
Spongelia elegans Nardo,
Hircinia variabilis O. Schmidt.

Coelentérés

Hydrozoaires

Campanularia alta Steckow,
Eudendrium ramosum (Linné),
Sertularella gayi (Lamouroux),
Sertularella polyzonias (Linné),
Nemertesia antennina (Linné),
Aglaophenia pluma M. Sars.

Anthozoaires

Epizoanthus arenacea (Delle Chiaje),
Calliactis bellis (Ellis),
Adamsia palliata Bohadsch,

Alcyonium palmatum Pallas,
Veretillum cynomorium Cuvier,
Pennatula rubra Ellis,
Pteroides griseum Bohadsch.

Bryozoaires

Amathia pruvoti Calvet,
Scrupocellularia scruposa Linné,
Cellaria fistulosa (Linné),
Microporella ciliata (Pallas),
Fenestrulina (Microporella) malusii (Audouin),
Schizoporella linearis (Hassall),
Tegella aunicornis (Fleming),
Escharella variolosa (Johnston),
Schismopora armata (Hincks).

Annélides polychètes

Errantes

Aphrodita aculeata Linné,
Acholoe squamosa (Delle Chiaje),
Lagisca extenuata (Grube),
Scalisetosus pellucidus (Ehlers),
Eteone longa (Fabricius),
Langerhansia cornuta (Rathke),
Sphaerosyllis claparedii Ehlers,
Syllides edentula (Claparède),
Syllis gracilis Grube,
Typosyllis torquata (Marion et Bobretzky),
Nephtys hombergii Savigny,
Glycera capitata Oersted,
Glycera rouxii Audouin et Milne Edwards,
Eunice aphroditois (Pallas),
Lumbrineris gracilis (Ehlers),
Dorvillea rudolphi (Delle Chiaje).

Sédentaires

Aricidea sp.,
Paraonis (Paraonides) lyra Southern,
Paraonis sp.,
Prionospio cirrifera Wirèn,

Prionospio cf. *cirrifera*,
Monticellina heterochaeta Laubier,
Tharyx multibranchis (Grube),
Armandia cirrhosa Filippi,
Sternaspis scutata (Renier),
Amphitrite cirrata Müller,
Fabricia sabella (Ehrenberg),
Spirographis spallanzanii Viviani.

Mollusques

Gibbula magus Linné +,
Calliostoma granulatum Born,
Natica josephina Risso +,
Capulus hungaricus Linné +,
Turritella communis Risso var. *triplicata* Brocchi,
Aporrhais pespelecani Linné,
Murex trunculus Linné +,
Pleurobranchea meckeli Leue,
Arca diluvii Lamarck +,
Isocardia cor Linné +,
Cardium echinatum Linné (*mucronatum*) +,
Cardium papillosum Poli +,
Tapes pullastra Montagu +,
Tellina donacina Linné +,
Tellina pulchella Lamarck +,
Avicula hirundo Linné +,
Pinna pectinata Linné +,
Pecten jacobus Linné +,
Chlamys varians Linné +,
Ostrea edulis Linné +.
Les signes + correspondent aux coquilles mortes.

Crustacés

Isopodes

Apsudes latreillei (Milne Edwards),
Apsudes spinosus (Sars).

Amphipodes

Orchomene humilis (A. Costa),
Ampelisca typica (Bate),
Harpinia pectinata O. Sars,
Leucothoe spinicarpa (Albigeard),

Photis longicaudata (Bate et Westw.),
Jassa falcata (Montagu),
Corophium runcicorne Della Valle,
Corophium volutator (Pall.),
Phtisica marina Slabber.

Décapodes

Thor sollaudi Zariquiey,
Aegeon cataphractus Olivi,
Paguristes oculatus (Fabricius),
Dardanus arrosor (Herbst),
Pagurus alatus (Fabricius),
Pagurus prideauxi (Leach),
Anapagurus laevis (Thompson),
Galathea strigosa (Linné),
Porcellana longicornis (Pennant),
Dorippe lanata (Linné),
Ethusa mascarone (Herbst),
Portunus depurator (Linné),
Pilumnus hirtellus (Linné),
Pinnotheres pinnotheres (Linné),
Inachus dorsettensis (Pennant),
Macropodia rostratus (Linné).

Pycnogonides

Amothella appendiculata Dohrn.

Sipunculides

Phascolosoma granulatum (Leuckart),
Aspidosiphon clavatus Blainville.

Echinodermes

Antedon mediterranea (Lamarck),
Astropecten aranciacus (Linné),
Astropecten bispinosus (Otto),
Astropecten irregularis pentacanthus (Delle Chiaje),
Luidia ciliaris (Philippi),
Anseropoda placenta (Pennant),
Echinaster sepositus (Tetzius),
Ophiothrix quinquemaculata (Delle Chiaje),
Amphiura filiformis (O.F. Müller),
Ophiura texturata Lamarck,

Psammechinus microtuberculatus (Blainville),
Echinus acutus Lamarck,
Spatangus purpureus (O.F. Müller),
Holothuria tubulosa Gmelin,
Holothuria stellati Delle Chiaje,
Stichopus regalis (Cuvier),
Trachythyone tergestina (Sars),
Ludwigia planci (Brandt),
Havelockia inermis (Heller),
Thyone fusus (O.F. Müller),
Oestergrenia digitata (Montagu).

Stomocordés

Glandiceps talaboti (Marion).

Protocordés

Pyura tessellata Forbes,
Microcosmus sabatieri Roule,
Microcosmus vulgaris Heller,
Styela plicata Lesueur,
Distomus variolosus Gaertner,
Botryllus renieri Pallas,
Botryllus leachi Savigny,
Ascidia mentula Müller,
Amaroucium albicans Edwards,
Amaroucium densum Giard.

ETUDE DES PRINCIPAUX EMBRANCHEMENTS

Spongiaires

Nous avons déjà signalé l'abondance dans le fond à *O. quinque-maculata*, à toutes les profondeurs, de trois éponges : *Myxilla rosea*, *Adocia simulans* et *Halichondria albescens* et leur rôle très important dans le cycle de développement de cette ophiure.

Spongelia elegans et *Hircinia variabilis* ont aussi été récoltées fréquemment mais nous n'y avons pas décelé, jusqu'à présent, la présence de jeunes *O. quinque-maculata*.

Coelentérés

Le fond à *O. quinque-maculata* est pauvre en Coelentérés. La

plupart des espèces d'hydrires présentes sont en épibiose sur la tunique des microcosmes, aussi l'étude en est incomplète, MONNIOT (1961) ayant traité cette question. Seules *Nemertesia antennina* et surtout *Aglaophenia pluma* se rencontrent fixées sur d'autres supports solides, généralement des galets.

Epizoanthus arenacea est aussi un épibiotte commun des microcosmes. Les autres Anthozoaires sont rares, à l'exception de *Calliac-tis bellis*.

Bryozoaires

9 Bryozoaires seulement ont été déterminés. Ils se trouvaient tous soit sur des coquilles de mollusques, soit sur la tunique des microcosmes.

Annélides polychètes

Acholoe squamosa a été trouvé dans la gouttière ambulacraire d'*Astropecten aranciacus*.

CUÉNOT a signalé dès 1892, sous le nom d'*Hermadion pellucidum*, le commensalisme de *Scalisetosus pellucidus* chez *Ophiothrix fragilis*. BELLAN (1959) « n'a jamais été témoin d'un tel état de fait, ni avec *Ophiothrix (fragilis?)* ni avec *O. quinque maculata* en Méditerranée occidentale ». Nous avons retrouvé *Scalisetosus pellucidus* chez *O. quinque maculata*, localisé soit sur le disque, soit sur les bras; en examinant des contenus stomacaux j'ai même rencontré un exemplaire en voie de digestion. D'autre part, j'ai trouvé des stades benthiques très jeunes de *S. pellucidus* déjà commensaux (stades à 15-20 segments sétigères), en abondance, au mois d'août 1963. *O. quinque maculata* constitue un hôte nouveau pour cette espèce qui, dans la région de Banyuls, se rencontre également libre dans différents milieux, à l'état adulte.

Syllides edentula n'a été récolté qu'une seule fois. Cette petite espèce de Syllidien présente quelques différences peu importantes avec la description originale reprise par FAUVEL dans la faune de France : les cirres anaux sont moniliformes (comme chez *Syllides longocirrata* Oersted) et non lisses; les soies composées ont une articulation nettement hétéromorphe, enfin la longueur des cirres dorsaux dépasse à peine la largeur du corps. Ces caractères particuliers ont trop peu d'importance pour séparer notre exemplaire de l'espèce de CLAPARÈDE dont les observations assez anciennes sont probablement sujettes à caution. Cette espèce n'était connue jusqu'ici que du golfe de Naples (COGNETTI, 1958).

Nous avons récolté quelques exemplaires appartenant au genre *Aricidea* sensu stricto mais qui ne peuvent appartenir aux deux

espèces méditerranéennes connues actuellement : *A. jeffreysii* (Mc'Intosh) et *A. assimilis* Tebble, 1959 (cette dernière espèce décrite récemment n'est d'ailleurs malheureusement connue que par sa partie antérieure très caractéristique). Nos spécimens se rapprochent toutefois d'*A. fauveli* Hartman, 1957, à laquelle elle est peut-être identique.

Paraonis (Paraonides) lyra n'a jamais été signalé à Banyuls. De nombreux exemplaires ont été récoltés en juillet, sexuellement mûrs et en épitoque, les produits génitaux mâles blancs, les produits femelles rouge vif.

Une autre espèce de *Paraonis* a été récoltée ; elle diffère des *Paraonis* de Méditerranée par ses crochets aciculaires postérieurs. Elle est voisine, sinon identique, à *P. gracilis* (Tauber, 1879) qui est connu de l'Atlantique Nord, du Groenland et de l'Antarctique.

Prionospio cirrifera était connu en Méditerranée Orientale et des côtes d'Afrique du Nord, mais non signalé de la région nord-occidentale du bassin, et en particulier de Banyuls.

Certains exemplaires de *Prionospio* se distinguent légèrement de l'espèce *cirrifera* par un nombre plus réduit de branchies, le rang d'apparition des soies ventrales (en sabre) et des crochets. Les deux formes existent également dans les vases profondes et il y aura peut-être lieu de les séparer sub-spécifiquement.

Nous avons retrouvé en abondance *Monticellina heterochaeta* décrite de Banyuls en 1960 à partir d'un unique exemplaire en mauvais état, également récolté dans la vase côtière.

Mollusques

Nous avons récolté très peu de mollusques vivants alors que les coquilles mortes sont parfois très abondantes comme le montre la Planche VI. Il faut signaler aux profondeurs inférieures du fond à *O. quinquemaculata* l'abondance de coquilles de *Turritella communis triplicata* et, en général, de celles de *Cardium echinatum* et de *Tellina donacina*.

Crustacés

Les isopodes et la plupart des amphipodes ont été récoltés par passages rapides et répétés d'une petite épuisette munie d'un filet fin dans l'eau immédiatement sus-jacente à la vase des fonds à *O. quinquemaculata* contenue dans les bacs de prélèvements.

Les amphipodes *Leucothoe spinicarpa*, *Jassa falcata* et *Phthisica marina* se trouvent généralement sur des animaux tels que les

microcosmes et certaines éponges, comme aussi certains décapodes: *Porcellana longicornis*, *Pilumnus hirtellus* et *Macropodia rostrata* qui, toutefois, se rencontrent isolés sur le fond.

Les *Paguridae* que nous avons récoltés sont représentés généralement sur les fonds à ophiures par un grand nombre d'exemplaires. En particulier, nous avons été frappé, en plongée, par la grande activité que déploient les *Paguristes oculatus*, les *Pagurus alatus* et surtout les *Anapagurus laevis* dans les coquilles de turritelles.

Echinodermes

Les échinodermes récoltés sont tous des espèces communes de la Mer de Banyuls et leur localisation sur les fonds à *O. quinquemaculata* était en général connue.

En dehors de l'extrême abondance de cette dernière espèce, d'autres sont toujours présentes à chaque prélèvement. Ainsi, on peut estimer la proportion de *Antedon mediterranea* (surtout en dessous de 50 mètres de profondeur) et de *Ophiura texturata*, à environ un exemplaire pour 100 *O. quinquemaculata*.

Echinus acutus, espèce de grande taille, abrite entre ses piquants de jeunes *O. quinquemaculata*.

Il est intéressant de signaler l'abondance relative de *Oestergrenia digitata*, espèce fouisseuse de la vase. Sur les exemplaires récoltés, j'ai trouvé très souvent un copépode parasite de la tunique: *Synaptiphilus cantacuzenei* Bocquet et Stock, décrit de l'Atlantique et trouvé une seule fois en Méditerranée, à Naples (Stock, 1959). La possibilité de quelques différences morphologiques avec les exemplaires atlantiques fera l'objet d'une publication ultérieure.

Protocordés

Les Protocordés sont représentés surtout par *Microcosmus sabatieri* dont la drague prélève toujours à chaque fois quelques exemplaires. Nous avons déjà signalé, après MONNIOT (1961), que cette espèce abrite de nombreuses jeunes ophiures, comme d'ailleurs de nombreux autres animaux, parasites ou commensaux, vagiles ou sessiles, sur lesquels nous ne reviendrons pas en général.

Nous avons récolté des colonies d'*Amaroucium densum* dont plusieurs polypes possédaient dans leur tube digestif un copépode parasite nouveau que nous avons décrit dans une publication à paraître prochainement.

LA MICROFAUNE. APERÇU QUANTITATIF

Il nous a paru intéressant de pouvoir donner une idée de la densité en microfaune des fonds à ophiures. Dans ce but nous avons effectué quelques prélèvements que nous avons essayé, dans la mesure du possible, de comparer avec les données obtenues à la même époque pour des fonds dépourvus d'ophiures. Malheureusement, ces prélèvements ont été trop peu nombreux pour que nous puissions en tirer des conclusions définitives. De plus, nous n'avons que peu d'idées des microvariations de la densité de la microfaune sur une surface restreinte. Seule, une étude statistique de nombreux échantillons prélevés en un même endroit permettrait de résoudre ce problème; une telle étude débordait nettement le cadre de notre travail. Nous n'avons pas, non plus, entrepris d'étude systématique des différents groupes animaux rencontrés dans la vase. Les résultats que nous donnons ont donc seulement une valeur indicative.

Nous avons considéré comme faisant partie de la microfaune tous les organismes animaux passant à travers un tamis à mailles de 1 mm de côté et retenus par un tamis à mailles de 0,1 mm. Il est évident que la composition de la microfaune ainsi définie est extrêmement variable : à côté de groupes dont les représentants font partie pendant toute leur vie de la microfaune (Copépodes, Nématodes, Ostracodes, Khinorhynques, etc.), nous trouvons des animaux qui n'appartiennent à celle-ci que pendant leur jeune âge : Polychètes, Némertes, Amphipodes, Cumacés.

PRÉLÈVEMENTS

Les échantillons ont été prélevés au moyen du carottier Kullenberg de 4,5 cm de diamètre décrit plus haut. Seule la partie superficielle de la carotte (environ les 5 premiers centimètres) était étudiée. L'eau située au-dessus de la carotte était également filtrée. La surface de la carotte ainsi prélevée était de 15,70 cm².

Fixation. Récolte des organismes

La méthode que nous avons utilisée est très proche de celle décrite par BOUGIS (1950). Nous avons adopté la coloration à l'éosine préconisée par cet auteur, qui permet un repérage beaucoup plus facile des petits Nématodes. Les carottes étaient fixées à l'alcool et non au formol. La vase de la carotte est délayée, puis passée sur un tamis à mailles de 1 mm d'abord, de 0,1 mm ensuite. La fraction

recueillie sur le tamis de 0,1 mm est alors fixée à l'alcool à 70°. Elle est ensuite placée dans un bain d'éosine pendant une heure environ, la fraction retenue est rapidement rincée. L'examen se fait à la loupe binoculaire, le matériel étant placé dans une boîte de Pétri dont le fond est quadrillé. Dans nos comptages, nous n'avons pas tenu compte des Foraminifères car les tests vides abondent et, pour évaluer la quantité de Foraminifères vivants, il est nécessaire de dissoudre les tests calcaires à l'acide avant de colorer à l'éosine.

Résultats

Dans le tableau suivant, nous comparons les résultats obtenus pour des prélèvements effectués en 5 stations.

- I. Fond à ophiures - Canet - 50 m de profondeur - 22.6.1962 -
Température de l'eau : 13° 6 - Matières organiques : 4,42 mg/l.
- II. Fond sans ophiures - en face du Troc - 35 m de profondeur - 13.6.1962 - Température : 12° 92 - Matières organiques : 3,1 mg/l.
- III. Fond à ophiures - 50 m - Canet - 14.2.1963.
- IV. Fond à ophiures - 50 m - Canet - 29.7.1963.
- V. Fond sans ophiures - 50 m - Canet - 29.7.1963.

| | I : Canet | II : Troc | III : Canet | IV : Canet | V : Canet |
|---------------------|--------------|--------------|----------------|---------------|--------------|
| Nématodes | 168 | 184 | 284 | 53 | 50 |
| Copépodes | 140 | 108 | 7 | 35 | 28 |
| Annélides | 11 | 13 | 18 | 4 | 3 |
| Amphipodes | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Tanaïdacs | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Cumacés | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| Ostracodes | 4 | 4 | 1 | 2 | 1 |
| Khinorhynques | 8 | 14 | 0 | 0 | 0 |
| Halacariens | 0 | 2 | 1 | 3 | 2 |
| Lamellibranches ... | 8 | 3 | 1 | 3 | 2 |
| Gastropodes | 0 | 2 | 0 | 3 | 2 |

Dans tous ces prélèvements, les Nématodes et les Copépodes représentent la partie la plus importante de la microfaune. Si la densité en microfaune semble varier de façon considérable d'une saison à l'autre, les résultats obtenus pour une même époque se

montrent très voisins (I et II, IV et V). Les résultats précédents, malheureusement trop fragmentaires, semblent indiquer que les fonds à ophiures présentent une densité en microfaune très comparable à celle des fonds de vase qui les entourent. Il est cependant possible que l'étude systématique des groupes animaux composant cette faune mette en évidence des différences.

Il aurait été intéressant de comparer qualitativement et quantitativement la macrofaune du fond à *O. quinquemaculata* et celle des fonds voisins comme nous avons tenté de le faire, succinctement, pour la microfaune. Il semble toutefois, d'après nos observations, qu'il n'existe pas de différences importantes qualitativement, mais que l'abondance des ophiures limite quantitativement le développement des autres espèces de la macrofaune, à quelques exceptions près. En effet dans le fond à ophiures, les microcosmes, certains pagures et quelques espèces d'éponges sont très abondants. Ce sont d'ailleurs les seuls animaux qui attirent l'attention du plongeur dont l'impression dominante est la monotonie du fond semblant être peuplé uniquement par les *O. quinquemaculata*. THORSON (1957), remarquant la pauvreté de la faune des fonds à ophiures, l'attribue au fait que ces dernières sont en telle multitude que leurs bras couvrent presque entièrement le fond, laissant peu de chance aux larves de prédateurs de s'y établir.

Au cours de cette étude faunistique, les poissons benthiques n'ont pas été étudiés. Ils sont aussi très peu abondants malgré les rares chalutages qui sont effectués sur ces fonds. C. DEVOS, au cours d'une plongée en soucoupe en 1961, ainsi que nous-même lors de plongées en scaphandre autonome, avons pu remarquer d'assez nombreux terriers de *Blenniidae* ainsi que quelques *Gobiidae* et des *Trachurus draco*.

ETHOLOGIE D'*O. quinquemaculata*

La stabilité des fonds à ophiures et la très grande densité de ces animaux posent, avec acuité, le problème de leur mode alimentaire. Pour PÉRÈS et PICARD (1958) et RIEDL (1961), *O. quinquemaculata* est un mangeur de particules en suspension dans l'eau. Ce dernier écrit : « Les photos du fond (à *O. quinquemaculata*) montrent les animaux couchés sur leur face dorsale. Les bras sont animés d'un mouvement ondulant. Manifestement ces animaux ne recherchent pas du sédiment, comme le font les ophiures, mais filtrent comme les crinoïdes le plancton et les détritiques de l'eau du fond. Il n'est pas certain que le comportement d'*O. fragilis* soit le même ».

Nos plongées sur les fonds à ophiures et les photos que nous avons pu prendre de ceux-ci montrent clairement qu'*O. quinquemaculata* y vit la face ventrale contre le substrat. Le contraire constituerait d'ailleurs une exception au comportement général des ophiures et même des Eleuthérozoaires, les holothuries exceptées.

La position des *O. quinquemaculata* sur le fond, deux ou trois bras dressés, ne signifie pas obligatoirement que ces animaux soient des « suspension feeders ». Une des fonctions des podia brachiaux est la respiration et il ne faut donc pas que les bras soient enfouis dans la vase. En prélevant à la main, *in situ*, ces ophiures, nous avons constaté que l'orifice buccal était presque toujours rempli de vase. Nous avons examiné au microscope le contenu des estomacs d'ophiures qui avaient été fixées à l'alcool dès leur prélèvement. Les résultats de ces observations n'ont pas été en faveur d'une alimentation du type « suspension feeders » mais plutôt indiqueraient que les *O. quinquemaculata* sont des « deposit-feeders », c'est-à-dire recherchant leur nourriture à la surface du sédiment. Ces ophiures ne fouissent pas le fond.

Les contenus stomacaux sont brunâtres. Nous avons pu y reconnaître des Nématodes, de nombreux débris de pièces squelettiques d'Echinodermes, de nombreux spicules d'Éponges, des morceaux d'algues vertes filamenteuses. Nous avons déjà signalé la présence d'un exemplaire de l'annélide *Scalisetosus pellucidus* partiellement digéré. Les particules de vase sont peu nombreuses.

La présence de nombreuses pièces calcaires d'Echinodermes et, en particulier, des morceaux très reconnaissables de bras d'*O. quinquemaculata* peut s'expliquer par le fait que ces ophiures mangent des éponges, avalent par la même occasion les nombreuses jeunes ophiures que ces éponges abritent. Toutefois, il semble que les *O. quinquemaculata* sont vraiment cannibales ou plus simplement nécrophages. En effet, nous avons observé de nombreuses ophiures adultes vivantes qui tenaient encore dans leurs mâchoires des morceaux de bras dont la partie ingérée était déjà partiellement digérée.

La présence, en plus grande densité sur les microcosmes que sur le fond, de jeunes ophiures mais aussi d'adultes est un indice supplémentaire contre une alimentation de type « suspension feeders », si toutefois on admet que la raison de leur présence est l'importante faune sessile et vagile de la tunique des microcosmes.

Ce problème mérite une étude approfondie, nos premières observations n'ayant que l'intérêt d'en montrer la nécessité.

CONCLUSION

Ce travail nous a permis de préciser d'abord la morphologie et le développement d'*O. quinquemaculata*. Comme les autres *Ophiothricidae* des côtes françaises, cette espèce est très polymorphe, surtout par l'ornementation du disque et des bras. D'après nos premiers résultats, son ophiopliteus ne se distingue en rien de celui d'*O. fragilis*.

O. quinquemaculata vit dans la région de Banyuls entre des limites bathymétriques assez strictes, de 40 à 90 mètres, soit à l'état dispersé, soit à l'état grégaire. Dans ce dernier cas, la densité des ophiures atteint près de 90 individus au mètre carré, à 50 mètres de profondeur.

Une étude biométrique des tailles d'échantillons d'*O. quinquemaculata* nous a montré que si les jeunes, après la métamorphose, vivent sur les adultes, ils les quittent alors très rapidement pour l'abri et la nourriture que leur offrent les microcosmes et certaines éponges. Ces deux stades de la vie d'*O. quinquemaculata* conditionnent la stabilité des fonds grégaires.

Les *O. quinquemaculata* vivant à l'état grégaire ou dispersé ne se distinguent par morphologiquement et ne forment pas deux populations différentes, comme l'ont prouvé les mesures biométriques.

Les exigences granulométriques de cette espèce se résument en la nécessité de la présence d'une fraction fine plus ou moins importante. Les variations de certains facteurs hydrologiques (température, salinité, teneurs en oxygène dissous et en matières organiques) n'ont apparemment aucune relation avec la présence ou l'absence des ophiures.

La faune des fonds à *O. quinquemaculata* n'est pas caractéristique de ceux-ci; la macrofaune semble cependant plus limitée quantitativement que sur les fonds sans ophiures.

O. quinquemaculata est-elle une espèce distincte d'*O. fragilis* ou simplement un de ses nombreux écophénotypes ? Dès maintenant, on peut remarquer qu'entre *O. quinquemaculata* et les variétés d'*O. fragilis* il existe tous les intermédiaires morphologiques. Dans la région de Banyuls, *O. fragilis* est partout présente, sauf de 40 à 90 mètres. Les différences d'aspect entre *O. quinquemaculata* et l'*O. fragilis* littorale sont tout aussi importantes que celles existant entre cette dernière et sa forme de profondeur que l'on rencontre par exemple dans le rech Lacaze-Duthiers de 400 à 800 mètres.

O. fragilis vit aussi en bancs grégaires dans l'Atlantique, dans la Manche et la Mer du Nord, généralement à des profondeurs plus faibles que l'*O. quinquemaculata* de Méditerranée. Si CABIOCH (1961) n'a pas signalé la présence de jeunes sur les ophiures adultes au large de Roscoff, celle-ci avait été remarquée à plusieurs reprises auparavant, notamment en Mer du Nord par MORTENSEN (1920 et 1933) qui considère cette présence comme secondaire et passive.

Le gréganisme d'*O. fragilis* pose-t-il les mêmes problèmes que celui d'*O. quinquemaculata*? La mise en évidence par VASSEROT (1961) du caractère hautement spécialisé et préférentiel du régime alimentaire de certaines Astéries (*Echinaster sepositus* et *Henricia sanguinolenta*) pour des espèces données d'éponges — comme cela semble être le cas pour *O. quinquemaculata* — montre la nécessité de reconsidérer avec soin l'éthologie des Echinodermes.

Il est certain que les problèmes systématiques et écologiques d'*O. fragilis* et d'*O. quinquemaculata* sont liés et leur solution contribuera à une meilleure connaissance de la biologie des Echinodermes.

BIBLIOGRAPHIE

ECHINODERMES

- APOSTOLIDÈS, N.C., 1882. Anatomie et développement des Ophiures. *Arch. Zool. Exp. Gén.*, 10.
- CABIOCH, L., 1961. Etude de la répartition des peuplements benthiques au large de Roscoff. *Cah. Biol. Mar.*, II (1) : 1-40.
- CARUS, J.V., 1885. Prodrömus faunae Mediterraneae sive descriptio animalium maris Mediterranei incolarum. Schweiz. Verlags. Stuttgart. E. Koch. 1-196.
- CHERBONNIER, G., 1956. Les Echinodermes de Tunisie. *Bull. Stat. Ocean. Salambó*, 53.
- CHERBONNIER, G., 1958. Faune marine des Pyrénées-Orientales. Echinodermes. 2. Hermann édit.
- CHERBONNIER, G., 1962. Ophiurides. Expédition océanographique belge dans les eaux côtières africaines de l'Atlantique sud. *Inst. Royal Sc. Nat. Belgique*, 3 (8) : 18-19.
- CLARK, H.L., 1915. Catalogue of recent Ophiurans. *Mem. Mus. Comp. Zool. Harv. Coll.*, 25 (4) : 278.
- CUÉNOT, L., 1888. Etudes anatomiques et morphologiques sur les Ophiures. *Arch. Zool. Exp. Gén.*, (2) 6 : 33-82.
- CUÉNOT L., 1892. Commensaux et parasites des Echinodermes. 2° note. *Rev. Biol. Nord France*, 5 : 1-22.
- CUÉNOT, L., 1948. Anatomie, éthologie et systématique des Echinodermes. in *Traité de Zoologie de P.P. Grassé*, II, Masson édit.
- CZIHAK, G., 1959. Vorkommen und Lebensweise der *Ophiothrix quinquemaculata* in der nördlichen Adria bei Rovinj. *Thalassia Jugoslavica*, I (7).

- DELLE CHIAJE, S., 1829. Memorie sulla storia e notomia degli animali senza vertebre del regno di Napoli, 4: 197.
- DELLE CHIAJE, S., 1841. Descrizione e notomia degli animali invertebrati della sicilia citeriore, 7: 86.
- FORBES, E., 1843. On the radiata of the eastern Mediterranean. I. — Ophiuroidea. *Trans. Linnean Soc. London*, 19 (I) : 151-152.
- GAUTIER-MICHAZ, M., 1958. Echinodermes du seuil sicilio-tunisien. Résultats scientifiques des campagnes de la Calypso. *Ann. Inst. Océan.*, 34: 150.
- GRAVE, C., 1916. *Ophiura brevispina*. II. An embryological contribution and a study of the effect of yolk substance upon development and development processes. *J. Morph.*, 27: 413-451.
- HYMAN, L.H., 1955. The Invertebrates. Echinodermata, Mc Graw-Hill édit.
- KOEHLER, R., 1894. Echinodermes recueillis à la Ciotat pendant l'été 1894. *Mém. Soc. Zool. France*, 7: 416.
- KOEHLER, R., 1895. Notes échinologiques. *Rev. Biol. Nord France*, 7: 325.
- KOEHLER, R., 1921. Faune de France. Echinodermes, I : 72-74. Lechevalier édit., Paris.
- KOEHLER, R., 1922. Ophiurans of the Philippine Seas and adjacent waters. *Bull. U.S. Nat. Mus.*, 100 (5) : 208.
- KOEHLER, R., 1924. Les Echinodermes des Mers d'Europe, I : 257-263, G. Doin édit.
- KOEHLER, R., 1934. Faune et Flore de la Méditerranée. *Comm. Int. Expl. Sc. Médit.*, 3 (51).
- KROHN, 1857. Ueber einen neuen Entwicklungsmodus des Ophiuren. *Arch. Anat. Physiol.*
- LUDWIG, H., 1892. Die Schlangensterne. Bronn's Thier Reichs, die Echinodermen. I : 942.
- LÜTKEN, C.F., 1869. Additamenta ad historiam Ophiuridarum. *K. Danske Vidensk.-Selsk. Skr. Naturv. Math.*, 5: 85-86.
- LÜTKEN, C.F., 1872. Ophiuridarum novarum vel minus cognitarum descriptiones nonnullae. Kjøbenhavn, 4-5.
- LYMAN, T., 1874. Ophiuridae and Astrophytididae new and old. *Bull. Mus. Comp. Zool. Cambridge*, 3 (10) : 244.
- LYMAN, T., 1876. Report on the Ophiuroidea. *Challenger Exp.*, 5: 213-228.
- MAC BRIDE, E.W., 1907. The development of *Ophiothrix fragilis*. *Quart. Jour. Micr. Sc.*, 51 (204) : 557-606.
- MARENZELLER VON, E., 1895. Zoologische Ergebnisse. V. Echinodermen, gesammelt 1893, 1894. *Beig Ber. d. Comm. f. Tiefsee. Forsch.* 16. *Denk. Ak. Wien.*, 62: 123-148.
- MARKTANNER-TURNERETSCHER, G., 1887. Beschreibung neuer Ophiuriden und Bemerkungen zu Behannten. *Ann. Naturh. Mus. Hofmus. Wien*, 2: 291-316.
- MAURIN, C., 1962. Etude des fonds chabutables de la Méditerranée occidentale. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.*, 26 (2) : 175-176.
- MONNIOT, C., 1961. Un connexe écologique : les *Microcosmus* de Banyuls. Thèse de 3^e cycle d'océanographie biologique. Fac. Sciences Paris.
- MORTENSEN, T., 1898. Die Echinodermenlarven der Plankton Expedition. *Ergeb. Plankton Exp.*, Bd 2 J.

- MORTENSEN, T., 1920. On hermaphroditism in viviparous Ophiurids. *Acta Zoologica*, I.
- MORTENSEN, T., 1921. Studies of the development and larval forms of the Echinoderms. Copenhagen.
- MORTENSEN, T., 1933. Ophiuroidea. *Danish Ingolf Expedition*, 4 (8) : 45.
- MÜLLER, J. et TROSCHER, F.H., 1840. *Archiv. Naturg.*, 4 : 328.
- MÜLLER, J. et TROSCHER, F.H., 1842. System der Asteriden. Braunschweig : 112-113.
- MÜLLER, J., 1851. Ueber die Ophiurenlarven des Adriatischen Meeres. *König. Akad. Wiss. Berlin*.
- OLSEN, H., 1942. The development of the brittle-star *Ophiopholis aculeata* Müller, with a short report on the outer hyaline layer. *Bergens Museums Arbok*.
- PÉRÈS, J.M., 1957. Essai de classement des communautés benthiques marines du globe. *Rev. Trav. Stat. Mar. Endoume*, 22 (13) : 47.
- PÉRÈS, J.M. et PICARD, J., 1955. Biotopes et biocoenoses de la Méditerranée occidentale comparés à ceux de la Manche et de l'Atlantique nord-oriental. *Arch. Zool. Exp. Gén.*, 92 : 43-44.
- PÉRÈS, J.M. et PICARD, J., 1958. Manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rev. Trav. Stat. Mar. Endoume*, 23 (14) : 78-80.
- PRUVOT, G., 1895. Distribution générale des Invertébrés de la région de Banyuls. *Arch. Zool. Exp. Gén.*, 3 (3) : 649-658.
- RANSON, G., 1924. Liste des Echinodermes recueillis au cours de la croisière de « La Tanche » en 1924 sur les côtes de Tunisie. *Mém. Off. Scient. Techn. Pêches Marit.*, 3.
- RIEDL, R., 1961. Etude des fonds vaseux de l'Adriatique. Méthodes et Résultats. *Rev. Trav. Stat. Mar. Endoume*, 23 (37) : 168.
- RUSSO, A., 1893. Specie di Echinodermi poco conosciuti e nuovi nel golfo di Napoli. *Atti E. Acad. Sc. fis. mat. Napoli*, I (2/I) : 5-7.
- SMITH, J.E., 1941. Reproductive system of *Ophiothrix fragilis*. *Quart. Journ. Micr. Sc.*, 82 : 267.
- TORTONESE, E., 1935. Contributo alla conoscenza degli Echinodermi mediterranei. *Ann. Mus. Civ. Storia Nat. Genova*, 57.
- TORTONESE, E., 1949. La distribution bathymétrique des Echinodermes et en particulier des espèces méditerranéennes. *Bull. Inst. Océan. Monaco*, 956 : 8.
- TORTONESE, E., 1951. Gli Echinodermi del Mar Ligure e delle zone vicine. *Centro Talassografico Tirreno*, II, Genova.
- TORTONESE, 1956. Catalogo degli Echinodermi della collezione E. Tortonese. *Ann. Mus. Civ. Storia Nat. Genova*.
- TORTONESE, E., 1959. Ecophénotypie et biologie d'*Ophiothrix fragilis* Ab. du golfe de Gènes. *Doriana*, 2 (100).
- THORSON, G., 1957. Bottom communities. in *Treatise on Marine Ecology and Paleocology*. Hedgpeth edit., I : 461-534.
- VASSEROT, J., 1961. Caractère hautement spécialisé du régime alimentaire chez les Astérides *Echinaster sepositus* et *Henricia sanguinolenta*, prédateurs de Spongiaires. *Bull. Soc. Zool. France*, 86 (6) : 796-809.
- VATOVA, E., 1943. Le zoocenosi dell'Alto Adriatico, etc. *Thalassia*, 5 (6).
- VATOVA, E., 1947. Caratteri della fauna bentonica dell'Alto e Medio Adriatico e zoocenosi sui da origine. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 21 (I).
- ZIEGLER, H.E., 1896. Einige Beobachtungen zur Entwicklungsgeschichte der Echinodermen. *Verh. deutschen Zool. Ges.*

BIOMÉTRIE

- CHAMBERS, M.G., 1948. Calcul statistique pour débutants. Gauthier-Villars édit. Paris.
- LAMOTTE, M., 1948. Introduction à la biologie quantitative. Masson et Cie.
- L'HÉRITIER, P., 1949. Les méthodes statistiques de l'expérimentation biologique. C.N.R.S. édit.

FAUNISTIQUE

- ARNDT, W., 1935. Porifera. Tierwelt Nord- Ostsee, 3 (a) : 1-140.
- BELLAN, G., 1959. Répartition géographique et bionomique de quelques annélides polychètes de la Méditerranée Occidentale et du Proche-Orient. *Rev. Stat. Mar. Endoume*, 29 (17).
- BOUGIS, P., 1950. Méthode pour l'étude quantitative de la microfaune des fonds marins (Meiobenthos). *Vie et Milieu*, I (1) : 23-37.
- BOUVIER, E.L., 1940. Faune de France. 37. Décapodes marcheurs. Paris, Lechevalier édit.
- BUCQUOY, E. et DAUTZENBERG, P., 1882. Les mollusques marins du Roussillon. Paris, Baillièrre édit., 4 vol.
- CHEVREUX, E. et FAGE, L., 1925. Faune de France. 9. Amphipodes. Paris, Lechevalier édit.
- COGNETTI, G., 1958. I Sillidi del Golfo di Napoli. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 30 : 1-100.
- DELAGE, Y. et HÉROUARD, E., 1899. Traité de zoologie concrète. Mésozoaires et Spongiaires. Paris.
- FAUVEL, P., 1923. Faune de France. 5. Polychètes errantes. Paris, Lechevalier édit.
- FAUVEL, P., 1927. Faune de France. 16. Polychètes sédentaires. Paris, Lechevalier édit.
- GUILLE, A. *Enterocola petiti* sp. n. Copépode parasite d'*Amaroucium densum* (Giard). *Vie et Milieu, Suppl.* 17 : 283-290.
- HARANT, H. et VERNIÈRES, P., 1933. Faune de France. 27. Tuniciers. I. Ascidies. Paris, Lechevalier édit.
- HINCKES, T., 1868. A history of the British Hydroid Zoophytes. I. II. London.
- HINCKES, T., 1880. A history of the British Marine Polyzoa. London.
- KLOUGE, G.A., 1962. Bryozoaires des Mers du Nord. *Acad. Nauk. S.S.S.R. Moscou* : 1-584.
- LAUBIER, L., 1960. *Monticellina heterochaeta* n. g. n. sp., Cténodrilidé (Polychètes sédentaires) des vases côtières de Banyuls-sur-Mer. *Vie et Milieu*, 11 (4) : 601-604.
- LAUBIER, L. et PARIS, J., 1962. Faune marine des Pyrénées-Orientales. 4. Annélides Polychètes. Hermann.
- PARIS, J., 1954. Contribution à la connaissance de la zone nord des Canals. *Vie et Milieu*, 5 (4) : 469-512.
- PARIS, J., 1956. Commensalisme et parasitisme chez les Annélides Polychètes. *Vie et Milieu*, 6 (4) : 525-536.
- PAULUS, M. et MARS, P., 1942. Catalogue des principaux Mollusques du golfe de Marseille. Guide malacologique des environs de Marseille. *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille*, II (2).

- PICARD, J., 1950. Notes sur quelques hydraires de la région de Banyuls-sur-Mer. *Vie et Milieu*, I (3) : 277-278.
- PICARD, J., 1951. Notes sur les hydraires littoraux de Banyuls-sur-Mer. *Vie et Milieu*, II (3) : 338-349.
- PRENANT, M. et BOBIN, G., 1956. Faune de France. 60. Bryozoaires. Paris, Lechevalier édit.
- SARS, G.O., 1895. An account of the Crustacea of Norway. I. Amphipoda. Copenhagen.
- SARS, G.O., 1899. An account of the Crustacea of Norway. II. Isopoda. III. Cumacea. Copenhagen.
- STOCK, J.H., 1959. Copepoda associated with neapolitan Invertebrates. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 31 (1) : 59-75.
- TEBBLE, N., 1959. On a collection of Polychaetes from the Mediterranean coast of Israel. *Bull. Res. Council. Is.*, B 8 (1) : 9-30.
- TOPSENT, E., 1893. Nouvelles séries de diagnoses d'Éponges de Roscoff et de Banyuls. *Arch. Zool. Exp. Gén.*, 3 (1) : 33-43.
- ZARIQUIEY, R.A., 1946. Crustaceos Decapodos Mediterraneos. *Inst. Esp. Est. Medit.*, Barcelona.

TABLEAU 1
Population de Canet-Plage : 50 m de profondeur. Point A

| Dates | Nombre d'exemplaires (adultes) | Moyenne du diamètre disque (en mm) | Déviati on Standard | Nombre d'exemplaires (jeunes) | Moyenne du diamètre disque (en mm) | Déviati on Standard |
|-----------|--------------------------------|------------------------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------------|---------------------|
| 21/4/1962 | 89 | 10,34 | 1,58 | 31 | 0,82 | 0,41 |
| 21/5 | 81 | 10,62 | 1,29 | 39 | 1,05 | 0,42 |
| 22/6 | 78 | 12,14 | 1,16 | 42 | 1,13 | 0,41 |
| 27/8 | 74 | 11,69 | 1,75 | 46 | 0,91 | 0,35 |
| 1/10 | 75 | 11,37 | 1,46 | 45 | 0,93 | 0,44 |
| 13/11 | 72 | 11,60 | 1,80 | 48 | 1,11 | 0,64 |
| 4/12 | 77 | 10,25 | 1,99 | 43 | 1,07 | 0,61 |
| 11/1/1963 | 98 | 10,87 | 1,91 | 22 | 1,14 | 0,81 |
| 14/2 | 79 | 11,37 | 1,34 | 41 | 1,15 | 0,83 |
| 16/3 | 77 | 11,83 | 1,91 | 43 | 1,30 | 0,80 |

TABLEAU 2
Population de l'Abeille : 50 m de profondeur. Point fixe B

| Dates | Nombre d'exemplaires (adultes) | Diamètre du disque (en mm) | Déviati on Standard | Nombre d'exemplaires (jeunes) | Diamètre du disque (en mm) | Déviati on Standard |
|-----------|--------------------------------|----------------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------|
| 25/3/1962 | 81 | 12,59 | 1,57 | 39 | 1,16 | 0,62 |
| 8/5/1962 | 49 | 12,96 | 1,60 | 71 | 0,90 | 0,38 |
| 6/6/1962 | 62 | 13,50 | 1,30 | 58 | 1,09 | 0,47 |

TABLEAU 3

| | M / L | | M / D | | L / D | | s / S | |
|---|---------------------------|--------|--------------------------|--------|--------------------------|--------|-------------------------|--------|
| | A | B | A | B | A | B | A | B |
| N | 257 | 111 | 257 | 111 | 257 | 111 | 257 | 111 |
| m | 1,4850 | 1,4710 | 0,3144 | 0,3103 | 0,2111 | 0,2107 | 0,0425 | 0,0419 |
| Z | 0,1278 | 0,1246 | 0,0264 | 0,0260 | 0,0145 | 0,0136 | 0,0053 | 0,0050 |
| t | 0,985 : non significatif. | | 1,41 : non significatif. | | 0,25 : non significatif. | | 1,2 : non significatif. | |

TABLEAU 4
Analyses granulométriques (en pourcentages) des stations de carottages
 (entre parenthèses les profondeurs)

| Stations | Graviers | Sable | Sablon | Poudres |
|---------------|----------|-------|--------|---------|
| CANET-PLAGE | | | | |
| C1 (42) | 0,29 | 2,18 | 26,43 | 71,10 |
| C2 (45) | 0,71 | 5,98 | 20,23 | 73,08 |
| C3 (50) | 7,15 | 16,54 | 12,99 | 63,32 |
| C4 (50) | 15,15 | 31,05 | 6,60 | 47,20 |
| C5 (50) | 0,65 | 0,32 | 5,37 | 93,66 |
| C6 (50) | 1,41 | 0,74 | 2,82 | 95,03 |
| C7 (63) | 0,16 | 1,34 | 5,30 | 93,20 |
| C8 (60) | 0,23 | 0,63 | 2,50 | 96,74 |
| C9 (60) | 0,09 | 0,31 | 2,09 | 97,51 |
| C10 (70) | 0,49 | 0,30 | 1,20 | 98,01 |
| C11 (72) | — | 0,33 | 1,95 | 97,72 |
| C12 (72) | 0,04 | 0,12 | 2,47 | 97,37 |
| C13 (82) | — | 0,12 | 2,62 | 97,26 |
| C14 (80) | — | 0,41 | 3,37 | 96,22 |
| C15 (80) | 0,98 | 3,81 | 4,44 | 90,77 |
| C16 (90) | 0,97 | 14,60 | 13,63 | 70,80 |
| C17 (91) | 0,52 | 33,40 | 12,11 | 53,97 |
| C18 (92) | 4,54 | 47,28 | 10,12 | 38,06 |
| CAP L'ABEILLE | | | | |
| C19 (50) A | 0,71 | 9,79 | 7,29 | 82,21 |
| C20 (50) B | 0,92 | 7,36 | 12,11 | 79,61 |

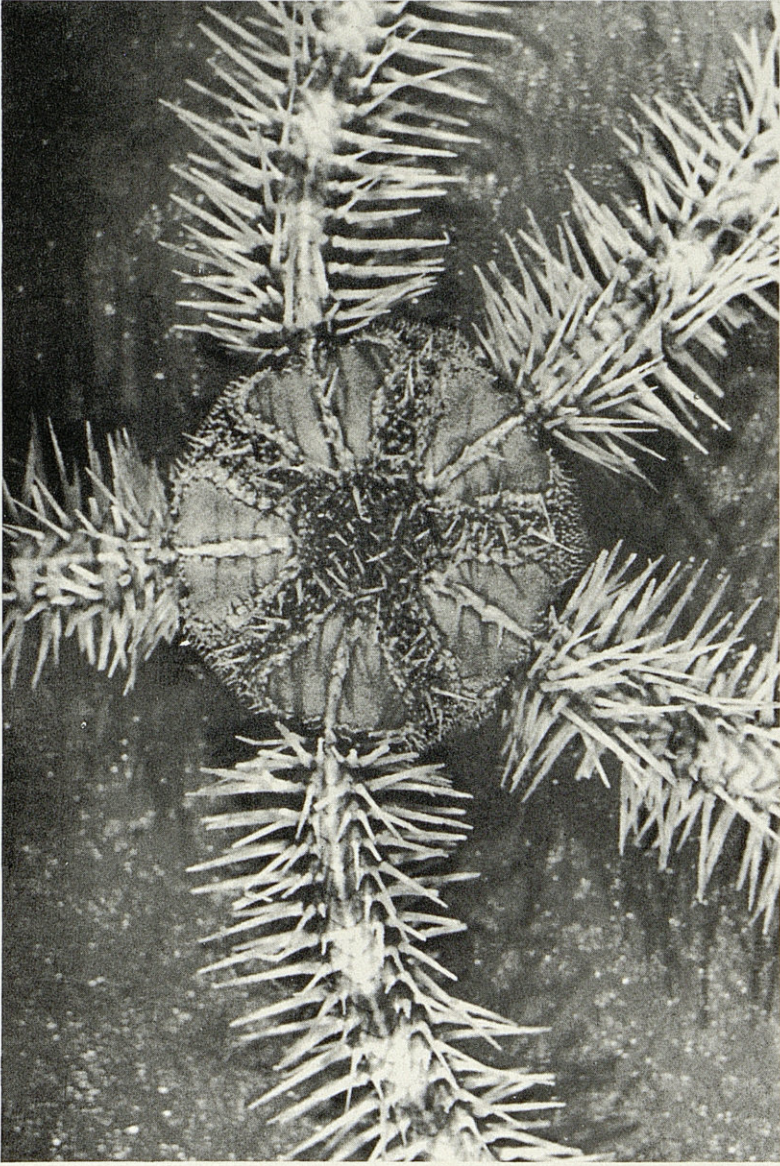


PLANCHE I

Face dorsale d'*O. quinquemaculata* adulte (diamètre du disque : 13 mm).

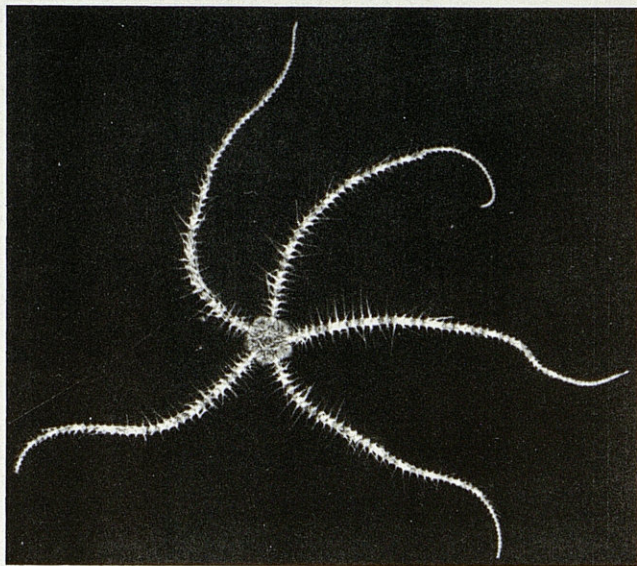
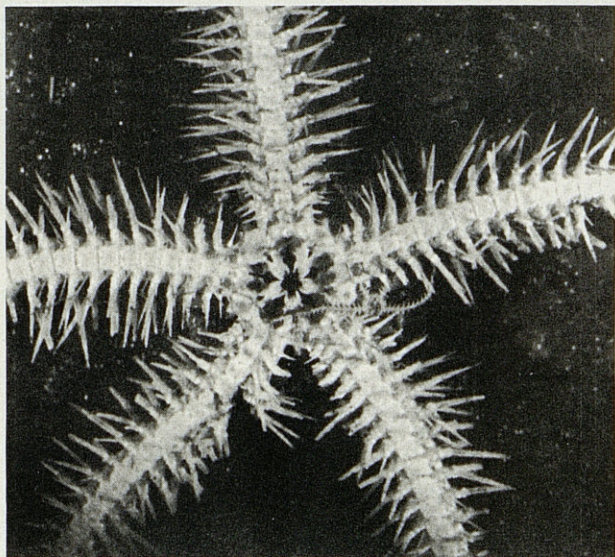


PLANCHE II

Face ventrale d'*O. quinquemaculata* adulte, un jeune fixé dans un interradius (diamètre du disque : 11 mm).

Face dorsale d'*O. quinquemaculata* de taille intermédiaire (diamètre du disque : 6 mm).

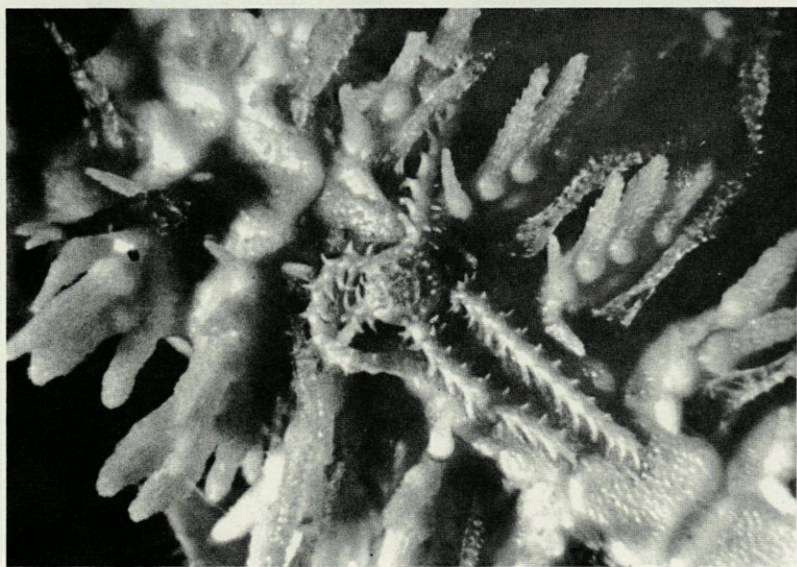
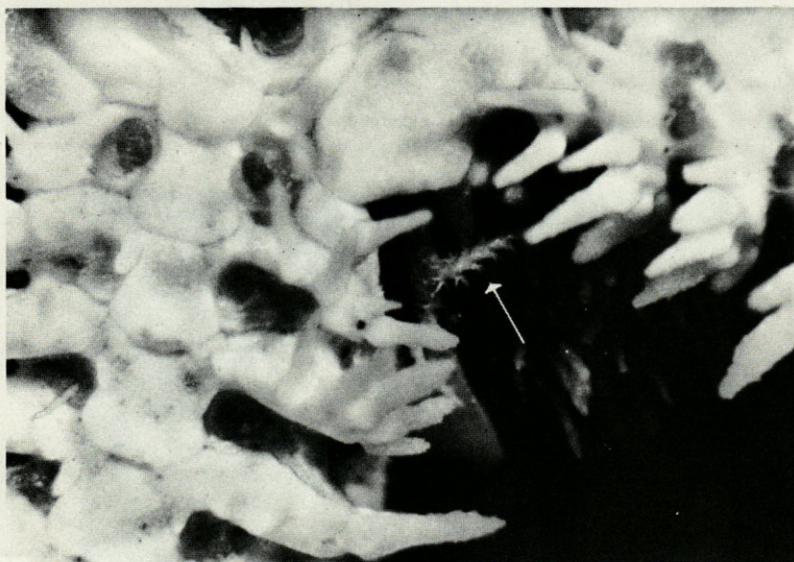


PLANCHE III

Jeune ophiure sortant d'une bourse génitale d'un adulte.
Jeune ophiure sur un bras d'adulte (face ventrale).

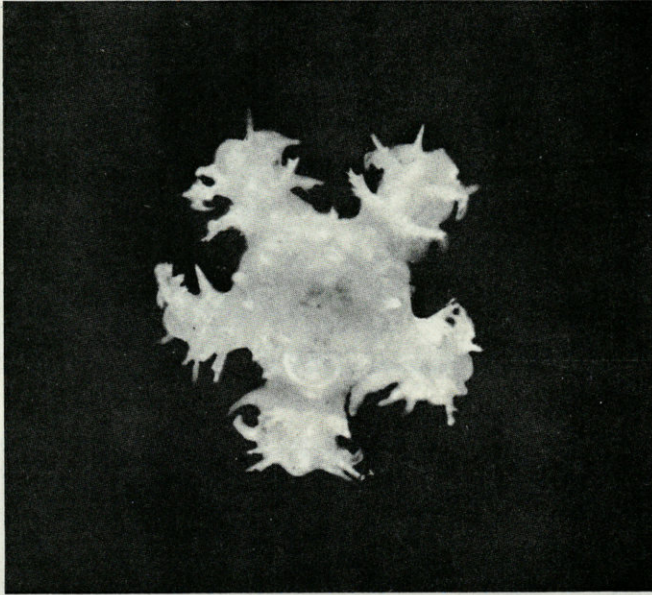


PLANCHE IV

Face dorsale d'une jeune ophiure (diamètre du disque : 0,6 mm).

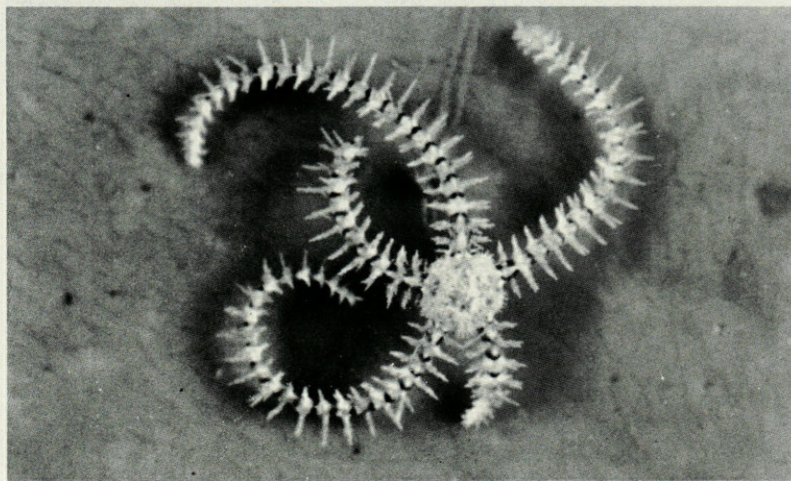
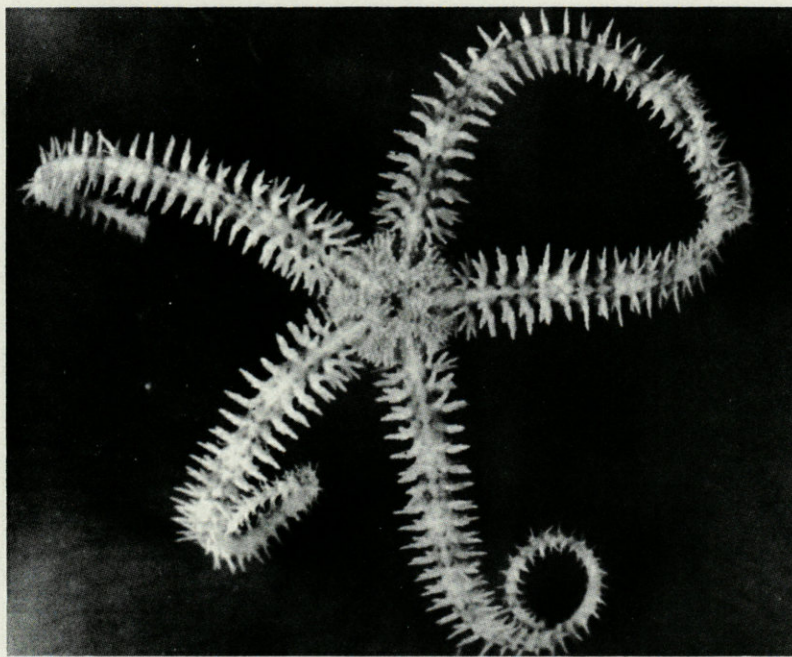


PLANCHE V

Faces dorsales de 2 jeunes *O. quinquemaculata* (diamètre des disques : 1,2 et 2,4 mm).

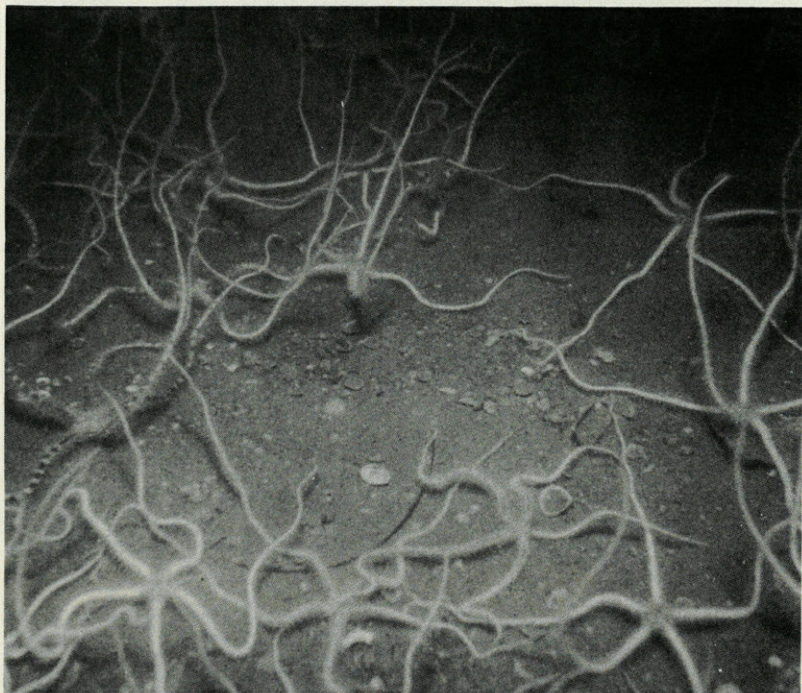


PLANCHE VI

Fond à *O. quinquemaculata* au large de Canet-plage par 47 m de profondeur.

Photo J. Theodor.

— 310 —

Chez les *Halysaeus* (W. Balch) et *W. macleodii* (Linn.)
(1957) ne présente pas si les sexes sont séparés ou non, mais d'après
la lecture de son texte, il semble que les *Halysaeus* soient des
protistes.

Dans nos récoltes d'*Octavella galangau*, les mâles se sont mon-
trés beaucoup plus abondants que les femelles.

A

LA SPERMATOGENÈSE, L'OVOGENÈSE
LA FÉCONDATION ET LES PREMIERS STADES
DU DÉVELOPPEMENT
CHEZ *OCTAVELLA GALANGAU*

Tuzet et Paris

par Odette TUZET et Jean PARIS

Nous avons donné dans un travail récent (TUZET et PARIS, 1963) la structure d'une Eponge *Oscarellidae* nouvelle, *Octavella galangau* que nous avons récoltée à Banyuls-sur-Mer, dans une cavité rocheuse côtière.

Nous allons étudier maintenant l'ovogenèse, la spermatogenèse, la fécondation et les premiers stades du développement de cette Eponge.

Chez *Octavella galangau*, les sexes sont généralement séparés. Une éponge donnée ne contient que des éléments mâles ou que des produits génitaux femelles. Nous avons cependant observé un exemplaire qui, à côté de larves en fin d'évolution, montrait des stades de spermatogenèse.

Le comportement des sexes est différent de ce que H. MEEWIS (1939) a observé chez *Oscarella lobularis*. Parmi les nombreux fragments qu'elle a coupés, il en existait qui ne renfermaient que des œufs, d'autres possédaient à la fois des œufs et des follicules spermatiques, mais elle n'a jamais trouvé de fragments uniquement mâles. Dans cette espèce les éléments mâles sont plus périphériques que les œufs, ils se trouvent dans des alvéoles accolées aux canaux exhalants.

Il n'en est pas de même pour *Octavella galangau*; les follicules spermatiques s'observent dans toute la partie active de l'Eponge, là où les corbeilles vibratiles sont en bon état, il en est de même pour les produits femelles.

Chez les *Halisarca* (*H. dujardini* et *H. metschnikovi*) LÉVI (1956) ne précise pas si les sexes sont séparés ou non, mais, d'après la lecture de son texte, il semble que les *Halisarca* soient hermaphrodites.

Dans nos récoltes d'*Octavella galangai*, les mâles se sont montrés beaucoup plus abondants que les femelles.

A la belle saison, à partir du mois de mai, on ne trouve que des mâles. En juin les premiers individus femelles apparaissent, ils sont toujours rares et difficiles à trouver. L'ovogenèse se poursuit jusqu'en juillet avec le début du développement des œufs et la formation des larves. On observe, en août et au début de septembre, les larves dans les tissus de l'Eponge. La spermatogenèse est active de mai au début septembre, avec une production énorme de spermatozoïdes. Entre les corbeilles vibratiles, l'Eponge est littéralement bourrée de testicules avec éléments en développement.

Vers la mi-septembre, après la sortie des larves, les Eponges commencent à dégénérer. Nous ne pouvons pas être plus précis ici sur le cycle vital d'*Octavella* et dire ce qu'elle devient pendant l'hiver et comment elle réapparaît au printemps, car nos observations sur ce sujet ne sont pas encore assez précises.

Ce que l'on peut dire au sujet de la sexualité est que, la spermatogenèse est beaucoup plus fréquente que l'ovogenèse, plus facile à observer, et que les spermies sont produites avec une extraordinaire prodigalité.

LA SPERMATOGÉNÈSE

La spermatogenèse d'*Octavella galangai* rappelle ce que l'un de nous a observé et décrit chez *Hippospongia communis* (TUZET et DE CECCATTY, 1958), et diffère, en particulier en ce qui concerne l'origine des spermatogonies, de ce que Cl. LÉVI (1956) a décrit chez les *Halisarca*. Chez *H. dujardini* et *H. metschnikovi*, la lignée mâle proviendrait des amoebocytes et chaque spermatogonie effectue une migration pour se joindre aux autres agrégats. Les cystes spermatiques qui se constituent sont entourés par un follicule pinacocytaire indépendant des cellules sexuées.

Chez *O. galangai* les choanocytes d'une corbeille, perdant collettes et flagelles, s'accroissent. Le noyau croît en même temps que le cytoplasme, il atteint 3 μ de diamètre, alors que le diamètre du noyau des choanocytes est de 2 μ . Le nucléole demeure central mais la chromatine devient plus abondante et plus colorable (fig. I-1).

On observe alors des mitoses dans les choanocytes transformés en gonies mâles. Ces mitoses spermatogoniales montrent des chro-

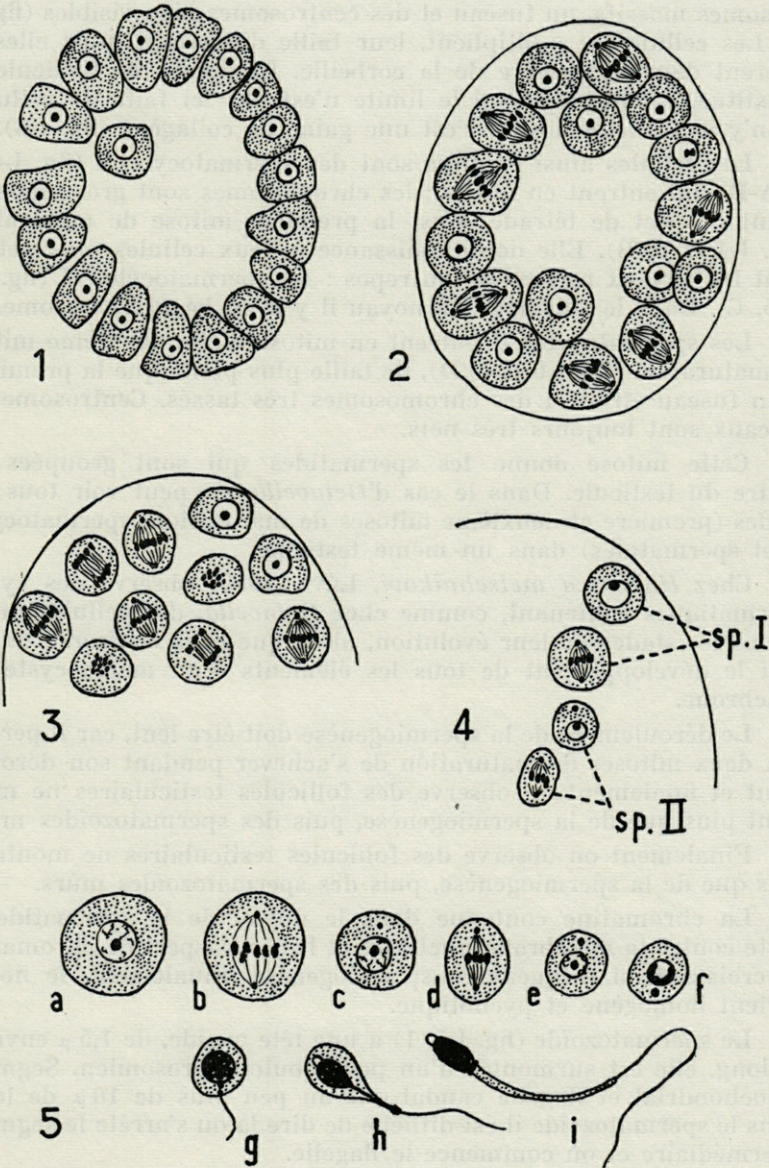


FIG. I. — Spermatogenèse; 1. Chaonocytes se transformant en gonies; 2. Divisions goniales; 3. Cyste spermatique montrant les spermatocytes I en division; 4. Cyste avec spermatocytes I, spermatocytes II et jeunes spermides; 5. Les divers stades de la spermatogenèse: A, spermatocyte I au repos; B, spermatocyte I en mitose; C, spermatocyte II au repos; D, deuxième mitose de maturation; E-H, spermiogenèse; I, spermie mûre (1 à 4×2000 ; 5 $\times 4000$).

mosomes massifs, un fuseau et des centrosomes bien visibles (fig. I-2). Les cellules se multiplient, leur taille diminuant, puis elles se libèrent dans la lumière de la corbeille. Une sorte de testicule se constitue. L'enveloppe qui le limite n'est pas ici faite de cellules, on n'y voit aucun noyau, c'est une gaine de collagène (fig. I-3).

Les cellules ainsi formées sont des spermatocytes I (fig. I-4 et 5, A-B) qui entrent en mitose; les chromosomes sont gros, massifs, ayant l'aspect de tétrade; c'est la première mitose de maturation (fig. I-4 et 5, B). Elle donne naissance à deux cellules plus petites dont les noyaux reviennent au repos : les spermatocytes II (fig. I-4 et 5, C). Dans le voisinage du noyau il y a un beau centrosome.

Les spermatocytes II entrent en mitose. Cette deuxième mitose de maturation (fig. I-6 et 5, D), de taille plus petite que la première, a un fuseau étroit et des chromosomes très tassés. Centrosomes et fuseaux sont toujours très nets.

Cette mitose donne les spermatides qui sont groupées au centre du testicule. Dans le cas d'*Octavella*, on peut voir tous ces stades (première et deuxième mitoses de maturation, spermatocytes II et spermatides) dans un même testicule.

Chez *Halisarca metschnikovi*, LÉVI (1956) observe des cystes spermatiques contenant, comme chez *Octavella*, des cellules mâles à tous les stades de leur évolution, alors que chez *Halisarca dujardini* le développement de tous les éléments d'un même cyste est synchrone.

Le déroulement de la spermiogenèse doit être lent, car il permet aux deux mitoses de maturation de s'achever pendant son déroulement et finalement on observe des follicules testiculaires ne montrant plus que de la spermiogenèse, puis des spermatozoïdes mûrs.

Finalement on observe des follicules testiculaires ne montrant plus que de la spermiogenèse, puis des spermatozoïdes mûrs.

La chromatine contenue dans le noyau de la spermatide se porte contre la membrane nucléaire et l'on a l'aspect de chromatine en croissant, si fréquent en spermiogenèse. Finalement, le noyau devient homogène et pycnotique.

Le spermatozoïde (fig. I-5, 1) a une tête ovoïde, de 1,5 μ . environ de long, elle est surmontée d'un petit bouton acrosomien. Segment mitochondrial et flagelle caudal ont un peu plus de 10 μ . de long. Dans le spermatozoïde il est difficile de dire là où s'arrête le segment intermédiaire et où commence le flagelle.

On n'observe aucune transformation des tissus de l'Eponge au voisinage des testicules. Les corbeilles qui les entourent sont parfaitement normales. Il n'existe pas, non plus, de différenciation autour des ovocytes et des œufs, contrairement à ce qui se passe généralement chez les Eponges siliceuses, et à ce que LÉVI a vu

chez les *Halisarca* où, au fur et à mesure de leur croissance, les ovocytes repoussent et disloquent les corbeilles choanocytaires.

OVOGÈSE ET FÉCONDATION

Dans le mésenchyme, cependant peu abondant d'*Octavella galangai*, nous n'avons pu distinguer d'une façon certaine la gonie femelle des autres cellules libres du mésenchyme, en particulier des amoebocytes à protoplasme hyalin et à gros noyau. Nous ne pouvons donc préciser l'origine de cette gonie, quoique nous soyons convaincus qu'elle dérive d'un choanocyte qui s'est enfoncé dans le mésenchyme, comme cela semble être si fréquent chez les Eponges.

La première cellule génitale femelle que nous ayons identifiée sûrement, est l'ovogonie en métaphase qui traverse la ligne des choanocytes pour pénétrer dans la lumière de la corbeille (fig. II-6). Cette image rappelle d'une façon frappante ce que l'on observe chez les Eponges calcaires (DUBOSCQ et TUZET, 1937). Les chromosomes

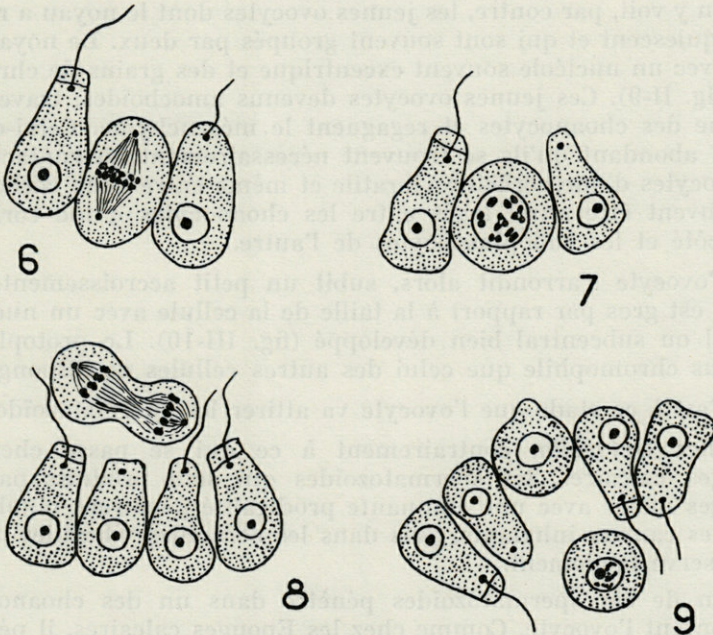


FIG. II. — 6. Ovogonie en métaphase traversant la ligne des choanocytes; 7. Ovogonie dont le noyau encore intact, montre les chromosomes couplés, entre la ligne des choanocytes; 8. Anaphase ovogoniale dans la lumière d'une corbeille; 9. Les jeunes ovocytes regagnent le mésenchyme ($\times 2\ 000$).

sont massifs et ont l'aspect de tétrades. Le fuseau est bien visible, ainsi que les centrosomes.

L'aspect massif des chromosomes nous amène à penser qu'il y a dans cette espèce, comme chez les Eponges calcaires, un accouplement précoce des chromosomes. Malheureusement nous n'avons pu dénombrer ces chromosomes, très petits et très serrés les uns contre les autres.

L'ovogonie peut, pensons-nous, s'engager entre les choanocytes avant la métaphase, mais cela est rare. Nous avons eu cependant une figure qui nous a paru convaincante. Entre les choanocytes nous avons vu une cellule, de même taille que les ovogonies en métaphase, mais dont le noyau encore intact montrait des chromosomes couplés. Ce qui vient d'ailleurs confirmer l'idée émise plus haut, d'un accouplement précoce des chromosomes de l'ovogonie (fig. II-7).

L'ovogonie en métaphase pénètre dans la lumière de la corbeille et ne doit pas se diviser tout de suite, car on observe assez souvent ce stade. La mitose se termine (fig. II-8). Malgré nos recherches nous n'avons pas vu dans la lumière, de deuxième mitose comme chez les Eponges calcaires.

On y voit, par contre, les jeunes ovocytes dont le noyau a repris l'état quiescent et qui sont souvent groupés par deux. Le noyau est gros avec un nucléole souvent excentrique et des grains de chromatine (fig. II-9). Ces jeunes ovocytes devenus amoéboïdes, traversent la ligne des choanocytes et regagnent le mésenchyme. Celui-ci est si peu abondant qu'ils se trouvent nécessairement au contact des choanocytes d'une corbeille vibratile et même entre deux corbeilles. Ils peuvent être aussi logés entre les choanocytes d'une corbeille d'un côté et les endopinacocytes de l'autre.

L'ovocyte s'arrondit alors, subit un petit accroissement, son noyau est gros par rapport à la taille de la cellule avec un nucléole central ou subcentral bien développé (fig. III-10). Le protoplasme est plus chromophile que celui des autres cellules de l'Eponge.

C'est à ce stade que l'ovocyte va attirer les spermatozoïdes.

Chez *Octavella*, contrairement à ce qui se passe chez les Eponges calcaires, les spermatozoïdes qui sont produits par les Eponges mâles avec une étonnante prodigalité pénètrent nombreux dans les canaux inhalants, puis dans les corbeilles vibratiles où on les observe facilement.

Un de ces spermatozoïdes pénètre dans un des choanocytes surmontant l'ovocyte. Comme chez les Eponges calcaires, il pénètre par la collerette (fig. III-11). Mais si généralement on n'observe la pénétration d'un spermatozoïde que dans un seul des choanocytes surmontant l'ovocyte, on peut, dans certains cas, voir deux

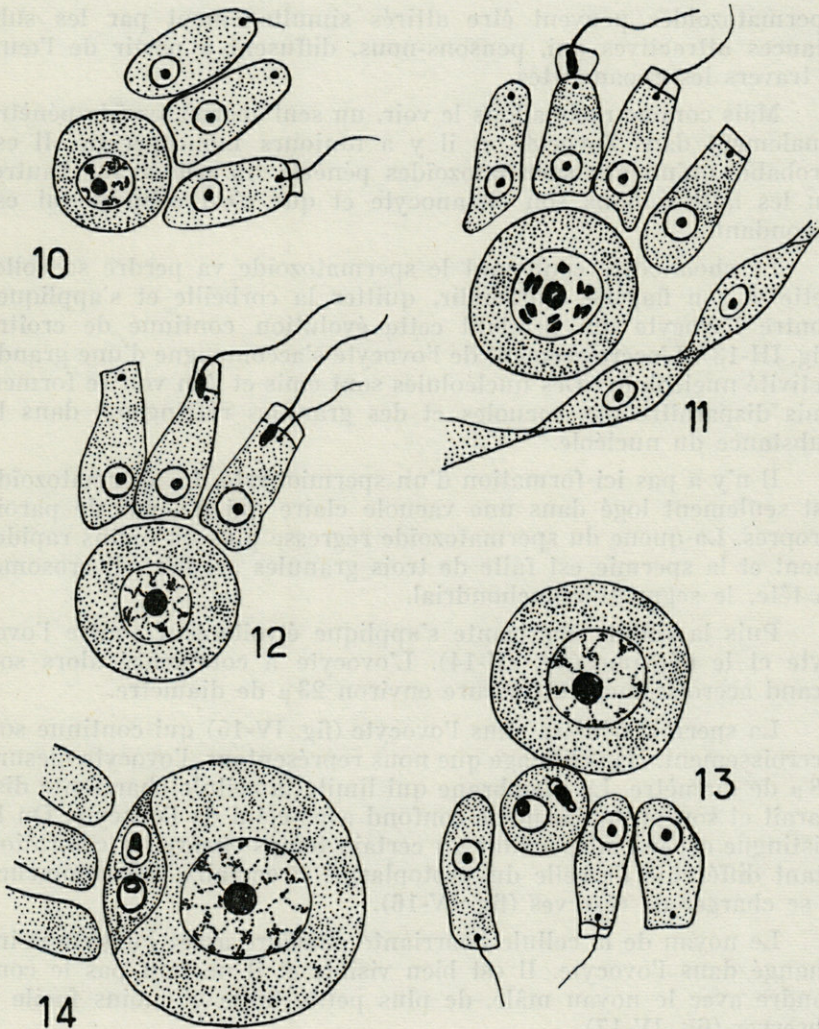


FIG. III. — 10. Ovocyte I revenu sous les choanocytes au début du petit accroissement; 11. Stade de fécondation. Un spermatozoïde a pénétré dans la collerette d'un choanocyte situé au-dessus de l'ovocyte; 12. Stade de fécondation. Deux spermatozoïdes visibles, un dans chacun des choanocytes surmontant l'ovocyte; 13. Formation de la cellule charriante; 14. La cellule charriante est accolée à l'ovocyte ($\times 2000$).

choanocytes voisins contenant chacun un spermatozoïde (fig. III-12). Nous n'avions jamais observé ce phénomène chez les Eponges calcaires, il est probable que cela est dû ici au grand nombre de spermatozoïdes qui sont ensemble dans les corbeilles vibratiles. Deux

spermatozoïdes peuvent être attirés simultanément par les substances attractives qui, pensons-nous, diffusent à partir de l'œuf, à travers les choanocytes.

Mais comme nous allons le voir, un seul spermatozoïde pénètre finalement dans l'ovocyte et il y a toujours monospermie. Il est probable qu'un des spermatozoïdes pénètre un peu avant l'autre, ou les autres, dans son choanocyte et que c'est celui-là qui est fécondant.

Le choanocyte contenant le spermatozoïde va perdre sa corbeille et son flagelle, s'arrondir, quitter la corbeille et s'appliquer contre l'ovocyte qui pendant cette évolution continue de croître (fig. III-13). L'accroissement de l'ovocyte s'accompagne d'une grande activité nucléolaire. Des nucléolules sont émis et l'on voit se former, puis disparaître des vacuoles et des granules réfringents dans la substance du nucléole.

Il n'y a pas ici formation d'un spermiokyste. Le spermatozoïde est seulement logé dans une vacuole claire qui n'a pas de parois propres. La queue du spermatozoïde régresse plus ou moins rapidement et la spermie est faite de trois granules accolés : l'acrosome, la tête, le segment mitochondrial.

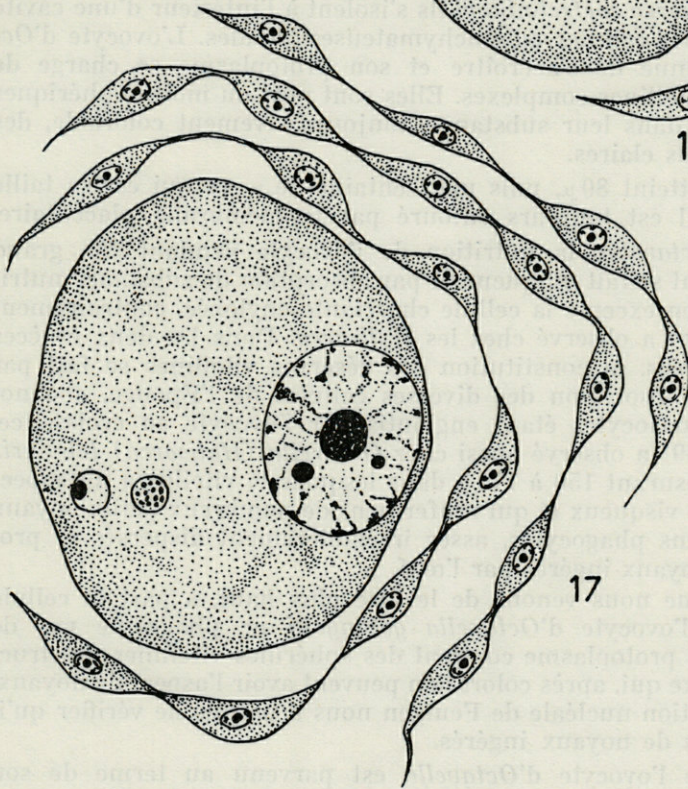
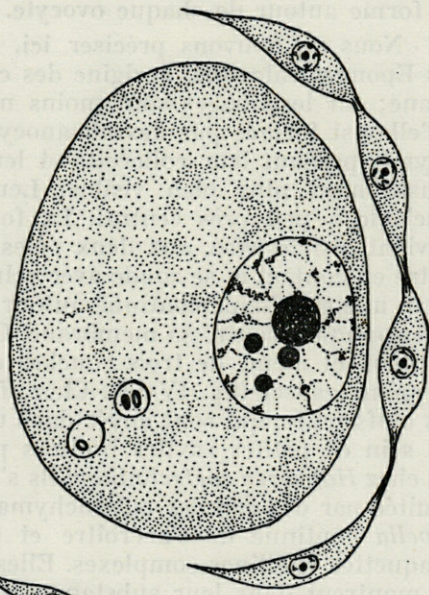
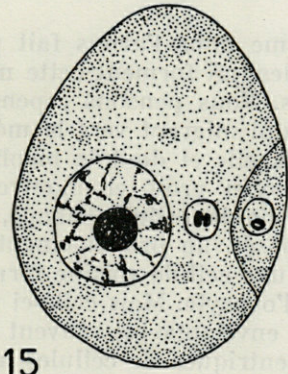
Puis la cellule charriante s'applique étroitement contre l'ovocyte et le déprime (fig. III-14). L'ovocyte a commencé alors son grand accroissement et mesure environ 23 μ de diamètre.

La spermie pénètre dans l'ovocyte (fig. IV-15) qui continue son accroissement. Dans l'image que nous représentons, l'ovocyte mesure 28 μ de diamètre. La membrane qui limite la cellule charriante disparaît et son protoplasme se confond avec celui de l'ovocyte. On le distingue cependant pendant un certain temps encore, sa coloration étant différente de celle du protoplasme ovocytaire qui commence à se charger de réserves (fig. IV-16).

Le noyau de la cellule charriante demeure assez longtemps inchangé dans l'ovocyte. Il est bien visible et il ne faut pas le confondre avec le noyau mâle, de plus petite taille et moins facile à observer (fig. IV-17).

Pendant la fusion de la cellule charriante avec l'ovocyte, ce dernier continue de croître et atteint plus de 30 μ . Pendant tout l'accroissement de l'ovocyte, la chromatine du noyau ne se colore pas par la réaction nucléale de Feulgen.

FIG. IV. — 15. La spermie a pénétré dans l'ovocyte; 16. La cellule charriante a été absorbée par l'ovocyte. Début de formation de la membrane placentaire; 17. Ovocyte montrant le noyau de la cellule charriante, à côté le noyau mâle et la membrane placentaire formée ici de 3 couches de cellules ($\times 2\ 000$).



Après la pénétration de la spermie une membrane placentaire se forme autour de chaque ovocyte.

Nous ne pouvons préciser ici, comme nous l'avons fait pour les Eponges calcaires, l'origine des cellules qui forment cette membrane; car les images sont moins nettes. Nous pensons cependant qu'elle est formée par des choanocytes qui migrent vers le mésenchyme, perdant leur collerette et leur flagelle et dont le blépharoplaste n'est plus bien visible. Leur noyau croît et montre un nucléole à peu près central. La forme de la cellule change, elle devient ovoïde avec, aux deux pôles opposés, un prolongement qui entre en contact et se soude avec celui d'une cellule voisine formant ainsi une enveloppe continue autour de l'ovocyte. Mais celle-ci n'est pas appliquée contre sa membrane. Cette enveloppe est souvent faite de deux et même de trois couches concentriques de cellules ayant le même aspect (fig. IV-17). Chez *Halisarca dujardini* (LÉVI, 1956) les œufs mûrs, qui sont noyés dans un magma cellulaire, sont isolés au sein de petites cavités limitées par une couche de pinacocytes. Et chez *Halisarca metschnikovi* ils s'isolent à l'intérieur d'une cavité limitée par des cellules mésenchymateuses banales. L'ovocyte d'*Octavella* continue de s'accroître et son protoplasme se charge de plaquettes vitellines complexes. Elles sont plus ou moins sphériques et montrent dans leur substance, toujours vivement colorable, des sphérules plus claires.

L'œuf atteint 80 μ , puis une centaine de μ , ce qui est sa taille maximum. Il est toujours entouré par la membrane placentaire.

Chez *Octavella*, la nutrition de l'ovocyte pendant son grand accroissement se fait uniquement par absorption de substance nutritive, si l'on en excepte la cellule charriante englobée, contrairement à ce que LÉVI a observé chez les *Halisarca*. Dans les deux espèces qu'il a étudiées, la constitution des réserves vitellines se fait par digestion et absorption des diverses cellules de l'Eponge, choanocytes et amoebocytes étant engloutis par l'ovocyte en croissance. MEEWIS (1939) a observé aussi chez *Oscarella (Halisarca) lobularis* des œufs mesurant 150 à 175 μ dans lesquels le vitellus a un aspect homogène et visqueux et qui renferment de nombreux petits noyaux plus ou moins phagocytés, assez irrégulièrement dispersés et provenant de noyaux ingérés par l'œuf.

Ainsi que nous venons de le dire plus haut, à part la cellule charriante, l'ovocyte d'*Octavella galangai* ne phagocyte pas de cellules. Son protoplasme contient des sphérules vitellines de structure complexe qui, après coloration peuvent avoir l'aspect de noyaux, mais la réaction nucléaire de Feulgen nous a permis de vérifier qu'il n'y a jamais de noyaux ingérés.

Lorsque l'ovocyte d'*Octavella* est parvenu au terme de son accroissement, le noyau se transforme, à sa place apparaît un amas

de granules chromatiques qui représentent probablement les chromosomes (fig. V-18). Ils sont groupés à un pôle de l'ovocyte et le nucléole a disparu. On peut voir en même temps, dans des coupes particulièrement heureuses, le noyau mâle, provenant de la transformation de la tête chromatique de la spermie et qui se tient au pôle opposé à celui où va se constituer la première mitose de maturation (fig. V-18). Le noyau de la cellule charriante n'est plus visible. Il disparaît pendant le grand accroissement de l'ovocyte.

Puis la première mitose de maturation s'organise. Elle est très petite par rapport à la taille de l'ovocyte. Le fuseau a seulement $3,5 \mu$ à 4μ de long (fig. V-19). Ce fuseau est placé à l'extrémité du grand axe de l'œuf, le noyau mâle étant à l'autre extrémité.

LÉVI chez les *Halisarca* observe aussi le premier fuseau de maturation placé à l'une des extrémités du grand axe de l'ovocyte, ce fuseau mesure chez cette espèce 14 à 15μ de long et porte une trentaine de chromosomes.

Sur le fuseau infiniment plus petit d'*Octavella*, les chromosomes, que nous n'avons pu dénombrer, sont, pensons-nous, moins nombreux.

Après la première mitose de maturation le premier globule polaire est expulsé (fig. V-20). Le noyau de l'ovocyte de deuxième

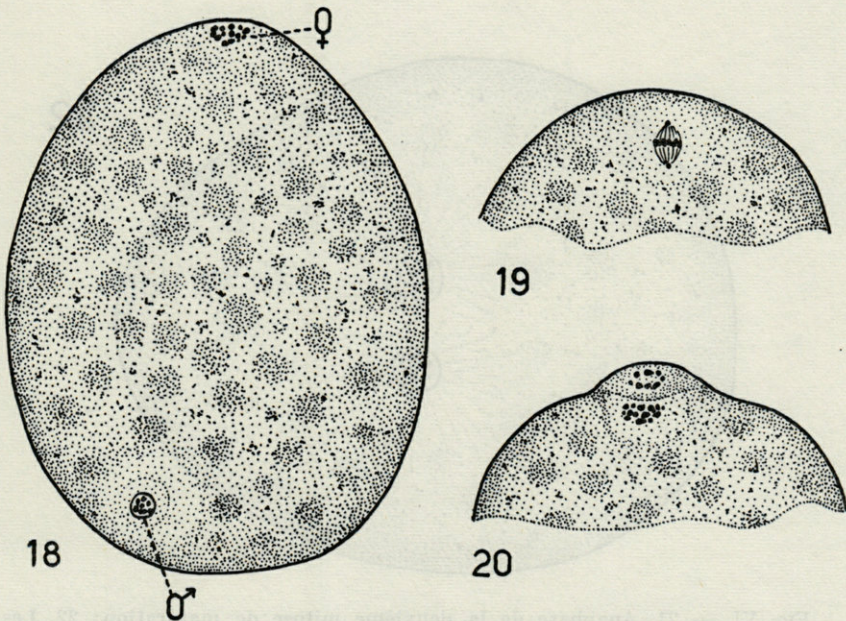
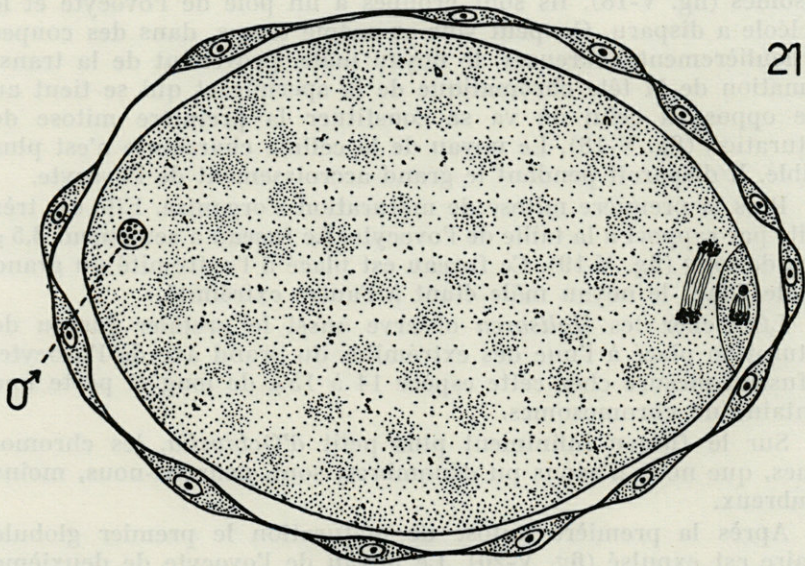
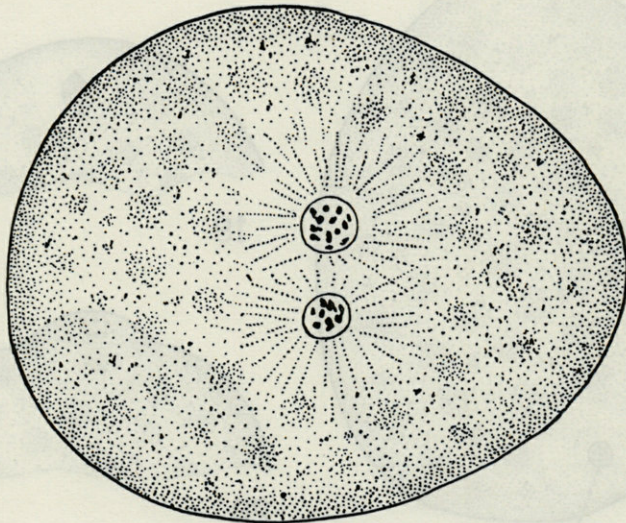


FIG. V. — 18. Ovocyte montrant les chromosomes du noyau femelle et le pronucleus mâle ($\times 1000$); 19. Première mitose de maturation, métaphase ($\times 2000$); 20. Emission du premier globule polaire ($\times 2000$).



21



22

FIG. VI. — 21. Anaphase de la deuxième mitose de maturation; 22. Les deux pronuclei au centre de l'œuf ($\times 1\ 000$).

ordre ne revient pas au repos et la deuxième mitose de maturation se fait, elle est toujours de petite taille. Le premier globule polaire se divise aussi (fig. VI-21). L'œuf est toujours entouré de sa membrane placentaire.

Nous avons pu voir ensuite les deux pronucléi dans le voisinage l'un de l'autre (fig. VI-22), mais nous n'avons pu observer l'amphimixie.

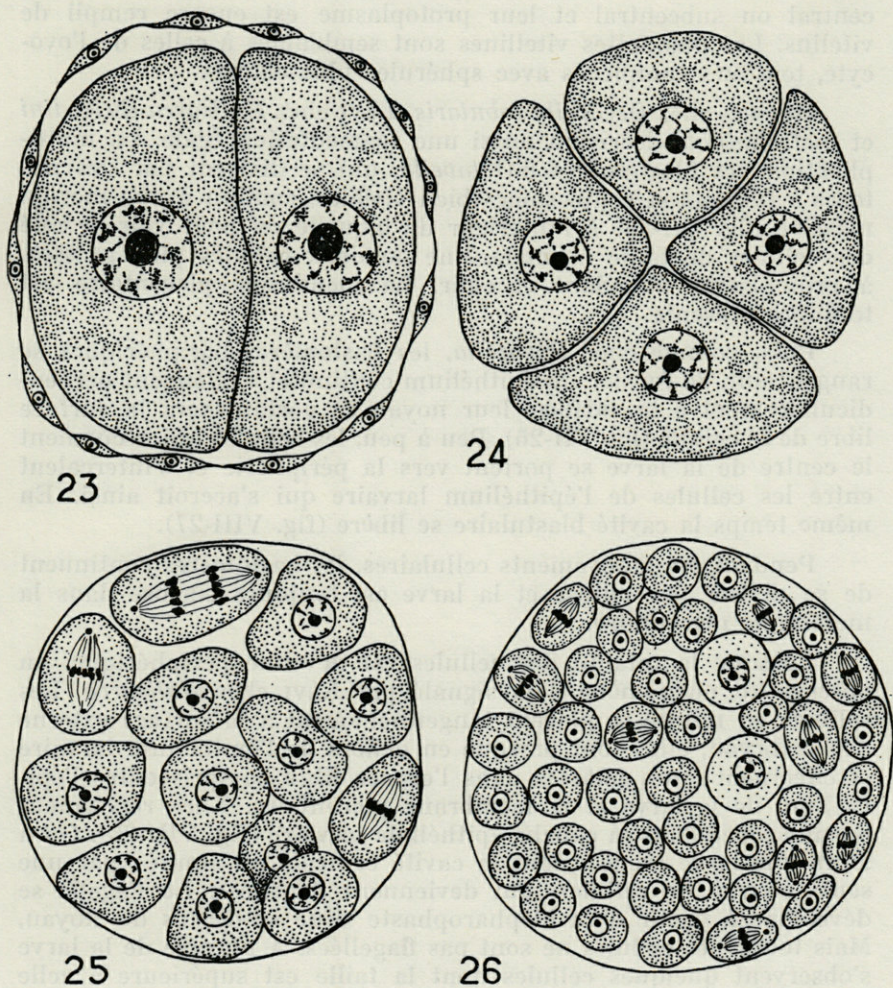


FIG. VII. — 23. Stade à deux blastomères; 24. Stade à quatre blastomères; 25-26. Stades morula. Dans la figure 26, remarquer deux cellules de plus grande taille que les autres blastomères ($\times 500$).

LA SEGMENTATION

Malgré la présence d'un abondant vitellus la segmentation est totale et égale et les deux premiers blastomères sont de même taille (fig. VII-23). Ils sont toujours entourés par la membrane placentaire (fig. VII-24). On observe ensuite les stades à 4, 8 et 16 blastomères; ces blastomères ont un gros noyau avec un beau nucléole central ou subcentral et leur protoplasme est encore rempli de vitellus. Les plaquettes vitellines sont semblables à celles de l'ovocyte, toujours complexes avec sphérules plus claires.

MEEWIS chez *Oscarella lobularis*, LÉVI chez *Halisarca dujardini* et *metschnikovi* décrivent aussi une segmentation égale. La multiplication des blastomères d'*Octavella*, qui se divisent par des mitoses à fuseaux et centrosomes bien visibles, conduit à une morula massive (fig. VII-25) à l'intérieur de laquelle on peut voir, à côté des cellules de taille normale, une ou deux cellules plus grosses, à protoplasme abondant et clair. La membrane placentaire est toujours présente.

Puis, comme chez *Oscarella*, les blastomères périphériques se rangent afin de former un épithélium continu et s'allongent perpendiculairement à la surface, leur noyau se portant vers la surface libre de la cellule (fig. VII-26). Peu à peu, les cellules qui occupaient le centre de la larve se portent vers la périphérie et s'intercalent entre les cellules de l'épithélium larvaire qui s'accroît ainsi. En même temps la cavité blastulaire se libère (fig. VIII-27).

Pendant ces mouvements cellulaires, les blastomères continuent de se diviser par mitose et la larve est toujours enclose dans la membrane placentaire.

Lorsque la totalité des cellules est devenue périphérique, on observe un phénomène déjà signalé par LÉVI chez *Halisarca*. Les cellules en mitose se placent tangentielllement à la surface externe de l'embryon, elles sont presque en dehors de l'épithélium larvaire et effectuent leurs mitoses dans l'espace libre compris entre l'épithélium de la larve et la membrane placentaire. Elles reprennent ensuite place dans la couche épithéliale larvaire (fig. VIII-28). On a alors une larve creuse, dont la cavité centrale est limitée par une seule couche de cellules, qui deviennent flagellées. Le flagelle se développe à partir d'un blépharophaste situé au-dessus du noyau, Mais toutes les cellules ne sont pas flagellées. A un pôle de la larve s'observent quelques cellules dont la taille est supérieure à celle des cellules flagellées et qui ne portent pas de flagelles. Nous pensons qu'elles dérivent des grosses cellules que nous avons observées dans les premiers stades larvaires (fig. VIII-29).

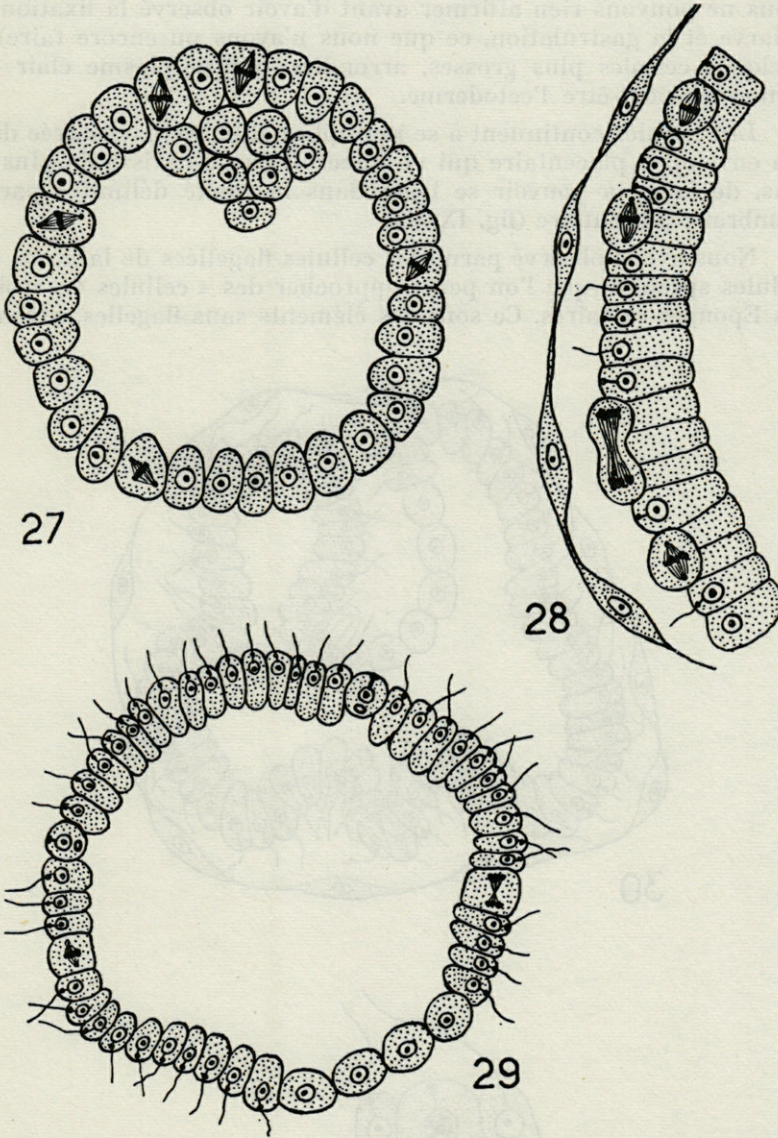


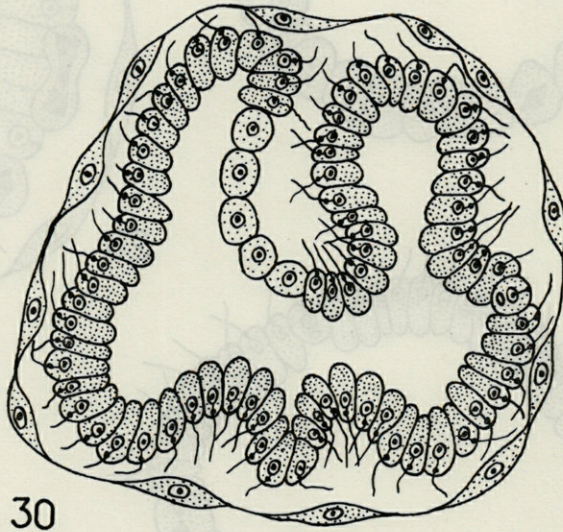
FIG. VIII. — 27. Formation de l'amphiblastule ($\times 500$); 28. Mitoses à la périphérie de l'amphiblastule ($\times 1\ 000$); 29. Amphiblastule ($\times 500$).

Nous avons là une amphiblastule que l'on peut comparer à celle des Eponges calcaires, du type *Clathrina*, avec cellules flagellées nombreuses et étroites, représentant peut-être le futur endoderme

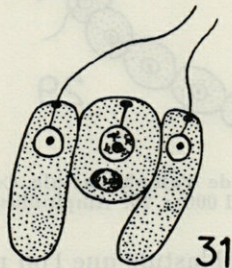
(nous ne pouvons rien affirmer avant d'avoir observé la fixation de la larve et la gastrulation, ce que nous n'avons pu encore faire) et quelques cellules plus grosses, arrondies, à protoplasme clair qui donneront peut-être l'ectoderme.

Les cellules continuent à se multiplier et la larve, enserrée dans son enveloppe placentaire qui ne s'accroît pas, se plisse de plus en plus, de façon à pouvoir se loger dans la cavité délimitée par la membrane placentaire (fig. IX-30).

Nous avons observé parmi les cellules flagellées de la larve, des cellules spéciales que l'on peut rapprocher des « cellules en croix » des Eponges calcaires. Ce sont des éléments sans flagelles, arrondis



30



31

FIG. IX. — 30. Amphiblastule plissée dans la membrane placentaire ($\times 500$); 31. Cellule spéciale de l'amphiblastule ($\times 2\ 000$).

ou ovoïdes et qui montrent une inclusion sidérophile sous le noyau (fig. IX-31). Le matériel d'*Octavella galangauï* femelle que nous avons eu entre les mains a été trop peu abondant pour nous permettre de préciser l'origine et la nature de ces cellules, aussi nous bornons-nous à les signaler.

Au terme de cette étude sur la spermatogenèse, l'ovogenèse, la fécondation et les premiers stades du développement d'*Octavella galangauï*, on est frappé par les traits de ressemblance que montre cette Démospone *Oscarellidae* avec les Eponges calcaires. Ainsi que l'a déjà souligné MEEWIS pour *Oscarella lobularis*, écrivant que « les choanocytes de cette espèce ressemblent plus aux choanocytes d'Eponges calcaires qu'à ceux des Eponges siliceuses », nous pouvons dire aussi que les choanocytes d'*Octavella* ressemblent beaucoup à ceux des Eponges calcaires. Le mésenchyme est peu abondant, comme chez les Calcaires. La fécondation est semblable à celle des Eponges calcaires, le spermatozoïde pénètre dans un choanocyte qui se transforme en cellule, charriante portant la spermie à l'œuf, placé immédiatement sous les choanocytes et qui, ici, n'effectue pas de migrations.

L'ovocyte est entouré d'une membrane placentaire, très probablement d'origine choanocytaire. La larve est une amphiblastule, comparable à celle de *Clathrina*, avec des cellules non flagellées situées à un pôle.

RÉSUMÉ

Nous avons, dans ce travail, étudié la spermatogenèse, l'ovogenèse, la fécondation et les premiers stades du développement de l'Eponge *Octavella galangauï*.

Les individus mâles sont plus nombreux que les femelles.

Les spermatogonies proviennent de la transformation, *in situ*, des choanocytes d'une corbeille. Les follicules spermatiques sont très nombreux et il y a formation d'innombrables spermatozoïdes.

Nous n'avons pu observer qu'une seule génération d'ovogonies. Après son grand accroissement, l'ovocyte I subit deux mitoses de maturation. La fécondation se fait par l'intermédiaire d'un choanocyte dans lequel pénètre le spermatozoïde et qui se transforme en cellule charriante. Le spermatozoïde pénètre dans l'ovocyte au début du grand accroissement. La cellule charriante est absorbée par l'ovocyte.

L'ovocyte est entouré d'une membrane placentaire. Le vitellus abondant se forme sans qu'il y ait de cellules phagocytées.

La segmentation est au début totale et égale. Elle donne une morula massive dans laquelle on distingue deux catégories cellulaires, l'une n'étant représentée que par peu d'éléments.

La blastule se forme par arrangement périphérique des cellules qui laisse vide la cavité de la blastule. Cette blastule est finalement une amphiblastule avec nombreuses cellules flagellées, hautes et étroites et groupées à un pôle, quelques cellules arrondies plus grosses et sans flagelles.

SUMMARY

In this work, it has been observed spermatogenesis, ovogenesis, fecundation and first stages development of the calcareous Sponge *Octavella Galangai*. Male specimens are much more numerous than females. The spermatogonia come from the change in-situ of the collar cells of a flagellated chamber. The spermatoc follicles are many and there is formation of a lot of spermatozoïds.

We have observed one ovogonies generation only. After its great growth, the ovocyte I goes through two mitoses of maturation. The fecundation is done through a collar cell in which the spermatozoïd enters and changes itself into a carrying cell. The spermatozoïd goes in the ovocyte at the beginning of the great growth; the carrying cell is absorbé by the ovocyte. The ovocyte is surrounded by a placental membrane. The abundant vitellus is formed without any phagocyté cells. The segmentation at first is complete and equal. It gives an important morula in which two types of cells are present, one counting but a very few elements. The blastula occurs by a round order of cells which leaves empty the blastula cavity. This blastula is finally an amphiblastula with numerous high and narrow flagella cells and gathered in a pole a few larger rounded cells without flagella.

*Laboratoire de Zoologie
de la Faculté des Sciences de Montpellier
et
Laboratoire Arago, Banyuls-sur-Mer.*

AUTEURS CITÉS

- DUBOSCO, O. et O. TUZET, 1937. L'ovogenèse, la fécondation et les premiers stades du développement des Eponges calcaires. *Arch. Zool. Exp. gén.*, 76 : 157-316.
- LÉVI, Cl., 1956. Etude des *Halisarca* de Roscoff, embryologie et systématique des Démosponges. *Arch. Zool. Exp. gén.*, 93 : 1-184.
- MEEWIS, H., 1939. Contribution à l'étude de l'embryologie des Myxospongiidae, *Halisarca lobularis* (Schmidt). *Arch. Biol.*, 50 : 3-65.
- TOPSENT, E., 1944. *Halisarca* Dujardin et *Oscarella* Vosmaer. *Bull. Inst. Océan.*, 875 : 1-4.
- TUZET, O. et M. PAVANS DE CECATTY, 1958. Spermatogenèse, ovogenèse, fécondation et premiers stades du développement chez *Hippospongia communis*. *Bull. Biol.*, 92 : 331-348.
- TUZET, O. et J. PARIS, 1963. *Octavella galangai* n. g. n. sp. *Demospongiae, Oscarellidae* de Banyuls-sur-Mer. *Vie et Milieu*, 14 : 71-89.

330

COPÉPODES HARPACTICOÏDES
DE L'ÉTAGE BATHYAL
DE LA RÉGION DE BANYULS-SUR-MER
IV. LA SOUS-FAMILLE
DES *ANCORABOLINAE* Lang

par Jacques SOYER

La petite famille des *Ancorabolidae* fut créée par SARS (1909) pour le genre *Ancorabolutus* Norman. Elle comprenait à l'origine quatre genres : *Ancorabolutus* Norman, *Echinopsyllus* Sars, *Arthrop-syllus* Sars et *Ceratonotus* Sars. LANG (1936) ajoutait à ceux-ci le genre *Laophontodes* T. Scott, jusqu'alors placé dans les *Laophontidae*, puis en 1948, le genre *Echinocletodes* Lang, qu'il avait tout d'abord rangé à tort dans la famille des *Cletodidae*.

Cependant, si le genre *Laophontodes* semble se rattacher indiscutablement à la famille des *Ancorabolidae*, il présente une série de caractères particuliers qui lui font occuper une place à part dans cette famille et qui ont contraint LANG à créer deux sous-familles, les *Laophontodinae*, avec le seul genre *Laophontodes*, et les *Ancorabolinae*.

La sous-famille des *Laophontodinae* comprend de nombreux représentants dont *Laophontodes bicornis* A. Scott est le plus commun. C'est la seule forme d'*Ancorabolidae* connue de Méditerranée. Sa dernière signalisation remonte à 1959 (PESTA, algues du littoral du cap de Sorrente)*. Les genres *Ancorabolutus*, *Echinocletodes*, *Ceratonotus*, *Echinopsyllus* enfin, tous monotypiques, semblaient essen-

* Une nouvelle signalisation de cette espèce a été faite par POR (1964) sur les côtes d'Israël alors que ce manuscrit était sous presse.

tiellement être localisés dans la zone boréale européenne. Seul *Arthroposyllus* était également signalé dans la zone sub-arctique. Une autre forme d'*Ancorabolinae* est décrite par SMIRNOV (1946) de l'Océan glacial arctique.

J'ai trouvé dans un dragage provenant de la station C, par 390 m de profondeur, un exemplaire mâle se rattachant indiscutablement au genre *Ceratonotus*.

Cet exemplaire diffère sensiblement de la description donnée pour la femelle de *C. pectinatus* par SARS (1909). Il est regrettable que LANG ait décrit hâtivement le seul mâle qu'il ait récolté, sans en donner de figure. Certains caractères tels que l'articulation des endopodites de P2-P4 et leur chétotaxie, m'ont paru suffisants pour faire de ce *Ceratonotus* une nouvelle espèce.

CERATONOTUS COINEAU sp. n.

MATÉRIEL EXAMINÉ

La présente description est fondée sur la dissection d'un exemplaire mâle (holotype) provenant de la station C (vase grise - profondeur : 390 m - 42° 35' 2 N - 3° 41' 8 E). Cette dissection a été déposée dans les collections du Laboratoire Arago (B V a 3c 0011).

DESCRIPTION

Le corps est allongé, se rétrécissant très légèrement vers l'arrière (fig. 1, A, B). Les dimensions étaient les suivantes : longueur du céphalothorax : 298 μ ; longueur de l'urosome : 178 μ ; longueur des lames furcales : 93 μ ; longueur totale (soie furcale non comprise) : 569 μ ; la soie furcale apicale, bien développée, atteignait 382 μ .

Le premier segment thoracique est soudé à la tête et l'ensemble est aussi long que les trois segments suivants réunis. Le front, très large, est légèrement concave en son milieu. Les coins antéro-latéraux forment chacun un éperon faiblement spinuleux, dirigé vers le haut et dont le bord supérieur est différencié en une série de dents (fig. 1, C).

A sa partie postérieure, qui correspond au premier segment thoracique, la face dorsale est armée de deux processus symétriques. Les éperons, très développés, montrent une série de dents rangées

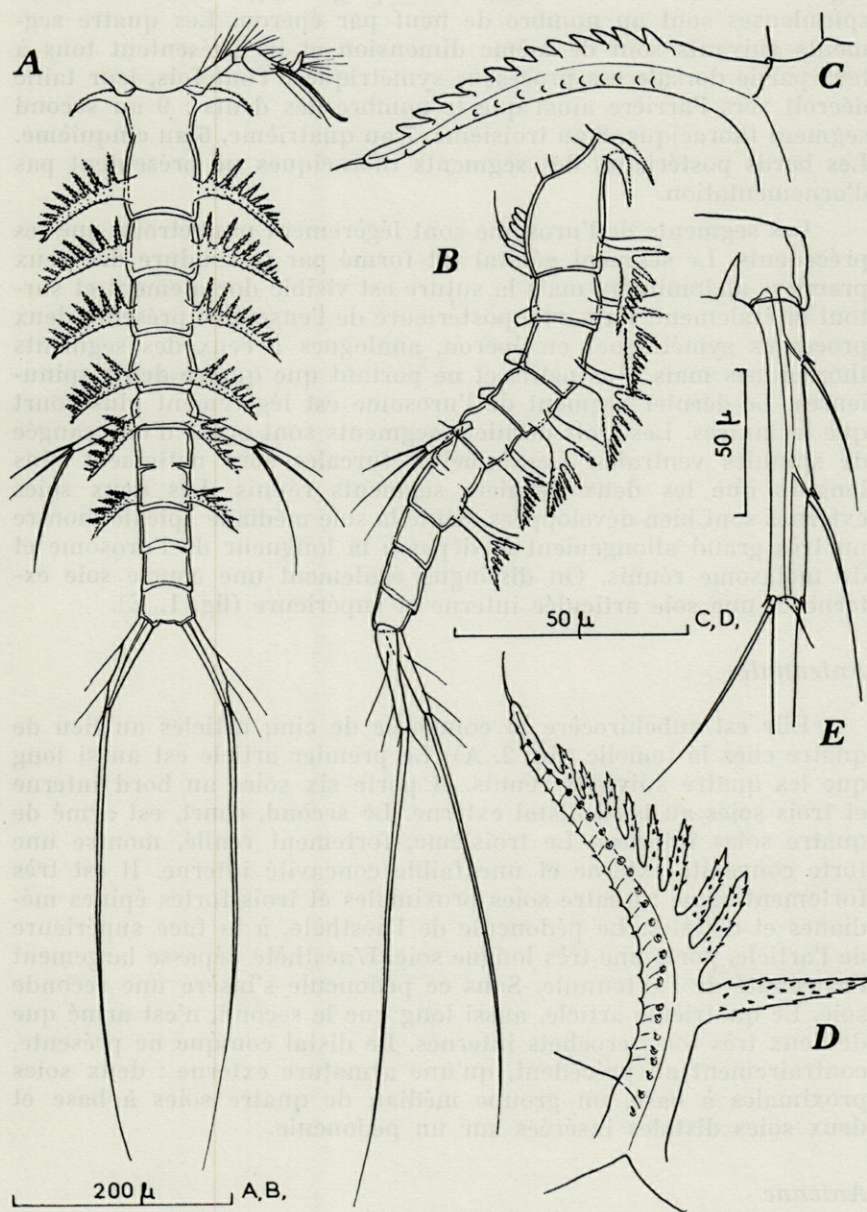


FIG. 1. — *C. coineai* ♂ sp. n. : A, habitus (vue dorsale); B, habitus (vue latérale gauche); C, processus dorsal antéro-latéral; D, processus dorsal du second segment thoracique; E, furca.

régulièrement comme les dents d'un peigne (fig. 1, D). Ces dents spinuleuses sont au nombre de neuf par éperon. Les quatre segments suivants sont de même dimension et ils présentent tous à leur partie dorsale ces processus symétriques. Toutefois, leur taille décroît vers l'arrière ainsi que le nombre des dents : 9 au second segment thoracique, 8 au troisième, 7 au quatrième, 6 au cinquième. Les bords postérieurs des segments thoraciques ne présentent pas d'ornementation.

Les segments de l'urosome sont légèrement plus étroits que les précédents. Le segment génital est formé par la soudure des deux premiers abdominaux mais la suture est visible dorsalement et surtout latéralement. La partie postérieure de l'ensemble présente deux processus symétriques en éperon, analogues à ceux des segments thoraciques mais plus petits et ne portant que quatre dents spinuleuses. Le dernier segment de l'urosome est légèrement plus court que les autres. Les trois derniers segments sont ornés d'une rangée de spinules ventrales. Les lamelles furcales sont nettement plus longues que les deux derniers segments réunis. Les deux soies externes sont bien développées. Seule la soie médiane apicale montre un très grand allongement et dépasse la longueur de l'urosome et du métasome réunis. On distingue également une courte soie externe et une soie articulée interne et supérieure (fig. 1, E).

Antennule

Elle est subchirocère et composée de cinq articles au lieu de quatre chez la femelle (fig. 2, A). Le premier article est aussi long que les quatre suivants réunis. Il porte six soies au bord interne et trois soies au bord distal externe. Le second, court, est armé de quatre soies internes. Le troisième, fortement renflé, montre une forte convexité externe et une faible concavité interne. Il est très fortement armé : quatre soies proximales et trois fortes épines médianes et distales. Le pédoncule de l'aesthète, à la face supérieure de l'article, porte une très longue soie. L'aesthète dépasse largement l'extrémité de l'antennule. Sous ce pédoncule s'insère une seconde soie. Le quatrième article, aussi long que le second, n'est armé que de deux très forts crochets internes. Le distal conique ne présente, contrairement au précédent, qu'une armature externe : deux soies proximales à base, un groupe médian de quatre soies à base et deux soies distales insérées sur un pédoncule.

Antenne

Elle est en tous points comparable à celle de *C. pectinatus*. Elle possède une allobase. Le proximal allongé porte une soie in-

terne. Le distal, aussi long que le proximal, présente à sa partie externe et distale deux processus dentiformes. A son bord distal interne s'insèrent trois fortes épines et on observe quatre longues soies apicales dont trois sont géniculées (fig. 2, B).

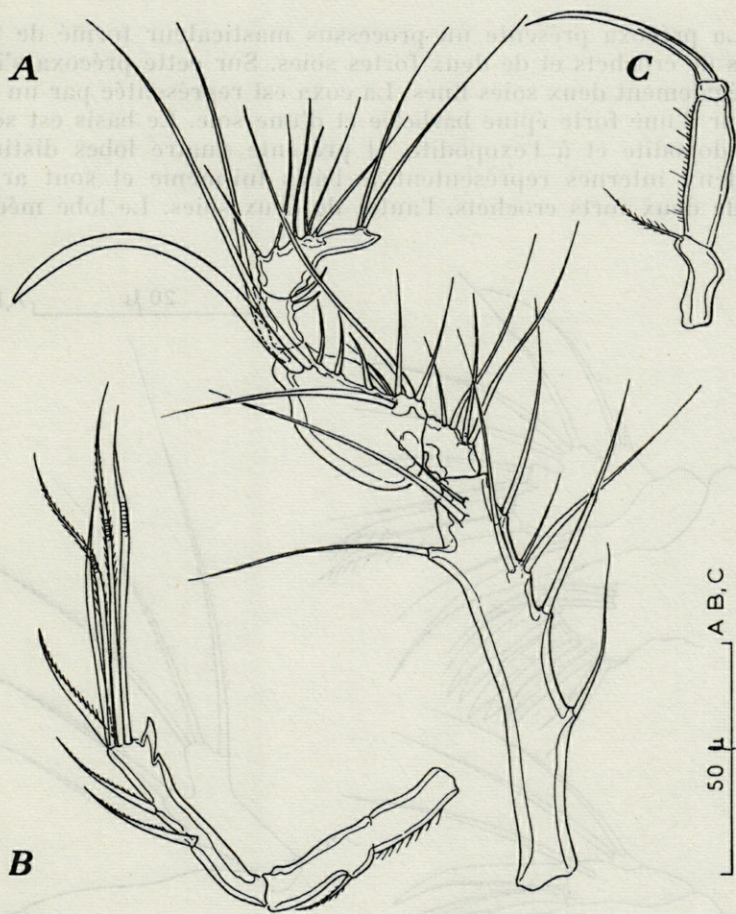


FIG. 2. — *C. coineau* ♂ sp. n. : A, antennule; B, antenne; C, maxillipède.

Mandibule

Elle est bien développée. Le processus masticateur de la pré-coxa est composé d'une forte dent plurilobée, d'une seconde dent plus petite, de trois dents étroites et d'une forte épine. Le palpe

mandibulaire ne possède ni exopodite ni endopodite articulés mais présente trois lobes. Les deux premiers portent une soie, le dernier trois soies (fig. 3, A).

Maxillule

La précoxa présente un processus masticateur formé de trois paires de crochets et de deux fortes soies. Sur cette précoxa s'insèrent également deux soies fines. La coxa est représentée par un lobe porteur d'une forte épine barbelée et d'une soie. Le basis est soudé à l'endopodite et à l'exopodite. Il présente quatre lobes distincts. Les deux internes représentent le basis lui-même et sont armés, l'un de deux forts crochets, l'autre de deux soies. Le lobe médian,

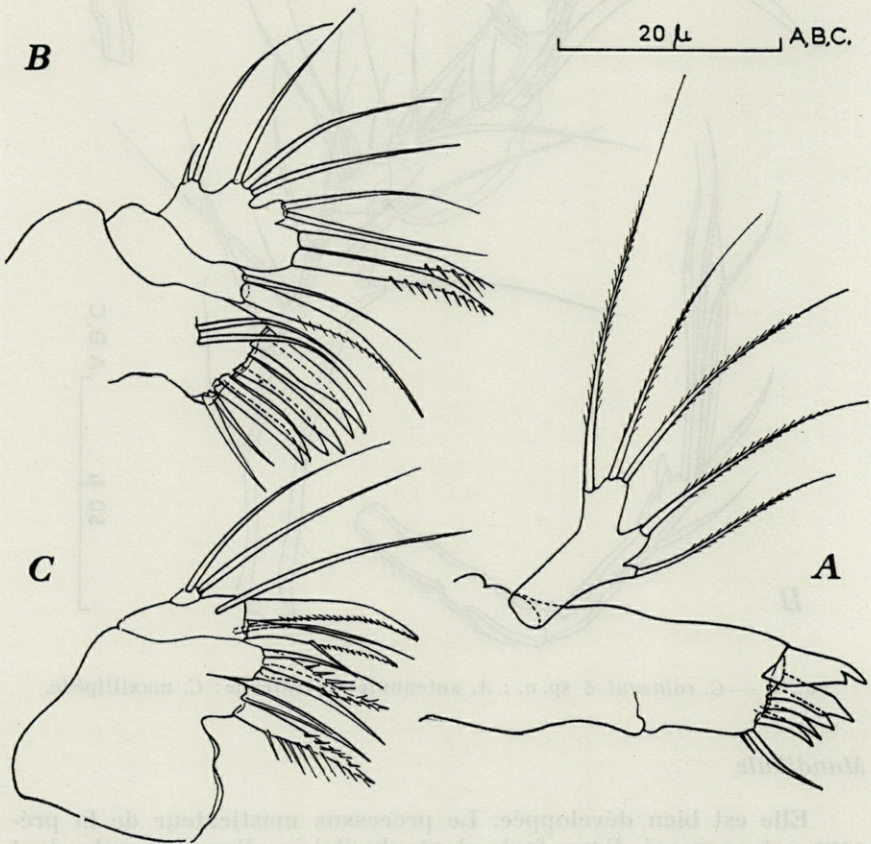


FIG. 3. — *C. coineai* ♂ sp. n. : A, mandibule; B, maxillule; C, maxille.

correspondant à l'endopodite porte trois soies, l'externe n'est armé que d'une soie et d'une forte spinule (fig. 3, B).

Maxille

Elle est également bien développée et présente trois endites. Le proximal semble n'être armé que de deux addendes. Le médian en possède trois. Le distal montre un crochet finement barbelé et un second, plus petit, barbelé également. A la base du crochet le plus important s'insère une soie. Le palpe, formé d'un seul article, ne porte que deux soies (fig. 3, C).

Maxillipède

Il est préhensile. La coxa, deux fois et demi plus courte que le basis, est armé d'une soie plumeuse distale. Le basis allongé est bordé par une brosse interne de poils fins. Le crochet, légèrement plus long que le basis, est fin et spinuleux (fig. 2, C).

Pattes thoraciques

Le basis de la première paire de pattes est allongé transversalement comme dans toute la sous-famille des *Ancorabolinae*. L'exopodite est biramé; son proximal est armé de cinq addendes, dont deux longues soies articulées. La spinulation est très faible. L'endopodite, légèrement plus long que l'exopodite porte deux soies longues également articulées à son distal. La soie interne du basis est bien développée et atteint l'extrémité de l'article terminal de l'endopodite (fig. 4).

La deuxième paire de pattes présente un exopodite triarticulé et un endopodite biarticulé. Le proximal montre une épine externe, le médian une épine externe et une soie interne, le distal deux soies externes, deux soies apicales et une soie interne. L'endopodite n'est armé que de deux soies inégales au dernier article.

La troisième paire de pattes montre le dimorphisme sexuel habituel. L'exopodite présente un distal mieux armé que celui de la seconde paire : deux soies externes, deux soies apicales et deux soies internes. L'endopodite possède un distal différencié en un appendice spiniforme et une languette articulée portant deux courtes soies, dont l'une est malheureusement tombée lors de la dissection.

La quatrième paire de pattes est identique à la seconde en ce qui concerne l'exopodite. L'endopodite, par contre, est réduit à un article très court armé d'une très longue soie.

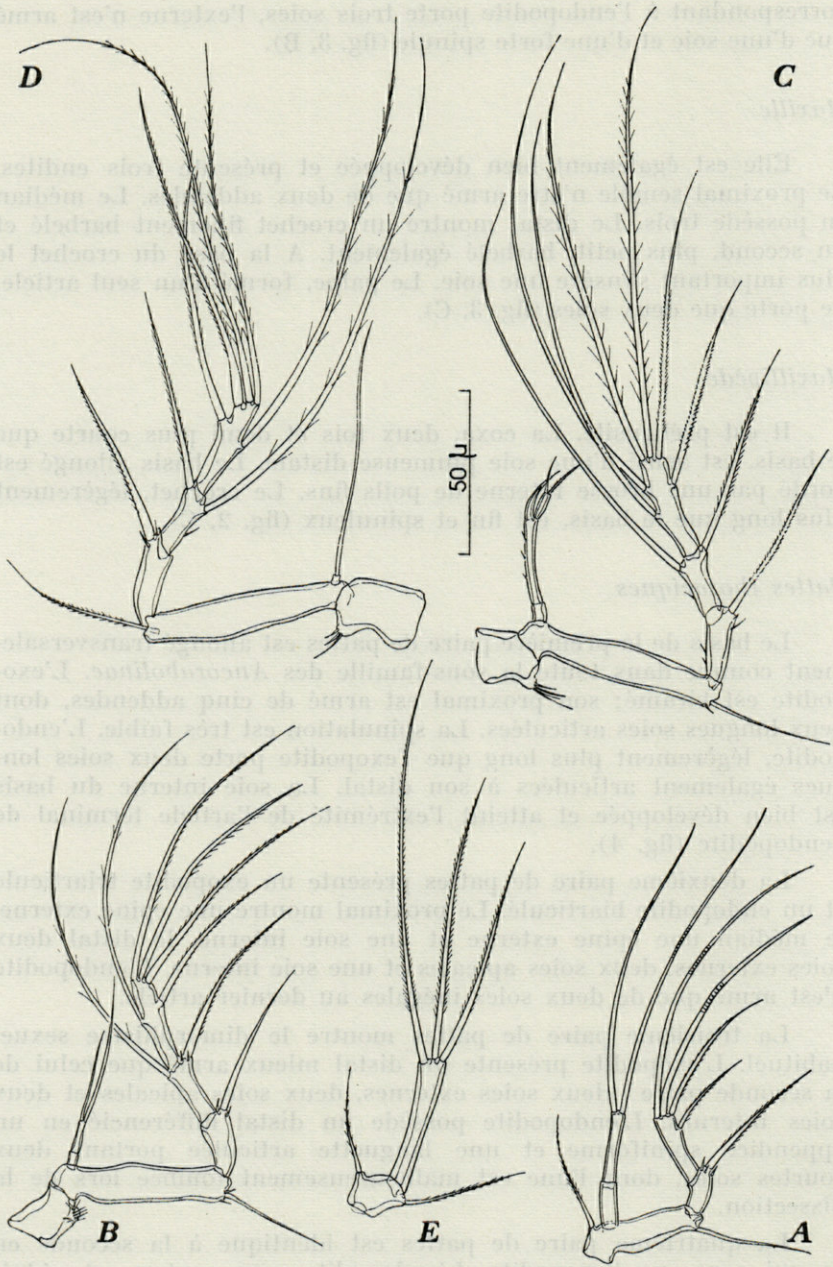


FIG. 4. — *C. coineaui* ♂ sp. n. : A, P1; B, P2; C, P3; D, P4; E, P5.

La cinquième paire de pattes est de taille relativement importante. Le basoendopodite est rudimentaire et ne possède qu'une soie interne et une soie externe. Le distal, très allongé, environ cinq fois plus long que large, est armé de trois soies apicales inégales.

JUSTIFICATION

Une seule forme appartenant de façon certaine au genre *Ceratonotus* a été décrite jusqu'à présent : *C. pectinatus* Sars, espèce-type. LANG ne donnant pas de figure de l'unique mâle connu, j'ai été contraint de comparer mon exemplaire avec la description de SARS en faisant abstraction des caractères sexuels.

La morphologie générale ainsi que la taille sont à peu près identiques. Chez *C. pectinatus* les processus dorsaux sont subégaux et possèdent le même nombre de dents (8) alors que chez *C. coineai*, leur taille et le nombre de leurs dents décroissent régulièrement. Les lamelles furcales sont moins développées et la soie apicale beaucoup plus longue chez *C. coineai*.

L'antenne et la mandibule sont semblables dans les deux formes. Les dessins des maxillules et des maxilles de *C. pectinatus* sont insuffisants pour que la comparaison soit valable; cependant, la chétotaxie de la maxillule, en particulier de l'ensemble basis-exo-endopodite m'a paru beaucoup plus riche chez *C. coineai*. Le maxillipède est identique quant aux proportions, mais je n'ai pas observé la courte soie interne insérée à la partie distale du basis.

La première paire de pattes est analogue dans les deux formes. Seule l'épine interne du basis atteint chez *C. coineai* un plus grand développement, ce qui correspond sans doute à un caractère sexuel secondaire.

L'endopodite de la deuxième paire de pattes est original, car il est formé de deux articles, ce qui est contraire à la diagnose du genre établie par SARS ou par LANG. La troisième paire de pattes ne peut malheureusement pas être utilisée comme caractère distinctif. Enfin la quatrième paire est bien caractéristique avec son endopodite uniarticulé, porteur d'une longue soie grêle.

La cinquième paire de pattes ne présente pas de différence importante. Tout au plus peut-on remarquer l'absence de spinulation à la base des soies apicales.

En résumé, *C. coineai* est nettement caractérisé par son endopodite de P2 biarticulé, son endopodite de P4 uniarticulé armé d'une soie grêle ainsi que par le très grand développement de la soie furcale apicale.

La sous-famille des *Ancorabolinae* se montre remarquablement homogène. Les genres qui la composent, *Ancorabolus*, *Arthrop-syllus*, *Echinocletodes*, *Echinopsyllus* et *Ceratonotus* sont très proches les uns des autres. Les deux derniers, sans doute les plus primitifs, sont très voisins. SMIRNOV (1946) décrit de l'Océan glacial arctique une nouvelle forme d'*Ancorabolinae* qu'il rattache au genre *Echinopsyllus* : *E. gorbunovi*.

Si l'on examine les figures données par cet auteur, il apparaît que l'exemplaire récolté dans les eaux arctiques ne correspond guère à la diagnose du genre donnée par SARS (1909) ou LANG (1948) mais davantage à celle du genre *Ceratonus*. Deux éléments seulement s'opposent à ce point de vue :

La cinquième paire de pattes, avec son basoendopodite réduit, mais dont le lobe externe est allongé, et l'armature de son distal très complète (cinq soies) ressemble à celle d'*Echinopsyllus normani* Sars, espèce-type. De plus, *E. gorbunovi* est pourvu d'un rostre, peu développé il est vrai, qui est absent en principe chez les *Ceratonotus*.

Par contre, l'ornementation dorsale des segments céphalique, thoraciques et abdominaux est relativement simple : segment génital sans processus dorsaux, éperons des autres segments dépourvus de dents; seul l'antérieur (correspondant au premier thoracique) est bifurqué. Or, *E. normani* montre une des ornements les plus complexes de la famille : l'ensemble tête - premier thoracique, très imparfaitement soudés, porte deux processus antéro-latéraux dirigés vers le bas, deux éperons dorsaux bien développés (correspondant à la tête) suivis de deux autres rudimentaires (correspondant au premier thoracique) et enfin deux paires d'éperons latéraux. Les segments suivants portent tous une paire de processus dorsaux munis de dents. Enfin la partie postérieure du segment génital (correspondant au second abdominal) et le troisième abdominal présentent chacun une paire d'éperons. La disposition décrite chez *E. gorbunovi* se rapproche donc davantage de celle des représentants du genre *Ceratonotus*. Chez *C. pectinatus*, il n'y a pas d'ornementation sur le troisième abdominal. De plus nous avons décrit la réduction sensible de l'ornementation des segments postérieurs chez *C. coineaui* : la taille des éperons décroît vers l'arrière ainsi que le nombre de leurs dents.

La présence d'un exopodite biarticulé, avec le distal armé de cinq addendes, à la première paire de pattes rapproche incontestablement *E. gorbunovi* du genre *Ceratonotus*. L'examen de l'armature des exopodites des pattes natales confirme cette impression. Elle est très complète comme dans ce dernier genre, avec notamment une soie interne au distal sur P2 et P4, et deux soies internes au distal de P3. Chez *E. normani*, les distaux des exopodites ne possèdent pas de soie interne.

Dans sa justification, SMIRNOV met en évidence les divergences qui existent entre *E. gorbunovi* et *E. normani*, mais renonce fort justement à créer un nouveau genre. Curieusement, ce sont les caractères de la structure et de l'armature des pattes qui lui font placer son exemplaire dans le genre *Echinopsyllus*. A mon sens, ces caractères rapprochent au contraire *E. gorbunovi* du genre *Ceratonotus*, auquel il doit être, tout au moins provisoirement, rattaché. La découverte d'une nouvelle espèce de *Ceratonotus*, *C. coineai*, qui possède un endopodite biramé, entraîne la modification de la diagnose du genre; je pense qu'il est nécessaire de l'élargir suffisamment pour y inclure également *Echinopsyllus gorbunovi*.

DIAGNOSE DU GENRE (d'après LANG, modifié)

Corps présentant des processus dorsaux — rostre absent ou peu développé — A1 femelle à quatre articles, le proximal le plus long — P1 à deux rames biarticulées, son distal armé de cinq addendes — P2-P4 à exopodite triarticulé, à endopodite à un ou deux articles — présence de soie interne sur les distaux des exopodites P2-P4 — exopodite de P5 bien développé, armé de trois à cinq soies, baso-endopodite rudimentaire, à une soie — Mâle : A1 subchirocère à cinq articles — endopodite de P3 transformé — P5 semblable à celle de la femelle.

Clef mondiale du genre *Ceratonotus* Sars

- 1 — Pas de processus dorsaux sur le segment génital *C. gorbunovi* (Smirnov)
- Processus dorsaux sur le segment génital 2
- 2 — Endopodite P2 uniarticulé *C. pectinatus* Sars
- Endopodite P2 à deux articles .. *C. coineai* sp. n.

BIBLIOGRAPHIE

- LANG, K., 1948. Monographie der Harpacticiden. Lund, 2 v., 1682 p., 605 pls, 378 cts, 47 T.
- MONARD, A., 1928. Les Harpacticoïdes marins de Banyuls. *Arch. Zool. exp. gén.*, 67 (4) : 259-443, 48 figs.
- PESTA, A., 1927. Copepoda non parasitica. Die Tierwelt der Nord und Ostsee, Lief. 8, Teil. 10, Leipzig.

PESTA, O., 1959. Harpacticoïden (Crust. Copepoda) aus submarinen Höhlen und den benachbarten Litoralbezirken am Kap von Sorrent (Neapel). *Pubbl. Sez. Zool. Napoli*, 30, suppl. : 95-177, 149 figs.

SARS, G.O., 1909. Copepoda harpacticoïda. An account of the Crustacea of Norway. Bergen.

SMIRNOV, S.S., 1946. Copépodes Harpacticoïdes nouveaux provenant de l'océan glacial arctique (en russe avec résumé en anglais). *Trud. dreif. Exped. Glavsemov. Ledokol. Par. « Sedov »*, 3 : 231-263, 25 figs.

La découverte d'une nouvelle espèce de Cestonolus C. concolor qui possède un endopodite birame, entraîne la modification de la diagnose du genre. Je pense qu'il est nécessaire de l'établir séparément pour y inclure également l'espèce Cestonolus

Dictionnaire du genre (d'après LAZAR, modifié)

Copps présentant des processus dorsaux — forte abaissement ou peu développé — A1 femelle à quatre articles, le proximal le plus long — P1 à deux rames biramées, son distal armé de cinq abécèdes — P2-P4 à endopodite trirame, à endopodite à un ou deux articles — présence de soie interne sur les distaux des exopodites P2-P4 — endopodite de P5 bien développé, armé de trois à cinq soies baso-endopodite rudimentaire à une soie — Mâle : A1 subdivisé en cinq articles — endopodite de P3 transformé — P5 semblable à celle de la femelle.

Ciel mondial du genre Cestonolus Sars

- 1 — Les de processus dorsaux sur le segment génital C. globosus (Sars)
- Processus dorsaux sur le segment génital 2
- 2 — Endopodite P2 unirame C. pectinatus Sars
- Endopodite P2 à deux articles C. concolor sp. n.

BIBLIOGRAPHIE

LAZAR, K. 1946. Monographie der Harpactichiden. I. Band, V. 1, 1962 p. 605 pls. 37 T.

MOSZAN, A. 1938. Les Harpacticoïdes marins de Banjul. Arch. Zool. exp. appl. 47 (1) : 239-415. 48 figs.

PASTA, A. 1937. Copepoda non parasitica. Die Tierwelt der Nord und Ostsee, Teil 8, Teil 10, Leipzig.

NOUVELLES DONNÉES
SUR LES MICROPARASELLIDES
(ISOPODES) DE ROUMANIE :
***MICROCHARON MOTASI* nov. sp.**
***MICROCHARON ORGHIDANI* nov. sp.**
et *MICROCHARON OLTENICUS* nov. sp.

par Eugen SERBAN

La seule information sur le *Microcharon* de Roumanie date de 1942 lorsque P.A. CHAPPUIS fait connaître *M. acherontis* qu'il a capturé dans la nappe phréatique de la rivière Criş et ses affluents Drăgan et Iad (Transylvanie).

En 1953 M. le Prof. Tr. ORGHIDAN, en étudiant la faune des puits de Haţeg, trouva parmi les autres phréatobies beaucoup d'individus rapportés alors à la famille des *Microparasellidae* et décrits dans la présente note, sous le nom de *M. orghidani* nov. sp.

Pendant les dernières années, les recherches extensives de la faune souterraine aquatique conduites par notre Maître, M. le Professeur C. MOTAS, ont eu comme résultat la découverte d'un grand nombre de formes phréatiques. Parmi celles-ci nous avons trouvé dans le bassin de la Nera et dans celui du Motru, deux espèces de *Microcharon*.

Dans la présente note — assez succincte — qui ne représente qu'une contribution taxonomique à la connaissance des *Microparasellides*, nous donnons la description de trois nouvelles espèces que nous avons dénommées *M. motasi* nov. sp., *M. orghidani* nov. sp. et *M. oltenicus* nov. sp. qui viennent compléter les données actuelles sur la faune aquatique souterraine de la Roumanie.

MICROCHARON MOTASI nov. sp. (1)

Matériel. Nombreux individus provenant de plusieurs sondages « KARAMAN-CHAPPUIS » creusés dans les alluvions du bassin de la Nera (région Banat) : deux sondages dans la vallée de Poneasca (VI-1960), affluent gauche du Miniş et dix dans la Vallée de la Nera (VI-1960 et VII-1963) en aval de Bozovici. La dernière capture a été faite en compagnie de mon collègue Dan DANCĂU.

Aspect général (fig. 14, A). Semblable à celui de *M. profundalis* Kar. Longueur du corps 1,5 mm (femelle ovigère) sans antennes et uropodes; de 7,5 à 8 fois plus long que large. Tête d'une largeur égale à celle des segments du péréion et de même longueur que le pléotelson, qui est la plus large partie du corps. Le segment libre du pléon, visible.

Antennes I (fig. 1, A). Courtes, de six articles dont les deux premiers nettement plus développés. Le premier article représente un peu plus de 1/3 de la longueur de l'antenne, le deuxième 1/4, les quatre derniers réunis 2/5. L'article 1 a deux petites soies dont une pennée distalement; le deuxième offre une à deux soies simples et quatre pennées, dont celle située sur l'apophyse du côté interne est visiblement plus grande, dépassant en longueur les quatre derniers articles réunis. L'article III glabre; le quatrième porte une soie simple et deux pennées. Sur le cinquième s'insère un bâtonnet hyalin dépassant en longueur la moitié de l'antenne; l'article VI a trois soies ordinaires et une pennée d'une longueur presque égale à celle des trois articles terminaux. Le bâtonnet hyalin de l'article VI, plus robuste que celui du cinquième est tout aussi long que les articles II-VI réunis.

Antennes II de 14 à 15 articles d'une longueur égale aux 3/5 de celle du corps. La hampe a six articles dont le cinquième et le sixième sont les mieux développés. L'article III a l'écaille caractéristique aux espèces du genre *Microcharon*. Le fouet formé de 8 à 9 articles.

Mandibules (fig. 1, B, C, D). Le complexe incisif comprend quatre dents apicales inégalement développées, *pars incisiva*. En outre, la mandibule droite offre trois lamelles finement dentées, de taille presque égale, tandis que la gauche porte une lamelle plus grande à quatre dents, *lacinia mobilis*, ainsi que deux plus petites.

(1) L'espèce est dédiée à notre Maître, M. le Professeur C. MOTAS, en respectueux hommage et signe de reconnaissance.

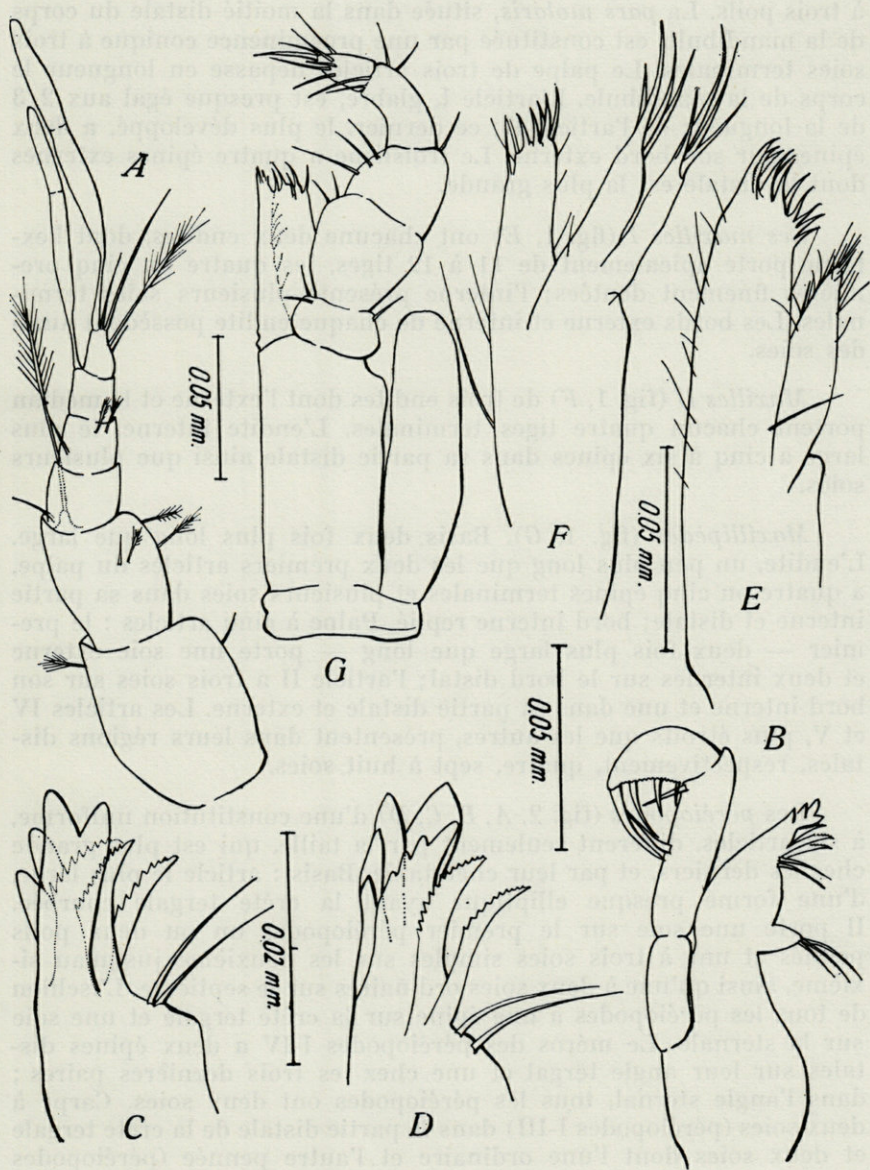


FIG. 1. — *Microcharon motasi* nov. sp.; A, antenne I; B, mandibule; C, complexe incisif de la mandibule droite (détail); D, complexe incisif de la mandibule gauche (détail); E, maxille I; F, maxille II; G, maxillipède.

A la base des formations décrites, chaque mandibule porte de deux à trois poils. La *pars molaris*, située dans la moitié distale du corps de la mandibule, est constituée par une proéminence conique à trois soies terminales. Le palpe de trois articles dépasse en longueur le corps de la mandibule. L'article I, glabre, est presque égal aux 2/3 de la longueur de l'article II; ce dernier, le plus développé, a deux épines sur son bord externe. Le troisième a quatre épines externes dont la distale est la plus grande.

Les maxilles I (fig. 1, E) ont chacune deux endites, dont l'externe porte apicalement de 11 à 12 tiges, les quatre ou cinq premières finement dentées; l'interne présente plusieurs soies terminales. Les bords externe et interne de chaque endite possèdent aussi des soies.

Maxilles II (fig. 1, F) de trois endites dont l'externe et le médian portent chacun quatre tiges terminales. L'endite interne, le plus large a cinq à six épines dans sa partie distale ainsi que plusieurs soies.

Maxillipèdes (fig. 1, G). Basis deux fois plus long que large. L'endite, un peu plus long que les deux premiers articles du palpe, a quatre ou cinq épines terminales et plusieurs soies dans sa partie interne et distale; bord interne replié. Palpe à cinq articles : le premier — deux fois plus large que long — porte une soie externe et deux internes sur le bord distal; l'article II a trois soies sur son bord interne et une dans sa partie distale et externe. Les articles IV et V, plus étroits que les autres, présentent dans leurs régions distales, respectivement, quatre, sept à huit soies.

Les péréiopodes (fig. 2, A, B, C, D) d'une constitution uniforme, à six articles, diffèrent seulement par la taille, qui est plus grande chez les derniers, et par leur chétotaxie. Basis : article le plus large, d'une forme presque elliptique ayant la crête tergale courbée. Il porte une soie sur le premier péréiopode, un ou deux poils pennés et une à trois soies simples sur les deuxième jusqu'au sixième, ainsi qu'une à deux soies ordinaires sur le septième. L'ischion de tous les péréiopodes a une épine sur la crête tergale et une soie sur la sternale. Le méros des péréiopodes I-IV a deux épines distales sur leur angle tergal et une chez les trois dernières paires; dans l'angle sternal, tous les péréiopodes ont deux soies. Carpe à deux soies (péréiopodes I-III) dans la partie distale de la crête tergale et deux soies dont l'une ordinaire et l'autre pennée (péréiopodes IV-VII); sa crête sternale est pourvue d'une épine médiane. Propode du premier péréiopode muni d'une soie sur la crête tergale et de trois sur la sternale; tous les autres ont sur la première des crêtes deux soies et sur la seconde deux épines et une soie. De même, dans

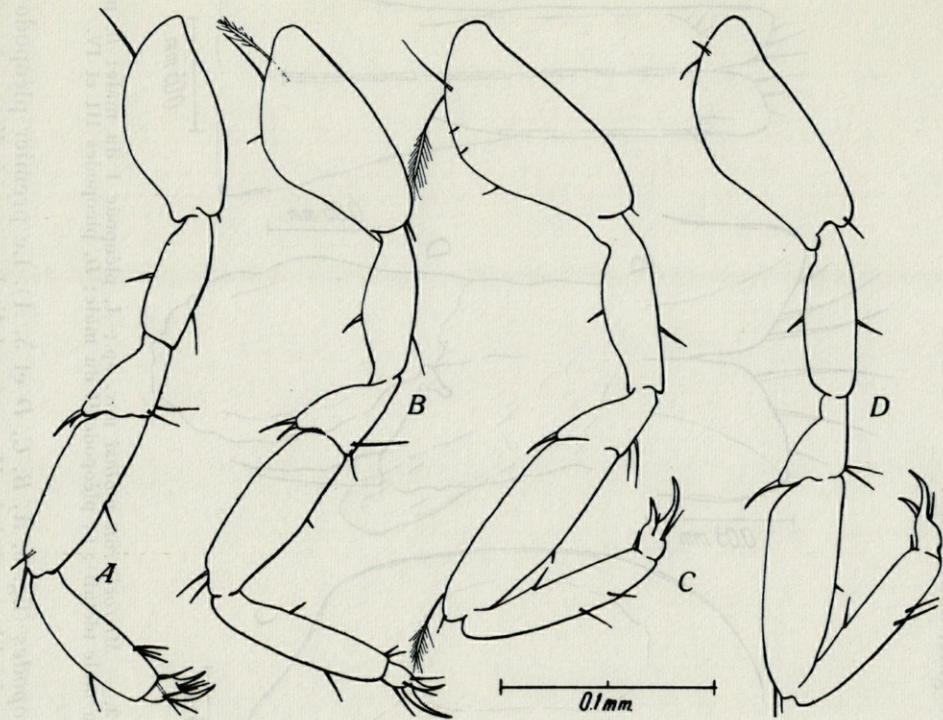


FIG. 2. — *Microcharon motasi* nov. sp.; A, péréiopode I; B, péréiopode III; C, péréiopode VI; D, péréiopode VII.

la région de l'articulation avec le dactyle, il existe une à deux soies. En ce qui concerne la valeur du rapport long./larg., on peut préciser : P I-3, P III-4, P VI-5, P VII-5. Le dactyle a deux griffes et deux ou trois soies.

Pléotelson (figs. 4, A et 15, A) plus long que large. Côtés latéraux et distaux bordés de petites soies. Dans sa partie distale, sur la face tergale, deux soies.

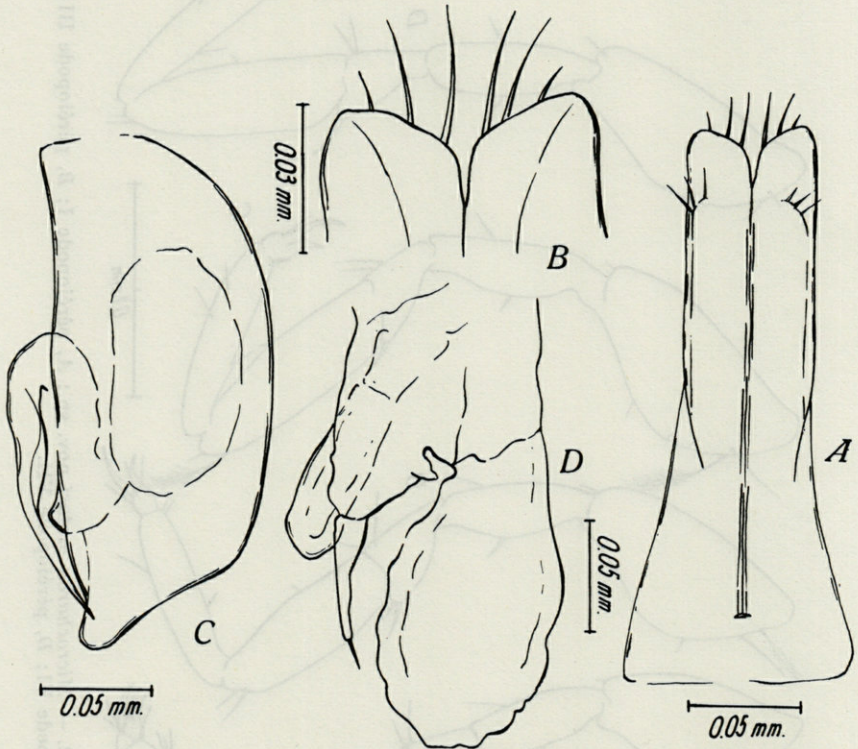


FIG. 3. — *Microcharon motasi* nov. sp.; A, pléopode I du mâle; B, pléopode I du mâle (détail); C, pléopode II du mâle; D, pléopodes III et IV.

Pléopodes (fig. 3, A, B, C, D et 5, A). Le premier pléopode du mâle, semblable à celui de *M. profundalis beranensis* Kar. est caractérisé par le bord distal en angle obtus avec la pointe orientée vers la partie proximale. Dans cette région on observe six poils. Le pléopode II du mâle, par la forme de la partie distale du sympode terminée en pointe obtuse, se rapproche de celui de *M. stygius* Kar. Les pléopodes III et IV n'ont rien de caractéristique. Le pléopode II

de la femelle, arrondi, a une entaille à son extrémité distale où l'on observe aussi deux soies.

Uropodes (figs. 4, A, B et 15, A) d'une constitution qui rappelle celle de *M. profundalis* Kar. dont ils se distinguent par le rapport dimensionnel existant entre la longueur et la largeur du sympode et sa taille par rapport au pléotelson. Sympode 2,5 fois plus long

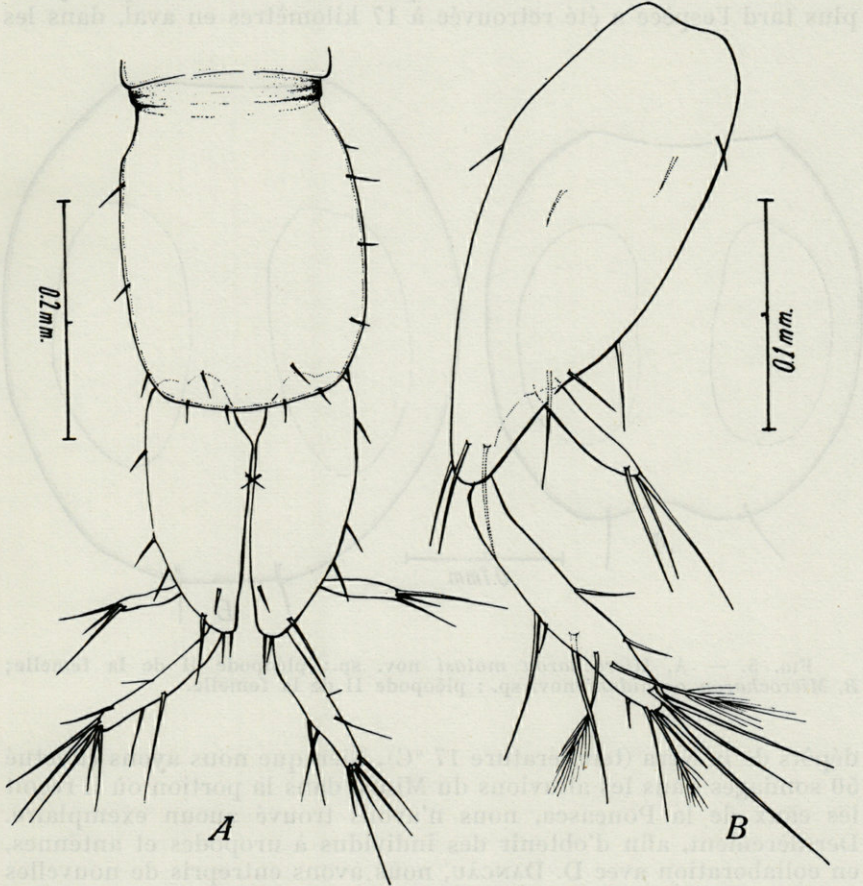


FIG. 4. — *Microcharon motasi* nov. sp.; A, pléotelson et uropodes; B, uropode.

que large, de longueur égale à celle du pléotelson. L'exopodite 3,7 fois plus court que le sympode et deux fois plus court que l'endopodite. Le sympodite a deux soies dans la région du bord interne,

trois dans celle distale et trois à quatre sur le côté externe. Exopodite muni de trois soies. L'endopodite porte sur sa moitié distale environ 14 poils, dont trois ou quatre pennés.

Comme nous l'avons déjà dit, tout le matériel a été capturé par le procédé de sondage KARAMAN-CHAPPUIS. La première récolte (150 individus) a été faite en 1960 par deux sondages dans les alluvions de la rivière Poneasca (température 14 °C). Quelques jours plus tard l'espèce a été retrouvée à 17 kilomètres en aval, dans les

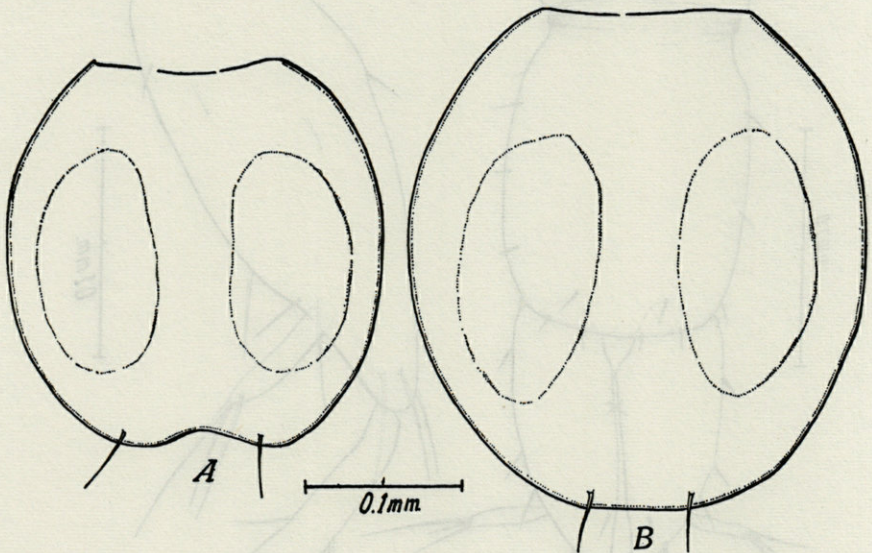


FIG. 5. — A, *Microcharon motasi* nov. sp.; pléopode II de la femelle; B, *Microcharon orghidani* nov. sp. : pléopode II de la femelle.

dépôts de la Nera (température 17 °C). Bien que nous ayons effectué 50 sondages dans les alluvions du Miniş, dans la portion où il reçoit les eaux de la Poneasca, nous n'avons trouvé aucun exemplaire. Dernièrement, afin d'obtenir des individus à uropodes et antennes, en collaboration avec D. DANCĂU, nous avons entrepris de nouvelles recherches sur la nappe phréatique de la Nera. Après six jours, pendant lesquels nous n'avons capturé que deux individus, mon collègue eut l'heureuse idée de creuser à la base d'un dépôt sablonneux, d'un mètre de hauteur, situé sur le bord de la rivière Nera à 6 kilomètres en aval de Bozovici. Nous avons obtenu environ 100 exemplaires de quatre sondages (température de l'eau 21 °C). En vérifiant les observations faites sur la structure des alluvions où

l'on a récolté le *M. motasi*, on peut préciser que l'espèce peuple d'habitude les dépôts sablonneux où la biocoenose phréatique est généralement bien pauvre.

MICROCHARON ORGHIDANI nov. sp. (1)

Matériel. Un grand nombre d'individus provenant de plusieurs puits du village Ponor, région de Hateg (X-1961, VI-1963).

L'aspect général (fig. 14, B) rappelle l'espèce *M. latus* Kar. de Yougoslavie. Le corps sans écailles. Longueur 1,7; rapport long./larg. — 7. Tête d'une largeur qui ne dépasse pas celle des segments du péréion et de 1/3 plus étroite que le pléotelson.

Antennes I (fig. 6, A) à aspect général très rapproché de celui de *M. motasi*. L'article I, d'une longueur égale à celle des articles III-IV réunis et de 1/4 plus long que le deuxième. Le nombre des soies, des bâtonnets hyalins, ainsi que leurs dispositions, sont les mêmes que chez l'espèce de la Nera. Le grand poil penné de l'article II a une longueur qui dépasse de 1/3 celle des troisième au sixième articles réunis. Le bâtonnet hyalin du sixième article, un peu plus court que les articles II-V réunis et de 1/5 plus long que celui de l'article V.

Antennes II plus longues que les 2/3 du corps et comptant 13 à 14 articles. La hampe à six articles; le fouet avec sept à huit, d'une longueur variable chez les deux antennes du même exemplaire.

Mandibules (fig. 6, B, C) d'une constitution semblable à celles de *M. motasi*. *Pars incisiva* à quatre dents; la mandibule gauche à *lacinia mobilis* et deux lamelles, tandis que celle de droite porte seulement trois lamelles. Sur chaque mandibule, dans le complexe incisif, on trouve aussi quatre poils. *Pars molaris* à trois poils; palpe de trois articles.

Maxilles I (fig. 6, D). L'endite externe a 11 ou 12 tiges dans sa partie distale et plusieurs soies sur ses bords. L'endite interne, terminé par plusieurs soies.

Maxilles II (fig. 6, E). L'endite interne a cinq à six soies apicales et d'autres sur le bord interne; les autres, chacun à quatre tiges.

(1) En hommage à M. le Professeur Tr. ORGHIDAN, Directeur de l'Institut de Spéologie de Bucarest.

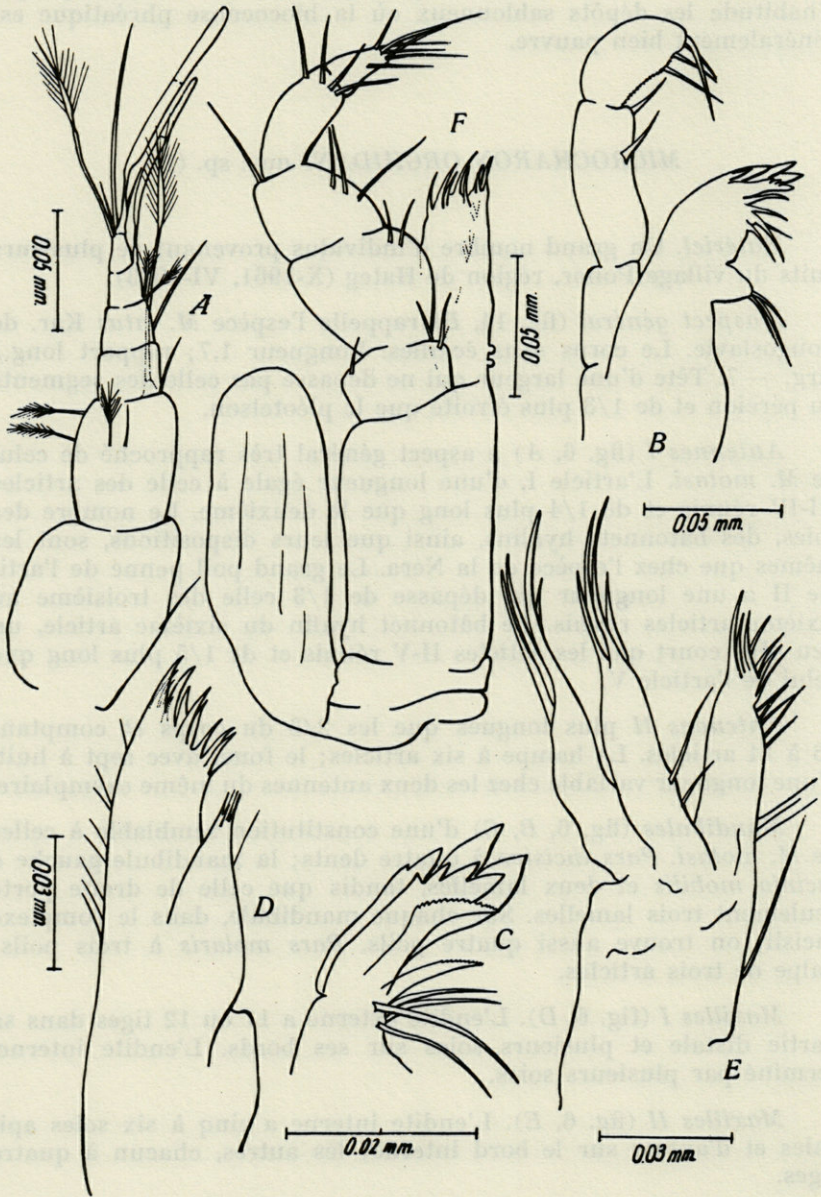


FIG. 6. — *Microcharon orghidani* nov. sp.; A, antenne I; B, mandibule; C, complexe incisif de la mandibule gauche (détail); D, maxille I; E, maxille II; F, maxillipède.

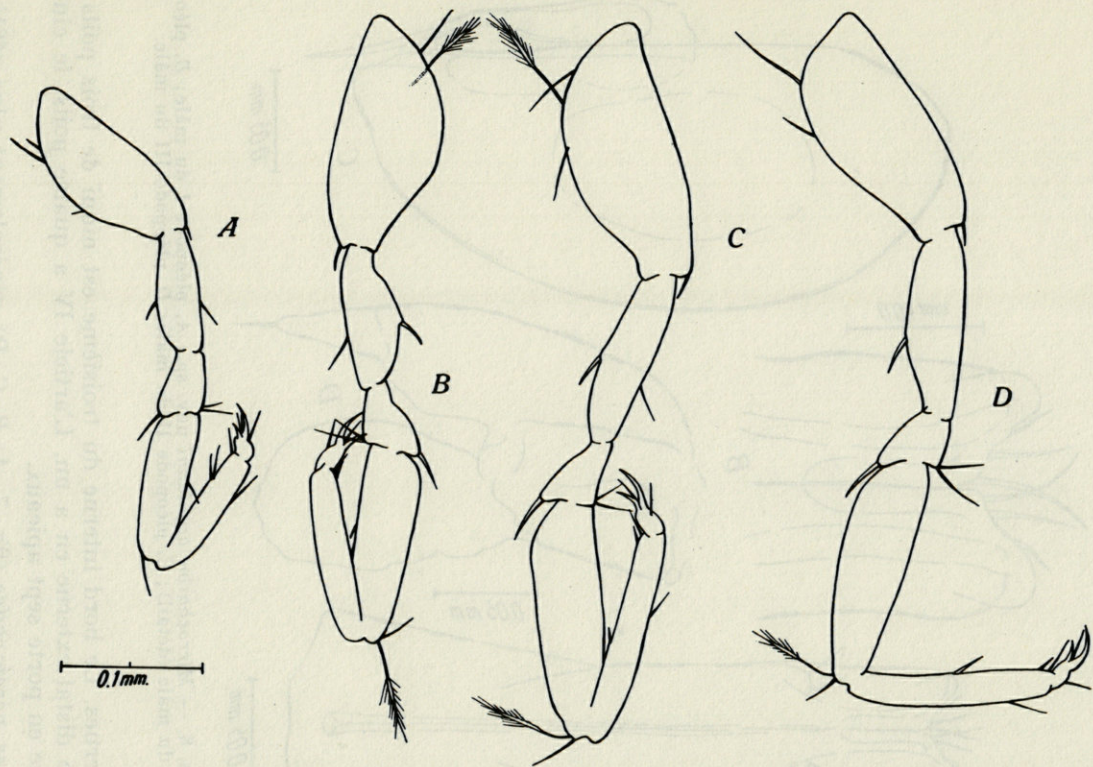


FIG. 7. — *Microcharon orghidani* nov. sp.; A, péréiopode I; B, péréiopode III; C, péréiopode VI; D, péréiopode VII.

Maxillipèdes (fig. 6, F). Basis deux fois plus long que large. L'endite a cinq ou six soies plus longues et d'autres plus courtes. Palpe de cinq articles; le premier a deux soies internes et une externe sur son bord distal; le deuxième offre deux poils distaux

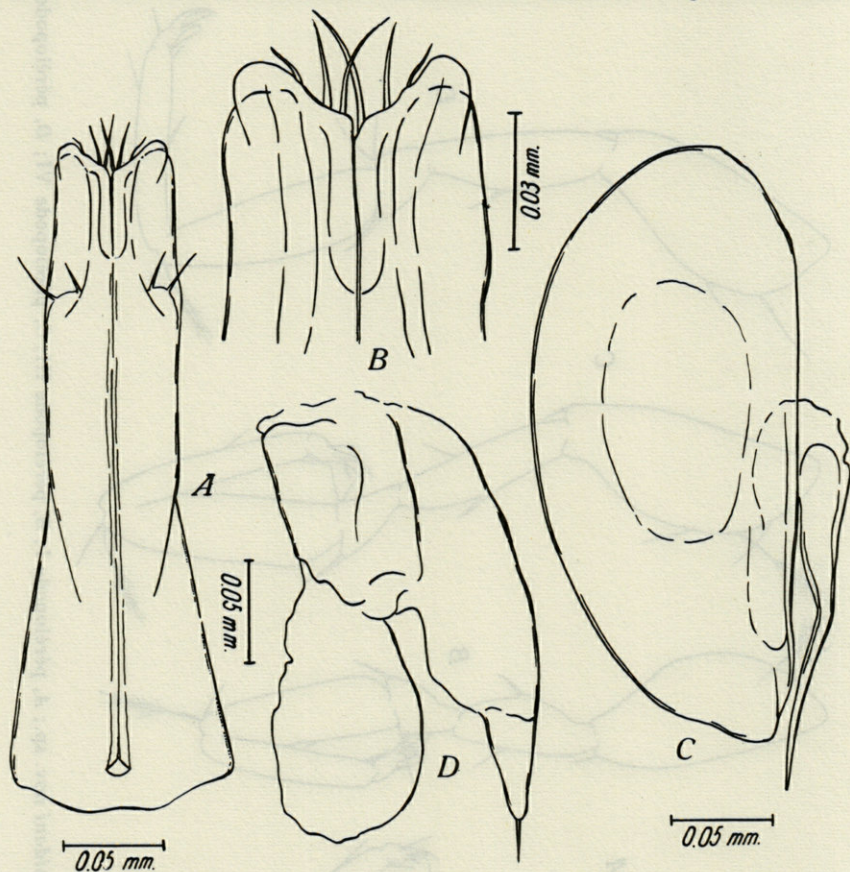


FIG. 8. — *Microcharon orghidani* nov. sp.; A, pléopode I du mâle; B, pléopode I du mâle (détail); C, pléopode II du mâle; D, pléopode III du mâle.

et internes. Le bord interne du troisième est muni de trois poils; l'angle distal externe en a un. L'article IV a quatre poils, le cinquième en porte sept apicaux.

Les péréiopodes (fig. 7, A, B, C, D) généralement plus effilés que ceux de *M. motasi*, présentent une chétotaxie pareille à l'espèce précédente. La seule différence que nous ayons pu observer concerne le méros dont tous les péréiopodes portent à leur angle tergal une

seule forte épine. Les propodes, sensiblement plus étroits que ceux de *M. motasi*, présentent les valeurs suivantes du rapport long./larg.: P I-5; P III-5,5; P VI-7 et P VII-6.

Pléotelson (figs. 9, A et 15, B) semblable à celui de *M. latus* ayant une largeur égale à la longueur, et à proéminence médiane sur son bord distal.

Pléopodes (figs. 5, B et 8, A, B, C, D). Pléopode I du mâle très caractéristique par les deux proéminences qui dépassent assez visiblement la région terminale. Elles sont membraneuses, arrondies et revêtent à peu près toute la partie apicale du corps du pléopode où l'on observe aussi six poils. Plus en avant, dans son 1/4 distal, l'on trouve quatre ou six poils. Les seconds pléopodes du mâle ressemblent à ceux de *M. latus* Kar. Pléopode II de la femelle arrondi, à deux soies médianes et distales. Bord apical sans entaille.

Uropodes (figs. 9, A, B et 15, B). Ainsi que le pléotelson, ils sont constitués selon le type *M. latus*. Sympode deux fois plus long que large; sa longueur atteint la moitié du pléotelson. Sur son bord interne, on peut remarquer une soie, trois apicales et distales, ainsi que trois ou quatre sur le côté externe. L'endopodite, de la même

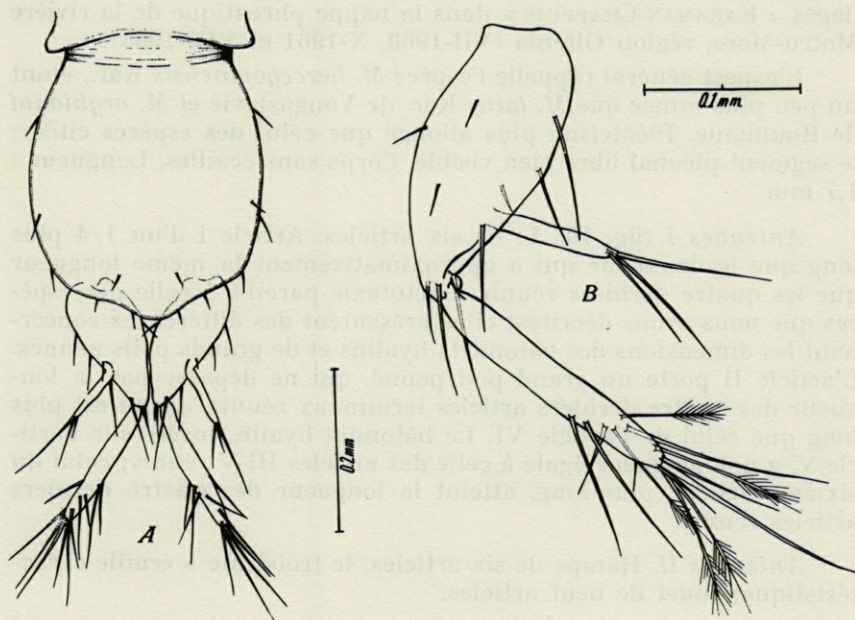


FIG. 9. — *Microcharon orghidani* nov. sp.; A, pléotelson et uropodes; B, uropode.

longueur que le sympode et deux fois plus long que l'exopodite, porte dans son 1/3 terminal environ 13 poils, dont quatre à cinq pennés. L'exopodite a trois soies.

L'espèce a été trouvée pour la première fois, il y a dix années par M. le Professeur Tr. ORGHIDAN dans plusieurs puits du village Ponor, région Hațeg. Plus tard, les études intensives sur les puits des villages Ponor, Baru-Mare, Rîul Bărbat, Hobița et Livadia, effectuées sous la direction de M. le Professeur Th. ORGHIDAN par nos collègues D. DANCĂU, A. NEGREA, St. NEGREA et I. TĂBĂCARU, ont fourni un grand nombre d'individus appartenant à cette espèce. Dès 1961, pendant nos recherches personnelles (suivant les aimables indications de M. le Professeur Tr. ORGHIDAN et de ses collaborateurs) nous avons capturé, dans les puits du village Ponor (température de l'eau 9-11 °C) beaucoup d'exemplaires de *M. orghidani* que nous avons décrits dans la présente note.

MICROCHARON OLTENICUS nov. sp.

Matériel. Plusieurs individus capturés par le procédé des sondages « KARAMAN-CHAPPUIS » dans la nappe phréatique de la rivière Motru-Mare, région Oltenia (VII-1960, X-1961 et VIII-1963).

L'aspect général rappelle l'espèce *M. hercegovinensis* Kar., étant un peu plus mince que *M. latus* Kar. de Yougoslavie et *M. orghidani* de Roumanie. Pléotelson plus allongé que celui des espèces citées; le segment pléonal libre bien visible. Corps sans écailles. Longueur : 1,7 mm.

Antennes I (fig. 10, A) de six articles. Article I d'un 1/4 plus long que le deuxième qui a approximativement la même longueur que les quatre derniers réunis. Chétotaxie pareille à celle des espèces que nous avons décrites; elles présentent des différences concernant les dimensions des bâtonnets hyalins et de grands poils pennés. L'article II porte un grand poil penné, qui ne dépasse pas la longueur des quatre derniers articles terminaux réunis, et qui est plus long que celui de l'article VI. Le bâtonnet hyalin, inséré sur l'article V, a une longueur égale à celle des articles III-V réunis; celui du sixième article, plus long, atteint la longueur des quatre derniers articles réunis.

Antennes II. Hampe de six articles, le troisième à écaille caractéristique; fouet de neuf articles.

Mandibules (fig. 10, B, C). Le complexe incisif a quatre dents, *pars incisiva*. La mandibule gauche porte une *lacinia mobilis* à

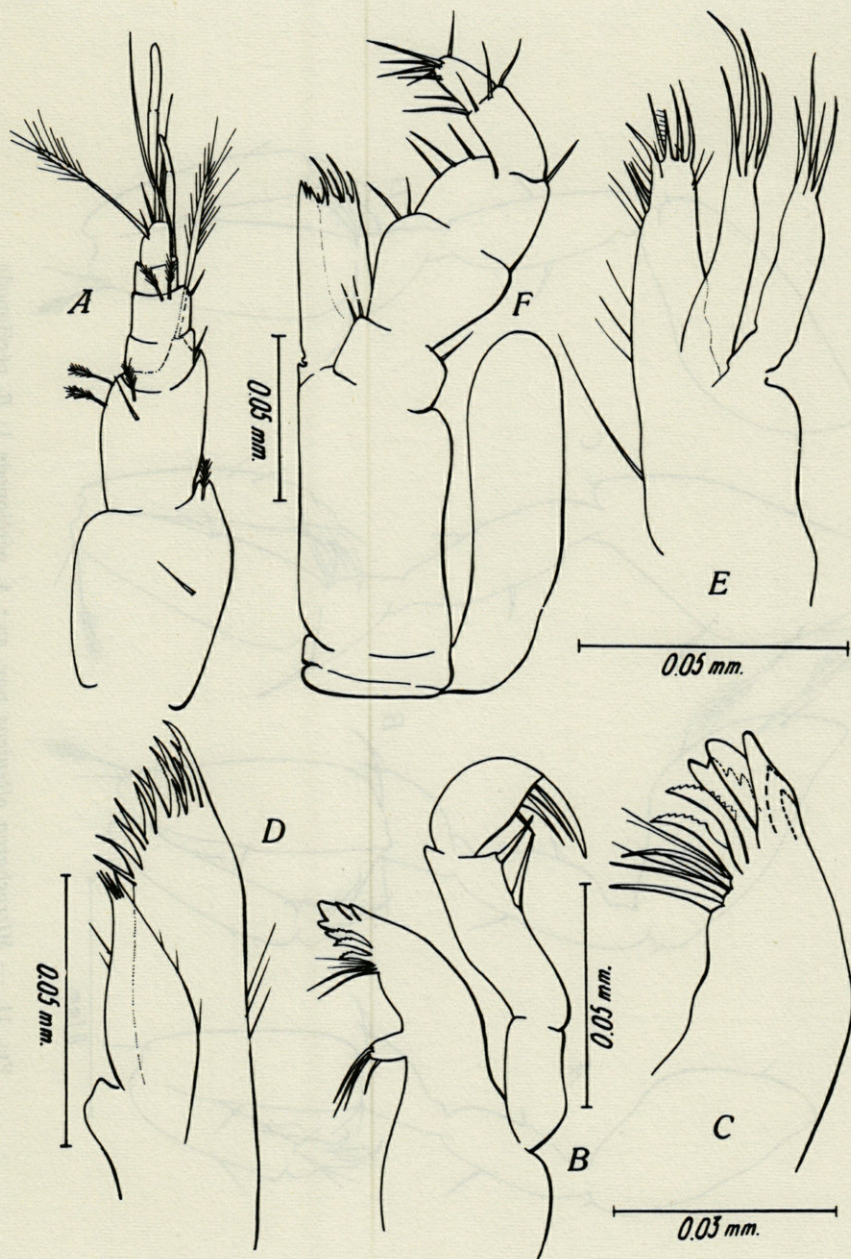


FIG. 10. — *Microcharon oltenicus* nov. sp.; A, antenne I; B, mandibule; C, complexe incisif de la mandibule (détail); D, maxille I; E, maxille II; F, maxillipède.

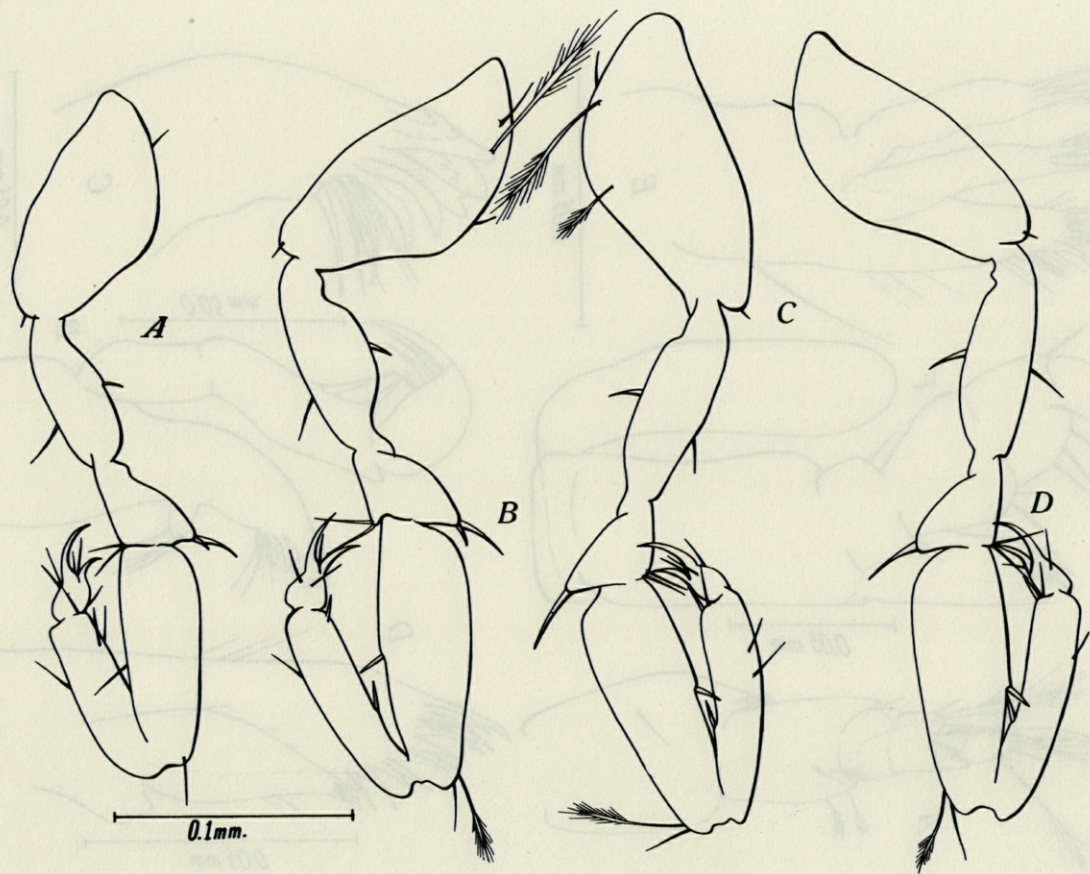


FIG. 11. — *Microcharon oltenicus* nov. sp.; A, péréiopode I; B, péréiopode III; C, péréiopode VI; D, péréiopode VII.

quatre dents et deux lamelles finement dentées ; la droite porte trois lamelles semblables aux deux de la première. On voit à la base de ces formations, trois ou quatre poils plus grands et d'autres petits. *Pars molaris* à quatre poils. Palpe de trois articles. Le premier et le troisième, de la même longueur sont deux fois plus courts que le deuxième. L'article II a deux épines insérées sur la moitié distale, le troisième porte trois à quatre fortes épines.

Maxilles I (fig. 10, D). L'endite externe a 13 tiges sur le bord apical ; l'interne a plusieurs soies terminales. On observe aussi des poils sur les bords latéraux de chaque endite.

Maxilles II (fig. 10, E). Les endites externe et médian portent chacun quatre tiges ; l'interne a cinq soies apicales et plusieurs autres sur les bords interne et externe.

Maxillipèdes (fig. 10, F) d'une constitution semblable à celle des autres espèces. L'endite a cinq soies et d'autres petites.

Les péréiopodes (fig. 11, A, B, C, D) d'aspect général rappelant ceux de *M. motasi* sont caractérisés par une robustesse évidente. On remarque surtout les carpes visiblement plus élargis que chez les espèces décrites plus haut ; les valeurs du rapport long./larg. des propodes sont les suivantes : P I-3,5, P III-4,2, P VII-5. En ce qui concerne la chétotaxie on peut préciser que par le nombre et la disposition des épines du méros — dont deux tergaes sur les péréiopodes I-IV et l'une sur les autres —, *M. oltenicus* ressemble à *M. motasi*.

Pléotelson (fig. 13, A) plus long que large, à peu près rectangulaire, ayant une forme très rapprochée de celle de *M. hercegovinensis* et *M. motasi*. Il est bordé de soies de tous les côtés.

Pléopodes (fig. 12, A, B, C, D). Pléopode I avec une constitution très semblable à celle décrite par KARAMAN pour *M. latus* et *M. latus prespensis* de Yougoslavie ayant les parties distales arrondies. Le pléopode II du mâle avec la partie terminale en pointe obtuse recourbée vers l'intérieur. Pléopode II de la femelle, tout comme chez *M. motasi* présentant une entaille sur le bord distal.

Les uropodes (fig. 13, A, B) sont constitués selon le type *M. latus*. Sympode 2,3 fois plus long que large et deux fois plus court que le pléotelson. Dans la région médiane du bord interne il porte deux soies, trois dans la partie distale et trois à quatre sur le bord externe. L'endopodite est un peu plus long que le sympode et plus de deux fois que d'exopodite ; sur son 1/3 distal il est muni de 10 à 11 poils parmi lesquels quatre sont pennés. L'exopodite a trois poils terminaux.

Bien que nous ayons longtemps étudié la région supérieure de la vallée du Motru, l'espèce a été trouvée maintes fois seulement dans deux stations. Si pour *M. motasi* nous avons pu préciser qu'il peuple d'habitude les dépôts sablonneux, *M. oltenicus* a été récolté

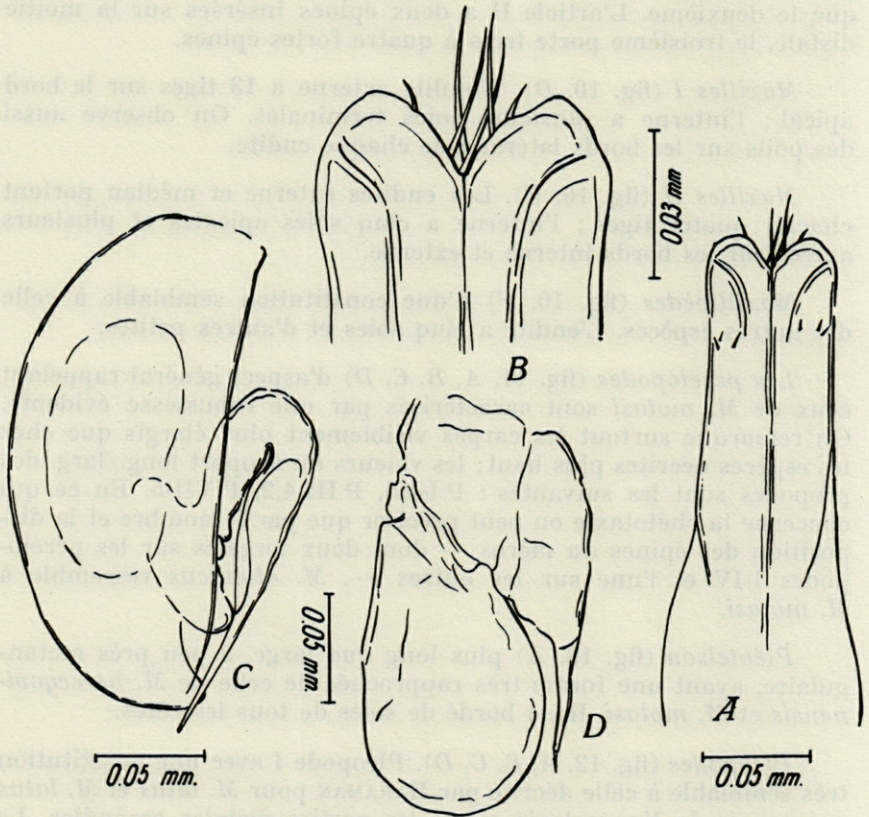


FIG. 12. — *Microcharon oltenicus* nov. sp.; A, pléopode I du mâle; B, pléopode I du mâle (détail); C, pléopode II du mâle; D, pléopode III.

par des sondages creusés dans les alluvions à dureté réduite, constituées de gros éléments. L'espèce a été récoltée en toutes saisons (température 14 à 18 °C). Dans les mêmes sondages nous avons trouvé des Némertiens, des Amphipodes (genre *Niphargus*), des Hydrachnelles, etc.

Dès le début, il nous faut préciser que les trois espèces présentées, *Microcharon motasi* nov. sp., *Microcharon orghidani* nov. sp. et *Microcharon oltenicus* nov. sp. sont intimement liées aux espèces

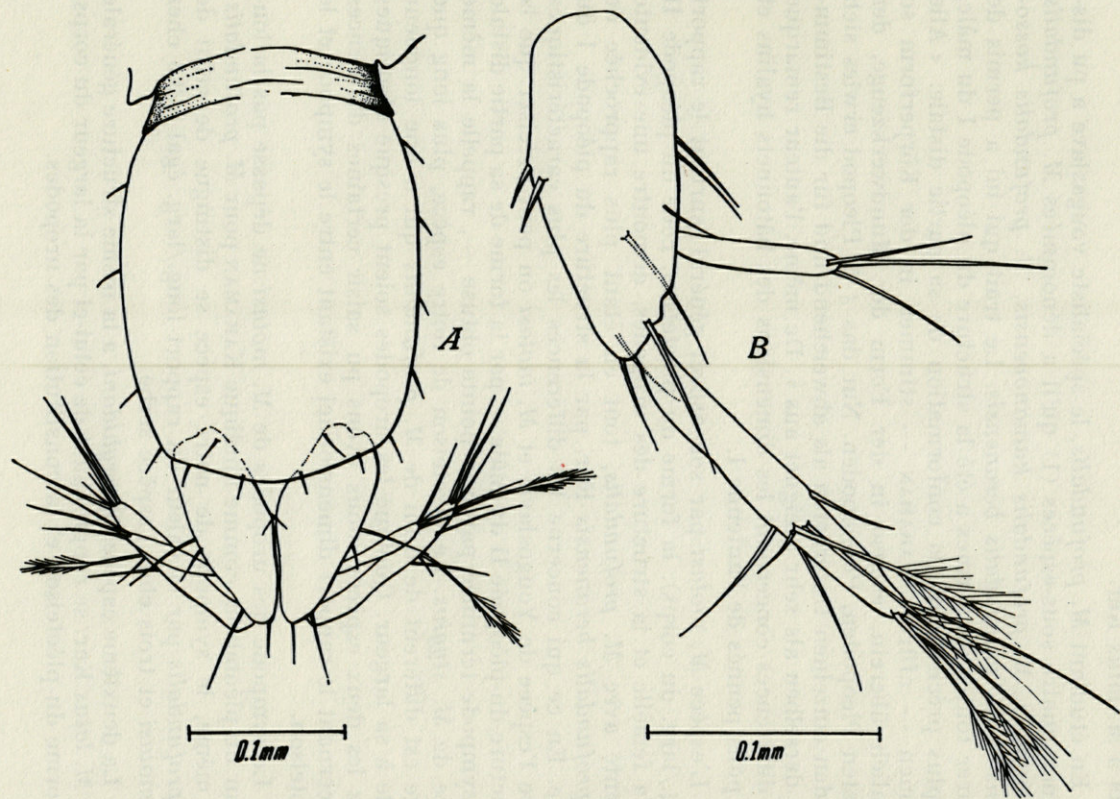


FIG. 13. — *Microcharon oltenicus* nov. sp.; A, pléotelson et uropodes; B, uropode.

de Yougoslavie. Comme nous l'avons déjà dit, *M. motasi* se rapproche de *M. profundalis* Kar., *M. orghidani* de *M. latus* tandis que *M. oltenicus* ressemble à *M. hercegovinensis* Kar. et par certains traits à *M. latus* Kar.

En étudiant *M. profundalis*, le spécialiste yougaslave a pu distinguer quatre sous-espèces (1) qu'il a dénommées *M. profundalis profundalis*, *M. profundalis kumanovensis*, *M. profundalis kossovensis* et *M. profundalis beranensis*. Le trait qui lui a permis de séparer toutes ses formes a été la structure du pléopode I du mâle, ou plus précisément, la conformation de sa partie distale. « Alle Formen — affirme KARAMAN — stimmen in der Körperform so ziemlich überein, ebenso in der Form der Mundwerkzeuge, der meisten Pleopoden, Pereiopoden. Nur das ♂ 1. Pleopod erwies sich bei den einzelnen Unterarten als abweichend und für die Bestimmung derselben als sehr geeignet aus ». De même, l'auteur remarque des différences concernant les dimensions des bâtonnets hyalins et des poils pennés de l'antenne I.

L'espèce *M. motasi* par son aspect général (surtout le rapport long./larg. du corps), la forme du pléotelson, celle du pléopode II de la femelle et la structure des uropodes, démontre une évidente parenté avec *M. profundalis*, tout en étant plus rapprochée de *M. profundalis beranensis* Kar. par la structure du pléopode I du mâle. En ce qui concerne les différences les plus caractéristiques entre l'espèce de Yougoslavie et *M. motasi* on peut préciser que la structure du pléopode II du mâle — par la forme de sa partie distale du sympode terminée par une pointe obtuse — rappelle la même pièce de *M. stygius*. Le pléotelson de notre espèce, plus long que large est différent de celui de *M. profundalis* qui a une longueur égale à sa largeur. Quoique les uropodes soient presque identiques chez les deux espèces, nous avons pu saisir certaines différences concernant le rapport dimensionnel existant entre le sympode et le pléotelson.

Le sympode des uropodes de *M. motasi* ne dépasse pas la longueur du pléotelson, comme l'indique KARAMAN pour *M. profundalis*. De même, le sympode de notre espèce se distingue de celui de *M. profundalis* par la valeur du rapport long./larg. égal à 2,5 chez *M. motasi* et trois chez l'espèce serbe.

La deuxième espèce, *M. orghidani*, a la même structure générale que *M. latus* Kar. se rapprochant de celui-ci par la largeur du corps, la forme du pléotelson et la constitution des uropodes.

(1) « Ich sage "Unterarten", da sie vielleicht teilweise als Arten anzufassen wären. Da ich aber von selbem relativ wenig Vergleichsmaterial besitze, musste ich mich vorderhand mit der Aufstellung von bloßen Unterarten begnügen ».

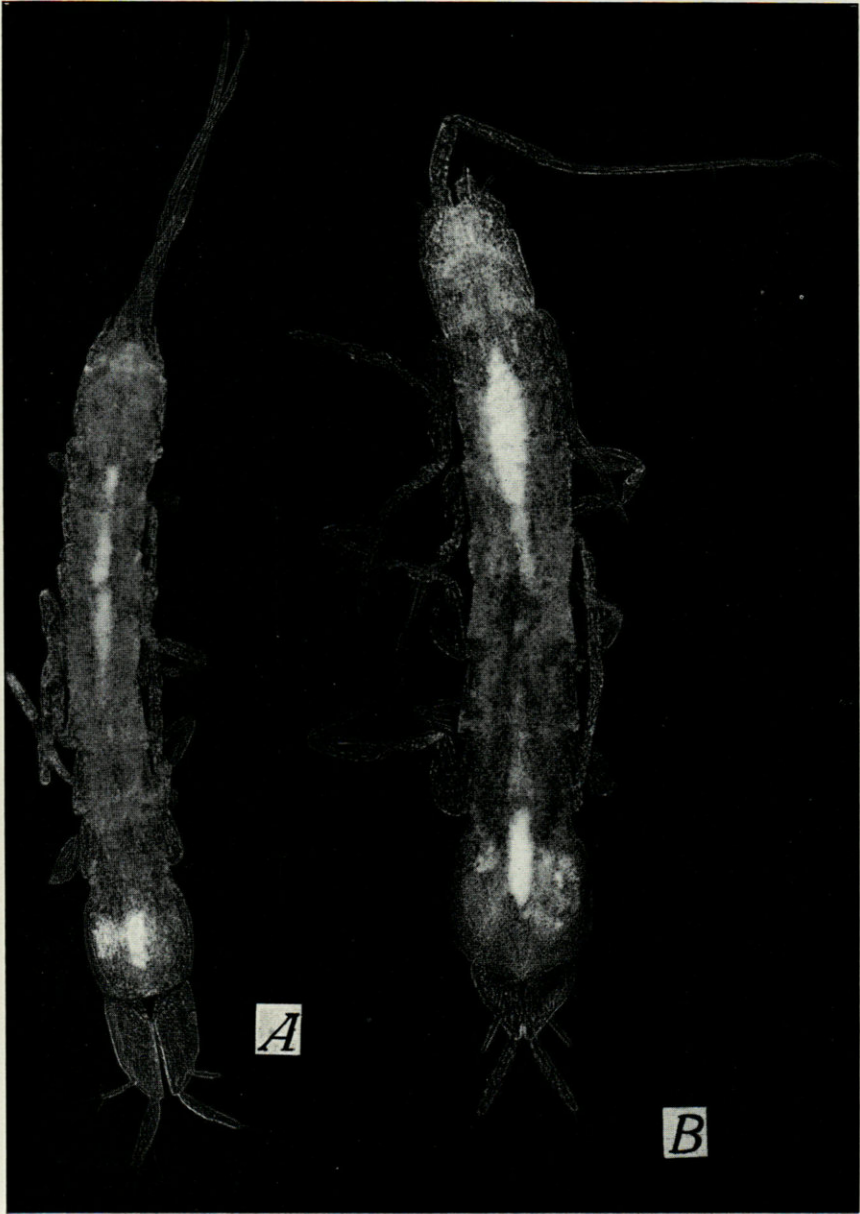


FIG. 14. — A, *Microcharon motasi* nov. sp.; B, *Microcharon orghidani* nov. sp.
Photo Tr. ORGHIDAN.

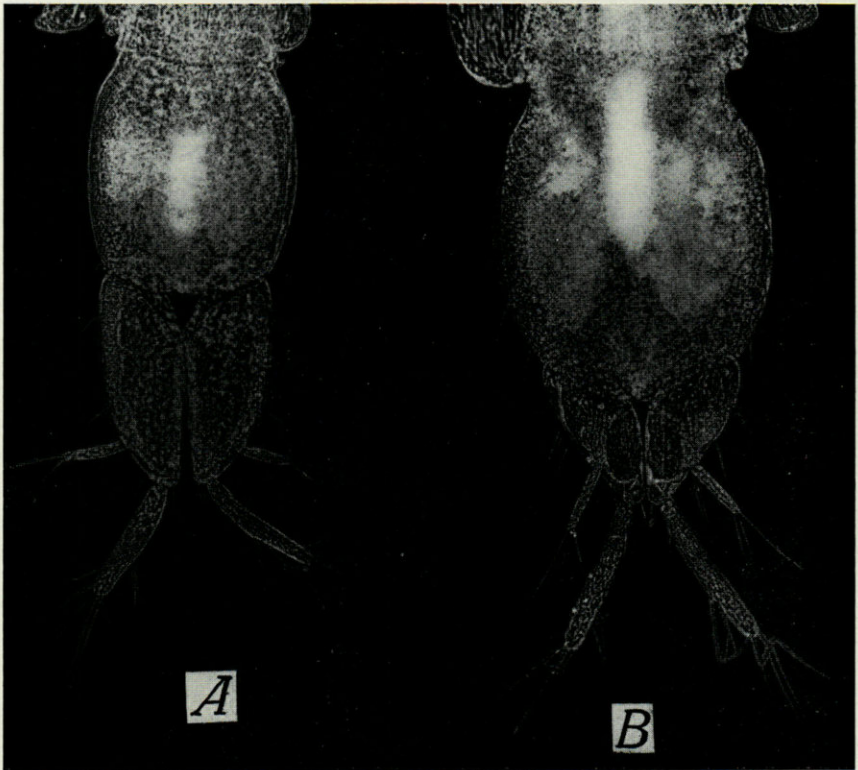


FIG. 15. — *Microcharon motasi* nov. sp., pléotelson et uropodes; B, *Microcharon orghidani* nov. sp., pléotelson et uropodes. Photo Tr. ORGHIDAN.

A première vue, notre espèce diffère de l'espèce yougoslave par l'absence d'écaillés à la surface du corps. Le pléopode I du mâle, d'une structure très caractéristique, est le trait fondamental qui distingue nettement notre espèce de *M. latus* Kar. Si chez *M. latus* Kar. et *M. latus prespensis* Kar. la partie distale du pléopode I est arrondie, chez *M. orghidani* elle présente une membrane terminale qui donne un autre contour à sa région apicale. Une autre caractéristique qui éloigne *M. orghidani* de *M. latus* est la longueur des bâtonnets hyalins de l'antenne I — insérés sur les articles V et VI —, qui chez notre espèce sont plus longs.

Enfin, la troisième espèce, *M. oltenicus*, par la structure du pléopode I du mâle, les dimensions des bâtonnets hyalins de l'antenne I, rappelle *M. latus*. Par la largeur du corps, par la forme du pléotelson — plus long que large —, par le pléopode II de la femelle qui a une entaille sur son bord distal, elle est semblable à *M. hercegovinensis* Kar.

Notre dernière espèce s'éloigne des deux formes yougoslaves par la structure du pléopode II du mâle terminé par une pointe obtuse, recourbé vers le côté interne ainsi que par la structure de tous les périopodes qui sont plus robustes. De plus, un autre trait, rencontré seulement chez notre espèce, est marqué par les quatre poils de la *pars molaris* de la mandibule.

Institut de Spéologie
« Emil Racoviță », Bucarest.

BIBLIOGRAPHIE

- CHAPPUIS, P.A., 1944. Die Grundwasserfauna der Körös und des Szamos. A. Magyar Tudományos Akadémia Kiadása.
- CHAPPUIS, P.A. et Cl. DELAMARE DEBOUTTEVILLE, 1954. Les Isopodes psammiques de la Méditerranée, in : Recherches sur les Crustacés souterrains. *Biospeologia*, 74, *Arch. Zool. exp. gén.*, 91 : 103-138.
- COINEAU, N., 1962. Contribution à l'étude des Isopodes aquatiques. I. *Microcharon marinus* Chappuis et Delamare Deboutteville et *Microcharon angelieri* n. sp. (*Microparasellidae*). *Vie et Milieu*, 13 (4) : 711-727.
- COINEAU, N., 1963. Présence de *Microcharon angelieri* dans la nappe phréatique de la Baillaurie, Banyuls-sur-Mer. *Vie et Milieu*, 14 (1) : 197-199.
- DELAMARE DEBOUTTEVILLE, Cl., 1960. Biologie des eaux souterraines littorales et continentales. Suppl. à *Vie et Milieu*, 9 : 1-740.
- KARAMAN, S., 1940. Die unterirdischen Isopoden Südserbiens. *Glasnik Bull. Soc. Sc. Skoplje*, 22 : 19-53.
- KARAMAN, S., 1953. Über subterrane Amphipoden und Isopoden des Karstes von Dubrovnik und seines Hinterlandes. *Acta Mus. Maced. Sc. Nat.*, 1 (7) : 137-167.

- KARAMAN, S., 1954. Weitere Beiträge zur Kenntnis der Microparaselliden Mazedoniens, das Genus *Microcharon* Karaman. *Fragmenta Balcanica*, Skoplje, 1/12 : 107-114.
- KARAMAN, S., 1959. Über eine neue *Microcharon*-Art (Crust., Isopoda), aus dem Karstgebiete der Herzegowina. *Acta Biol. Acad. Scient. Ungar.*, Budapest, 4 (3-4) : 333-338.
- SPOONER, G.-M., 1959. The occurrence of *Microcharon* in Plymouth off-shore bottom fauna, with description of a new species. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 38 : 57-63.

P.S. : L'année dernière, lorsque le manuscrit était déjà déposé à la rédaction, ont paru les travaux de A. I. IANKOWSKAYA, "Relict Crustaceans of coastal bottom waters of the lake Issyk-Kul (North Tien-Shan)" (*Zool. Zhurnal*, XLIII, 7, 1964) et de L. CVETKOV, « Matériaux sur les Isopodes souterrains de Bulgarie. *Microcharon apolloniacus* n. sp. et *Microcharon thracicus* n. sp. » (*Bull. Inst. Zool. Musée*, XVI, 6, 1964). En ce qui concerne le deuxième, il est nécessaire de préciser que la ressemblance morphologique de *M. motasi* avec *M. thracicus* Cvetkov met en doute la validité de notre espèce. Le manque d'un matériel de comparaison ainsi que l'existence de certains traits pouvant délimiter du point de vue taxonomique les deux populations, nous empêchent pour le moment de résoudre ce problème.

**A PROPOS D'UN FAIT PARTICULIER
D'ÉTHOLOGIE PARASITAIRE
CHEZ LES ISOPODES *CYMOTHOIDAE* :**
**LA RELATION DE TAILLE ENTRE PARASITES
ET POISSONS. NOTE PRÉLIMINAIRE**

par Jean-Paul TRILLES

MONTALENTI d'une part (1941, 1948), à propos de l'espèce *Emetha audouinii* (Milne Edwards) et J. J. LEGRAND (1952) d'autre part, en ce qui concerne les Anilocres, parasites de poissons *Labridae*, indiquent qu'il paraît exister une relation de taille entre ces parasites et les poissons hôtes. Dans son travail de 1948, et à propos de l'espèce *Emetha audouinii* (Milne Edwards), MONTALENTI indique un coefficient de corrélation ($r = 0,75 \pm 0,28$), calculé à partir de 78 individus au stade femelle. J. J. LEGRAND, à propos des Anilocres parasites de poissons *Labridae* à Roscoff, indique seulement une série de résultats obtenus sur 56 poissons parasités, appartenant aux trois espèces : *Cottus bubalis*, *Crenilabrus melops* et *Labrus bergylla*. A partir de ces observations, il conclut à une corrélation satisfaisante entre la taille des poissons et celle des parasites.

J'ai été amené à reprendre cette étude sur d'autres espèces de *Cymothoïdae*. En effet ces parasites présentent une variabilité très grande et il n'était pas possible d'étendre à tous les membres de cette famille les résultats obtenus sur deux espèces, sans effectuer une étude plus vaste. J'ai étudié la relation de taille entre parasites et poissons sur les six espèces suivantes (appartenant à cinq genres différents) : *Emetha audouinii* (Milne Edwards), *Meinertia parallela* (Otto), *Meinertia oestroides* (Risso), *Mothocya epimerica* Costa, *Anilocra physodes* (L.) et *Nerocila orbigny* (Schioedte et Meinert).

J'indique, ici, brièvement quelques-uns des résultats obtenus : *Emetha audouinii* (Milne Edwards).

Les calculs ont été effectués sur des lots de : n : 314 individus au stade femelle; n' : 120 individus au stade mâle. Les coefficients de corrélation correspondants sont les suivants :

$$r = 0,808 \pm 0,38 \text{ pour les femelles;}$$

$$r' = 0,648 \pm 0,106 \text{ pour les mâles.}$$

Meinertia parallela (Otto) et *Meinertia oestroides* (Risso)

En ce qui concerne la première espèce, c'est-à-dire *Meinertia parallela* (Otto), les deux lots comprenaient respectivement :

$$n : 137 \text{ individus au stade femelle;}$$

$$n' : 93 \text{ individus au stade mâle.}$$

A partir de ces deux lots le calcul des coefficients de corrélation a donné les résultats suivants .

$$r = 0,769 \pm 0,070 \text{ pour les femelles;}$$

$$r' = 0,425 \pm 0,170 \text{ pour les mâles.}$$

Deux lots de parasites comprenant respectivement :

$$n : 103 \text{ individus au stade femelle;}$$

$$n' : 75 \text{ individus au stade mâle,}$$

m'ont permis d'obtenir, en ce qui concerne l'espèce *Meinertia oestroides* (Risso), les deux coefficients de corrélation :

$$r = 0,703 \pm 0,100 \text{ pour les femelles;}$$

$$r' = 0,416 \pm 0,192 \text{ pour les mâles.}$$

Mothocya epimerica Costa

De ce parasite, les deux lots examinés comprenaient :

$$n : 208 \text{ individus au stade femelle;}$$

$$n' : 155 \text{ individus au stade mâle.}$$

Les deux coefficients de corrélation évalués ont pour valeurs respectives :

$$r = 0,757 \pm 0,058 \text{ pour les femelles;}$$

$$r' = 0,186 \pm 0,154 \text{ pour les mâles.}$$

Anilocra physodes (L.)

Les résultats correspondent, dans ce cas, à deux lots de parasites recueillis sur des poissons pêchés à Sète (Hérault). Ils comprenaient respectivement :

n : 163 individus au stade femelle;

n' : 68 individus au stade mâle.

Le calcul des coefficients de corrélation a donné les résultats suivants :

$r = 0,767 \pm 0,064$ pour les femelles;

$r' = 0,365 \pm 0,210$ pour les mâles.

Nerocila orbigny (Schioedte et Meinert)

Pour ce parasite, je n'ai pu mettre en évidence aucune corrélation de taille entre parasites et poissons et ceci malgré l'examen de lots très importants (780 individus au stade femelle, 338 individus au stade mâle).

CONCLUSIONS

Parmi les espèces de Cymothoïdiens qui ont été étudiées jusqu'ici, deux cas peuvent se présenter : ou bien il existe une corrélation entre la taille des poissons et celle des parasites, ou bien il n'en existe aucune. Le premier cas correspond aux espèces : *Emetha audouinii*, *Meinertia parallela*, *Meinertia oestroides*, *Mothocya epimerica* et *Anilocra physodes*. Le second à l'espèce *Nerocila orbigny*.

Dans cette étude, j'ai distingué, d'une part les individus au stade mâle, d'autre part ceux au stade femelle. Ceci m'a conduit à mettre en évidence (dans le cas où il existe une relation de taille entre parasites et poissons) l'existence d'une relation nettement plus étroite en ce qui concerne les individus au stade femelle. Pour ces derniers les coefficients sont très voisins et sont élevés, sauf pour l'espèce *Nerocila orbigny*. Au contraire, en ce qui concerne les mâles, j'ai pu mettre en évidence une nette diminution de l'importance de cette corrélation quand on passe des trois espèces *Emetha audouinii*, *Meinertia parallela* et *Meinertia oestroides*, aux deux parasites, *Mothocya epimerica* et en dernier lieu à *Nerocila orbigny*. Un cas intermédiaire, entre les deux groupes précédents, est présenté par l'espèce *Anilocra physodes*.

On ne peut expliquer ces résultats qu'en admettant un parallélisme dans les croissances respectives des parasites et des poissons hôtes. Il convient alors de supposer, que les fixations ne peuvent se réaliser que pour certaines tailles données de poissons et que dans les cas de fixation, celles-ci sont relativement stables. Il est évident que cette stabilité est en rapport étroit avec les possibilités nata-toires des parasites. Ceux qui sont très mobiles ne devraient présenter qu'une corrélation très faible sinon nulle, les possibilités de changement d'hôte étant alors très grandes.

En ce qui concerne le pouvoir de fixation de ces parasites, deux cas peuvent se présenter (1) : le premier correspond à l'existence d'une taille maximale des poissons hôtes, au-delà de laquelle les fixations deviennent, sinon impossibles, du moins très rares. Cette limite est variable suivant les espèces. Dans le cas particulier des parasites étudiés dans ce travail, ceci correspond aux espèces : *Emetha audouinii*, *Meinertia parallela*, *Meinertia oestroides*, *Mothocya epimerica* et *Anilocra physodes*. Le deuxième cas concerne, au contraire, les espèces chez lesquelles je n'ai pu mettre en évidence aucune taille limite de fixation. Ceci est le cas de *Nerocila orbigny*. Il existe, par conséquent, une correspondance parfaite entre le pouvoir de fixation des parasites étudiés et les résultats obtenus en ce qui concerne la relation de taille entre parasites et poissons.

Les corrélations trouvées s'expliquent également en fonction de la stabilité des parasites et par là même sont liées à leurs possibilités de nage. Dans ce cas également plusieurs éventualités sont présentes; la première correspond aux parasites qui conservent longtemps leur faculté de nage et en particulier jusqu'au stade de femelle ovigère, non compris. C'est le cas de *Nerocila orbigny*. D'autres espèces perdent rapidement leur faculté de nage : ceci correspond d'abord aux espèces, *Mothocya epimerica* et *Anilocra physodes*, qui conservent leurs possibilités nata-toires jusqu'au stade de mâle adulte et aux espèces *Emetha audouinii*, *Meinertia parallela* et *Meinertia oestroides* qui perdent leur pouvoir de nage dès le stade mâle jeune.

Si on compare ces observations à celles effectuées en étudiant la relation de taille entre parasites et poissons, on s'aperçoit qu'il existe une nette relation entre elles.

Ces variations constatées en ce qui concerne les facultés de nage de ces parasites expliquent d'abord les résultats acquis chez les mâles (coefficient de corrélation relativement faible entre la taille du parasite et celle de l'hôte). C'est aux parasites qui, au stade mâle, perdent rapidement leur faculté de nage (c'est-à-dire ceux appar-

(1) Les résultats qui suivent et qui concernent le pouvoir de fixation de ces parasites, ont été obtenus par une étude particulière, qui sera publiée ultérieurement.

tenant aux genres *Emetha* et *Meinertia*) que correspondent des corrélations assez nettes. Celles-ci sont plus faibles dans le cas de *Mothocya epimerica* et *Anilocra physodes*, qui conservent leurs possibilités nataoires jusqu'au stade de mâle adulte. Dans le cas de *Nerocila orbignyi*, la corrélation nulle trouvée en ce qui concerne les animaux au stade mâle, s'explique aisément si l'on considère que ceux-ci conservent leurs facultés de nage jusqu'au stade de prépuberté femelle.

Elles expliquent également, les corrélations presque identiques, trouvées dans le cas des individus au stade femelle des espèces *Emetha audouinii*, *Meinertia parallela*, *Meinertia oestroides*, *Mothocya epimerica* et *Anilocra physodes*. A ce stade toutes ces espèces ont perdu leurs facultés de nage. Au contraire l'espèce *Nerocila orbignyi*, qui présente un coefficient de corrélation nul, conserve longtemps ses possibilités nataoires : jusqu'au stade de femelle ovigère, non compris, ces parasites sont encore capables, sinon de nager en pleine eau, du moins, de se déplacer sur le fond.

*Faculté des Sciences de Montpellier,
Laboratoire de Biologie animale - S.P.C.N.
et
Station biologique de Sète (Hérault)*

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- LEGRAND, J.-J., 1952. Contribution à l'étude expérimentale et statistique de la biologie d'*Anilocra physodes* L. *Arch. Zool. Exp. Gén.*, 89 (1) : 1-56.
- L'HÉRITIER, Ph., 1949. Les méthodes statistiques dans l'expérimentation biologique. *C.N.R.S. Paris*.
- MONTALENTI, G., 1941. Studi sull'ermafroditismo dei Cimotoidi. 1) *Emetha audouinii* (Milne Edwards) e *Anilocra physodes* (L.). *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 18 (3) : 337-394.
- MONTALENTI, G., 1948. Note sulla sistematica e la biologia di alcuni Cimotoidi del golfo di Napoli (Gen. *Emetha*, *Meinertia*, *Mothocya*, *Anilocra*, *Nerocila*). *Arch. Ocean. Limn. Venezia*, 5 (1-2) ; 25-81.

RÉGULATION OSMOTIQUE ET IONIQUE CHEZ LES CRUSTACÉS

par Etienne MAGNIN

La vie est née dans l'eau. Au cours de l'évolution, les êtres vivants vont se libérer peu à peu de ce milieu aquatique. Les animaux auront tendance à acquérir un milieu intérieur de plus en plus indépendant des fluctuations du milieu extérieur (PORTIER, 1938). Cette indépendance se manifestera d'abord par une certaine stabilité dans la composition physico-chimique des fluides de leur corps. L'acquisition d'un équilibre hydrominéral interne constant s'est réalisé de façons très diverses dans les différents phylums du règne animal (KROGH, 1939; PROSSER, 1952; BEADLE, 1957; NICOL, 1960; BAUCHAU, 1960) et chez les invertébrés en particulier (LAFON, 1954; ROBERTSON, 1957). Les Crustacés, étant donnée la variété de leur habitat — eau de mer, eau douce, eau sursalée, terre et parasites — présenteront des mécanismes très variés dans la régulation osmotique et ionique de leur milieu intérieur en face des variations du milieu extérieur (ROBERTSON, 1960). Avant d'examiner ces différentes adaptations, nous allons donner la signification de quelques termes fréquemment utilisés dans la suite de cet exposé.

DÉFINITIONS PRÉLIMINAIRES

On peut considérer les organismes vivants comme entourés d'une membrane qui sépare le milieu intérieur du milieu extérieur. Des mouvements d'eau obéissant aux lois de l'osmose vont s'effectuer entre les deux milieux à travers cette membrane. Si les fluides internes sont plus concentrés que le milieu externe (hypertoniques

ou hyperosmotiques par rapport au milieu), l'eau aura tendance à pénétrer dans l'organisme. Si les fluides internes sont moins concentrés que le milieu externe (hypotoniques ou hypoosmotiques par rapport au milieu), l'eau aura tendance à sortir de l'organisme. Si les fluides internes ont la même concentration que le milieu extérieur (isotoniques ou isoosmotiques par rapport au milieu), aucun mouvement d'eau ne se produit : les deux milieux sont en équilibre osmotique. La pression qu'il faudrait exercer pour s'opposer à ces mouvements d'eau est appelée pression osmotique. La pression osmotique d'une solution est rarement mesurée directement; on mesure en général l'abaissement du point de congélation ou l'abaissement de la tension de vapeur de cette solution; ces trois mesures sont d'ailleurs proportionnelles entre elles, leur valeur dépendant essentiellement du nombre de particules (ions ou molécules) dissoutes. Le tableau I donne l'ordre de grandeur de ces mesures pour l'eau de mer de salinité 36,5 p. 1 000 et pour le sérum humain.

Lorsque la concentration du milieu extérieur varie, le milieu intérieur peut se comporter de diverses façons :

1° Les fluides internes se mettent rapidement en équilibre osmotique avec le milieu externe. Ces animaux osmolabiles sont dits poecilosmotiques (poïkilosmotiques). Cette adaptation au milieu externe peut se réaliser de deux manières :

a) Ajustement osmotique au milieu sans régulation de volume: Ces organismes se comportent comme de simples osmomètres. Si leur milieu interne est hypotonique, l'eau sort de l'animal et son volume diminue. Si le milieu interne est hypertonique, l'eau pénètre et le volume de l'animal augmente.

b) Ajustement osmotique avec régulation de volume : Il y a d'abord transport d'eau par les simples lois de l'osmose jusqu'à l'obtention de l'isotonicité des deux milieux mais cette variation de volume est passagère car l'organisme éliminera ou absorbera rapidement de l'eau et des sels jusqu'à ce que le volume initial soit rétabli.

2° Les fluides internes gardent une concentration indépendante des fluctuations externes. Ces animaux osmostables sont dits homéosmotiques (homoiosmotiques). Il y a alors régulation osmotique. Le milieu interne peut être maintenu à une concentration supérieure à celle du milieu externe (régulation hyperosmotique) ou à une concentration inférieure (régulation hypoosmotique).

Il faudra d'autre part distinguer la régulation ionique de la régulation osmotique. En effet, il est rare que le milieu interne soit en équilibre à la fois ionique et osmotique avec le milieu externe; cela ne se rencontre que chez quelques animaux primitifs. Chez la plupart des animaux poecilosmotiques, il y a déjà une véritable

régulation ionique : la teneur en ions des deux milieux, externe et interne, est différente. La régulation osmotique semble donc secondaire par rapport à la régulation ionique.

Le milieu intérieur des animaux contient des protéines. Celles-ci ont une influence relativement faible sur la pression osmotique totale. Elles peuvent par contre avoir une très grosse influence sur la répartition des électrolytes dissous. Lorsque le milieu interne et le milieu externe sont en équilibre osmotique, la concentration des ions diffusibles (Cl et Na surtout) est plus grande dans le milieu interne : c'est le phénomène de DONNAN. Il faudra donc savoir si l'équilibre observé entre les fluides externes et internes est un simple équilibre passif de DONNAN ou s'il est dû à une régulation ionique permanente impliquant une dépense d'énergie. Ce problème sera résolu en comparant la teneur en ions du plasma avec la teneur en ions du même plasma dialysé contre l'eau de mer à travers une membrane de collodion.

I. CRUSTACÉS MARINS

A. POECILOS MOTIQUES

Le type de ces Crustacés sans régulation osmotique est l'araignée de mer *Maia*. Placée en eau de mer légèrement diluée, car elle ne supporte pas de trop grandes variations de salinité (sténohalin), elle augmente d'abord de poids, ce qui correspond évidemment à une entrée d'eau dans l'organisme. Après trois heures cependant, son poids diminue et revient à sa valeur initiale. Le milieu interne a la même concentration que le milieu externe (DUVAL, 1925). C'est donc un cas typique d'ajustement osmotique avec régulation de volume. On observera exactement le phénomène inverse lorsqu'on fera passer ce crabe de l'eau de mer diluée à l'eau de mer normale ou concentrée. La figure 1 donne la représentation de la variation du Δ intérieur en fonction du Δ extérieur.

Lorsque l'équilibre est réalisé, les glandes antennaires continuent à excréter une urine isotonique au sang dont le flux est égal à 3 % du poids du corps par jour (BIALASZEWICZ, 1932). Comme l'eau de mer ne peut pas pénétrer osmotiquement il faut donc admettre une absorption active d'eau à partir du milieu externe (WEBB, 1940). Les sels éliminés devront aussi être remplacés par absorption active dans la mesure où ils ne sont pas apportés par la nourriture.

A défaut de régulation osmotique, *Maia squinado* présente une véritable régulation ionique (ROBERTSON, 1939, 1949, 1953). La concentration du plasma en pourcentage de la concentration du plasma dialysé est 100 pour le Na, 125 pour le K, 122 pour le Ca, 81 pour le Mg, 102 pour le Cl et 66 pour le SO₄. Les ions Na et Cl sont donc en équilibre ou presque avec le milieu externe. Par contre, la teneur plasmatique en K et Ca est nettement supérieure et la teneur en Mg et SO₄ nettement inférieure à celle du milieu.

Deux mécanismes interviennent dans cette régulation ionique :

1° Excrétion sélective d'ions par les glandes antennaires. L'urine a la composition suivante, exprimée en % de la teneur en ions du plasma :

Na = 100; K = 98; Mg = 109; Cl = 101; SO₄ = 214.

L'urine élimine donc principalement des ions Mg et SO₄.

2° Absorption active de certains ions à travers les branchies, mais cette action sera plus efficace dans les Crustacés homéosmotiques (ROBERTSON, 1957).

Parmi les Crustacés poecilosmotiques, nous citerons les crabes *Portunus puber*, *P. depurator* et *Cancer antennarius*, la langouste *Palinurus vulgaris*.

B. HOMÉOSMOTIQUES

Les Crustacés marins poecilosmotiques sont tous sténohalins. Certains Crustacés marins homéosmotiques peuvent être sténohalins mais on y rencontre aussi tous les degrés d'euryhalinité : certains ne se trouvent qu'en mer mais supportent les eaux saumâtres des estuaires; quelques-uns remontent de la mer vers les eaux douces. On rencontre aussi parmi eux tous les degrés d'adaptation à la vie terrestre. Il n'est pas étonnant dès lors de trouver dans ce groupe tous les degrés de régulation osmotique. On peut cependant distinguer deux grandes lignées chez ces Crustacés marins homéosmotiques : 1) Ceux qui ne présentent pas de régulation en eau de mer normale et concentrée mais qui présentent une régulation hyperosmotique en eau de mer diluée. 2) Ceux qui présentent une régulation hypoosmotique en eau de mer normale et concentrée et une régulation hyperosmotique en eau de mer diluée.

1. *Crustacés dont le milieu intérieur est isotonique au milieu extérieur en eau de mer normale ou concentrée et hypertonique en eau de mer diluée.*

Ce type est représenté par *Carcinus maenas* dont les variations du Δ interne en fonction du Δ externe sont représentées graphique-

ment dans la figure 1. On le trouve aussi à des degrés divers chez d'autres Décapodes : *Homarus*, *Dromia*, *Cancer pagurus*, *Grapsus marmoratus*, *Heloccius cordiformis* (DAKIN et EDMONDS, 1931; EDMONDS, 1935); chez un Stomatopode *Squilla* (ROBERTSON, 1953) et chez un Isopode *Mesidotea* (BOGUCKI, 1932 d'après LOCKWOOD, 1962).

Les mécanismes de maintien de l'isotonicité du milieu interne en eau de mer normale et sursaturée sont sensiblement identiques à ceux décrits pour *Maia*. Il en est de même pour la régulation ionique. Cette régulation ionique est cependant plus grande car elle affecte tous les ions. Chez *Carcinus maenas*, en effet, la concentration du plasma en % de la concentration du plasma dialysé est 110 pour Na, 118 pour K, 108 pour Ca, 34 pour Mg, 104 pour Cl et 61 pour SO_4 (WEBB, 1940). Les mécanismes de régulation ionique sont les mêmes que chez *Maia* mais plus développés : excrétion différentielle des ions par les glandes antennaires (élimination de Mg et SO_4 et rétention de K : BURGER, 1957); absorption active des ions Na, K, Ca et Cl par les branchies (NAGEL, 1935; ROBERTSON, 1957); pénétration de Mg et de SO_4 par les branchies suivant le gradient de concentration (WEBB, 1940).

La régulation osmotique en eau de mer diluée a été particulièrement étudiée chez *Carcinus maenas* (DUVAL, 1925; SCHLIEPER, 1957; ROBERTSON, 1957). Un des facteurs qui favorise le maintien d'un milieu interne hypertonique en milieu saumâtre est tout d'abord la perméabilité très réduite des téguments à l'eau et aux sels. Les glandes antennaires ne jouent aucun rôle osmotique : l'urine émise est en effet isotonique par rapport au sang. On remarque seulement un accroissement du flux urinaire lorsque l'on fait passer l'animal de l'eau de mer à l'eau saumâtre. Il faut évidemment remplacer l'eau et les sels qui sont ainsi éliminés constamment par le flux urinaire. Une partie de l'eau et des sels proviendra de la nourriture. Cet apport est cependant insuffisant puisque les animaux à jeun maintiennent constante leur pression osmotique interne. D'autres mécanismes doivent donc intervenir : l'eau pénétrera dans le corps par osmose mais les sels ne pourront pénétrer que par une absorption active à partir du milieu externe dilué; cette absorption active se fait au niveau des branchies principalement.

La régulation ionique est très importante (WEBB, 1940). Le tableau II donne la teneur ionique en g/kg du plasma de *Carcinus maenas* en eau de mer normale et diluée au 2/3; il montre que la régulation porte sur chaque ion particulier, en eau saumâtre comme en eau de mer.

Les différences de composition ionique entre le sang et le milieu extérieur sont dues en partie à l'influence régulatrice des

organes excréteurs mais surtout aux mécanismes d'absorption active des branchies (SCHLIEPER, 1957).

2. *Crustacés dont le milieu intérieur est hypotonique au milieu extérieur en eau de mer normale et concentrée et hypertonique en eau de mer diluée.*

Nous avons pris comme type de cette régulation osmotique le crabe américain *Uca crenulata* (JONES, 1941) dont les variations du milieu intérieur en fonction du Δ extérieur ont été représentées sur la figure 1. On retrouve le même mode de régulation chez d'autres crabes américains *Pachygrapsus crassipes* (GROSS, 1955) ou australiens *Leptograpsus variegatus*, et *Heloecius cordiformis* (DAKIN et EDMONDS, 1931; EDMONDS, 1935), chez les Macroures palaeomonides *Palaemonetes varians*, *Leander serratus* et *Leander squilla* (PANNIKAR, 1941; PARRY, 1954, 1955), chez l'Anomoure *Birgus latro* (GROSS, 1957) et chez quelques Amphipodes. Nous terminerons par l'étude du crabe *Eriocheir sinensis* qui s'adapte naturellement à l'eau douce.

Ces différents groupes de Crustacés présentent une plus grande capacité d'adaptation aux eaux saumâtres, douces et même à l'habitat terrestre. Leur régulation interne est plus complète puisqu'elle se fait aussi bien dans l'eau de mer normale et sursalée que dans l'eau de mer diluée.

Le phénomène nouveau chez ces Crustacés est le maintien de l'hypotonicité interne dans l'eau de mer normale et concentrée. ROBERTSON (1960) reconnaît que l'on ne sait encore rien des mécanismes de cette régulation. Deux hypothèses sont possibles :

— absorption active de l'eau contre le gradient de concentration;

— régulation semblable à celle des poissons Téléostéens qui boivent de l'eau de mer et excrètent les sels en excès par les branchies. La première hypothèse semble réalisée chez *Pachygrapsus crassipes* (GROSS, 1955), la seconde chez *Palaemonetes varians* et *Leander serratus* (PANNIKAR, 1941).

Là encore les glandes antennaires ne jouent aucun rôle, l'urine excrétée étant isotonique au sang (PANNIKAR, 1941). PARRY (1955) a étudié le flux urinaire chez *Palaemonetes varians* et a comparé ses observations avec celles effectuées sur d'autres Crustacés. Le flux urinaire est minimum quand le sang et l'eau externe sont isotoniques; il augmente dans l'eau de mer hypo- ou hypertonique. Dans l'eau de mer à 5 %, le flux (exprimé en % du poids du corps par heure) est, chez *Palaemonetes*, 5 à 10 fois plus élevé que chez l'écrevisse et l'*Eriocheir* d'eau douce. Ceci suggère qu'une adaptation complète à l'eau douce implique soit des mécanismes actifs,

soit un changement de perméabilité qui réduirait le flux osmotique d'eau.

Plusieurs espèces de ce groupe de Crustacés sont adaptés plus ou moins à la vie terrestre, les crabes Grapsoïdes principalement. Il est très probable que leur mode de régulation osmotique est en liaison avec cette adaptation. PEARSE (1930-1931) avait déjà observé que l'abaissement du point de congélation était en rapport avec la vie plus ou moins terrestre d'une série de crabes : Δ varie de $-1,65^\circ$ chez les crabes qui vivent toujours sur la terre (*Geocarcinus*) à $-2,20^\circ$ chez ceux qui vivent continuellement dans l'eau de mer. Cette observation a ensuite été confirmée par JONES (1941) et GROSS (1955). Le fait enfin que l'Anomoure terrestre *Birgus latro* (le crabe des cocotiers) opère une régulation hypoosmotique dans l'eau de mer concentrée semble confirmer (GROSS, 1957) l'hypothèse que la régulation hypotonique en eau de mer est bien une préadaptation à la vie terrestre. Cette opinion a été critiquée par VERWEY (1957) qui se base sur le fait que les crevettes possèdent aussi une régulation hypoosmotique tout en n'étant pas terrestres.

Eriocheir sinensis se reproduit en eau de mer mais les jeunes remontent en eau douce et y restent jusqu'à leur maturité sexuelle.

Leur sang est hypotonique en mer et hypertonique en eau douce (SCHOLLES, 1933). La courbe représentant les variations du Δ interne en fonction du Δ externe est donc semblable à celle de *Uca* représentée dans la figure 1. La seule différence avec ces derniers est qu'ils supportent parfaitement l'eau douce.

Les mécanismes de régulation en eau de mer sont aussi semblables à ceux décrits plus haut : excrétion active des sels contre le gradient de concentration et possibilité de boire pour remplacer l'eau perdue par l'urine ou par osmose (CONKLIN et KROGH, 1939). La régulation de tous les ions est impliquée dans ce mécanisme (SCHOLLES, 1933).

En eau douce, la régulation osmotique et ionique du milieu interne des *Eriocheir* ressemble beaucoup à celle des espèces hyperosmotiques en eau de mer diluée. Le maintien d'une concentration interne élevée ($\Delta = -1,18^\circ \text{C}$) est dû à une active absorption des sels par les branchies (KOCH et EVANS, 1956). L'urine est isotonique au sang.

Les glandes antennaires ne jouent donc aucun rôle dans la régulation osmotique mais elles jouent par contre un rôle important dans la régulation ionique (SCHOLLES, 1933) : en eau douce par exemple, elles retiennent le Mg alors qu'elles éliminent activement cet ion en eau de mer.

II. CRUSTACÉS D'EAU DOUCE

Nous allons examiner deux types de Crustacés d'eau douce bien différents au point de vue osmorégulation : un crabe *Potamon* (= *Telphusa*) *edulis* et les écrevisses *Astacus* et *Cambarus*.

La *Telphuse* se rapproche beaucoup d'*Eriocheir* au point de vue osmorégulation (DUVAL, 1925) : son milieu interne est très concentré ($\Delta = -1,1^\circ$ à $-1,2^\circ$) et l'urine est isotonique au sang. Ce crabe d'eau douce s'adapte très bien à l'eau de mer normale et concentrée comme le montre la courbe représentant les variations du Δ du milieu interne en fonction du Δ du milieu externe (fig. 2). On ne connaît encore rien de la composition ionique du sang et de l'urine de ce crabe (BEADLE, 1957).

L'écrevisse présente une osmorégulation différente. Son milieu interne a une concentration plus faible ($\Delta = -0,81^\circ$ C). Son urine est nettement hypotonique au sang : $\Delta = -0,09^\circ$ C (SCHOLLES, 1933). Les glandes antennaires jouent donc un rôle important dans l'osmorégulation : elles se comportent un peu comme les reins des Téléostéens d'eau douce qui éliminent l'eau et retiennent les sels. Les mécanismes de formation de cette urine hypotonique chez les écrevisses sont encore l'objet de discussions (PETERS, 1935; PROSSER, 1952).

Lorsque la concentration du milieu augmente, le milieu interne des écrevisses tend vers l'isotonicité avec le milieu externe et ensuite vers une légère hypotonicité. L'urine s'enrichit en sels et le flux urinaire diminue et peut même devenir nul.

Deux autres mécanismes favorisent l'adaptation osmotique de l'écrevisse à l'eau douce : la faible perméabilité des téguments à l'eau et aux sels (WIKGREN, 1953) et la grande capacité d'absorption active de sels à partir de milieux très dilués. Il faut aussi noter que, comme chez tous les animaux d'eau douce, une grande partie des sels est apportée à l'organisme par la nourriture. Au point de vue composition ionique du sang, les teneurs en K, Ca, et Mg sont très semblables chez les écrevisses et les crabes *Eriocheir* et *Telphusa*. La pression osmotique plus élevée du sang des crabes provient d'une teneur plus forte en ions Na et Cl.

La crevette d'eau douce *Palaemonetes antennarius* semble se comporter comme l'écrevisse au point de vue osmotique. Le Δ urinaire égal à $-0,67^\circ$ est légèrement inférieur au Δ sanguin égal à $-0,75^\circ$ (PARRY, 1957). Les autres petits Crustacés d'eau douce

sont beaucoup moins connus étant donnée la difficulté de réaliser des analyses sur des quantités de sang et d'urine très faibles. Nous donnons simplement l'abaissement du point de congélation du sang d'un Cladocère *Daphnia magna* : — 0,27°; d'un Isopode *Asellus* sp. : — 0,50° (PARRY, 1933); d'un Amphipode *Gammarus pulex* : — 0,55° (BEADLE, 1957).

III. CRUSTACÉS VIVANT EN EAU SURSALÉE

C'est le cas du genre *Artemia* que l'on trouve dans le grand lac d'Utah dont la salinité est de 232 ‰ et dans les marais salants de diverses côtes européennes. Une étude complète de la régulation osmotique et ionique d'*Artemia salina* a été faite par CROGHAN (1958). Ce Branchiopode Anostracé a un milieu interne hypotonique par rapport à l'eau de mer normale et concentrée.

Pour remplacer l'eau éliminée par osmose, *Artemia* avale continuellement de l'eau du milieu externe. Les sels qui sont ainsi introduits dans l'organisme sont activement éliminés par les branchies. Ce mode de régulation osmotique est donc semblable à celui des Téléostéens marins.

La régulation ionique a pour principal effet de maintenir un taux très faible de magnésium dans le sang.

IV. CRUSTACÉS TERRESTRES

Nous avons déjà parlé plus haut de la relation qui existait entre l'adaptation terrestre des crabes Grapsoides et leur hypoosmotie en eau de mer. Nous avons remarqué en même temps que le crabe des cocotiers présentait la même régulation hypotonique en eau de mer.

On trouve aussi chez les Isopodes divers stades d'adaptation à la vie terrestre. *Lygia oceanica* vit sur les plages à la limite des hautes mers : son milieu interne présente une très forte concentration ($\Delta = -1,98^\circ$). D'autres sont franchement terrestres, *Oniscus*, *Armadillidium* et *Porcellio*; ils ont respectivement des points de congélation du sang égaux à — 1,04°, — 1,18° et — 1,30°. Le Δ élevé rapproche ces Isopodes des Insectes plus que des autres groupes terrestres comme les Vers de terre et les Mollusques Pul-

monés chez lesquels le point cryoscopique du sang dépasse rarement $0,5^{\circ}$ C (PROSSER, 1952; ROBERTSON, 1960).

V. CRUSTACÉS PARASITES

PANNIKAR et SPROSTON, d'après BEADLE (1957), ont étudié la régulation osmotique de deux Crustacés parasites. *Lernaocera branchialis* est un Copépode parasite des morues; tant qu'il est attaché à son hôte, son milieu interne dont la concentration est équivalente à 20-28/1000 de NaCl est hypotonique au milieu externe dont la concentration est équivalente à 35/1000 de NaCl; le sang de l'hôte a une concentration équivalente à 14/1000 de NaCl; *Bopyrus squillarum*, Isopode parasite de la crevette *Leander serratus*, a un milieu interne faiblement hypotonique à l'eau de mer : cela doit être rapproché de la faible hypotonicité du sang de la crevette. Ces deux parasites deviennent isotoniques au milieu marin quand ils sont séparés de leur hôte.

VI. PROBLÈMES DIVERS

Certains problèmes n'ont pas été abordés dans l'étude qui précède :

1° *L'influence de certains facteurs sur la composition du sang*: température (WICKREN 1953; VERWEY 1957), état de maturité, nourriture plus ou moins abondante, stades de mues. Ces facteurs ont une influence nette sur la régulation osmotique et ionique des Crustacés vivant en eau douce et en eau saumâtre particulièrement (ROBERTSON, 1960).

2° *La régulation osmotique et ionique au niveau cellulaire*. Ce problème a été résumé et longuement discuté par LOCKWOOD (1962). Le rôle des tissus dans cette régulation a été étudié par SCHLIEPER (1957) et SECK (1957). Nous rappellerons enfin simplement ici la notion introduite par PORA (1958) d'homéorapie ou pouvoir que possède un organisme de garder le même équilibre entre ions antagonistes, équilibre nécessaire à un bon fonctionnement protoplasmique.

3° *L'aspect énergétique de la régulation osmotique*. POTTS (1954) a déterminé les facteurs capables de réduire au minimum

le travail osmotique chez les animaux vivant en eau douce et en eau saumâtre. D'après lui, un animal qui passe de l'eau de mer à l'eau saumâtre économise de l'énergie en produisant une urine isotonique au sang et en absorbant activement les sels perdus; un animal d'eau douce par contre, économise de l'énergie en produisant une urine fortement hypotonique au sang. Si ces raisonnements sont justes, il faudrait conclure que l'écrevisse est mieux adaptée à l'eau douce que la *Telphuse* ou que l'*Eriocheir*. Cette opinion est en fait discutable et elle a été mise en doute par Lockwood (1962). Cette énergie dépensée par le travail osmotique est relativement faible par rapport à l'énergie métabolique totale : elle n'en représente que 0,5 à 2 %.

4° *Le contrôle hormonal de l'équilibre hydrominéral.* Le complexe endocrinien organe X - glande sinusaire des Crustacés Décapodes dirige le cycle de mue par trois hormones distinctes :

a) l'hormone inhibitrice de la mue qui règle la durée de l'intermue. L'ablation des pédoncules oculaires pendant l'intermue déclenche les processus de prémue : résorption du calcium de l'exosquelette et accumulation de calcium dans le sang ou dans d'autres organes comme les gastrolithes.

b) l'hormone accélératrice de la mue qui n'agit que pendant la période de prémue.

c) l'hormone régulatrice de l'équilibre de l'eau qui règle l'absorption de l'eau au moment de l'exuvation et règle par conséquent l'augmentation de taille à chaque mue. L'ablation des pédoncules oculaires provoque une plus grande augmentation de volume non pas par formation plus abondante de tissus mais par une absorption d'eau excessive. Cette absorption excessive d'eau se produit d'autre part à un rythme accéléré puisque les cycles de mue sont alors plus fréquents (a). Il y aura alors une trop grande dilution du milieu interne entraînant la mort du crustacé après cinq à sept mues.

RÉSUMÉ ET CONCLUSION

LA RÉGULATION OSMOTIQUE chez les Crustacés marins se ramène finalement à deux types :

- régulation hypoosmotique en eau de mer normale et concentrée;
- régulation hyperosmotique en eau de mer diluée.

Les Crustacés d'eau douce ont nécessairement une régulation hyperosmotique.

Les mécanismes régulateurs varient non seulement avec les modes de régulation mais aussi avec les espèces. On peut cependant les ramener à quelques type :

1° Régulation hypoosmotique

Artemia salina a un mécanisme régulateur très proche de celui des Poissons Téléostéens : ce Crustacé boit de l'eau de mer environnante et élimine l'excès de sels par les branchies.

Ce mécanisme n'a pu être mis en évidence de façon absolue chez les crabes et les crevettes hypoosmotiques. Il doit y avoir, dans ce cas, absorption active d'eau contre le gradient osmotique pour remplacer l'eau éliminée par diffusion ou par excrétion urinaire isotonique du sang. Nous avons vu aussi que l'hypotonicité du milieu interne pouvait être une préadaptation à la vie terrestre.

2° Régulation hyperosmotique

Le principal mécanisme mis en jeu et qui est probablement universel chez les animaux d'eau douce est l'absorption active de sels à l'encontre du gradient de salinité.

La glande antennaire excrète généralement une urine isotonique au sang et n'aide donc pas à l'osmorégulation. Chez les écrevisses, par contre, l'excrétion d'une urine hypotonique est un mécanisme très efficace de régulation. Ce dernier mécanisme présenterait, d'après certains auteurs, un gain d'énergie chez les animaux vivant en eau douce. Une autre économie d'énergie indiscutable est la faible perméabilité du corps à l'eau et aux sels. On a constaté que les Crustacés d'eau douce étaient les moins perméables; venaient ensuite les Crustacés vivant en eau saumâtre et enfin les Crustacés marins.

3° Dans le cas d'une *isotonicité* entre les milieux intérieurs et extérieurs, il n'y a pas un équilibre purement passif entre ces deux milieux. Il y a toujours absorption active de sels et d'eau à partir du milieu extérieur pour remplacer l'eau et les sels éliminés continuellement par l'urine.

LA RÉGULATION IONIQUE existe chez tous les Crustacés quoique à des degrés divers : elle est plus importante, par exemple, chez les crabes euryhalins que chez les crabes sténohalins. Les glandes antennaires jouent un rôle important dans cette régulation ionique : elles éliminent certains ions tels que Mg et SO_4 et elles en conservent d'autres comme le K.

Les branchies complètent ce rôle régulateur des glandes antennaires en absorbant ou en éliminant de façon active et sélective certains ions, particulièrement Na et Cl.

REMERCIEMENTS

La majeure partie de la documentation utilisée dans ce travail nous a été fournie par M^{lle} DE LEERSNYDER et M. HOESTLANDT de la Faculté libre des Sciences de Lille. Nous les en remercions .

*Laboratoire de Zoologie
de la Faculté Libre des Sciences de Lyon*

BIBLIOGRAPHIE

- BAUCHAU, A.G., 1960. — Le problème de l'eau et la vie terrestre. *Rev. Quest. Sci. Louvain*, 21 : 547-572.
- BEADLE, L.C., 1957. — Comparative physiology : osmotic and ionic regulation in aquatic animals. *Ann. Rev. Physiol.*, 19 : 329-358.
- BURGER, J.W., 1957. — The general form of excretion in the lobster, *Homarus*. *Biol. Bull.*, 113 (2) : 207-223.
- CARLISLE, D.B. et KNOWLES, F., 1959. — Endocrine control in crustaceans. *Cambridge Univ. Press*, 120 p.
- CARLISLE, D.B., 1955. — On the hormonal control of water balance in *Carcinus*. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 27 : 227-231.
- COLE, W.H., 1940. — The composition of fluids and sera of some marine animals and of the sea-water in which they live. *J. Gen. Physiol.*, 23 (5) : 575-584.
- CONKLIN, E. et KROGH, A., 1939. — A note on the osmotic behaviour of *Eriocheir* in concentrated and *Mytilus* in dilute sea-water. *Zeits. Vergl. Physiol.*, 26 : 239-241.
- CROGHAN, P.C., 1958. — The mechanism of osmotic regulation in *Artemia salina* L. : the physiology of the gut. *J. Exp. Biol.*, 35 (1) : 243-249.
- DAKIN, W.T. et EDMONDS, E., 1931. — The regulation of the salt content in the blood of aquatic animals and the problem of the permeability of the bounding membranes of aquatic invertebrates. *Australian J. Exp. Biol. Medic. Sci.*, 8 : 169-187.
- DUVAL, M., 1925. — Recherches physico-chimiques et physiologiques sur le milieu intérieur des animaux aquatiques. *Ann. Inst. Océan.*, 2 : 233-247.
- EDMONDS, E., 1935. — The relations between the internal fluid of marine invertebrates and the water of the environment with special reference to Australian Crustacea. *Proc. Lin. Soc. New South Wales*, 60 : 233-247.
- GROSS, W.J., 1955. — Aspects of osmotic regulation in Crabs showing the terrestrial habit. *Amer. Nat.*, 89 (847) : 205-222.
- GROSS, W.J., 1957. — An analysis of response to osmotic stress in selected decapod crustacea. *Biol. Bull.*, 112 : 43-62.

- HELLER, H. et SMITH, B., 1947. — The water-balance principle of crustacean eye stalk extracts. *Nature*, 159 (4040) : 544-545.
- HELLER, H. et SMITH, B., 1948. — The water-balance principle of crustacean eye-stalk extracts. *J. Exp. Biol.*, 25 (4) : 388-393.
- JONES, L.L., 1941. — Osmotic regulation in several crabs of the Pacific coast of North America. *J. Cell. Comp. Physiol.*, 18 : 79-92.
- KOCH, H.J. et EVANS, J., 1956. — On the absorption of sodium from dilute solutions by the crab *Eriocheir sinensis*. *Mededel. Vl. Acad. Wed. Kl. Wet.*, 18 (7) : 15 p.
- KOCH, H.J., EVANS, J. et SCHICKS, E., 1954. — The active absorption of ions by the isolated gills of the crab *Eriocheir sinensis*. *Medelingen Kon. Vl. Acad. Wet. Kl. Wet.*, 16 (5), Bruxelles, 1954, 16 p.
- KROGH, A., 1939. — Osmotic regulation in aquatic animals. Cambridge, 233 p.
- LAFON, M., 1954. — Quelques faits concernant l'équilibre hydrominéral et sa régulation chez les Invertébrés. *Colloq. Nation. C.N.R.S.*, 1953 : 39-53.
- LOCKWOOD, A.P.M., 1962. — The osmoregulation of Crustacea. *Biol. Rev. Cambridge*, 37 (2) : 257-305.
- NAGEL, H., 1935. — Die aufgabe der Exkretionsorgane und der Kiemen bei der Osmoregulation von *Carcinus moenas*. *Zt. f. Vergl. Physiol.*, 21 : 468-491.
- NICOL, J.A.C., 1960. — The biology of marine Animals. Pitman, Londres, 707 p.
- PANNIKAR, N.K., 1941. — Osmoregulation in some palaemonid prawns. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 25 : 317-359.
- PARRY, G., 1954. — Ionic regulation in the palaemonid prawn *Palaemon (Leander) serratus*. *J. Exp. Biol.*, 31 (4) : 601-613.
- PARRY, G., 1955. — Urine production by the antennary glands of *Palaemonetes varians*. *J. Exp. Biol.*, 32 : 408-422.
- PEARSE, A.S., 1930-1931. — Observations on the ecology of certain littoral and brackish-water animals at Tortugas. *Carnegie Instit. Washington, Year book*, 30 : 388-389.
- PETERS, H., 1935. — Ueber den Einfluss des salzgehaltes im aussenmedium auf den bau und die funktion der exkretionsorgane dekapoder Crustaceen (*Potamobius fluviatilis* und *Homorus vulgaris*). *Ztschr. Morph. Oekol. Tiere.*, 30 : 355-381.
- PORA, E.A., 1958. — Considérations sur l'équilibre ionique chez les animaux. *L'Homéopathie. J. Physiol.*, 50 (2) : 462-464.
- PORTIER, P., 1938. — Physiologie des animaux marins. Flammarion éd., 232 p.
- POTTS, W.T.W., 1954. — The energetics of osmotic regulation in brackish and fresh water animals. *J. Exp. Biol.*, 31 : 618-630.
- PROSSER, C.L., 1952. — Comparative animal physiology. Saunders, Londres, 888 p.
- ROBERTSON, J.D., 1939. — The inorganic composition of the body fluids of three marine Invertebrates. *J. Exp. Biol.*, 16 (4) : 387-397.
- ROBERTSON, J.D., 1949. — Ionic regulation in some marine Invertebrates. *J. Exp. Biol.*, 26 : 182-200.
- ROBERTSON, J.D., 1953. — Further studies on ionic regulation in marine Invertebrates. *J. Biol. Exp.*, 30 : 277-296.

- ROBERTSON, J.D., 1957. — Osmotic and ionic regulation in aquatic Invertebrates. *Recent Advances in Invertebrates Physiology, Symposium, Univ. Oregon Publ.* : 229-246.
- ROBERTSON, J.D., 1960. — Osmotic and ionic regulation. *Physiol. of Crustacean*, Ed. par WATTERMAN, Acad. Press. N. Y. : 317-339.
- SCHLIEPER, C., 1957. — Sur l'adaptation des Invertébrés marins à l'eau de mer diluée. Exposé fait au laboratoire Arago de l'Université de Paris, Banyuls-sur-Mer.
- SCHOLLES, W., 1933. — Ueber die Mineralregulation wasserlebender Evertibraten. *Z. Vergl. Physiol.*, 19 : 522-554.
- SCUDAMORE, H.K., 1947. — The influence of the sinus glands upon melting and associated changes in the cray-fish. *Physiol. Zool.*, 20 : 187-208.
- SECK, C., 1957. — Untersuchungen zur frage der Ionenregulation bei in Brackwasserlebenden Evertibraten. *Kieler Meeresforschungen*, 13 (2) : 220-243.
- VERWEY, J., 1957. — A plea for the study of temperature influence on osmotic regulation. *Année Biol.*, 3^e série, 33 (3-4) : 129-146.
- WEBB, D.A., 1940. — Ionic regulation in *Carcinus moenas*. *Proceed. Roy. Soc. London*, 129 (854) : 107-136.
- WICKGREN, Bo. J., 1953. — Osmotic regulation in some aquatic animals with special reference to the influence of temperature. *Acta Zool. Fennica*, 71 : 1-102.

TABLEAU I

| | Δ en d °C | P. Osmotique en atmosphères | Tension de vapeur en dynes/cm. |
|---------------------------------------|---------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Eau de mer, salinité 36,5 p. 1 000 | — 2 | 25 | 228 |
| Sérum humain | — 0,56 | 7 | 64 |

TABLEAU II

| | | Na | K | Ca | Mg | Cl | SO ₄ |
|----------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| Eau de mer | Milieu ext. | 10,68 | 0,386 | 0,408 | 1,287 | 19,23 | 2,68 |
| | Sang | 11,84 | 0,467 | 0,517 | 0,460 | 19,19 | 1,58 |
| Eau de mer diluée à 67% | Milieu ext. | 7,15 | 0,259 | 0,274 | 0,862 | 12,82 | 1,80 |
| | Sang | 9,62 | 0,369 | 0,366 | 0,270 | 16,11 | 0,835 |

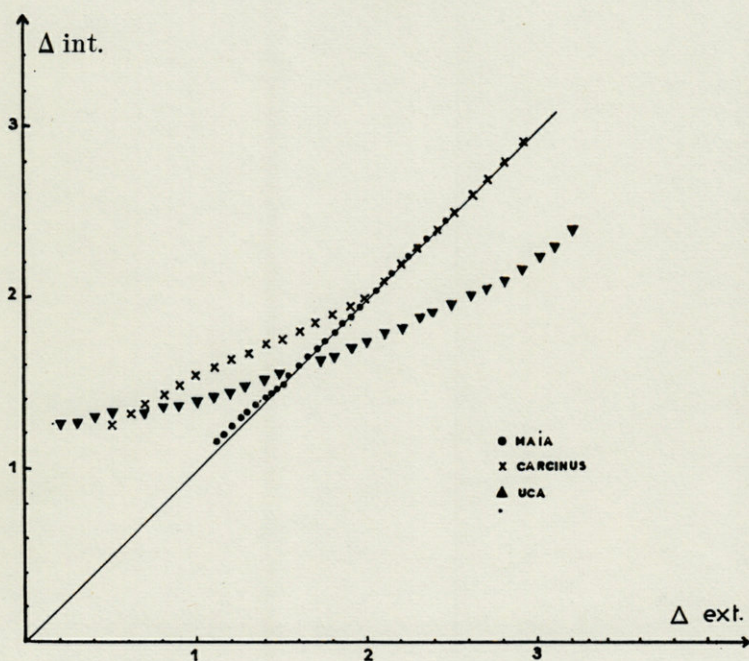


FIG. 1. — Variations du Δ du milieu intérieur en fonction du Δ du milieu extérieur chez trois Crustacés marins : *Maia* d'après DUVAL (1925), *Carcinus maenas* d'après DUVAL (1925) et *Uca crenulata* d'après JONES (1941).

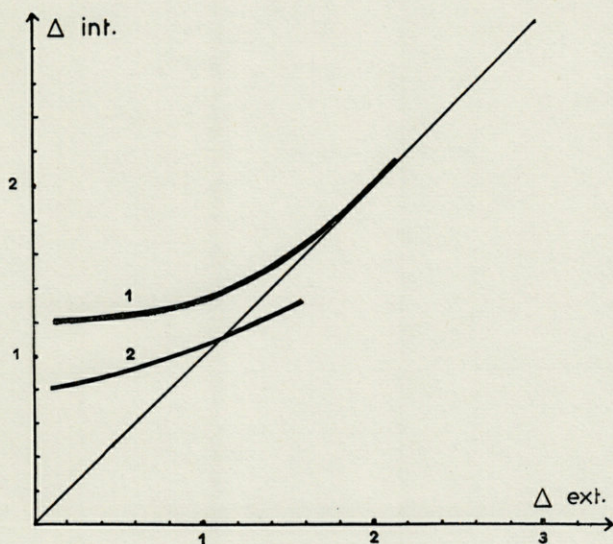


FIG. 2. — Variations du Δ du milieu intérieur en fonction du Δ du milieu extérieur chez deux Crustacés d'eau douce : (1) *Potamon* (= *Telphusa*) *edulis* (DUVAL, 1925) et (2) *Astacus astacus* (HERRMANN, 1931 d'après ROBERTSON, 1960).

RECHERCHES ÉCOLOGIQUES
SUR LE BRYOZOAIRE CTÉNOSTOME
VICTORELLA PAVIDA (Kent)

par C.C. CARRADA et C. F. SACCHI (1)

1) DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE
DE *VICTORELLA PAVIDA*

Victorella pavida est l'un des Bryozoaires les plus intéressants de notre faune saumâtre car il présente, par un cycle biologique riche et complexe, une adaptation parfaite à ces milieux variés et une haute tolérance aux fluctuations mésologiques qui les caractérisent.

L'aspect des colonies *in toto* est assez distinct pour en permettre l'identification sur place — bien que des confusions puissent surgir avec le cycle de formes du Vésicularidé *Bowerbankia gracilis* Leidy, qui partage souvent le même substrat dans des eaux moins dessalées, surtout lorsque ses colonies ne sont pas en conditions optimales. *Victorella pavida* a donc pu être signalée à plusieurs reprises le long des côtes de l'Europe et des pays méditerranéens.

En acceptant la définition de l'espèce dans le sens restrictif qui résulte de la revue de BRATTSTROEM (1954), la distribution européenne peut être schématisée par notre figure 1. La plupart des stations, telles qu'elles sont indiquées par cet auteur, sont localisées sur les côtes septentrionales :

— en Angleterre, les Docks de Londres constituent la localité typique (Saville KENT, 1870) où l'espèce a été maintes fois retrouvée.

(1) Ce travail qui, pour des raisons indépendantes de notre volonté, n'a pu être inclus dans son Volume jubilaire, représente l'hommage respectueux et cordial que nous adressons au Professeur Georges PETIT à l'occasion de ses cinquante années de recherche scientifique.

Elle est encore connue de quelques stations d'estuaire et de quelques canaux de la région londonienne et du Surrey.

— en Belgique, *Victorella pavida* est signalée des huîtrières, des bassins saumâtres et des canaux de Nieupoort (SW d'Ostende).

— en Hollande, de quelques ports et canaux, surtout dans la région d'Amsterdam; mais VORSTMAN (1954) en signale la disparition des docks de la ville, après la fermeture du Zuiderzee et la dessalure presque complète de l'Ijsselmeer qui l'a remplacé.

— le long du littoral de la mer Baltique, ses stations sont presque toutes méridionales : estuaires (Greisfwald); ports (Rostock; Hel dans la baie de Dantzig); canaux (Kiel); lagunes (Frisches Haff, près de Pillau); d'autres trouvailles intéressent toutefois le golfe de Finlande, très dessalé.

— en France, l'espèce est signalée des canaux de Bergues, Dunkerque et Caen.

A ces dernières stations, il faut maintenant ajouter deux nouvelles localisations de *V. pavida*, en Basse-Bretagne : le ruisseau

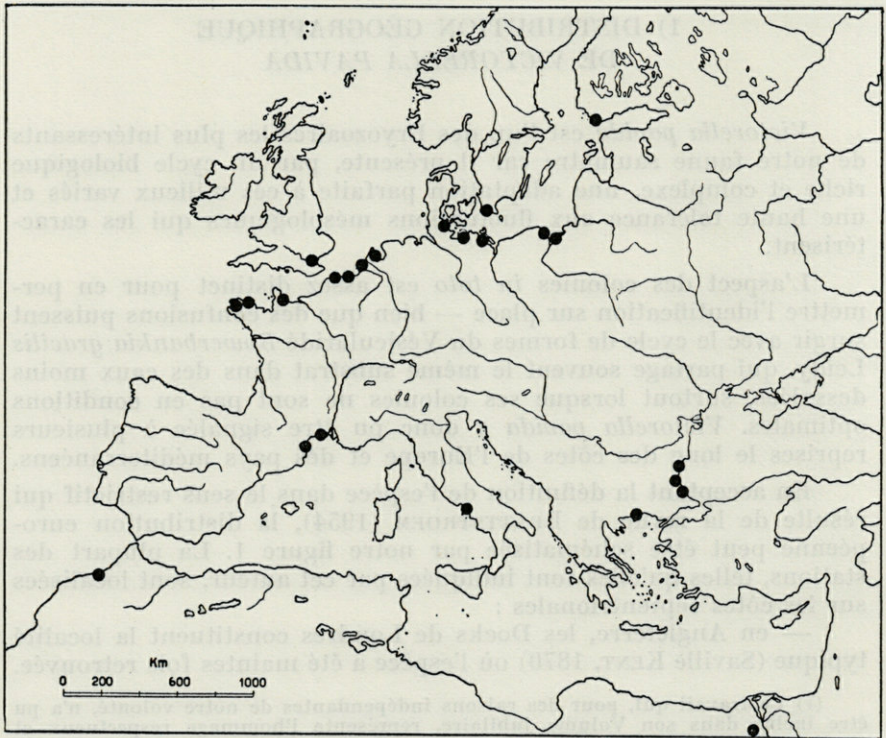


Fig. 1. — Distribution de *Victorella pavida* en Europe.

de l'Aber Roscoff derrière la digue, soumis à un régime d'estuaire; et le petit étang de la Pointe de Bindic, au fond de la rade de Brest (SACCHI, été 1962).

Pour la Mer Noire, BRATTSTROEM rappelle les recherches de VALKANOV (1936 et 1943) qui signale ce Bryozoaire de plusieurs stations des côtes de Bulgarie : estuaires (rivière de Varne; Kaméir); limans et estuaires du golfe de Burgas; petits étangs et milieux similaires de la côte sud, jusqu'à la frontière turque.

Les trouvailles méditerranéennes sont beaucoup moins nombreuses. VALKANOV releva la présence de l'espèce en Mer Egée, sur la côte grecque à l'Est de la Chalcide (étangs littoraux) et dans un milieu saumâtre de l'île de Thasos.

Le matériel de la lagune de Birket-el-Qarum, près de Fayum (Basse-Egypte) devrait également (BRAEM, 1951) être attribué à *V. pavid*a.

PRENANT et BOBIN (1956) ajoutent à cette liste la localité de Palavas-les-Flots, près de Montpellier, entre les étangs languedociens de Vic et de Maguio.

Nous pouvons encore signaler trois stations : l'étang du Canet en Roussillon, le plus méridional des étangs saumâtres français (septembre 1961); et deux étangs à l'Ouest de Naples. Ces deux derniers sont le Patria (fig. 2), dont le milieu a été précédemment décrit par SACCHI (1961), où l'espèce a subi une diminution très importante de son aire de dispersion après l'amélioration de la vivification marine dans cette lagune hypohaline (SACCHI, 1961*b*), et le Fusaro. Autour du Fusaro, qui est pratiquement isohalin, l'espèce n'habite que trois stations écartées de l'étang (fig. 3).

Enfin, il est probable que le matériel de Témara, une plage au Sud de Rabat (Maroc) déterminé par GANTÈS et BALAVOINE (1961) à un niveau purement générique, doit être attribué à l'espèce *V. pavid*a.

Cette distribution dispersée sur des latitudes remarquablement variées suggère immédiatement la probabilité que *V. pavid*a soit réellement fort eurytope, et que les lacunes encore grandes de sa distribution littorale soient destinées, en Europe du moins, à être largement comblées par une exploration plus poussée de la péninsule ibérique et des littoraux français, italiens et dalmates.

En dehors de l'Europe, *V. pavid*a a été contrôlée avec certitude sur la côte nord américaine du Maryland (Chesapeake Bay) et dans les estuaires et les canaux sudaméricains près de São Paulo et de Rio de Janeiro au Brésil, près de Montevideo en Uruguay. La fixation des colonies (BRATTSTROEM) sur la coque des bateaux, pendant leur mouillage dans des ports à basse salinité, joue un rôle dans cette distribution amphiatlantique.

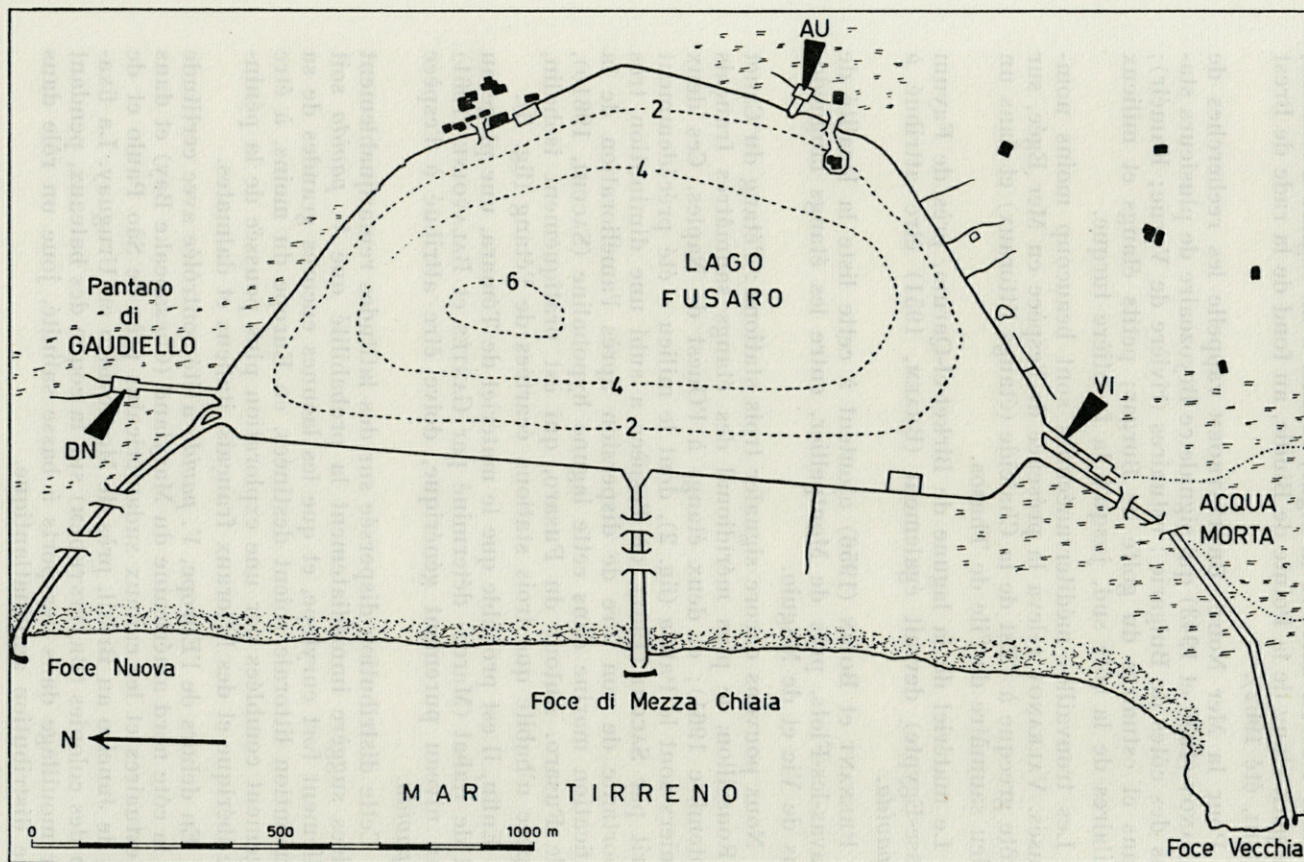


Fig. 3. — Carte schématique de l'étang du Fusaro (Naples) avec l'indication des trois stations où *V. pavida* vit toute l'année. En dehors de ces stations, des présences occasionnelles ont été reconnues à l'origine du grau septentrional.

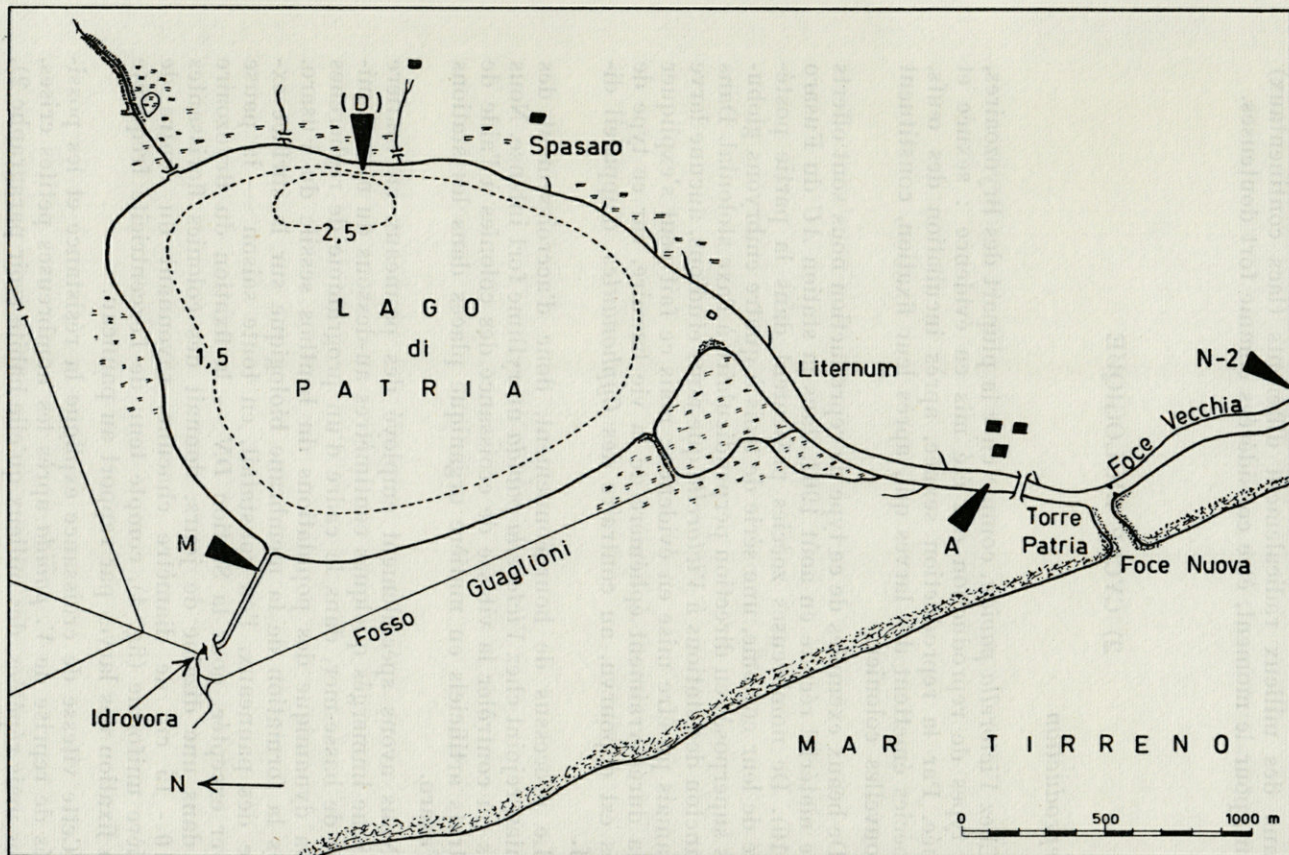


Fig. 2. — Carte schématique de l'étang de Patria (Naples) avec l'indication des stations où *V. pavidus* a été trouvée à partir de 1958. Seule la Station M a été suivie de façon permanente. En 1957 l'espèce était installée le long de tout le bord de l'étang.

Des découvertes en d'autres pays (Extrême-Orient, Australie) ou dans des milieux radicalement différents (lacs continentaux) doivent, pour le moment, être considérées comme fort douteuses.

2) CYCLE BIOLOGIQUE

a) *Reproduction*

Chez *Victorella pavida*, comme chez la plupart des Bryozoaires, deux types de reproduction ont été mis en évidence : sexuée et asexuée. Par la reproduction sexuée, après incubation des œufs, les zoécies émettent des larves qui, après leur fixation, constituent de nouvelles colonies.

De beaux exemples de ce type de reproduction nous sont offerts par le matériel récolté en août 1962, dans la station AU du Fusaro (fig. 10). De nombreuses zoécies présentent dans la partie postérieure de leur coelome, une série de trois à quatre embryons globulaires superposés en direction perpendiculaire à l'axe stolonial. Dans le plancton des stations à *Victorella* que nous étudions, aucune larve n'a jamais pu être mise en évidence : mais ce fait peut s'expliquer par la durée vraiment éphémère de la vie larvaire, car ce type de larves est dépourvu, au contraire des *Cyphonautes*, d'appareil digestif.

Le processus de bourgeonnement, donc d'accroissement des colonies, rejoint chez *Victorella pavida* un rythme fort intense. Nous avons pu contrôler la vitesse de croissance des colonies à l'aide de substrats artificiels en matière organique placés dans les stations du Fusaro.

Nous avons spécialement employé des panneaux en matière plastique immergés quelques centimètres au-dessous du niveau minimal de basse-mer, dans le cadre d'un programme de recherches sur la dynamique des populations du benthos sessile du Fusaro. Après la formation de la membrane biologique sur la surface exposée des panneaux, l'on constatait, en toute saison — la pause d'hiver exceptée, pour la Station DN — la fixation du Bryozoaire qui, dans une dizaine de jours, donnait des colonies florissantes de 10 - 15 cm de diamètre chacune, rayonnant du centre de manière uniforme (fig. 4), compte tenu de l'excentricité fréquente de la fixation des larves par rapport au panneau.

Cette vitesse de croissance explique la résistance et les possibilités de reprise de *V. pavida* après les nombreuses petites crises, brèves mais répétées, des milieux qu'elle habite (voir paragraphe 2),

l'espèce pouvant rapidement réagir, par de nouvelles activités de fixation des larves et de bourgeonnement, à des variations destructrices du milieu : ce qui assure la persistance dans les stations colonisées, même après des bouleversements profonds (dragages du fond, grattage des substrats, etc.).

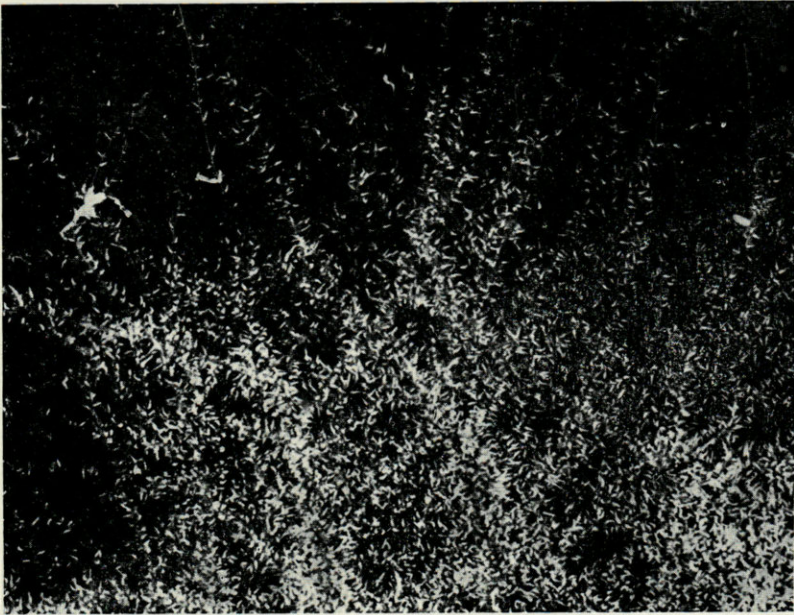


Fig. 4. — Jeune colonie de *V. pavidus* en pleine activité de bourgeonnement, sur substrat en matière plastique. Station *AU*, fin mars 1963.

Chez les colonies installées sur un substrat uniforme et lisse, comme les panneaux plastiques que nous venons de décrire, il est facile de suivre les variations de formes des zoécies suivant leur âge.

Des zoécies les plus vieilles, dont la tubulure péristomiale est typiquement allongée, étirée sur la bae zoéciale — celle-ci pouvant avoir tantôt la forme élargie considérée comme la plus typique, tantôt un aspect assez rétréci — l'on passe aux plus jeunes, dont l'aspect est tout à fait semblable à celles de l'« espèce » *V. mülleri*, à travers de nombreux intermédiaires.

b) *La question de la forme « mülleri »*

« *V. mülleri* » fut décrite la première fois en 1887 par KRAEPELIN, qui l'attribua au genre *Paludicella*, sans doute à cause d'une remarquable similitude extérieure avec *Paludicella articulata* (Ehrenberg).

Ses caractères distinctifs consisteraient dans une tubulure peristomiale plus brève que chez la forme « typique » *V. pavida*, plus courte que le renflement basal, et dans l'absence constante de zoécies de II^e ordre.

Les données que nous avons rassemblées paraissent soutenir l'hypothèse qu'il ne s'agit que des phases différentes d'une même espèce. Les caractères « *distinctifs* » de la tubulure peristomiale se retrouvent, en effet, chez les jeunes individus de *V. pavida*, comme il est possible de le confirmer facilement et sans aucun doute, chaque fois que l'on a l'occasion d'examiner de jeunes colonies de cette espèce. L'absence constante de zoécies de II^e ordre confirme précisément cette constatation. Les zoécies de II^e ordre n'apparaissent que chez des colonies fort bien développées : nous en avons par exemple trouvées au Patria (station A) au début de juillet 1963, ainsi qu'au Fusaro (station DN) en mai 1961, dans des colonies sur roseau qui montraient des zoécies d'une longueur absolument exceptionnelle pour l'espèce : jusqu'à 5 mm et même plus, contre les 2 - 3 mm signalés dans la littérature et effectivement rencontrés partout ailleurs dans nos recherches (SACCHI et CARRADA, 1962).

Enfin, ce même aspect « *mulleriforme* » est celui des zoécies se développant à partir des hibernacles, par développement sur ces derniers (voir avant) d'une tubulure péristomiale raccourcie et trapue, légèrement oblique sur la base.

La plupart des auteurs récents ayant traité ce problème sont d'accord pour reconnaître en « *V. mülleri* » un simple stade du développement de *V. pavida* (BRAEM, 1911; ULRICH, 1926; BORG, 1930) ou bien une *forme de croissance* (VANHOFFEN, 1917; VALKANOV, 1943). MARCUS (1940) établit la synonymie des deux espèces. Mais BRAEM (1951, *cit.*) modifia successivement son point de vue, et en réexaminant des topotypes, alla jusqu'à proposer l'inclusion de l'« espèce » *mülleri* dans le nouveau genre *Tanganella* : ce qui réveille les doutes de BRATTSTROEM.

Or, il n'est pas impossible qu'en dehors de la Méditerranée des formes à signification systématique diverse aient été comprises sous la même dénomination de *V. mülleri*. Il est également probable qu'un cycle saisonnier différent provoque, sur les côtes septentrionales, l'apparition de *mülleri* avec une constance et un faciès

inconnus dans nos milieux, à hiver plus courts et doux. Il est légitime de supposer qu'à des conditions mésologiques particulières (climats thermiques ou osmotiques hostiles; pollution excessive; mouvement des vagues assez fort, substrata offrant peu de protection; densités atteignant des valeurs exceptionnelles, etc.) *V. pavida* puisse répondre par des colonies où la forme *mülleri* persiste longtemps, bien séparées dans le temps comme dans l'espace, d'autres colonies où les zoécies *mülleri* ne sont qu'un phénomène transitoire, comme chez nous. Que cette différence de comportement soit le résultat d'un modelage phénotypique direct par le milieu, ou qu'elle soit atteinte par une véritable sélection au niveau génétique, elle rentre parfaitement dans le cadre adaptatif que nous attribuons à l'espèce eurytopique *V. pavida*, pour laquelle nous envisageons (voir avant) la structure d'une chaîne de races éco-physiologiques adaptées aux différents milieux où vit l'espèce.

Il n'en reste pas moins incontestable que, si l'on compare les zoécies de la marge distale d'une colonie de *V. pavida* en plein épanouissement, avec les zoécies des zones proximales, plus vieilles et complètes, sans tenir compte des termes intermédiaires, on peut avoir l'impression d'être en présence de deux espèces distinctes, voire même de deux petits genres différents. Et il en est de même pour les zoécies à peine issues des hibernacles par rapport aux zoécies de la colonie complète.

Pour nous, donc, ce que l'on a appelé « *Victorella mülleri* » n'est qu'un stade de développement des colonies de *V. pavida*.

La généralisation du phénomène hibernaculaire en dehors de l'hiver, que nous allons analyser, peut d'ailleurs rendre compte du fait que des formes *mülleri* « typiques », à partie basale de la zoécie revêtue d'une cuticule épaissie et brun-foncé, à aspect « vieux », puissent se rencontrer çà et là durant toute l'année.

c) *Les hibernacles*

Les hibernacles sont des zoécies transformées en forme et en structure, assumant un aspect nodulaire, qui ont été décrites (voir p. ex. PRENANT et BOBIN) comme des moyens d'hibernation des colonies, les zoécies complètes typiques se vidant et disparaissant en quelques jours dès le début de la saison froide.

Les hibernacles doivent être ainsi considérées comme le seul type d'hétérozoécies existant chez les Paludicellines; des formations analogues sont en effet connues chez *Paludicella articulata*. Chez *Victorella pavida*, ils se présentent comme des nodules irréguliers aux bords découpés, couverts par une cuticule dont la teinte est

généralement brun-foncé et clairsemés sur le substrat, où ils sont légèrement enfoncés.

Si toutefois le substrat est lisse, sans irrégularités et assez dur, il est possible d'observer aisément que chaque hibernacle est relié aux voisins par un prolongement stoloniforme très mince.

La régression de la zoécie normale en hibernacle, également assez facile à observer dans la nature au début de la saison critique, consiste dans la perte de la tubulure péristomiale, la zoécie se réduisant ainsi au renflement basal. A l'intérieur de l'enveloppe chitineuse épaissie se trouve un tissu constitué par des cellules riches en substances vitellines et aux noyaux relativement gros.

Le rétablissement de conditions environnantes favorables détermine la régénération, à partir de l'hibernacle, d'une zoécie typique; nous avons remarqué ailleurs l'analogie au moins extérieure entre la formation d'une zoécie normale de l'hibernacle et la formation des nouvelles zoécies par bourgeonnement normal des parties distales de la colonie : les deux processus se déroulent à travers des zoécies trapues et raccourcies qui correspondent fort bien à « *V. mülleri* ». Les zoécies complètes d'origine hibernaculaire gardent toutefois assez longuement leur teinte plus foncée, qui dérive de la présence de la vieille cuticule basale épaisse et salie par les détritrus accumulés du milieu environnant.

Les hibernacles ont donc été jusqu'ici considérés dans la littérature comme la réponse des colonies de *V. pavidà* à une aggravation du climat thermique, essentiellement due à la diminution de la température de l'eau au début de l'hiver. Cette vue est d'ailleurs la conséquence du fait que le cycle biologique naturel de ce Bryozoaire a été surtout étudié sur les côtes nord de l'Europe, où c'est l'hiver qui détermine la suspension la plus radicale, la plus brutale et la plus longue de la vie active, aussi bien dans des eaux intérieures que dans les eaux littorales maritimes. Sous cette perspective, les analogies écophysiologiques entre *Victorella pavidà* et *Paludicella articulata* sont assez étroites, malgré le fait que celle-ci habite des eaux douces, car les deux espèces colonisent des biotopes soumis à des influences continentales marquées. Les hibernacles peuvent ainsi être considérés comme le produit le plus voisin des statoblastes des Phylactolèmes, si, bien entendu, l'on ne tient compte que du rôle d'organes de résistance de ces derniers, sans s'arrêter sur leur fonction également fondamentale d'éléments de dissémination.

Nous avons remarqué au Patria la réduction à l'état d'hibernacle de toutes les colonies de *Victorella*, car cet étang rejoint en hiver des valeurs thermiques très basses dans toute sa masse d'eau extrêmement laminaire (2-3 °C sont des minima communs : mais

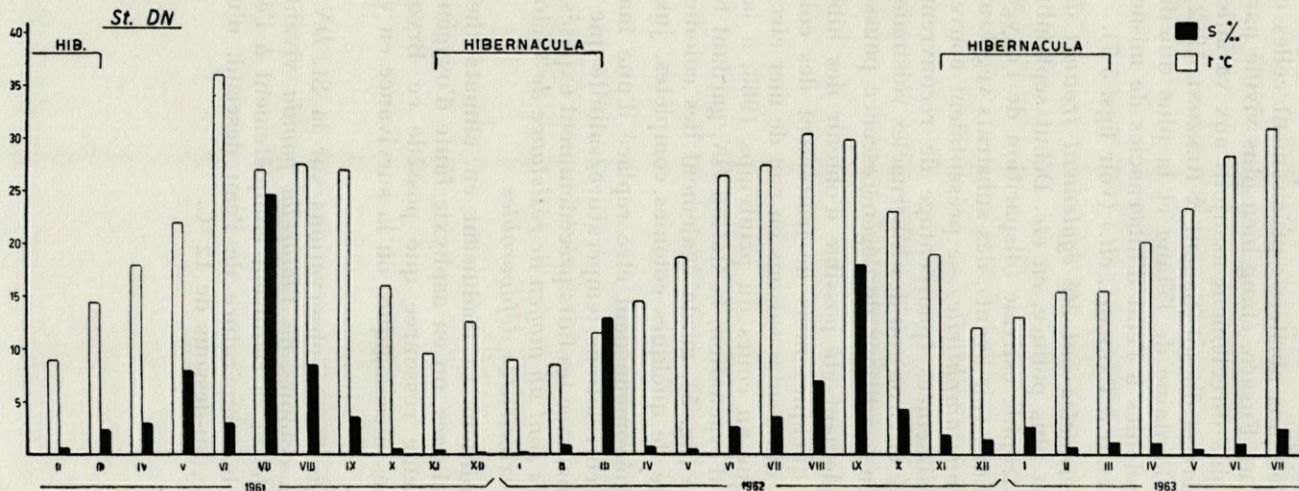


Fig. 5. — Halothermogramme mensuel de la station DN au Fusaro. Rectangles blancs = température en °C; rectangles noirs = salinité pour mille. *V. pavida*, de la moitié de novembre au début de mars n'est représentée dans cette station que par des hibernacles.

il peut y avoir des gelées superficielles, plusieurs jours de suite, dans les stations les plus abritées : précisément celles que préfère *Victorella*). Quant au Fusaro, étang bien plus vivifié par la mer, et par conséquent moins directement assujéti aux variations thermiques de l'atmosphère et du sol (SACCHI & RENZONI, 1962) la station DN seule, la plus lointaine de l'étang et la plus dulcifiée, montre la réduction des colonies à l'état d'hibernacles de mi-novembre au début de mars (SACCHI & CARRADA, *cit.*) (voir figs. 5-7).

Mais des hibernacles ont été également trouvés dans la station AU, qui est la plus polluée, en été. Début septembre 1962, au sommet de la dystrophie estivale (disparition de l'oxygène dissous en plein jour, à midi : voir avant), des substrats végétaux (roseaux) et animaux (*Balanus amphitrite*) se présentaient couverts par des colonies, assez clairsemées (pourcentage de recouvrement par le Bryozoaire = 50 % environ) où des hibernacles voisinaient avec des zoécies typiques en conditions de dégénérescence poussée (fig. 10).

Il nous a également été possible d'obtenir des hibernacles au laboratoire après quelques mois de traitement des colonies naturelles récoltées en différentes saisons en eau de mer circulante (voir point 5), tandis que au cours du printemps 1963, à la suite d'un dragage du canal d'évacuation, la station DN, gardant toujours des eaux fort dessalée (fig. 5), garda également des colonies riches en hibernacles, à côté de quelques colonies complètes, jusqu'en avril.

Ce dernier phénomène peut être replacé d'une manière satisfaisante dans les corrélations température/salinité que nous allons étudier; néanmoins, avec les faits précédemment exposés, il confirme que *les hibernacles sont un moyen de résistance de Victorella pavida à des conditions extérieures défavorables.*

Que ces conditions se traduisent en climats thermiques ou osmotiques non idoines, ou en asphyxie faute d'oxygène, les hibernacles sont la seule ressource que possède ce Bryozoaire pour endurer des phases mésologiques où la survivance en vie active lui serait impossible.

De l'ensemble de nos observations sur la St. DN du Fusaro, ainsi que sur les colonies de *Victorella pavida* vivant au Patria, il résulte que celles-ci se réduisent complètement à l'état hibernaculaire dès que la température de l'eau descend, d'une manière stable et continue, au-dessous de 12 °C.

3) CARACTÈRES ÉCOLOGIQUES

a) *Taxonomie et écologie de Victorella pavida*

Il est impossible de préciser la position évolutive de *V. pavida* sans que la question de l'origine phylétique des Paludicellines ne reçoive une réponse satisfaisante. Certains auteurs attribuent à cet ensemble de familles une origine marine : *Victorella* représenterait alors une étape avancée de l'adaptation à l'eau douce, et *Paludicella* le succès complet de cette conquête. Pour d'autres zoologistes, soit les *Paludicellidae* soit les *Victorellidae* seraient issues de lignées dulçaquicoles, et *Victorella* aurait presque reconquis la mer. Certes, *V. pavida*, par sa large dispersion dans les milieux saumâtres, peut habiter des eaux *presque* douces et des eaux *presque* marines : c'est un représentant du stock peu nombreux d'organismes benthiques vraiment liés à des milieux de transition. Mais sa position ambivalente n'apporte aucun argument sûr à sa phylogénèse.

D'ailleurs, les possibilités anabiotiques offertes par les hibernacles, la rapidité du bourgeonnement et de la reconstitution des colonies complètes, le développement formidable de ses peuplements, constituent un ensemble d'avantages fort importants, dans des milieux écartés des conditions tamponnées de la mer et des grandes nappes d'eau.

Malgré — ou à cause de — son euryocie et son eurytopie, la valence écologique de *V. pavida* est encore loin d'être concrétisée dans un ensemble précis de données. Nous essaierons de contribuer à préciser le sujet en analysant quelques-uns des caractères écologiques les plus voyants de cette espèce, et leurs variations dans la nature. Ces analyses tiennent compte des possibilités comparatives offertes par la bibliographie dans des milieux extraméditerranéens; mais elles se fondent surtout, dans le monde méditerranéen, sur nos connaissances assez complètes du métabolisme des deux étangs napolitains : le Patria, hypohalin, suivi pendant six ans; et le Fusaro, isohalin avec la mer, étudié pendant cinq ans.

b) *Température*

Les eaux saumâtres méditerranéennes où *Victorella pavida* vit, subissent souvent des excursions thermiques annuelles dont l'ampleur peut dépasser les 30 °C, atteignant même les 40 °C, dans des

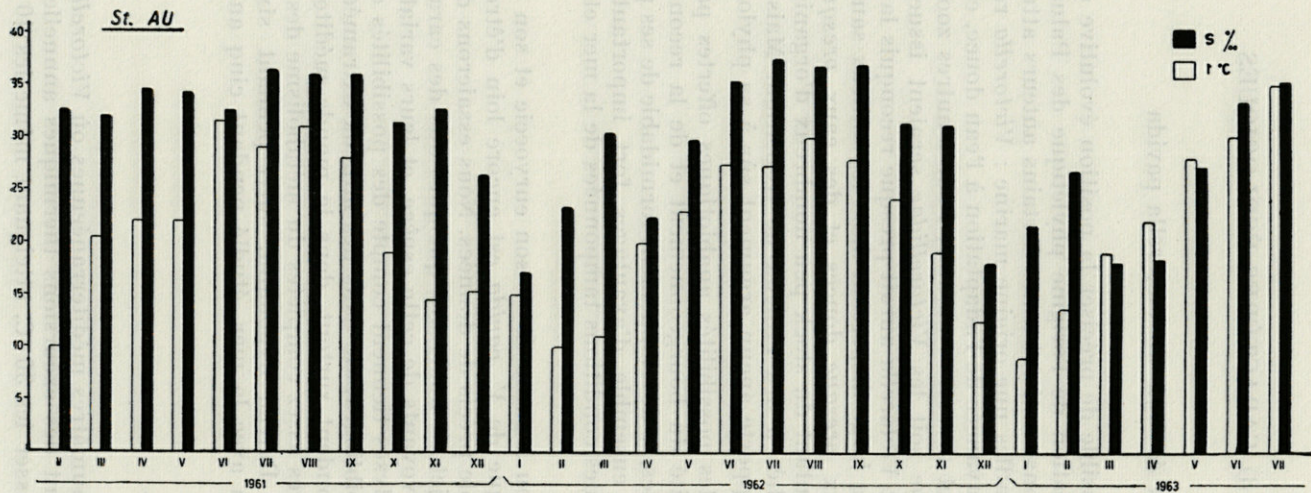


Fig. 6. — Halothermogramme mensuel de la station AU au Fusaro (voir fig. 5).

nappes particulièrement minces énormément surchauffées (surtout parmi les thalles des algues vertes : Cladophorales) au cours des heures les plus chaudes en été (36-38 °C) et gelées pendant les nuits d'hiver.

Il est vrai que ces extrêmes coïncident avec des conditions physiologiques particulières de l'espèce, qui développe une morphologie anabiotique d'estivation ou d'hibernation; il n'en est pas moins vrai que le plein été et le plein hiver correspondent également, dans nos milieux saumâtres, à des phases bien plus critiques qu'en mer. L'hiver est une saison à charge biologique des eaux fort réduite, et à réduction très poussée de la biomasse benthique, les basses températures devant donc être mises en relation avec des ressources alimentaires réduites.

L'été, la dystrophie des milieux saumâtres atteint ses valeurs maximales, et il est difficile de ne pas reconnaître dans les « hibernacles d'estivation » de *Victorella pavid*a, ainsi que dans la réduction en densité et volume d'autres éléments du zoobenthos colonial et du phytobenthos, les effets composés d'une température devenant léthale pour les fonctions normales des organismes, et de la pollution complète de l'eau, l'une et l'autre s'exprimant par une formidable réduction du taux de l'oxygène dissous, même en plein jour, que l'augmentation de la salinité aggrave encore, en plus de ses effets physiologiques directs.

En tout cas, nos recherches nous ont montré que *V. pavid*a peut avoir des colonies complètes en bonnes conditions fonctionnelles dans des intervalles de température compris entre 5 et 30 °C, pourvu que les autres facteurs du milieu n'évoluent pas dans un sens capable d'aggraver l'hypothermie des eaux : en particuliers, pourvu que la salinité n'atteigne pas des valeurs qui puissent aboutir à une dulcification presque complète de l'eau (stations AU et VI : figs. 6 et 7).

Quant aux variations nyctémérales, celles-ci peuvent approcher, en demi-saison surtout, 10 °C dans des milieux à eaux minces et encombrées de végétation. L'espèce paraît être bien adaptée à les endurer.

Quant aux eaux saumâtres à *Victorella* du littoral de la Manche et de la Mer du Nord, il résulte de la bibliographie ainsi que de nos recherches en Bretagne que les températures maximales estivales, quoique moins élevées qu'en Méditerranée, à cause de leur fidélité aux températures de l'air, qui sont toujours moins extrêmes, oscillent néanmoins entre 20 et 25 °C (14 heures solaires des jours ensoleillés). En hiver, la presque totalité de ces eaux gèlent, au moins dans les endroits où les mouvements de l'eau sont moins violents (stations typiques d'estuaire et d'étang saumâtre).

Nous avons vu que la définition même d'« hibernaculum » vient du fait que les auteurs nordiques ont précisément relié la formation de ces zoécies anabiotiques au froid. Une dystrophie estivale est pourtant connue (voir p. ex. SCHADDOUYN, 1923).

L'opposition entre les eaux samâtres de la Méditerranée, où la crise la plus grave de l'année est due à la chaleur, et les milieux analogues des littoraux nord-atlantiques, où la saison vraiment critique est au contraire l'hiver, avec son hypothermie, est, peut-être, un peu scolaire, même si l'on tient compte des variations de salinité qui soulignent, vis-à-vis du benthos fixé, les effets de la température.

Mais, pour *Victorella*, cette opposition ne manque pas de réalisme écologique.

c) Salinité

Les stations à *Victorella* étant de typiques milieux d'estuaire, ou de lagune littorale, la salinité y présente tout naturellement de fortes variations. Les limites de la littérature, indiquées par PRENANT & BOBIN entre 3 ‰ et 25 ‰, y sont largement dépassées.

Les halothermogrammes de nos figs. 5-7 montrent même que l'une des stations (Stat. DN) peut atteindre une dessalure presque totale : il est vrai que cela se passe pendant la phase de réduction des colonies à l'état hibernaculaire : mais cette constatation peut expliquer les indications d'« eau douce » qui se trouvent çà et là dans la bibliographie : il s'agit bien d'eau douce, mais aussi d'un état éphémère.

Il en est de même pour l'indication « eau de mer », du moins en ce qui concerne la Méditerranée : nos halothermogrammes montrent également que dans les stations les plus directement rattachées à une lagune presque toujours isohaline (Fusaro), il n'est pas rare d'enregistrer des salinités superficielles d'une valeur maritime (fig. 7).

Il en est de même en Atlantique. La station représentée par le petit estuaire de Roscoff, atteint en été, à marée haute, des valeurs peu différentes de l'Aber, c'est-à-dire du golfe bas et profond dont il est séparé par une digue (RULLIER, 1960), tandis qu'en hiver, il peut descendre jusqu'à 4 ‰. Mais il est vrai que *Victorella* se porte en Atlantique — mer moins salée que la Méditerranée et « plus saumâtre », dans ses milieux littoraux — comme tant d'autres espèces d'origine marine, qui en Méditerranée recherchent dans les lagunes côtières, non seulement des milieux plus abrités, plus

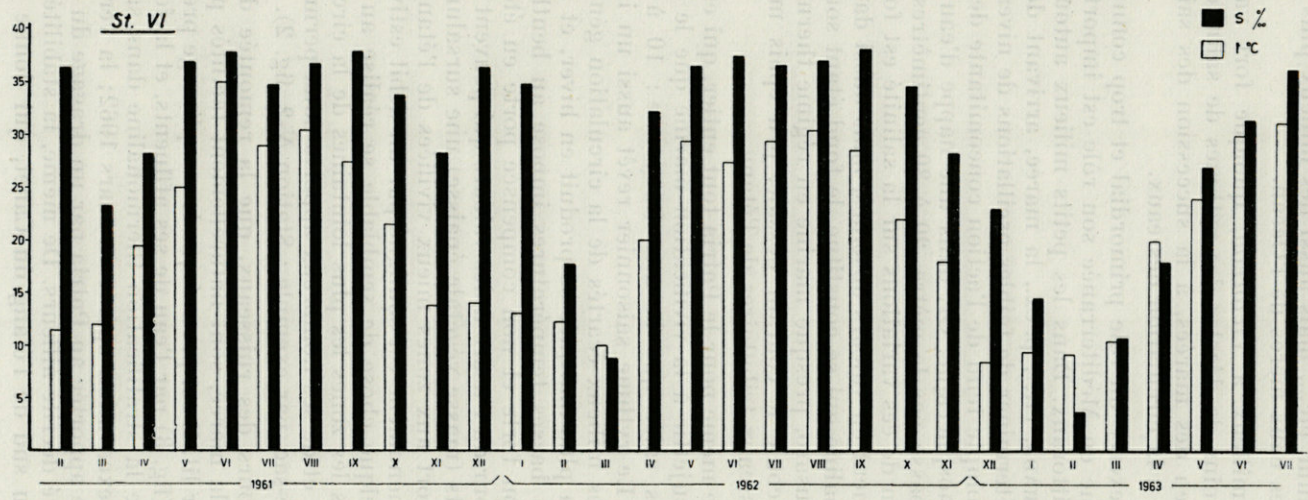


Fig. 7. — Halothermogramme mensuel de la station VI au Fusaro (voirfig. 5).

riches en pabulum, etc..., mais aussi des milieux plus proches, par leur salinité, des eaux-mères de l'Océan.

Tous les milieux à *Victorella*, quoique fort variables, permettent néanmoins de déceler des rythmes de salinité assez réguliers, dûs au jeu des marées, à la succession des saisons et à la liberté permise à la circulation des eaux.

La marée exerce un rôle primordial et trop connu en Atlantique; mais même en Méditerranée son rôle est important pour les micromilieus littoraux. Dans les petits milieux autour du Fusaro (SACCHI & CARRADA, *cit.*), p. ex., la marée, arrivant de la mer par l'étang, peut déterminer de faibles oscillations de niveau, de l'ordre de 20-30 cm, compte tenu de l'action concomitante des vents et de la pression atmosphérique. Or, dans une nappe d'eau dont la profondeur ne dépasse pas le mètre, 20 à 30 centimètres sont importants, et l'action de ces variations sur la salinité est fort remarquable, non seulement en valeurs absolues, mais aussi dans la stratification thermohaline qui se constitue, le fond étant souvent couvert par l'eau du Fusaro, presque marine en régime thermohalin, alors qu'en surface coule le courant dessalé, peu épais mais constant, venant des ruisseaux tributaires de l'étang.

Il en est de même pour le Patria tout entier, qui est une lagune bien moins assujettie à la vivification marine que le Fusaro, donc toujours moins salée que la mer (moyenne : 10 à 12 ‰, voir SACCHI, 1961). Le rythme saisonnier revêt aussi un intérêt fondamental dans ces milieux écartés de la circulation générale marine. La dessalure la plus marquée se produit en hiver, et sa correspondance avec les basses températures impose au benthos un arrêt. Une évaporation forte et non compensée porte en été les milieux saumâtres autour du Fusaro à des valeurs qui peuvent même atteindre par endroits (masse végétale épaisse) une sursalure, non seulement par rapport aux zones mieux vivifiées de l'étang, mais aussi à la mer. Ce phénomène est souligné par un débit estival réduit des ruisseaux; quelque chose de semblable se réalise au Patria, mais seulement dans les zones les plus lointaines de la circulation générale de l'étang, et de ses nombreux apports doux permanents (vieux grau, en cul-de-sac, par exemple : Station N-2, fig. 2).

Tant le cours des ruisseaux, que la remontée de ces mêmes ruisseaux par la marée, sont naturellement facilités par l'entretien régulier de leur lit. Il est prouvé que le remplissage presque complet du bassin DN (fig. 3) par l'eau de ses affluents, et la forte réduction conséquent de la stratification thermohaline dans sa masse, sont l'effet d'une réexcavation opérée en mars 1962; la véritable révolution écologique apportée au Patria par un dragage du grau en hiver 1957/1958 a été décrite ailleurs. De même, la stabilité de la station à *Victorella* au sud de l'étang du Canet, qui donne à cette petite

flaque une constance de salinité autour de 7-8 ‰, est due à l'isolement qui ne permet pas à l'eau du Canet de contre-balancer l'apport phréatique qui l'alimente, et l'expose à une inconstance mésologique due à l'action directe et immédiate des conditions climatiques saisonnières, car cet étang est pratiquement sans communication avec la mer.

L'ensemble des données de la bibliographie confirmant, à gros traits, nos recherches dans la nature, il est possible de préciser que les limites optimales pour des colonies complètes en vie active oscillent entre 3 et 35 ‰ de salinité totale. Des valeurs plus hautes et plus basses peuvent être supportées par des périodes fort brèves, et dans des conditions exceptionnelles. Cela ne signifie point que l'espèce toute entière soit adaptée à un intervalle d'une telle ampleur, car au contraire, comme nous allons le voir, elle est sûrement morcelée en « groupes physiologiques » adaptés à une partie limitée de cet intervalle et composant, dans leur ensemble, une mosaïque d'adaptations dont la somme donne la valence écologique totale de l'espèce.

Un autre fait mis en évidence surtout pour des Vertébrés, ainsi que pour des Invertébrés « supérieurs », tels que des Crustacés et des Mollusques, où les mécanismes de réglage de la pression osmotique ont des bases anatomiques bien connues, est l'influence directe (c'est-à-dire, plus immédiate que le reste des composantes mésologiques) de la température sur la tolérance à la salinité (SACCHI, 1962).

Pour des espèces saumâtres une basse température peut être tolérée par de hautes valeurs de salinité, tandis qu'une basse salinité est moins dangereuse si elle est accompagnée par de hautes températures. Le comportement de *Victorella pavida*, là où il est possible de démêler l'importance de ces deux facteurs dans l'ensemble des relations réciproques du milieu, paraît confirmer les conclusions valables pour les Crustacés du benthos mobile, pour les moules, les huîtres, etc... La station *DN* présente des hibernacles en hiver, quand la température et la salinité descendent normalement en surface à des valeurs minimales; la température remonte au printemps, sans être obligatoirement accompagnée par une augmentation de salinité (printemps 1962-63, après le dragage du ruisseau et du bassin) et amène la réapparition des colonies complètes.

De même la station *VI* a présenté, surtout au cours de l'interminable et rigoureux hiver 1962-63, des températures presque aussi basses que *DN*, mais la salinité n'y est jamais descendue à des niveaux de dessalure presque complète; *V. pavida* n'a jamais cessé d'y être présente avec des colonies complètes et recouvrant plus de 60 % du substrat. La vérification réciproque des interactions

hautes températures/hautes salinités, qui devraient être insupportables, ne peut malheureusement pas se faire avec précision dans nos étangs, car la forte réduction estivale générale du benthos fixé est en relation notoire, moins avec l'augmentation brute des valeurs thermohalines, qu'avec la formidable pollution, qui en est, d'ailleurs, l'effet indirect le plus voyant.

d) *Oxygène dissous*

Tous les milieux d'origine marine relativement fermés sont soumis à des oscillations rythmiques sensibles, tant saisonnières que nyctémérales, des facteurs environnants; les variations de la teneur d'oxygène sont parmi les plus évidentes, étant en corrélation directe avec l'activité photosynthétique du benthos et du plancton végétal.

Le Fusaro, même dans les eaux libres de la zone centrale, n'échappe point à cette règle (SACCHI & RENZONI, 1962) qui devient plus stricte dans les micromilieux à eau peu profonde, encombrée de végétaux, typiquement calmes (c'est-à-dire à brassage fort réduit), au bord de nos lagunes (MEROLA & SACCHI, 1961). Ce sont précisément ces derniers milieux, les milieux typiques à *Victorella*, qui nous intéressent d'une manière plus directe.

Nos recherches nous ont montré qu'au maximum de la dystrophie estivale (première moitié de septembre) même par jours clairs l'oxygène peut s'annuler en plein soleil. C'est le cas de septembre 1962, dans la station AU. Les Victorelles, toutefois, y montraient les marques d'une destruction massive des zoécies adultes, et d'une réduction rapide et subtotale à l'état d'hibernacle. De même, SCHADDOUYN (*cit.*) nous apprend avoir trouvé *Victorella* dans certains canaux belges en été, en conditions de souffrance par asphyxie, et d'avoir ramené ces colonies en bon état fonctionnel par séjour dans une eau fraîche et propre et par addition d'algues vertes non pourrissantes, comme dans les stations originaires, mais en pleine activité de photosynthèse.

Si la chute estivale de l'oxygène des eaux, qui a un caractère assez stable, nous l'avons dit, pendant la journée, et qui dure des mois, ou tout au moins plusieurs semaines, est mal supportée par l'espèce, il en est autrement pour les rythmes nyctéméraux réalisés en pleine saison végétative. Notre fig. 8, tirée d'un travail actuellement en cours sur les variations en oxygène des micromilieux naturels à *Victorella*, montre l'allure remarquablement extrême de la courbe de l'oxygène déterminé par la méthode de Winkler.

Les eaux libres réagissent, comme toujours, d'une manière moins immédiate que les petites lames enclavées dans la masse

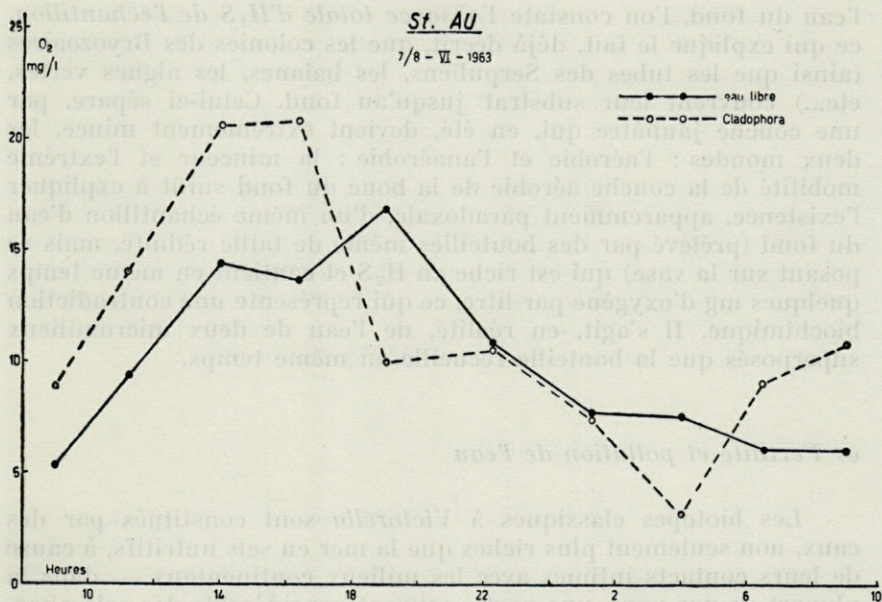


Fig. 8. — Rythmes nycthémeraux de l'oxygène dissous (valeurs brutes, en mg/l) enregistrés à la station AU du Fusaro le 7/8 juin 1963, en eau libre et au milieu des thalles de *Cladophora* sp. Juin est le mois qui précède la crise dystrophique estivale au Fusaro.

végétale richement ramifiée, aux variations de lumière, car la diffusion y est plus libre; mais ce sont les micromilieus à *Cladophora* qui nous intéressent davantage, car les mêmes substrats expérimentaux (branches immergées) qui offrent un ancrage aux algues sont couverts par les colonies du Bryozoaire. Il est facile de voir que l'espèce tolère ainsi des valeurs approchant 200-300 % de saturation (suivant la température et la salinité) et des tombées nocturnes à des valeurs fort basses. D'autres stations à *Victorella* (VI, p. ex.) analysées en même temps, nous ont offert des chutes nocturnes jusqu'à zéro, ainsi qu'il arrive, d'ailleurs, dans des stations analogues au Patria : la station du grau A, où les Victorelles se trouvent encore fort bien développées, est extrêmement proche, du point de vue mésologique, de cette station U, que nous avons suivie dans ses variations saisonnières et nycthémerales pendant plus de trois ans (MEROLA & SACCHI, *cit.*).

L'acide sulfhydrique est si abondant dans la boue noire du fond, dans toutes les eaux calmes périphériques où les colonies de *Victorella* se plaisent, qu'une légère agitation de la vase peut soulever une odeur intolérable à plusieurs mètres de distance.

Malgré cela, si l'on prélève d'une manière précise et délicate

l'eau du fond, l'on constate l'absence totale d' H_2S de l'échantillon, ce qui explique le fait, déjà décrit, que les colonies des Bryozoaires (ainsi que les tubes des Serpuliens, les balanes, les algues vertes, etc...) couvrent leur substrat jusqu'au fond. Celui-ci sépare, par une couche jaunâtre qui, en été, devient extrêmement mince, les deux mondes : l'aérobic et l'anaérobic : la minceur et l'extrême mobilité de la couche aérobic de la boue du fond suffit à expliquer l'existence, apparemment paradoxale, d'un même échantillon d'eau du fond (prélevé par des bouteilles même de taille réduite, mais se posant sur la vase) qui est riche en H_2S et contient en même temps quelques mg d'oxygène par litre, ce qui représente une contradiction biochimique. Il s'agit, en réalité, de l'eau de deux micromilieus superposés que la bouteille recueille en même temps.

e) Fertilité et pollution de l'eau

Les biotopes classiques à *Victorella* sont constitués par des eaux, non seulement plus riches que la mer en sels nutritifs, à cause de leurs contacts intimes avec les milieux continentaux — dans la plupart de nos pays, une partie souvent considérable des sels phosphatés et azotés que les cours d'eau transportent viennent directement des sels administrés aux cultures comme fertilisants — mais qui sont souvent les voies directes d'enrichissement de la mer littorale. C'est le cas des lagunes et des estuaires, et, à une échelle plus réduite, celui des stations périphériques du Fusaro, où vivent les Victorelles, et qui sont pratiquement les seules sources importantes de l'étang en sels nutritifs, car le Fusaro lui-même ne diffère que bien peu des eaux voisines de la Méditerranée. Celles-ci sont notoirement très pauvres en phosphates, alors que nos stations en sont riches, surtout la station VI. Cette richesse entraîne un développement extrêmement dense de flore, benthique et planctonique, et, par conséquent, de faune.

Toutefois, le même cycle métabolique étudié pour le Patria et le Fusaro (SACCHI, 1961; SACCHI & RENZONI, *cit.*) a dans ces micromilieus si réduits et peu vivifiés des conséquences frappantes.

Que la chute estivale en sels azotés oxydés ramène la quantité de ces derniers, en mer, à de simples traces, n'est pas surprenant, vue la très faible concentration des sels en tout temps. Que, au contraire, une eau contenant de janvier à mars environ 1,5 mg/l de phosphates n'en contienne pratiquement plus de juin à octobre, est un fait sûrement plus important du point de vue des peuplements animaux et végétaux. Nous savons que la disparition estivale des sels oxydés est la conséquence de l'installation d'un remarquable processus anaérobic dans les eaux saumâtres, lié au relève-

ment de la température, souvent au relèvement parallèle de la salinité; à la solubilité de l'oxygène, qui devient plus réduite; à la putréfaction accélérée de l'énorme biomasse accumulée au printemps; au développement d'ammoniaque et d'acide sulfhydrique.

Ces faits ne peuvent qu'être exaspérés dans des milieux périphériques, où la biomasse était encore plus riche, l'augmentation de la température et de la salinité plus marquée, le calme (retardant extrêmement la vivification marine lointaine et l'éloignement des catabolites) presque continu.

A ces faits doivent s'ajouter les égouts débouchant dans les ruisseaux, dont les apports, dilués en automne et en hiver par les eaux pluviales, peuvent maintenant arriver à l'étang presque purs.

Toutefois, un simple relèvement du niveau de l'étang (par clôture temporaire des graus; par vent favorable de la mer, etc.) où même l'eau douce coulant après un orage assez fort, suffisent à changer rapidement ces conditions de pollution avancée. Le changement n'est que temporaire, s'inscrivant tout simplement sur l'allure métabolique générale en été, qui demeure une saison profondément dystrophique; mais pour une espèce à développement rapide comme *Victorella pavid*a une amélioration de quelques jours peut signifier un sursis essentiel accordé à la survivance de l'espèce sur place pendant l'été.

f) Lumière

Bien des Bryozoaires littoraux se localisent surtout dans des niches abritées : ce qui pose le problème de la photophobie possible de ces espèces. Les réponses à ce problème diffèrent suivant les auteurs, le matériel et la latitude. *Conopeum seurati* (Canu), par exemple, une espèce extrêmement commune dans l'étang de Patria, commença son invasion par une fixation *au-dessous* des pierres (avril 1959; cf. SACCHI, 1961, *cit.*). D'après BORG, cette espèce, et des formes affines, manifestent ce même comportement dans la Baltique (BORG, 1947), où il croit pouvoir l'attribuer à la recherche, par les *Cyphonautes* prêts à la métamorphose, des endroits à la fois exposés aux vagues, et peu soumis aux variations thermiques de la surface. Cette interprétation peut valoir pour les *Conopeum* du Patria, avec la tendance à peupler avant tout des micromilieus où il existe moins de benthos fixé concurrent : et puisque les algues, étant nécessairement photophiles, se fixent sur les parties des objets les plus exposées à la lumière, c'est-à-dire les plus nettement orientées vers la surface, il peut en résulter une division assez nette, au début de l'installation du Bryozoaire, du substrat, qui amène, par comparaison, à considérer le Bryozoaire comme photophobe, alors

que celui-ci recherche surtout des zones inoccupées par des colonisateurs précédents.

Bientôt, toutefois, *Conopeum* montre une telle vigueur et une telle rapidité de développement, qu'il recouvre toutes les faces du substrat, y compris des balanes et des tubes de *Mercierella enigmatica*, allant jusqu'à tapisser les jeunes thalles des algues, surtout des *Enteromorpha* et des *Chaetomorpha*; les hautes eaux de l'automne amènent les larves à se fixer à ce niveau supérieur, éphémère, que l'étang n'atteint que pour quelques jours à quelques semaines, où *Conopeum* n'est accompagné que par *Enteromorpha intestinalis*, aussi eurytherme et aussi rapide à se développer que lui. Il n'est donc plus question, ici, de photophobie apparente : le Bryozoaire et la Chlorophycée s'installent côte à côte sur les pierres, en y formant des peuplements que le retour de l'étang à ses niveaux normaux va bientôt tuer, sans leur permettre d'atteindre un âge adulte.

Moins persistante, n'étant pas une espèce calcifiée, *Victorella pavida* montre néanmoins un comportement parallèle à celui de *Conopeum seurati*.

L'invasion du substrat débute par les zones les moins exposées : fentes, trous des objets, faces orientées vers les parois et le fond des canaux, si l'objet est tabulaire ou flottant. Ensuite, *Victorella* envahit complètement le substrat; si celui-ci est assez uniforme dans sa structure, le développement des colonies à partir des ancestrules conduit les zoécies à rayonner de l'ancestrule de manière substantiellement isotrope (fig. 4).

Si, enfin, le substrat est en forme cylindrique libre dans l'eau (un roseau, p. ex. : voir le paragraphe « Substrat ») les Victorelles y constituent tout autour des manchons uniformes, s'amincissant seulement vers la surface, où l'oscillation du niveau peut exercer une action sélective plus forte, et au niveau du fond, où (voir « Oxygène dissous ») l'agitation du fond vaseux peut localement ramener dans l'eau des produits de la vie anaérobie de la vase.

Bien que fort peu profondes, les eaux à *Victorella* ne sauraient être uniformes, ni en valeur absolue, ni en valeur relative, vis-à-vis de la lumière. Il y a des moments où la pollution est telle, ou bien la charge des eaux en boue transportée par les pluies si abondante, que la visibilité ne dépasse point cinq centimètres à partir de la surface, même à midi, en plein soleil. Quelques jours après, la fin des pluies, des marées de vive-eau, la suspension temporaire des apports polluants, peuvent rétablir la visibilité complète du fond, jusqu'à un mètre et demi. C'est ce qui arrive dans notre station VI au Fusaro, que nous avons déjà analysée au sujet, justement, de la pollution. A côté, toutefois, de ces variations brusques, des variations saisonnières analogues à celles que nous avons étudiées pour le Fusaro lui-même (SACCHI & RENZONI, *cit.*) peuvent être reconnues

dans ces milieux périphériques : le maximum de limpidité au cours des apports d'alluvions d'octobre-novembre et, d'une manière bien plus constante, de mars (à cause du plancton) à septembre (par le tripton estival).

Le développement uniforme des colonies de *Victorella pavid*a de la surface jusqu'au fond et en différentes saisons est encore un argument en faveur de la faible sensibilité photique de notre espèce. La « fuite » des colonies du milieu des canaux vers les bords, et de la surface vers le fond, qui s'observe de temps à autre, au cours des phases dystrophiques, fait encore partie d'un comportement qui ne demande pas d'interprétations phototropiques.

Les points de refuge étant à la fois loin du fil du courant, qui amène la pollution d'amont, et plus ouverts, à cause de la stratification haline, au courant montant de la marée, l'espèce recherche tout simplement les zones les plus pures et les plus vivifiées : là où les algues elles-mêmes ont le plus de chances de subsister sur place et où le pabulum, par conséquent, ne risque pas de manquer.

g) Tolérance à l'émersion et aux mouvements de l'eau

*Victorella pavid*a peut endurer des émerisions de l'ordre de quelques heures, jusqu'à 24-30 heures par temps frais et humide.

Nos observations reçoivent une confirmation de ce que BRATTSTRÖM (*cit.*) écrit, sur le bon état du matériel récolté par lui-même sur la coque d'un bateau halé depuis plusieurs heures.

Malgré cela, on ne saurait considérer *V. pavid*a comme une espèce appartenant au stock intercotidal : tant en Bretagne qu'en Méditerranée, nous avons observé que, si le jeu des marées est appréciable, ce Bryozoaire se localise toujours à leur niveau inférieur, ne pouvant donc être découvert que par la concurrence de circonstances vraiment exceptionnelles (assèchement artificiel, vent très fort, vive-eau extraordinaire).

Les hibernacles ne paraissent pas montrer de possibilités d'émersion plus prolongées, malgré l'épaississement de leur cuticule. L'espèce ne peut donc peupler des eaux à caractère temporaire, même si leur assèchement se borne à trois mois en été, et même si ces eaux sont, de l'automne au printemps, en communication avec des stations à *Victorella* : c'est ce que nous avons contrôlé tant au Fusaro qu'au Patria.

Quant à la *turbulence du milieu*, il faut d'abord remarquer que ses exigences chimiques et alimentaires (voir avant) portent tout naturellement *V. pavid*a vers les milieux d'eaux calmes. A l'intérieur de ces milieux, nous avons vu la larve choisir, pour se fixer,

des niches encore plus abritées : il est vrai qu'à un niveau microscopique le concept de « micromilieu abrité » s'estompe vers celui de « substrat accidenté ». Il est donc possible de constater que le centre des jeunes colonies se trouve, pour des roseaux, aux aisselles foliaires et en correspondance des nœuds; pour des morceaux de bois, dans des trous et des fentes; pour une valve d'huîtres, dans les stries d'accroissement, etc...

Nous avons pourtant vu qu'après ce prudent début, les colonies diffusent pratiquement partout; bien que l'on doive compter sur le frottement des substrata voisins (roseaux d'un barrage; plusieurs objets flottants entre eux, et sur les bords; feuilles contre les tiges, etc.) comme des agents d'élimination directe des zoécies.

Des ruisseaux, des estuaires, des étangs et lagunes, bien que présentant des surfaces limitées et une structure laminaire, offrent pourtant, par leur courants, par le jeu des marées, par des seiches provoquées par les vents, etc., le renouvellement de l'eau dont *Victorella pavida* a besoin, pour sa respiration et son alimentation non moins que pour l'éloignement des déchets; et, par voie indirecte, lui assurent un milieu favorable par un développement régulier du phytobenthos et du plancton. Malgré ces nécessités, il est facile de voir que, tout autre facteur différentiel étant éliminé, *V. pavida* ne colonise que les endroits les moins exposés aux vagues lagunaires. Il en est ainsi même au Fusaro, où, pourtant, tout le benthos se compose d'espèces qui se plaisent en eaux abritées (flore et faune des ports) et le calme général permet au zoobenthos d'atteindre des tailles supérieures aux zones calmes de la côte napolitaine (SACCHI & RENZONI, *cit.*).

La recherche des zones fort abritées, naturellement, si elle offre aux *Victorelles* des conditions printanières particulièrement favorables (biomasse luxuriante, températures plus hautes qu'en plein étang, accumulation d'oxygène et de sels nutritifs, plancton très dense) provoque, dès que ces facteurs favorables ont atteint leur maximum, une crise dystrophique dont les effets sont plus radicaux et demeurent longtemps sur place.

h) Régime alimentaire

Le matériel récolté dans la nature révèle fréquemment des tubes intestinaux verts par transparence : cette coloration est due à des cellules d'algues (des Diatomées surtout) qui constituent la base du pabulum de *Victorella pavida* au cours du printemps planctonique (février-juin, dans nos étangs) et pendant la période de l'épanouissement du phytobenthos (mars-début juillet; courte reprise fin octobre - début décembre). En plein été et au cœur de

l'hiver l'intestin prend une teinte brunâtre : les Bryozoaires absorbent surtout des débris organiques en suspension dans l'eau. Tant à Naples qu'à Roscoff, il nous a été possible de constater, chez les colonies tenues en culture en eau de mer courante (voir le dernier paragraphe) et nourries avec des glandes digestives de moule émietées, la capture par le lophophore et l'ingestion non seulement de ces miettes d'algues vertes suspendues dans l'eau ou croissant (des Mélosires, surtout) sur le même substrat que les Victorelles, mais aussi de Ciliés, de Rotifères et de détritus divers.

L'on peut donc accepter pour *Victorella pavid*a, ainsi que pour bien des espèces de Bryozora voisines en systématique ou possédant une écologie similaire, et, en général, pour bien d'autres « ciliary feeders », pour bien d'autres organismes microphages, la possibilité d'une alimentation assez variée dans la nature, suivant le cycle métabolique des biocénoses dont ils font partie.

Cette polyphagie est encore un moyen de subsister en conditions mésologiques variables, et représente en même temps un chaînon important — si l'on considère l'éventualité des colonies fort étendues en surface, comme nous allons le voir (voir « Substrat »), de l'utilisation du tripton, lorsque celui-ci devient (été - début automne) la fraction principale du matériel sestonique présent dans l'eau.

i) *Substrat*

*Victorella pavid*a montre, vis-à-vis du substrat, une indifférence qui la place, non seulement sur le plan de la plupart de nos espèces animales et végétales du benthos saumâtre, mais, par sa rudérophilie marquée, sur un plan de possibilités extrêmes. Vivant dans des canaux qui reçoivent des égouts et des décharges d'ordures et de décombres, on peut la trouver fixée sur des objets invraisemblables : des transformateurs électriques, par exemple (Stat. DN, juin 1963).

Nous avons trouvé des colonies complètes bien développées sur les types suivants de substrat : roseaux (*Arundo donax*; *Phragmites communis*) : feuilles, ligules, branches aériennes et rhizomes, tant sur des tissus morts que vivants; tout type de bois et racines, tant sur les écorces que sur les tissus les plus durs, même sur les cladodes d'*Opuntia ficus-indica* tombés à l'eau; rhizomes immergés de *Juncus maritimus*; tiges et feuilles de *Zannichellia*, *Potamogeton*, *Ruppia* et *Zostera*; thalles d'algues vertes, surtout des Cladophorales et *Enteromorpha cf. intestinalis*, mais aussi sur d'autres Ulvacées; plus rarement sur des *Lophosiphonia* (Rhodophycées) à l'étang de Patria; liège, même flottant; ficelle et filets de types différents; câbles électriques; morceaux de cuir; n'importe quel objet et quelle

variété de matière plastique, en feuilles, en panneaux, en seaux, etc., à surface tant lisse que fort accidentée; morceaux de toile grossière, etc.

Sur les pièces calcaires exosquelettiques du benthos fixe, *V. pavida* se développe également fort bien : sur des tubes de *Mercierella* et de *Serpula*; sur des coquilles d'*Ostrea*, de *Brachydontes*, etc. Elle couvre entièrement *Balanus eburneus* et *B. amphitrite*, ne laissant libres que les régions articulaires chez les vivants; tapissant complètement l'intérieur chez les coques vides.

A l'inverse de plusieurs formes encroûtantes calcaires (par ex., *Conopeum seurati*), *Victorella pavida* ne colonise point des substrats inorganiques (pierres de toute sorte, morceaux de faïence et porcelaine, verres posés sur le fond ou flottants) que si ceux-ci ont déjà vu se former une membrane biologique, sinon une végétation macroscopique d'algues vertes.

Notre espèce est normalement incapable de se fixer sur des substrats métalliques, libres ou oxydés, à moins qu'ils ne soient couverts par des revêtements en plastique ou en émail couverts à leur tour par la pellicule biologique.

Le recouvrement du substrat par ce Bryozoaire peut atteindre souvent 100 %, en endroits calmes et riches en pabulum. *V. pavida* montre alors une compétition acharnée avec les algues, surtout avec *Enteromorpha* et *Cladophora*, formant avec elles une espèce de feutre où une quantité de détritits finit pour se déposer, donnant à ce benthos son aspect sale caractéristique. Ces valeurs maximales, d'ailleurs, ne se présentent, en Méditerranée, qu'en fin d'hiver et au printemps; bien plus rarement en automne, car la crise estivale produit presque toujours une destruction des zoécies et des colonies.

En toute autre saison, si les colonies complètes peuvent tenir sur place avec des zoécies de forme et de taille normale (quoique la taille des zoécies d'hiver se déplace en général vers les valeurs basses du champ de variabilité de l'espèce : 1 - 1,5 mm) le recouvrement présente des contractions et des lacunes considérables, assujetties aux variations brusques et rapides que le rythme de développement intense des colonies peut imposer (voir deuxième chapitre).

Il s'agit ici, bien entendu, de *recouvrement apparent*, tel qu'il est possible de l'évaluer en observant et en mesurant les colonies d'en haut. Tout passage à la forme *mülleri* nous démontre qu'en réalité le recouvrement du substrat par la partie stoloniale des zoécies est bien plus réduit, et qu'il y a toujours quelques fractions de millimètres entre une zoécie et ses voisines de la même série. Il en est de même pour les différentes ramifications de la colonie et pour des colonies diverses sur un même substrat : quoique

étroites, les mailles du réticule stolonial ne sauraient se resserrer au-delà d'un minimum, qui permet la croissance des tubulures et l'épanouissement normal des lophophores. C'est à l'intérieur de ces mailles surtout que peuvent s'ancrer les algues à thalles filamenteux.

La réduction à l'état d'hibernacle réduit évidemment le recouvrement à des valeurs presque inappréciables.

La tolérance si étendue de *V. pavidà* en matière de substrat se traduit parfois dans un développement énorme des colonies du Bryozoaire. Au printemps, il peut tapisser, sur des étendues de dizaines, voire même de centaines de mètres carrés, la surface du fond (voir « Lumière »), les bords des bassins et des canaux à eaux calmes, les barrages en roseaux et en bois, etc., s'étendant partout sur le fond lui-même (cailloux, algues, n'importe quel substrat solide). Cette expansion n'est stoppée en amont, que par des dessalures trop poussées, en aval, par des agitations plus fortes de l'eau : vagues des étangs, houle de la mer. Des pollutions concentrées (débouchés d'égouts ou décharges industrielles) peuvent ouvrir par endroits des trous dans cet épais feutre vivant : ce phénomène se constate surtout dans nos stations *DN* et *AU* au Fusaro.

4) FAUNE ASSOCIÉE

Les auteurs qui ont étudié la faune associée aux colonies de *Victorella pavidà* soulignent tous le caractère franchement « saumâtre » de ces associations. L'on constate, néanmoins, entre les différentes stations, de remarquables divergences, moins imputables aux différences de latitude, car l'homogénéité des faunes lagunaires dans toute la région biogéographique européenne est bien connue, qu'à des différences d'exposition aux vagues, de vivification marine, d'apports d'eau douce, de profondeur des eaux, etc.

Il résulte d'une revue bibliographique que *V. pavidà* vit, ici, associée aux peuplements benthiques propres des ports, là, à des faunes d'estuaire fort dessalé, ou de lagune fermée, etc.

Les caractères divers des trois stations établies par nous autour du Fusaro offrent heureusement l'occasion de contrôler ces associations variées sur une échelle topographique modeste, où les facteurs principaux du milieu agissent directement, en triant les espèces sans les complications additives des grandes distances géographiques et des différences de latitude. Les trois stations du Fusaro, en effet, diffèrent profondément l'une de l'autre en intensité et en constance de vivification marine, en importance des affluents

d'eau douce, en variations saisonnières de température et de salinité (fig. 5 à 7).

La station la plus septentrionale, DN, est un bassin qui puise la plupart de ses eaux à deux fossés pratiquement doux (0,6 ‰ de salinité totale en été; dessalure complète pendant la saison des pluies). La pénétration de l'eau isohaline du Fusaro par un long canal y est fort discontinue et se borne principalement, par haute mer, à stratifier sur le fond des poches persistantes d'eau un peu plus salée que celle de la surface. Son peuplement se trouve par conséquent très appauvri en éléments thalassogènes : nous avons pu y reconnaître (SACCHI et CARRADA, 1962) des conditions comparables à ce que PETIT (1962) appelle un « climax prééthéal » des biocénoses saumâtres.

Le stock animal dulçaquicole compte des têtards et des adultes de *Bufo bufo* et de *Rana esculenta*; des pénétrations de *Mugil* et d'*Atherina mochon* y sont fréquentes, mais des anguilles et de rares *Syngnathus abaster* mis à part, les poissons habituels n'y sont représentés que par *Gambusia holbrocki*. Il est même extrêmement rare d'y rencontrer des *Gobius microps*, et nous n'avons observé qu'une fois un individu d'*Aphanius fasciatus*. Parmi les invertébrés, de nombreux Coléoptères *Halipidae*, *Gyrinidae* et *Ditiscidae* s'y trouvent toute l'année; les Hémiptères *Notonecta glauca*, *Ilyocoris cimicoides*, *Hydrometra stagnorum* y sont constants au cours de la bonne saison; on y a même trouvé l'espèce (désormais rare dans la région car elle a besoin d'eau peu polluées), *Ranatra linearis*. Des larves d'*Agrion* et d'autres Odonates sont fréquentes dans ces eaux, au printemps; le peuplement malacologique compte de nombreux *Planorbis philippianus*, *Physa acuta*, *Stagnicola palustris* et *Bithynia leachi*. La seule crevette présente est la « dulçaquicole » *Palaemonetes antennarius* : elle n'est d'ailleurs connue d'aucune autre station du Fusaro.

Quant aux Invertébrés du stock thalassogène, ils sont peu nombreux tant en espèces qu'en individus. Ils se réduisent à des *Gammarus aequicauda*, à de rares *Sphaeroma hookeri* (également inconnu actuellement d'autres stations du Fusaro) et *Hydrobia ventrosa*; des apparitions absolument sporadiques, limitées au fond, du plus euryhalin de nos Polychètes saumâtres : *Nereis diversicolor*. C'est encore sur le fond, où une faible concentration d'eau plus salée, pénétrée par pleine mer, peut se rencontrer, que l'on trouve en été *Carcinus mediterraneus*, qui parvient alors à tolérer la forte dessalure par une température ambiante plus élevée. *Mercierella enigmatica* se développe bien sur les bords et sur les roseaux; il n'en est pas de même pour *Balanus amphitrite* et *B. eburneus*, dont l'on trouve parfois des jeunes fixés ne pouvant pas atteindre leur développement et mourant en automne.

La macroflore de cette station est représentée par *Ruppia rostellata*, *Enteromorpha intestinalis* et *Cladophora* sp. pl.

La station AU reçoit un apport d'eau douce presque annulé en été; elle est toujours fort polluée, car ces deux ruisseaux sont de véritables égouts d'un hameau voisin. Elle est pourtant mieux vivifiée par la mer, ce qui donne un caractère nettement « saumâtre » à ses peuplements.

Parmi la macroflore, pas de Monocotylédones : il n'y a que des *Cladophora* sp. et *Enteromorpha intestinalis*, sujettes à des cycles rapides et répétés suivant la saison. Les poissons cités pour DN apparaissent également ici, plus fréquents; mais *Gambusia* vit surtout dans les ruisseaux et *Aphanius* peuple le bassin d'une manière stable.

Pas de larves, ni d'adultes, de Batraciens; pas d'Hémiptères ni de Mollusques d'eau douce; de rares *Haliplidae*; *Cardium glaucum* (bloqué, de même que les nombreuses balanes des bords, par la dystrophie estivale dans son développement) et *Nereis diversicolor* sont fréquents sur le fond; *Carcinus mediterraneus* y vit toute l'année.

Hydrobia ventrosa est fréquente; à *Gammarus aequicauda* se joignent, parmi les Amphipodes, des foules innombrables de *Corophium insidiosum*; les colonies de *V. pavida* en grouillent littéralement. Plus de *Palaemonetes* : quelques apparitions de *Palaemon elegans*. Plus de *Sphaeroma hookeri*; parfois, des *S. serratum*.

Parmi le benthos fixé, tant *Mercierella enigmatica* (bloquée, elle aussi, par la crise dystrophique de l'été) que *Hydroïdes norvegicus* bien plus tolérante se fixent sur nos panneaux artificiels; de même que *Balanus amphitrite* (*B. eburneus* est rare, ici), l'ascidie *Tethyum plicatum* et (rarement) *Bugula neritina*. *Bowerbankia gracilis* est abondante sur les objets solides du fond, très vaseux et pollué.

Quant à la station VI, elle peut être considérée comme un véritable diverticule de l'étang. Elle n'en diffère, en réalité, qu'à cause du débit, réduit mais assez régulier, qui lui vient de l'ancien marais bonifié de l'« Acqua Morta » (= Eau Morte, voir fig. 3). Ce débit est presque insignifiant de juillet à septembre, mais peut être fort important en automne et en hiver, en amenant en surface un abaissement de température et de salinité. De même que les ruisseaux de la station AU, ce fossé, qui traverse un bassin de sédimentation trop bas pour héberger des *Victorella* d'une manière stable, reçoit des égouts et peut en être enrichi en sels nutritifs et fort pollué en été. *Victorella pavida* est même relativement rare en VI.

Ici, *Balanus amphitrite* accomplit parfaitement son cycle complet. *Nereis diversicolor* pullule partout; il y a des *Hydrobia tetropoides*, et le benthos malacologique est formé par les espèces du bord de l'étang : *Ostrea edulis* et *Brachydontes minimus* (accompagnés, sur le fond, par *Cardium glaucum*, *Tapes decussatus* et *Scrobicu-*

laria plana) parmi les Bivalves; *Murex trunculus*, *Columbella rustica*, *Amycla corniculum*, *Conus mediterraneus*, *Cerithium vulgatum*, etc., parmi les Gastéropodes. Cette station est même atteinte par la remontée estivale d'*Aplysia fasciata*. Les Tuniciers sont représentés par d'abondants *Tethyum plicatum*, mais aussi par *Ciona intestinalis*; le seul Serpulien présent est *Hydroïdes norvegicus*. Les Isopodes sont représentés par *Cymodoce spinosa*, par quelques apparitions de *Sphaeroma serratum*, par de gros peuplements printaniers d'*Idotea baltica basteri*. Les trois crevettes de l'étang, *Palaemon serratus*, *P. elegans* et *P. adspersus* y sont fréquents, suivant leurs propres cycles biotiques; *Carcinus mediterraneus*, toujours fréquent, est accompagné par *Pachygrapsus marmoratus* et (de rares) *Eriphia verrucosa*: cette association de Décapodes indique dans nos étangs (SACCHI, 1962) la constance d'une bonne vivification marine. *Gammarus aequicauda* et fréquent; énormément dense, jusque dans les colonies de *Victorella*, comme dans la station précédente, les peuplements de *Corophium insidiosum*.

Il n'y a plus, ici, de *Gambusia*; mais *Aphanius fasciatus* y est fort fréquent, de même que presque tout le stock ichthyologique de l'étang, y compris des *Blennius* et des *Gobius* de rocher.

La station VI, où avec *Victorella pavida* et *Bowerbankia gracilis*, quelques *Bugula neritina* et des *Zoobothryon verticillatum* apparaissent au début de l'été, se situe à l'extrême opposé écologique par rapport à la station DN: dans celle-ci la vie saumâtre d'origine marine est vraiment à bout de souffle; dans la station VI, l'on a pratiquement à faire avec un milieu de type marin littoral. Toutes les niches écologiques idoines sont ainsi remplies par *V. pavida*, qui étale au Fusaro sa gamme complète d'adaptations écologiques.

Quant au Patria, la faune associée à *V. pavida* a été résumée par l'un de nous (SACCHI, 1961, *cit.*). *V. pavida* y montrait son expansion maximale lorsque cette faune était voisine, elle aussi, du « climat pré-léthale », et n'était représentée, dans son stock invertébré thalassogène, que par *Gammarus aequicauda*, *Corophium arenarium*, *Hydrobia ventrosa* et *Sphaeroma hookeri*. L'amélioration du grau a réintroduit dans l'étang une vingtaine d'espèces littorales euryhalines; mais elle a amené une réduction bien importante de *V. pavida*, peut-être à cause, au moins en partie, de la concurrence qu'elle subit, dans la conquête du substrat, par *Conopeum seurati*, Bryozoaire calcaire doué d'une vitalité extrême (SACCHI, 1961).

La faune du Canet, dont le cadre biologique sera tracé par PETIT (en préparation) rappelle de près la phase « pré-léthale » du Patria avant 1958: il faut pourtant souligner la présence, typique dans les étangs du littoral français, à fond bien plus sablonneux et moins pollué que les nôtres, des Pleuronectiformes, puis de *Cardium exiguum* et d'*Idotea basteri*.

Le peuplement des deux stations saumâtres à *Victorella* trouvées en Bretagne ne sort pas, lui aussi, d'un cadre semblable, propre à des milieux peu salés : avec les remplacements imposés par les différences biogéographiques entre l'Atlantique et la Méditerranée; d'autres formes du cycle de *Gammarus locusta* à la place de *C. arenarium*; *Sphaeroma rugicauda* à la place de *S. hookeri*; *Palaemonetes varians* au lieu de *P. antennarius*; *Carcinus maenas* au lieu de *C. mediterraneus*, etc.; tandis que, dans le peuplement végétal, ce sont toujours des *Cladophorales* et *Enteromorpha intestinalis* qui l'emportent, souvent accompagnées par *Ruppia spiralis*.

5) EXPÉRIENCES D'ÉLEVAGE EN EAU DE MER

a) Matériel méditerranéen

Du matériel provenant de la Station *M* au Patria, représentée par un canal affluent à l'angle NW de l'étang, dont la salinité totale est relativement constante autour de 3-5 ‰ (ne dépassant jamais 7 ‰; ne descendant jamais au-dessous de 2 ‰) a été plusieurs fois soumis à des expériences d'élevage en eau de mer. Ces expériences ont échoué : l'on assiste presque immédiatement (SACCHI, 1961) à la mort de la totalité des zoécies, la colonie ne présentant plus de survivants quelques heures après, tandis qu'elle survit plus longement (2 à 3 jours) en eau douce, à polypides rétractés, et que l'on constate la présence de quelques survivants une semaine après le début de ce traitement.

Une longue série d'expériences a été réalisée, pendant deux ans, sur le matériel du Fusaro, qui, par ses différenciations écologiques, se prêtait à de plus larges conclusions comparatives.

Le comportement du matériel passe toujours par des phases assez précises, dont la durée diffère pourtant suivant la provenance du matériel. Ces phases, après une courte période de survivance de la colonie complète, dont les polypides s'ouvrent et se nourrissent de manière apparemment non affectée par le changement du milieu osmotique, conduisent graduellement à la régression de la colonie et à sa réduction à l'état hibernaculaire.

Les colonies venant de *DN* se comportent à peu près de la même façon que celles du Patria. La survivance se limite à quelques heures, plus rarement à quelques jours. Il faut remarquer, d'ailleurs, que ces dolomies présentent dans la nature le phénomène régulier de la formation des hibernacles.

Les colonies récoltées dans les stations *AU* et *VI* montrent une résistance bien plus prolongée. Elles gardent pour une dizaine de jours leur aspect normal (CARRADA et SACCHI, 1962). Les polypides se nourrissent normalement en absorbant soit des débris d'algues ancrées sur le même substrat, soit d'autres particules idoines à leur alimentation microphage (voir plus haut). Successivement, le nombre des zoécies complètes montre une raréfaction rapide, qui les conduit, un mois environ après le début du traitement à un dixième au moins du nombre original : nous avons toujours employé des colonies fixées sur des types différents de substrats qu'elles couvraient à 80-100 %.

Deux mois après, seuls de très rares zoécies complètes subsistent, alternant avec quelques hibernacles échelonnés le long des stolons, qui sont encore parfaitement reconnaissables et peuvent être suivis dans leur parcours sur le substrat. La situation ne se rééquilibre pas par la suite : le nombre des zoécies complètes se réduit à des valeurs fort basses : un centième environ après trois mois de culture en eau de mer courante (à circulation lente, l'oxygénation étant assurée soit par des algues, soit par un aérateur), avec augmentation relative des hibernacles (fig. 10). Après quatre mois, il n'y a que des hibernacles, avec un nombre vraiment très faible (une dizaine sur quelques milliers de zoécies originales) de zoécies complètes. Celles-ci, toutefois, ne montrent aucune tendance à disparaître : au contraire, elles épanouissent leur lophophore, avec les huit tentacules caractéristiques de l'espèce, et paraissent se nourrir tout à fait normalement. Elles représentent les sections de la colonie capables de subsister en eau de mer : autre fait important pour la propagation végétative de l'espèce, des morceaux de colonie flottés pouvant ainsi couvrir par un transport passif de remarquables distances, et parvenant à coloniser des stations fort éloignées, que jamais la petite larve éphémère ne saurait atteindre.

Il est intéressant de voir que les Cladophorales associées aux Victorelles suivent le même processus de régression réduisant à des thalles fort exigus, ponctiformes, sans jamais disparaître totalement. Ces espèces, qui se révèlent aussi « saumâtres » (c'est-à-dire également incapables de prospérer en eau de mer véritable, et nécessitant le climat osmotique et nutritif que des apports réguliers d'eau douce peuvent créer) que les Bryozoaires, sont actuellement confiés à l'amabilité du Dr H. van der HOEK, du Musée Botanique de Leiden (Pays-Bas) pour la détermination systématique.

b) *Matériel breton*

Une expérience analogue a été réalisée à Roscoff, en utilisant du matériel venant du ruisseau derrière la digue de l'Aber. Au mo-

ment de la récolte l'eau ambiante était à 24° C et avait une salinité totale de 34,88 ‰ (15 heures; profondeur maximale (basse mer) : 10 cm; substrat : rhizome de *Juncus maritimus*; pourcentage de recouvrement : 80 % environ). Ces valeurs ne changèrent pas beaucoup à basse mer en juillet-août 1962; la salinité atteignait presque les valeurs de la mer devant la Station Biologique (moyenne de juillet à — 5 mètres : 35,17 ‰). Les zoécies, longues de 1,5 - 2 mm en moyenne, placées avec des Mélosires en eau de mer faiblement courante, mais bien oxygénée et à une température constante de 16 - 18° C, ne montrèrent aucun signe de dégénérescence pendant une semaine environ; elles commencèrent par la suite à régresser rapidement, et un mois après la récolte et le commencement de l'expérience, elles se réduisaient à moins de cinquante, sur 600 environ du début, dont quelques-unes seulement (moins d'une dizaine) donnaient encore des manifestations d'une physiologie normale, ouvrant les lophophores et se nourrissant des débris d'algues et des tissus de moules que nous leur fournissions. Nous n'avons toutefois remarqué aucune formation comparable aux beaux hibernacles du Fusaro.

c) *Conclusions*

La nourriture ne manqua aux Victorelles ni à Naples ni à Roscoff; l'oxygénation était suffisante, soignée, autant que possible, par le moyen d'algues venant des mêmes stations des Bryozoaires, et fréquemment changées; les conditions thermiques se révélèrent plus favorables que dans la nature, non seulement en Bretagne, mais aussi à Naples, où des expériences se déroulant de l'hiver jusqu'en été disposaient d'une eau oscillant entre 10 et 20° C, en valeurs maximales correspondantes à des pointes extrêmes et transitoires : les colonies étaient donc soumises à des conditions bien plus tamponnées que dans les stations de récolte.

Malgré cela, l'on peut dire que, si les Victorelles endurent bien une semaine à dix jours d'immersion en eau de mer — cette condition pouvant parfois, par des tempêtes continues, par un débit des rivières excessivement réduit, par des vents contraires, se réaliser dans la nature — elles ont besoin d'un apport doux leur créant le climat osmotique, variable mais jamais isohalin avec la mer, dont les espèces vraiment « saumâtres », incapables soit de coloniser des milieux constamment doux, soit de s'installer dans les eaux littorales d'une mer qui ne soit pas, comme la Baltique, rien qu'une lagune saumâtre d'immense étendue, ont évidemment besoin.

Les différences de comportement mises en évidence entre les stations du Fusaro ne font que confirmer ce que l'observation dans

la nature nous avait amenés à envisager, par l'étude du comportement différent de *Victorella pavid*a en hiver, et de son adaptation à des valeurs fort différentes, moyennes et extrêmes, de salinité.

Ce sont les populations qui vivent dans les stations à haute salinité, telles que la St. VI, celles qui assurent à notre Bryozoaire la survivance et la dispersion le long des côtes maritimes. Ce sont les colonies des milieux constamment et nettement hypohalins qui permettent à *Victorella pavid*a l'adaptation à des eaux intérieures, calmes et riches en pabulum et qui en font la plus « dulçaquicole » de nos espèces de Cténostomes littoraux : car on ne saurait placer sur le même plan *Paludicella*, genre d'eau douce qui ne se trouve que rarement en milieu légèrement saumâtre.

Etirée entre ces deux extrêmes, la valence écologique de *V. pavid*a étale sa haute valeur par des nuances innombrables d'« halophilie » que les observations directes et la bibliographie permettent d'évaluer dans toute l'étendue du terme.

Ce comportement nous semble ainsi répondre parfaitement au modèle d'une chaîne de populations adaptées à des écologies particulières, d'un véritable « Rassenkreis » écologique, dont chaque race garde ses limites physiologiques, tandis que l'ensemble couvre un intervalle physiologique si large, que l'espèce peut s'étendre du domaine des grenouilles à celui des Labridés.

Les auteurs remercient M^{me} M. TRONCONE, de la Station Zoologique de Naples et M. A. GUÉGUEN, de l'Office des Pêches de Roscoff, qui ont fourni les données chimiques relatives aux eaux étudiées; et le R.P. S. GIACOMELLI, de l'Institut Supérieur de Santa Chiara, à Naples, pour sa précieuse collaboration photographique.

Stazione Zoologica di Napoli

ADDENDUM

Depuis la date de dépôt de ce manuscrit, nous sommes en mesure de fournir quelques additions au texte.

Quant à la distribution géographique de *Victorella pavid*a, l'espèce a été vainement recherchée dans les milieux saumâtres et estuaires de la Ria de Vigo, en Galice. On ne trouve, dans les eaux plus dessalées, qu'un très variable peuplement à *Bowerbankia gracilis*. Par contre, *V. pavid*a a été récemment signalée par l'un de nous (CARRADA, sous presse) dans un petit estuaire près de Bosa sur la côte nord-ouest de la Sardaigne. En Sardaigne, CARRADA (1963, « *Natura* », Milan, Vol. LV : 157-165) avait également trouvé, sur la côte ouest, *Paludicella articulata* Ehrenb. en milieu faiblement saumâtre.

Nous avons également trouvé au Fusaro (printemps 1964) du liège flottant, probablement venu de la Station VI, couvert d'hibernacles et de vieilles zoécies : une confirmation encore du rôle de la propagation végétative des colonies dans l'économie de l'espèce.

Dans la station AU, la présence d'« hibernacles d'été » a été confirmée en août-septembre 1963 et 1964.

BIBLIOGRAPHIE

- AX, P., 1952. Eine Brackwasser-Lebensgemeinschaft an Holzpfehlen des Nord-Ostsee Kanals. *Kieler Meersforschungen*, VIII, (H. 2) : 229-243.
- BORG, F., 1930. Moostierchen oder Bryozoa (Ectoprocta). *Tierwelt Deutsch.*, Teil 17, pp. 25-142.
- BORG, F., 1947. Zur Kenntnis der Oekologie und des Lebens-Zyklus von *Electra crustulenta* (Bryozoa Chilostomata). *Zool. Bidr.*, XXV : 344-377.
- BOUSFIELD, E.C., 1885. The *Victorella pavida* of Saville Kent. *Ann. Mag. nat. Hist.*, (5), XVI : 401-407.
- BRAEM, F., 1911. Beiträge zur Kenntnis der Fauna Turkestan. 7. Bryozoen und deren Parasiten. *Trav. Soc. Nat. St. Pétersb.*, XLII (2) : 1-35.
- BRAEM, F., 1951. Ueber *Victorella* und einige ihrer nächsten Verwandten sowie über die Bryozoenfauna des Ryck bei Freifswald. *Zoologica*, Stuttgart, XXXVII (H. 102) : 1-59.
- BRATTSTRÖM, H., 1954. Notes on *Victorella pavida* Kent. *Acta Univ. Lundensis*, (2) L (9) : 1-29.
- CARRADA, G.C. & C.F. SACCHI, 1962. Ricerche sulla valenza ecologica del Briozoo Ctenostomo *Victorella pavida*. *Boll. di Zool.*, XXIX : 479-486.
- GANTÈS, H. & P. BALAVOINE, 1961. Bryozoaires recueillis sur la côte atlantique du Maroc. *Bull. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc*, XLI : 185-193.
- HILLER, S., 1937. Un bryzoaire, *Victorella pavida* Saville Kent, dans le port de Hel. *Bull. Stat. marit. Hel.*, n° 2 : 11-12.
- HINCKS, T., 1880. A history of the British marine Polyzoa, Van Voorst, London.
- KENT, S., 1870. On a new polyzoon, *Victorella pavida*, from the Victoria Docks. *Quart. J. micr. Sci.*, (n.s.), X : 34-39.
- KRAEPELIN, K., 1887. Die deutschen Süßwasser-Bryozoen. Eine Monographie. I. Anatomisch-systematischer Teil. *Abh. Naturw. Hamburg*, X (9) : 5-168.
- LACOURT, A.W., 1949. Bryozoa of the Netherlands. *Arch. néerland. Zool.*, VIII : 1-33.
- LOPPENS, K., 1908. Les Bryozoaires d'eau douce. *Ann. Biol. Lacustr.*, IV : 139-161.
- LOPPENS, K., 1910. Catalogue des Bryozoaires d'eau douce avec une note sur *Victorella pavida*. *Ann. Soc. zool. malac. Belg.*, XLIV : 97-110.
- LUTHER, A., 1927. Ueber das Vorkommen der Bryozoe *Victorella pavida* S. Kent im Finnischen Meerbusen bei Twärminne. *Memoranda Soc. Fauna Flora Fenn.*, I : 7-9.
- MARCUS, E., 1940. Mosdyr (Bryozoa eller Polyzoa). *Danm. Fauna*, XLVI, København.
- MARCUS, E., 1953. Notas sobre Briozos marinhos brasileiros. *Arch. Mus. nac. Rio de J.*, XLII : 273-342.
- MEROLA, A. & C.F. SACCHI, 1960. Ritmi nictemerali dei fattori ecologici in microambienti acquatici salmastri e loro significato biologico. *Delpinoa*, (n.s.), II : 99-163.
- OSBURN, R.C., 1932. Bryozoa from Chesapeake Bay. *Ohio J. Sci.*, XXXII : 441-446.

- PETIT, G., 1962. Quelques considérations sur la biologie des eaux saumâtres méditerranéennes. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, XXXII suppl., 205-218.
- POISSON, R. & P. RÉMY, 1926. Contribution à l'étude de la faune des eaux saumâtres. I. Le canal de Caen à la mer. *Bull. Soc. linn. Normandie*, (sér. 7), VIII.
- POISSON, R. & P. RÉMY, 1927. a) Sur certaines espèces intéressantes de la faune du canal de Caen à la mer. b) Sur un Bryozoaire et un Lamelli-branche du canal de Caen à la mer. *C.R. Ass. franç. Avanc. Sciences*, Lyon : 644-647.
- PRENANT, M. & G. BOBIN, 1956. Bryozoaires. I. Faune de France, LX, Paris.
- RULLIER, F., 1959. Etude bionomique de l'Aber de Roscoff. *Trav. Stat. Biol. Roscoff*, (n.s.), X : 4-350.
- SACCHI, C.F., 1961. Note ecologica sui Briozoi del lago salmastro litoraneo di Patria (Napoli). *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, (n.s.), XV : 25-39.
- SACCHI, C.F., 1961b. L'évolution récente du milieu dans l'étang saumâtre dit « Lago di Patria » (Naples) analysée par sa macrofaune invertébrée. *Vie et Milieu*, XII (1) : 37-65.
- SACCHI, C.F., 1962. Note biologiche sui Crostacei Decapodi del lago di Patria. *Ann. Ist. Mus. Zool. Univ. Napoli*, XIV (1) : 1-23.
- SACCHI, C.F. & G.C. CARRADA, 1962. Ciclo morfologico ed euriecia in *Victorella pavid*a (Bryozoa Ctenostomata) al lago Fusaro (Napoli). *Natura*, LIII : 43-56.
- SACCHI, C.F. & A. RENZONI, 1962. L'écologie de *Mytilus galloprovincialis* (Lam.) dans l'étang littoral du Fusaro et les rythmes annuels et nyctéméraux des facteurs environnants. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, XXXII, Suppl., 255-293.
- SCHODDUYN, R., 1923. La Haute Colme, le Canal de Bergues et le Romme-laere. *Ann. Biol. lacustre*, XII : 121-125.
- ULRICH, W., 1926. Ueber das Vorkommen der *Victorella pavid*a Kent und einiger anderer Bryozoen im Brackwasser des Rostocker Hafens. *Z. Morph. Oekol. Tiere*, V : 559-576.
- VALKANOV, A., 1936. Notizen über die brackwasser Bulgariens. II. *Ann. Univ. Sofia*, XXXII : 209-341.
- VALKANOV, A., 1943. Beitrag zur Kenntniss der Bryozoengattung *Victorella* S. Kent. *Arb. biol. Meerest. Varna*, XII : 1-8.
- VANHÖFFEN, E., 1917. Die niedere Tierwelt des Frischen Haffs. *S.B. Ges. naturf. Fr. Berl.* : 113-147.
- VORSTMAN, A.G., 1935. Biologische Notizen betreffs der sessilen Fauna im Hafen der Stadt Amsterdam. *Zool. Anz.*, CIX : 76-80.
- VORSTMAN, A.G., 1936. Bryozoa. Fauna en Flora der Zuiderzee, pp. 145-149.
- VORSTMAN, A.G., 1954. Spongiaria en Bryozoen. Flora en Fauna van der Zuiderzee (thans Ijsselmeer), pp. 156-157.

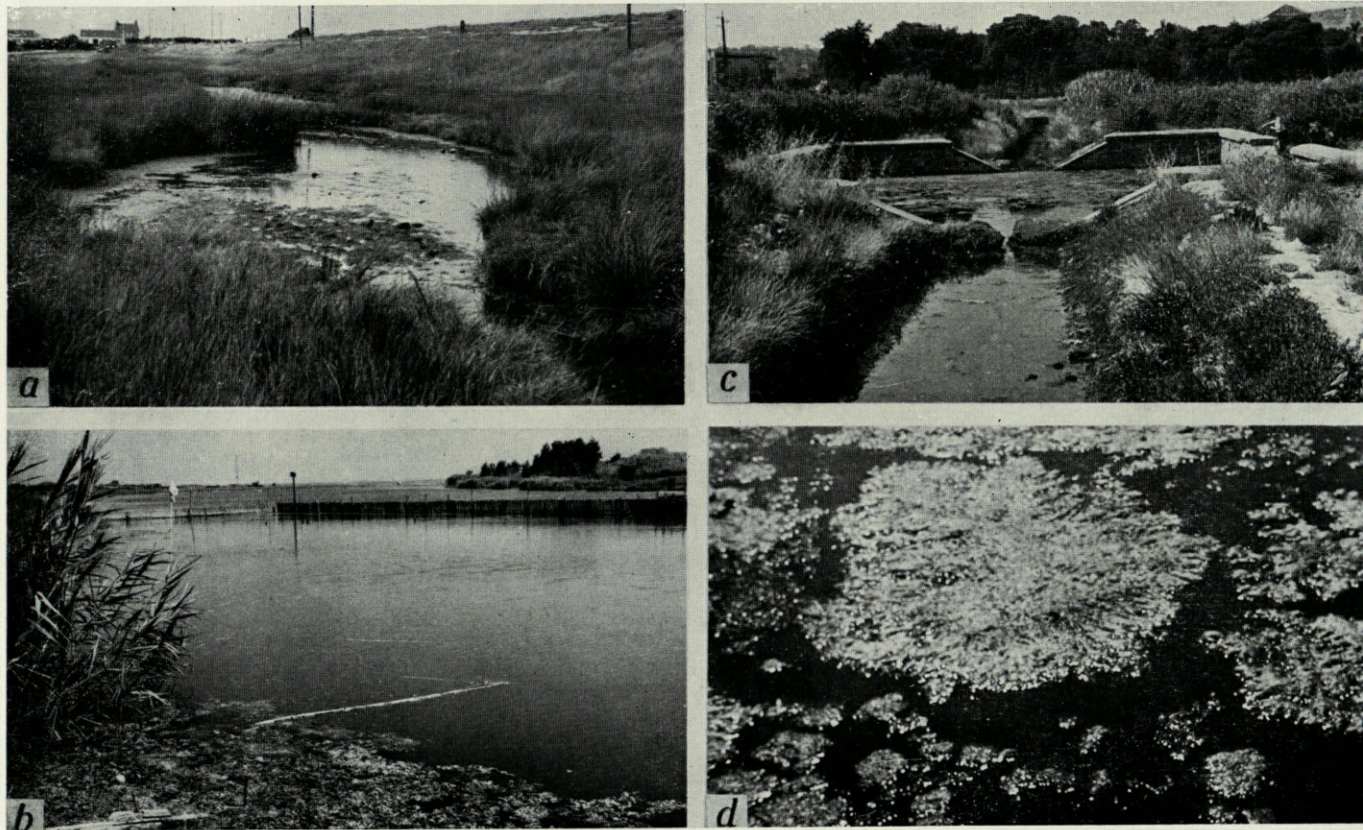


Fig. 9. — Stations à *Victorella pavida*. a) ruisseau de l'Aber de Roscoff. A droite, la digue. Août 1962. b) grau de l'étang de Patria, côte occidentale. Végétation à *Enteromorpha intestinalis*, *Chaetomorpha linum*, *Ruppia spiralis*, *Cladophora* sp. pl. et *Lophosiphonia subadunca*. Station A, début juillet 1963. c) bassin de sédimentation à l'Est du Fusaro, Station AU. A droite, l'émissaire reliant le bassin à l'étang. Juin 1962. d) détail de la Station AU, juin 1962. Masses flottantes d'*Enteromorpha intestinalis* mélangées avec des *Cladophora*.

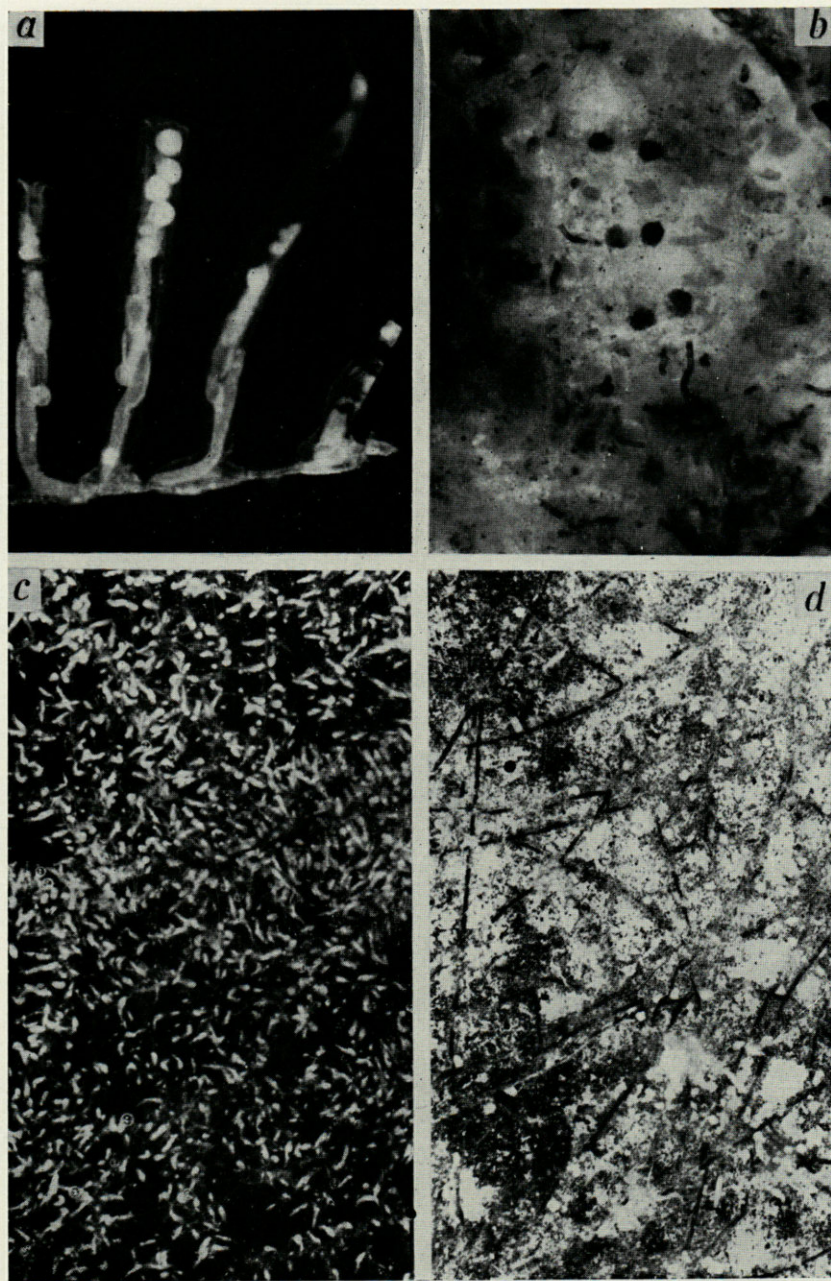


Fig. 10. — Différents aspects des colonies de *Victorella pavida*. a) zoécies de la station AU portant des embryons. Août 1962. b) « hibernacles d'été » sur *Balanus amphitrite*. Station AU, septembre 1962. c) colonies en plein épanouissement au moment de la récolte. Station AU, mars 1962. Même substrat que la colonie de la figure 4. d) même matériel, après trois mois de culture en eau de mer courante, à la Station zoologique de Naples.

**DÉTERMINATION DU CO₂ LIBRE
DES EAUX COURANTES
EN PRATIQUE ÉCOLOGIQUE
PAR UNE MÉTHODE MIXTE DE MESURE,
ACIDIMÉTRIQUE ET GRAPHIQUE**

par Pierre ALAUSE

CRITIQUE DE L'ACIDIMÉTRIE CLASSIQUE

Poursuivant un travail d'écologie animale, nous avons utilisé pendant deux ans, pour la détermination du CO₂ libre dissous dans les eaux de rivières, la méthode aujourd'hui classique de titration par acidimétrie en retour, selon la technique décrite *in* RODIER (1959) ou AFNOR (1953 - T. 90-011).

Nous en avons ainsi apprécié les avantages, tout en relevant dans son application à notre pratique écologique, les divers inconvénients suivants :

1) *L'imprécision dans les eaux de dureté élevée* : les eaux habituellement étudiées par nous avaient un titre alcalimétrique complet (T.A.C., grossièrement identifiable au taux des bicarbonates alcalinoterreux) de l'ordre de 3 à 6 me/l. Lors du dosage acidimétrique du CO₂, ces taux élevés en substances-tampons rendaient imprécis le virage de la Phénolphtaléine de rose à incolore, et ceci au contraire du même virage dans l'eau distillée additionnée de soude tartrée (1).

(1) Sans même parler de la correction nécessaire lorsque la dureté est élevée (AFNOR 90-011, 6).

Cette imprécision, supérieure à 0,05 me/l, nous parut excessive en regard des faibles teneurs en CO_2 libre habituellement trouvées dans les eaux courantes : moins de 0,50 me/l.

2) *Les manipulations indispensables aggravent encore l'imprécision* : un simple transvasement est l'occasion pour le CO_2 de diffuser à l'atmosphère. Quant à pratiquer sur le terrain même l'addition de soude tartrée, le bénéfice en est illusoire en regard des inconvénients de toute sorte qui en découlent.

3) *La longue durée des opérations de dosage* : celui-ci effectué trois fois sur chaque prélèvement pour réduire l'imprécision. Or la teneur en CO_2 des eaux est particulièrement variable dans l'espace et dans le temps; son étude suppose de multiples prélèvements échelonnés.

4) *La nécessité d'un prélèvement important*, 600 ml pour le seul CO_2 , à cause de ces titrages répétés. Or la chose est difficile sinon impossible dans certains cas : source réduite à un suintement, eau interstitielle du sol, etc.

5) *La méthode est inapplicable à des eaux souillées de matières organiques*. Eventualité pourtant fréquente en écologie, ainsi des eaux hyporrhéiques extraites du sol immergé. Dans ce cas, non seulement la quantité est souvent limitée, la filtration serait longue sinon responsable de pertes en CO_2 , mais encore la présence de produits ammoniacaux peut fausser le virage de la Phénolphtaléine (AFNOR, 90. 011, 6).

6) *La titration n'est pas rigoureusement spécifique*. Dans le cas qui précède, divers acides organiques, produits de l'activité microbienne, sont dosés conjointement. Dans les eaux issues par exemple de terrains schisteux, marneux ou limoneux, la silice peut exister à un taux non négligeable et sans doute influencer le dosage (AFNOR, 90-011, 6).

Pour remédier à ces divers inconvénients, qui n'ont d'importance que si les échantillons sont nombreux, les teneurs en CO_2 faibles, la précision souhaitée grande, etc., nous avons été conduit à modifier la méthode de dosage initialement pratiquée. Au prix d'une complication technique minime qui va être exposée ici, nous croyons avoir obtenu une amélioration notable.

PRINCIPE DE LA MÉTHODE MIXTE PROPOSÉE

— Si l'on brasse, simultanément et pendant une durée suffisante, un air enrichi en CO_2 avec trois échantillons d'eau différents : l'un *distillé*, l'autre d'une *solution bicarbonatée calcique* arbitrairement choisie comme *étalon*, le troisième d'une *eau naturelle* quelconque, on aboutit en fin d'opération au double équilibre suivant :

... *les températures* sont les mêmes dans les trois échantillons, et sensiblement identiques à celle du laboratoire.

... *les pressions partielles du CO_2* se trouvent également identiques dans le mélange gazeux final et les trois liquides. Même température et même pression partielle déterminent dans ces derniers une *même teneur en CO_2 libre dissous* (1).

— Le dosage de celui-ci par acidimétrie en retour sera alors effectué, directement sans aucune manipulation, sur l'échantillon d'eau distillée, qui permet la plus grande précision vu l'absence de substances-tampons.

Le pH correspondant à cette teneur (pour la température du laboratoire) (2) ne pourra par contre être mesuré électrométriquement avec précision, que dans les échantillons « eau étalon » et « eau naturelle » où les sels dissous stabilisent l'aiguille du pH-mètre.

— Toujours à la même température, plusieurs brassages successifs avec des mélanges gazeux de plus en plus riches en CO_2 , permettent d'établir pour ces deux derniers échantillons, leurs courbes représentatives de la fonction $\log [\text{CO}_2] = f(\text{pH})$.

On constate que les points représentatifs des divers brassages s'inscrivent sur des *droites, parallèles* entre elles (fig. 1). En effet, à même teneur en CO_2 libre et pour une température donnée, le *décalage de pH* entre la solution étalon E et une quelconque eau naturelle N découle seulement de leurs salinités respectives, différentes du double point de vue de la quantité et de la qualité des ions en solution : teneurs en bicarbonates calcomagnésiens, silice et autres acides faibles, etc.

$$\text{dpH}_N = \text{pH}_N - \text{pH}_E = \text{constante.}$$

(1) Les sels neutres dissous abaissent la solubilité du CO_2 , mais pour des faibles concentrations, habituelles dans les eaux douces de pays tempérés, on peut considérer cette influence comme négligeable. (LOOMIS, 1958, p. 1867).

(2) Le facteur « température » intervient dans l'hydratation et l'ionisation du CO_2 dissous : $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$, d'où la nécessité d'effectuer toutes les mesures de pH à la même température. (Annexe I).

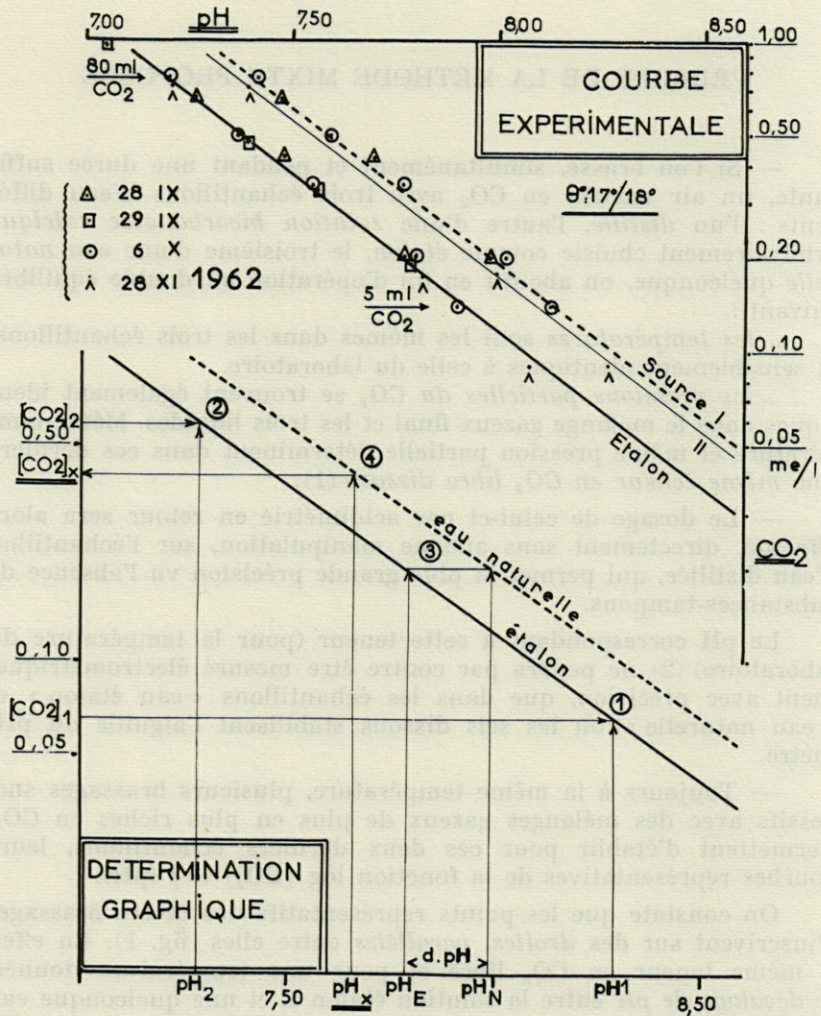


Fig. 1. — En haut : *Courbe expérimentale* $\log [CO_2] = f(pH) - [CO_2]$ exprimée en milliéquivalents d'acidité carbonique par litre, 1 me = 22 mg CO_2 . Etalon : T.A.C. = 2,93 me/l. Source I (bicarbonatée calco-magnésienne) : T.A.C. = 4,55 me/l en septembre et octobre ($dpH = +0,22 \pm 0,01$). Source II : la même après les abondantes pluies d'automne (28.XI), baisse du T.A.C. = 4,45 et du $d.pH = +0,18$. Homogénéisations de 1 à 2 h, avec des volumes de CO_2 (pression et température ambiante) variant de 0 à 100 ml.

En bas : *Détermination graphique de $[CO_2]$* : (1-2) Homogénéisations pour construire la droite étalon - (3) Homo. pour mesure du $d.pH$, et tracé de la courbe de l'eau étudiée - (4) mesure des pH des échantillons et détermination de $[CO_2]$.

— Une méthode de détermination du CO_2 dissous dans les eaux naturelles, basée sur ces données (1), comportera les trois étapes suivantes :

a) Construction sur papier semi-logarithmique de la droite représentative $\log [\text{CO}_2] = f(\text{pH})$ pour la solution Etalon à la température du laboratoire :

Deux brassages, suivis d'acidimétrie en retour et électrométrie, sont nécessaires et suffisants pour obtenir deux points de cette droite étalon et la tracer.

b) Construction, parallèlement à la droite étalon, des droites représentatives des différentes *eaux naturelles, singulières par leur salinité*.

Un brassage conjointement avec la solution Etalon, suffit pour la détermination du « dpH » de chacune, nécessaire à ce tracé.

c) Détermination graphique du taux de CO_2 dans les divers prélèvements :

La mesure électrométrique du pH dans ceux-ci, portés à la température du Laboratoire, permet ensuite cette déduction simple.

Clef de voûte de la méthode, l'homogénéisation gaz-liquide nécessite un appareillage spécial qui va être décrit maintenant, en même temps que seront précisés quelques points techniques particuliers.

TECHNOLOGIE : APPAREILLAGE ET RÉACTIFS

1) Appareil mélangeur gaz-liquide (fig. 2)

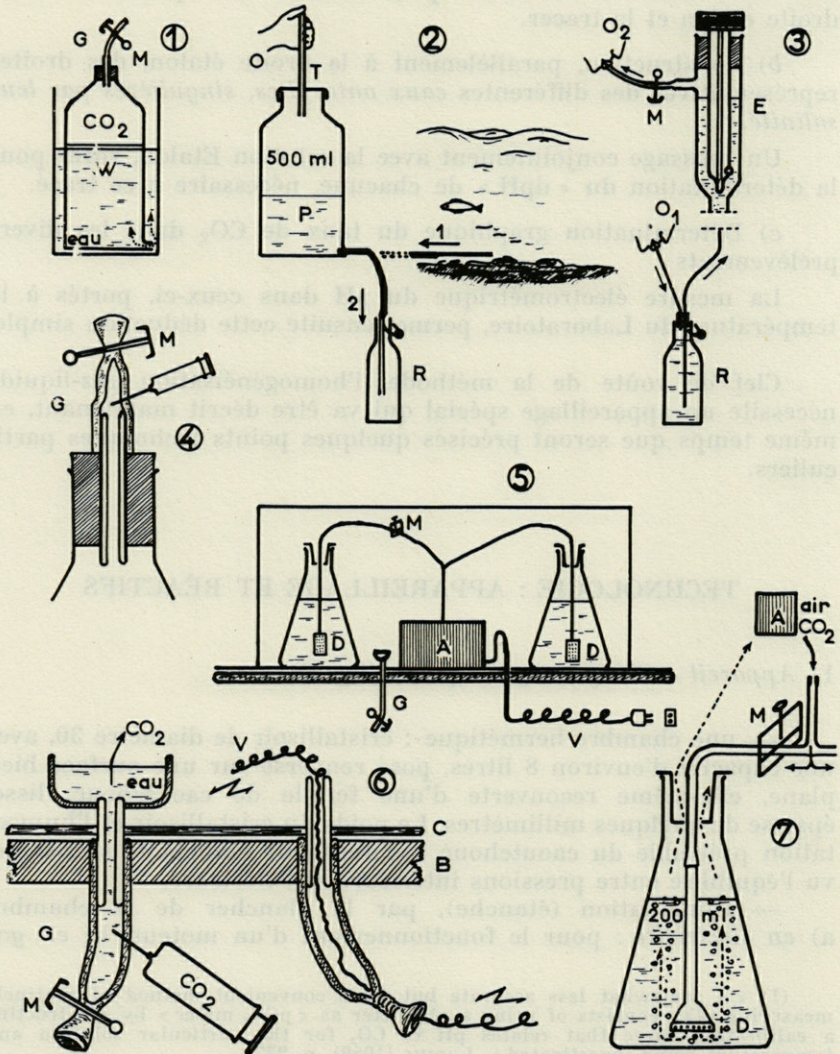
— une chambre hermétique : cristalliseur de diamètre 30, avec une capacité d'environ 8 litres, posé renversé sur une surface bien plane, elle-même recouverte d'une feuille de caoutchouc, lisse, épaisse de quelques millimètres. Le poids du cristalliseur et l'humectation préalable du caoutchouc assurent une étanchéité suffisante, vu l'équilibre entre pressions intérieure et extérieure.

— alimentation (étanche), par le plancher de la chambre
a) *en électricité* : pour le fonctionnement d'un moteur, b) *en gaz*

(1) « A somewhat less accurate but more convenient method of routinely measuring pCO_2 consists of using a pH meter as « pCO_2 meter » by constructing a calibration curve that relates pH to CO_2 for the particular solution and temperature being investigated ». Loomis (1959), p. 277.

carbonique : pour enrichir en ce gaz l'air contenu sous la cloche. Le CO_2 apporté par une seringue médicale est introduit par injection dans un court tube de caoutchouc rempli d'eau, à l'extrémité aveuglée, appendu au plancher de la chambre. L'eau conditionne à la fois l'étanchéité et la pénétration du CO_2 , plus lourd que l'air, dans la chambre.

— à l'intérieur, une micropompe électrique à circulation de



gaz (1), fonctionnant par vibration d'un cylindre souple muni de soupapes. Commandée de l'extérieur, elle aspire l'air carbonique de la chambre et le pulse dans 4 ou 6 Erlenmeyers (200 ml) contenant divers échantillons d'eau, par une tubulure souple, ramifiée, aux extrémités aveuglées par une lame de verre fritté ou mieux un diffuseur d'aquarium. Des pinces de Mohr à vis assurent une distribution équitable du courant gazeux entre les différentes branches, ce qui s'objective par un barbotage comparable dans les Erlenmeyers. Des bouchons en polythène, *non jointifs*, évitent les projections et pertes de liquide que pourrait entraîner le barbotage. (450).

Le circuit fermé décrit vise à réaliser, après un temps, fonction de la puissance de l'aérateur et de la masse liquide, une *homogénéisation* des températures et des pressions partielles des gaz dans les deux phases, liquide et gazeuse.

L'étalonnage de l'appareil consiste à déterminer le *temps nécessaire et suffisant* pour obtenir ce résultat. On utilise deux eaux : l'une riche en CO_2 (eau de source), l'autre pauvre (la même, longuement aérée par un aérateur d'aquarium). Des échantillons de ces deux eaux sont homogénéisés pendant des temps croissant de 10 en 10 minutes avec un air enrichi de CO_2 . Chaque fois le pH est mesuré sur les échantillons sortants, et de nouveaux échantillons mis en place, en même temps qu'un nouveau mélange gazeux comportant le même volume de CO_2 surajouté. L'égalisation des pH dans les deux types d'échantillon, et la permanence de la valeur trouvée, malgré l'allongement de la durée d'homogénéisation, tra-

(1) Aérateur d'aquarium, genre « Belbul ».

Fig. 2. — 1. *Conserve à CO_2* : flacon de Wolf (w), placé dans une conserve. L'eau, surmontée d'huile de paraffine à l'intérieur de w, assure l'équilibre avec la pression atmosphérique. Un tube de caoutchouc (G) fermé par une pince de Mohr (M), sert au remplissage et au prélèvement (par ponction) du CO_2 . 2. *Flacon à prélèvement* (P), rempli (1) et vidé (2) dans le flacon de récolte (R). L'opérateur (O) commande la manœuvre en ouvrant ou fermant le tube rigide (T), qui sert en même temps à maintenir le flacon au contact du fond de l'eau. 3. *Chambre à électrométrie* remplie par pulsion (01) ou aspiration buccale (02) effectuée par l'opérateur. La fermeture de la pince de Mohr (M) maintient le liquide dans la chambre de mesure, centrée par la double électrode concentrique (E). 4. *Tube à introduction ou prélèvement de CO_2* (détail). 5. *Homogénéisateur* : l'aérateur (A), complété par les diffuseurs (D) assure le barbotage en circuit fermé de la phase gazeuse dans la phase liquide, jusqu'à équilibration des pressions partielles des gaz dissous. 6. *Alimentation de l'Homogénéisateur* (détail) : adduction étanche de CO_2 (G) et de courant électrique (V) pour l'aérateur. Plancher de contreplaqué épais (B) doublé d'une feuille de caoutchouc (C). 7. *Barbotage* (détail) : la pince de Mohr à vis (M) répartit équitablement le courant d'air carbonique - diffuseur (D) : d'aquarium, en aggloméré, ou petit entonnoir aveuglé par une lame de verre fritté. Bouchon plastique non jointif, pour arrêter les projections de liquide tout en restant perméable au courant gazeux.

duisent l'achèvement de celle-ci du point de vue de la teneur en CO_2 .

Ce « temps minimum d'homogénéisation » est augmenté d'une marge de sécurité suffisante pour n'avoir pas à tenir compte d'éventuelles variations de température, de tension électrique, etc., susceptibles de l'influencer. Par exemple pour notre montage (1), le temps minimum trouvé, de 30 à 40 minutes, fut standardisé à 60 minutes.

2) Gaz carbonique pour alimentation du mélangeur

Quelle que soit l'origine du gaz carbonique (CO_2 liquide en bouteille, attaque d'un carbonate par un acide fort...) il est utile d'en avoir toujours une certaine quantité immédiatement disponible, à la température et à la pression atmosphérique ambiante.

Nous avons utilisé pour cela le montage figuré sur la planche : une bouteille de Wolf placée à l'intérieur d'un récipient de même hauteur réalise une sorte de gazomètre. L'eau en passant librement par l'orifice inférieur de la bouteille assure l'étanchéité et permet également d'agir sur la pression du gaz contenu. L'huile de paraffine interposée entre l'eau et le CO_2 évite la dissolution de ce dernier.

Le remplissage en CO_2 se fait en trois temps : 1) la bouteille est totalement remplie d'eau par aspiration buccale — 2) l'eau du récipient est vidée — 3) le tuyau de caoutchouc est directement branché, par exemple, sur la tétine débitrice d'une bouteille de CO_2 liquide munie de son détendeur. Emplir de gaz jusqu'à coïncidence des niveaux d'eau intérieur et extérieur; son maintien par addition d'eau au fur et à mesure de l'utilisation du CO_2 équilibre la pression de ce gaz avec l'atmosphère; quant à la température, elle s'équilibre d'elle-même.

Le prélèvement du CO_2 s'effectue par ponction du tube de caoutchouc avec une aiguille courte et fine à biseau court, montée sur une seringue de 20 ml, au piston graissé à la vaseline siliconée.

Il importe peu en définitive que l'appareillage aussi bien que le transport à la seringue du CO_2 soient rudimentaires et ne permettent pas une précision rigoureuse. Seuls compteront en effet les teneurs en CO_2 dosées dans les échantillons d'eau et non les volumes approximatifs apportés au mélangeur.

(1) Débit de la pompe : environ 30 litres d'air/heure.

3) Solution étalon bicarbonatée calcique

Principe : Nous avons vu qu'à température donnée une simple et unique homogénéisation, uniformisant les teneurs en CO_2 libre, permet de situer par leur pH, l'une par rapport à l'autre, deux eaux quelconques différant par leur salinité. En se référant, pour chaque eau naturelle successivement étudiée, à une même solution-étalon, il sera possible de simplifier les opérations visant à construire pour chacune la droite représentative de la fonction $\log [\text{CO}_2] = f(\text{pH})$.

Pour cette solution de référence en effet, seul un changement de température peut modifier la courbe représentative; mais en un cycle annuel on arrive à posséder une dizaine de ces courbes, correspondant à un degré près à toutes les températures possibles selon la saison dans un laboratoire donné. Dès lors les dosages acidimétriques pratiqués sont acquis une fois pour toutes; la méthode va se réduire au plan des manipulations à une simple homogénéisation en présence de l'étalon et à des mesures de pH.

Nous avons choisi cet étalon à base de *bicarbonate de calcium*, sous une concentration voisine des taux moyens d'alcalinité habituellement trouvés dans nature (3 me/l); cela à cause de la prévalence de ce sel dans les eaux étudiées par nous, de ses propriétés permettant une bonne stabilité de l'aiguille du pH-mètre en même temps qu'un pH voisin de celui des eaux naturelles pour une même teneur en CO_2 libre. Ce groupement des valeurs mesurées dans la même zone de l'échelle des pH assure, en effet, la précision maximale dans les mesures électrométriques (AFNOR : 90-008, p. 3).

Préparation : mettre dans un Erlenmeyer de 1 000 ml, 150 mg de CO_3Ca pulvérisé, soit 3 me de calcium; ajouter environ 500 ml d'eau distillée et fermer hermétiquement avec un bouchon de caoutchouc muni d'un dispositif permettant l'introduction de CO_2 (schéma 4). Injecter à la seringue environ 100 ml de CO_2 et agiter vigoureusement pendant 5 minutes. En 24 heures environ, entre-coupées de 2 ou 3 agitations, le CO_2 dissous s'est combiné au CO_3Ca pour former du bicarbonate soluble. La solution totalement clarifiée est complétée à 1 000 ml par de l'eau distillée et conservée dans un flacon bouché émeri à col vaseliné. Du CO_2 en excès est nécessaire à la stabilité de la solution, mais pas trop, ce qui pourrait gêner dans les opérations d'homogénéisation. Par des brassages en présence d'air ou de CO_2 , appauvrir ou enrichir la solution de telle sorte que le pH soit en fin de compte compris entre 7,50 et 7,80 (à 20°), et contrôler de temps à autre.

Cette solution carbonique de bicarbonate de calcium, titrant 3 me/l de Ca^{++} , peut resservir indéfiniment et ne doit donc pas être jetée après usage.

4) Acidimétrie : eau dépourvue de CO_2

Les 400 ml d'eau distillée nécessaires à deux titrations sont, la veille du dosage, portés à ébullition pour une durée de 5 à 10 mn, dans un Erlenmeyer de 1 000 ml fermé par un bouchon muni du dispositif représenté sur la fig. 2 (4), pince de Mohr ouverte. Cette dernière sera fermée en fin d'ébullition, juste avant l'extinction du chauffage, de telle sorte que se produira par refroidissement un vide poussé.

L'équilibre thermique avec le laboratoire se réalise au cours de la nuit, sans aucune agitation et sous un vide relatif, toutes conditions défavorables à une remise en solution du CO_2 atmosphérique.

C'est cette eau qui le lendemain sera titrée par acidimétrie et servira de référence dans le dosage en retour (AFNOR, 90-011, 6).

5) Electrométrie : dispositif pour mesure du pH

Le CO_2 libre des eaux se caractérise par sa propension fâcheuse à diffuser à l'atmosphère à l'occasion de la moindre agitation, du moindre transvasement; diffusion d'autant plus rapide en particulier que la *surface libre* du liquide est grande relativement à son volume.

Ces notions ont inspiré le dispositif figuré sur notre schéma. Travailler sous huile de paraffine, comme cela est pratiqué dans les mesures de pH sanguin, nous a paru en effet présenter plus d'inconvénients pratiques que d'avantages réels.

L'eau est déplacée à travers une fine tubulure du récipient de récolte dans une chambre de mesure, par pulsion ou aspiration buccale. La chambre elle-même, haute par rapport à son diamètre, ménage un intervalle de moins de 5 mm entre sa paroi et la double électrode concentrique centrale (1). Deux ou trois aller et retour du liquide, sans barbotage, suffisent à l'homogénéiser et à rincer l'électrode de la solution précédente — Entre deux mesures l'électrode baigne en permanence dans une eau de source, « agressive » du point de vue carbonique et de salinité du même ordre que les solutions étudiées —. La fermeture de la pince de Mohr empêche la retombée du liquide, mais on attendra une bonne minute avant

(1) Electrode TCBC et pHmètre TS4 - Tacussel.

d'établir le contact pour lecture de la mesure. Renouveler le liquide et contrôler après une nouvelle attente (2), contact coupé.

Dans ces conditions les résultats sont extrêmement fidèles et précis.

PRATIQUE DE LA MÉTHODE MIXTE

Nous donnons ici à titre indicatif la succession des opérations pratiquées, en même temps qu'un aperçu des problèmes rencontrés et des conclusions provisoirement adoptées.

Premier jour, sur le terrain : récolte des prélèvements

Ils sont effectués dans le cours d'eau à l'aide d'une bouteille spéciale (schéma 2), que l'on pose sur le fond même où vit la faune étudiée. Il arrive en effet souvent que l'eau d'une rivière se stratifie en couches physiquement et chimiquement différentes, par exemple en aval d'une source submergée ou d'un confluent. Le liquide est ensuite écoulé, par inertie en évitant toute agitation, dans des bouteilles de boisson gazeuse de 250 ml avec fermeture mécanique à joint de caoutchouc. On vérifie, après la fermeture, l'absence de toute bulle d'air emprisonnée (1).

Ce mode d'occlusion *sans espace vide* reste de règle quelle que soit l'importance du prélèvement. Après usage, les flacons de récolte où ont pu se produire éventuellement des dépôts de carbonate de calcium sont conservés remplis d'une eau de source riche en CO₂ (eau « aggressive »).

Premier jour, au laboratoire : préparation d'eau distillée sans CO₂, et stockage des prélèvements.

— L'eau distillée, destinée à servir de référence dans l'acidimétrie en retour, est préparée selon la technique indiquée, puis

(2) Une attente au moins aussi longue, contact non établi, est à pratiquer lors de l'étalonnage du pHmètre (titrisol Merck. pH 7,00 ou Fixanal Riedel - de Haën. pH 8,00). La stabilisation de l'aiguille en effet n'est pas immédiate. Par ailleurs, en laissant le contact établi, on risque de perturber l'équilibre ionique de la solution par le champ électrique créé (?).

(1) Des ampoules à prélèvement d'eau, avec robinet d'entrée et de sorties en verre rodé, seraient évidemment supérieures du point de vue technique. Les prix le seraient aussi.

abandonnée au laboratoire jusqu'au lendemain pour équilibration thermique, en même temps que les prélèvements récoltés.

— Pour ces derniers se pose le problème majeur de leur bonne *conservation* du point de vue teneur en CO_2 libre : celle-ci est certaine dans le cas d'une eau *pure* contenant du CO_2 en *excès*; en effet l'occlusion hermétique sans espace vide empêche toute espèce de diffusion d'un gaz, qui par définition même excède les possibilités de réaction des autres ions en solution. Il n'en est pas de même dans au moins deux cas où le stockage est susceptible de s'accompagner d'une modification du taux initial de CO_2 libre (1) :

1) eau fortement souillée de matière organique

Dans cette éventualité fréquente en pratique écologique, par exemple eau interstitielle d'un sol immergé... l'activité microbienne se poursuit à l'intérieur de la bouteille (d'autant plus que l'eau est à température élevée), avec utilisation de l'oxygène dissous ou même en anaérobiose et production de CO_2 , qui vient s'ajouter au taux initial.

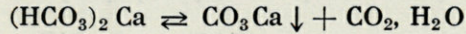
On peut pallier à cela en mesurant le pH dès retour au laboratoire, après égalisation rapide des températures au bain-marie; ou bien encore en conservant l'eau jusqu'au lendemain au voisinage de zéro degré, ce qui va réduire à peu de chose l'activité microbienne, avec même réchauffement rapide ensuite.

2) eau « incrustante » : déséquilibre du point de vue CO_2

Ce cas est infiniment plus fréquent : ainsi, considérons une eau de degré hydrotimétrique notable, prélevée par forte chaleur et à distance de sa source dans un cours d'eau de faible débit, coupé de rapides et de cascades... toutes ces conditions favorisent une déperdition extrême en CO_2 : l'eau en est surappauvrie, parfois sursaturée en carbonates alcalino-terreux comme en témoignent des pH de 8,50/8,60 relevés à 25° dans des eaux « dures ». Profondément déséquilibrée, elle est *incrustante* : la précipitation des carbonates marque sa tendance à revenir à l'équilibre, en même temps que se décomposent les bicarbonates Ca et Mg, jusqu'à ce que soit reconstituée la teneur nécessaire en CO_2 libre, dite « équilibrante ».

(1) Nous signalons, pour mémoire, une troisième cause d'erreur : la présence de dépôts de carbonates dans les récipients ayant contenu une eau « incrustante ». Le rinçage à l'eau distillée après usage, est impuissant à éliminer de tels dépôts.

Cet ensemble de réactions, que l'on peut schématiser comme suit :



va se poursuivre durant le stockage. Et l'on peut effectivement constater après quelques jours dans une telle eau un abaissement du pH initial et du T.A.C.; le taux de CO_2 dose alors s'étant très légèrement relevé (Annexe II).

L'expérimentation nous a montré l'importance en réalité minime de la variation de $[\text{CO}_2]$, inférieure dans le cas d'un stockage limité à une nuit à l'imprécision inhérente à la méthode même. Aussi n'en avons-nous pas tenu compte dans notre recherche.

Second jour, au laboratoire : Mesure du pH des prélèvements

On vérifiera l'égalisation à un degré près de leurs températures.

Détermination du dpH par homogénéisation en présence de la solution étalon; l'air du mélangeur est enrichi par exemple de 40 ml de CO_2 .

Ici la question majeure qui se pose est celle du *choix des prélèvements* à comparer à l'étalon : il sera fondé sur des critères de divers ordres, le principe étant que toute variation éventuelle de salinité commande une homogénéisation.

1) Critères géographiques, climatiques, pédologiques ...

La salinité :

— diffère pour chaque cours d'eau, source, lac ...,

— varie dans une même source selon la saison : été ou hiver, période pluvieuse ou sèche...

— se modifie dans une rivière donnée par mélange avec une eau étrangère : aval d'une source riveraine importante, aval d'un confluent (en se souvenant que le mélange d'eaux de provenances diverses peut nécessiter dans le lit d'une rivière plusieurs dizaines ou même centaines de mètres d'écoulement),

— s'appauvrit enfin par précipitation des carbonates alcalino-terreux (eau incrustante) : y penser en présence d'une eau « dure », en saison chaude, à distance de la zone source, quand l'eau est agitée, le débit faible, etc... y penser lorsque des granulations calcaires sont visibles sur les pierres du fond du lit et les végétaux immergés, lorsque les dépôts limoneux prennent un aspect et une consistance finement granulaires, etc...

2) Critères hydrochimiques et hydrophysiques

Si l'alcalinité est mesurée (TAC), tout chiffre différent, toute variation en plus ou en moins par mélange ou précipitation sont suffisants pour prescrire une homogénéisation. Dans le cas contraire, toute variation brusque de la température ou du pH dans le cours d'une rivière pose la question d'un mélange avec une eau étrangère; un pH élevé ($> 8,00$) et une teneur approximative en CO_2 basse ($< 0,20$ me/l) dans une eau calcaire, également une température élevée de l'eau ($> 15^\circ$), s'accompagnent souvent de précipitation calcaire : on doit ici encore étalonner, etc...

Etablissement de la droite étalon

Nous pratiquons deux homogénéisations successives, avec respectivement ajoutés dans la chambre 10 et 80 ml de CO_2 ; ce qui nous donne, pour notre appareillage, des concentrations en CO_2 dans les liquides de l'ordre de 0,20 et 0,75 me/l, valeurs « encadrantes » pour les teneurs en CO_2 de la plupart de nos prélèvements. Des quatre Erlenmeyers du mélangeur, l'un contient environ 200 ml de solution étalon (à ne pas renouveler, et à récupérer après usage), et les trois autres *exactement* 200 ml d'eau distillée, pour être additionnés de soude tartrée en fin d'homogénéisation et avant toute manipulation, puis titrés (avec un écart maximum entre les trois résultats de 0,03 ml d'acide titrant, soit 0,03 me/l de CO_2) * (1).

— Acidimétrie de référence sur eau sans CO_2 .

Représentation graphique et détermination de $[\text{CO}_2]$ (fig. 1)

Les pH et concentrations en CO_2 , mesurés à la phase précédente, donnent deux points représentatifs de la *droite « étalon »*; elle est tracée sur papier semi-logarithmique — Mentionner la température.

Connaissant le dpH des différentes eaux, tracé de leurs droites représentatives, parallèles à la précédente.

En partant des pH mesurés sur les prélèvements, détermination graphique des teneurs correspondantes en CO_2 .

(1) Acidimétrie avec burette graduée au 1/20 de ml — agitateur magnétique — HCl N/10 (Titrisol Merck) en goutte à goutte très lent, surtout en fin de dosage et à basse température.

DISCUSSION ET CONCLUSION

RÉSUMÉ

Nous avons déjà, en cours d'exposé, présenté de façon détaillée les divers avantages qui nous paraissent justifier cette méthode; nous ne ferons donc que les rappeler brièvement ici.

— En ce qui concerne *la précision* : elle est la plus grande possible dans l'acidimétrie lorsque celle-ci se pratique sur eau distillée carbonique, très grande également dans les mesures électrométriques — Pertes en CO_2 quasi-nulles du fait des manipulations réduites — Toutes les opérations, effectuées à même température, permettent de faire abstraction de ce facteur — Enfin les mesures « en retour » atténuent les erreurs éventuelles, imputables à des réactifs détériorés (1).

— Le dosage nous paraît plus *spécifique* que l'acidimétrie simple, puisque des acides faibles non volatils comme la silice, divers acides humiques ou organiques..., déplacés en milieu acide du complexe pédologique organo-minéral, peuvent influencer le dpH sans pour autant modifier les résultats du dosage. Avantage certain dans le cas d'eaux naissantes du sol ou interstitielles, dont les teneurs en CO_2 peuvent en outre être déterminées sans filtration préalable malgré une souillure manifeste, et sur un échantillon des plus réduit.

— Enfin du point de vue *rapidité* : le gain nous paraît capital si l'on opère, ainsi que nous le croyons souhaitable dans l'étude d'un facteur inconstant, sur un grand nombre de prélèvements. Non seulement en effet la même droite étalon peut servir aussi longtemps que la température demeure inchangée à quelques degrés près dans le laboratoire, mais encore une demi-douzaine de droites représentatives suffisent habituellement à la totalité des besoins saisonniers. Dès lors la méthode, abrégée au maximum, se réduit à des mesures de pH, après équilibration thermique d'une part, après homogénéisation en présence de l'étalon d'autre part.

En pratique écologique, l'imprécision de la méthode intervient avant tout dans la construction de la droite étalon malgré le titrage

(1) Répartie en flacons de polytène de 125 ml maintenus pleins, hermétiquement clos et successivement mis en service, la solution pH étalon conservée aux alentours de 15° nous a montré après 3 à 6 mois une variation de l'ordre de 0,02 par comparaison avec une solution fraîchement préparée. Conservée dans des conditions similaires (flacons pyrex 250 ml B.E. à col vaseliné) la soude tartrée se détériorait davantage (comparer les résultats de la titration : eau distillée de référence). Nous la renouvelions tous les trois mois environ.

effectué trois fois; elle porte donc essentiellement sur les teneurs *absolues* en CO_2 . Les valeurs *relatives* par contre, dans le cas de prélèvements échelonnés sur un même cours d'eau ou de comparaison entre plusieurs, sont fidèlement respectées. Or, n'est-ce pas cela qui importe d'abord à l'écologiste : la vision exacte d'une *évolution* dans l'espace et dans le temps, la possibilité de comparer deux biotopes, plus encore que la connaissance de taux absolus au demeurant éminemment variables ? Si tel est bien le but premier : cerner au plus près la *dynamique* du CO_2 libre dans la nature, et par là contribuer à définir des conditions d'existence, il nous paraît que la méthode exposée ici pourrait rendre d'utiles services.

Résumé

— L'expérience montre que :

1° pour une eau de salinité donnée, la relation entre le log. de la concentration en dioxyde de carbone libre dissous et le pH, est représentée par une droite;

2° pour des eaux de compositions salines diverses, ces droites sont parallèles;

3° ces droites sont modifiées par un changement de température.

— Sur ces données, et en utilisant un appareil à homogénéiser, qui brasse en circuit fermé un air enrichi de CO_2 et divers échantillons d'eau, nous avons mis au point une méthode de mesure du CO_2 libre dissous, qui peut être utilisée en Ecologie. Nous pouvons distinguer trois phases dans la méthode :

1° on homogénéise, avec de l'air enrichi en CO_2 de l'eau distillée et une solution étalon de bicarbonate de calcium. On pratique une seconde homogénéisation avec un mélange différent. Chaque fois sont mesurés la concentration du CO_2 dans « l'eau distillée » et le pH dans la solution étalon. On obtient ainsi deux points de la droite représentative de la fonction $\log. [\text{CO}_2] = f(\text{pH})$ pour la solution étalon.

2° on réalise une troisième homogénéisation avec un mélange quelconque d'air enrichi en CO_2 de la solution étalon et des diverses eaux naturelles étudiées. Après mesure du pH on peut établir pour chaque eau naturelle sa courbe, parallèle à celle de la solution étalon.

3° on mesure le pH des différents échantillons portés à la température du laboratoire. De cette mesure on déduit graphiquement la teneur en CO_2 .

Nous pensons que cette méthode est suffisamment précise et surtout rapide dans son application à l'Ecologie où de nombreux échantillons sont nécessaires.

Summary

Experience shows that :

1° for a water of a given salinity, the relation between the log. of the concentration of dissolved free carbon dioxide and the pH is represented by a *straight line*;

2° for waters of various salt compositions, these straight lines are *parallel*;

3° these lines are modified by a change in *temperature*.

From these data, and by using a homogeneization apparatus, mixing in a close circuit a carbon dioxide-enriched air and various water samples, we have devised a method for measuring the dissolved free carbon dioxide, that can be applied to Ecology.

We can distinguish 3 stages in the procedure :

1° We conduct a homogeneization — with CO₂-enriched air — of distilled water and a reference solution of calcium bicarbonate. We conduct a second homogeneization with a different mixture. At each time, we measure the concentration of CO₂ in the « distilled water », and the pH in the reference solution. We thus obtain 2 points of the curve representative of the function $\log. [\text{CO}_2] = f(\text{pH})$ for the reference solution.

2° We conduct a third homogeneization — with any mixture of CO₂-enriched air — of the reference solution and the various natural waters want to study. After measuring the pH, we can establish the curve for each natural water, parallel to the curve of the reference solution.

3° We measure the pH of the various samples carried to the temperature of the laboratory. From which measure we deduct graphically the concentration of CO₂.

We think this method to be sufficiently precise and above all rapid when used in Ecology when numerous samples are necessary.

ANNEXE I

ESSAIS SUR LA VARIATION DU pH EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE (à $[CO_2] = \text{constante}$)

— Eau naturelle (Fontaine du Four), prélevée à 14°5 le 4.IX.62, $CO_2 = 0,55$ me/l, T.A.C. = 4,45 me/l, mise en bouteilles closes sans espace libre, et portée à diverses températures observables sur le terrain.

— *Résultats* : en l'absence d'électrode thermostatique, les températures mesurées ne sont valables qu'à 1 ou 2° près.

| | 4-IX-62 | | | 9-XI-62 | | | | |
|------------------------|---------|------|------|---------|------|------|------|------|
| Temp. (± 1 °C) | 5° | 18° | 30° | 4° | 8° | 14°5 | 19°5 | 24° |
| pH ($\pm 0,01$) | 7,60 | 7,50 | 7,40 | 7,63 | 7,58 | 7,52 | 7,49 | 7,47 |

— *Conclusions* : Ces essais montrent une variation approximative du pH de 0,005 à 0,01 par degré thermique. Compte tenu de la précision souhaitée, nous en avons conclu à la nécessité de refaire la courbe étalon pour chaque changement de la température du laboratoire supérieur à 3 °C.

ANNEXE II

ESSAIS SUR LA VARIATION D'UNE EAU « INCRUSTANTE », EN COURS DE STOCKAGE

— Eau de source bicarbonatée calcaïque, débarrassée de son CO_2 libre par une ventilation de plusieurs heures à l'aide d'un aérateur d'aquarium complété d'un diffuseur, puis conservée à 14/15° au laboratoire, en bouteilles closes sans espace libre.

Résultats :

| | pH | CO ₂ | T.A.C. |
|--|-----------|-----------------|-----------|
| 27-X-62 mesures immédiates (après la ventilation) | 8,50/8,53 | 0,05 me/l | 4,40 me/l |
| après 2 jours | 8,39 | 0,07 | 4,35 |
| après 4 jours | 8,32 | 0,08 | 4,30 |
| 31-X-62 mesures immédiates | 8,43 | 0,05 (-) | 3,25 |
| après 7 h environ | 8,40/8,41 | 0,05 (-) | 3,25 |
| après 24 h environ | 8,37/8,40 | 0,05 | 3,25 (-) |

Conclusions :

Mise en évidence de la *variation* : baisse du pH et des bicarbonates alcalino-terreux, très légère progression du CO₂ libre.

Si l'on considère cependant le cas extrême (27-X) : eau d'alcalinité élevée (4,40), très déséquilibrée (pH > 8,50) et conservée 4 jours, la variation de la teneur en CO₂ mesurée (0,03 me/l) est du même ordre de grandeur que l'imprécision admise pour la méthode; elle lui est bien inférieure dans les conditions, préconisées, d'une conservation des prélèvements inférieure à 24 heures (31-X).

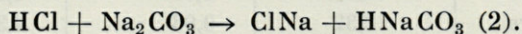
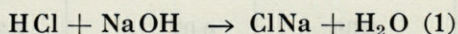
Nous croyons donc pouvoir négliger cette variation, la mentionnant tout au plus de la façon suivante dans l'expression des résultats : $[CO_2] \leq x$ (chiffre mesuré), laquelle pourrait traduire moins l'éventualité d'une minime erreur par excès, que l'état d'instabilité de l'eau (« eau incrustante »).

ANNEXE III

DOSAGE DU CO₂ LIBRE DISSOUS PAR ACIDIMÉTRIE EN RETOUR (abrégé)

1) 200 ml d'eau « carbonique » à analyser sont additionnés de 10 ml de soude tartrée environ N/40 (NaOH, N/10 = 250 ml — tartrate double K + Na = 66 gr — eau distillée : q.s.p. 1 000 ml) de sorte que tout le CO₂ libre dissous se retrouve combiné avec un excès de soude.

2) Dans un second temps, ce mélange fortement alcalin, est titré par acidimétrie « en retour » (HCl, N/10) à pH final 8,20 — Réactif : phtaléine du phénol (à 1 % en solution alcoolique) virant de rose à incolore — Pour ce pH, la soude en excès est neutralisée et le CO₂ libre initial réduit en totalité à l'état de bicarbonate, selon les réactions :



3) Par différence avec le volume d'HCl nécessaire au même dosage effectué sur eau exempte de CO₂ (eau distillée bouillie), on en déduit la valeur du CO₂ combiné à l'état de bicarbonate = (V₂ — V₁) ml.

4) *Résultats* : à pH 8,20, HCl n'a libéré qu'un seul des deux H⁺ de l'acide carbonique (réaction 2); il en faudrait donc un volume double pour libérer l'acidité totale, et encore 5 fois plus (au total × 10) pour titrer un échantillon d'eau de 1 000 ml au lieu de 200 ml. Mais justement l'emploi d'une solution N/10 décuple les volumes d'HCl nécessaires, relativement à une solution N. En définitive, d'un point de vue volumétrique, tout se passe comme si l'on dosait la totalité du CO₂, dans 1 litre d'eau, avec une solution titrante normale, contenant par définition même 1 équivalent d'H⁺ par litre.

Ainsi chaque ml d'HCl, versé en moins dans l'eau à analyser par rapport à l'eau sans CO₂ (V₂ — V₁), correspond à 1 milliéquivalent / litre d'acidité carbonique, ou 22 milligr. de CO₂.

Note : Entre le dépôt (fin 1963) et la publication de ce travail, nous avons trouvé décrite in POCIDALO et BLAYO (1964) une méthode sensiblement identique, dite d'« Interpolation d'Astrup », pour la détermination de la pCO₂ du sang.

BIBLIOGRAPHIE

- AFNOR, 1953. (Association française de Normalisation). Norme Française: Essais des Eaux. Dosage de l'Acidité carbonique. N.F., T. 90-011 (juillet 53), pp. 1-6.
- AFNOR, 1958. Norme française : Essais des Eaux. Mesure électrométrique du pH avec l'électrode de verre. N.F., T. 90-008, pp. 1-4.
- CHARLOT, G. & D. BÉZIER, 1955. Analyse quantitative minérale. Masson édit., pp. 45- 46, 458...
- FRANQUIN, J. et P. MARÉCAUX, 1938. Etude de l'équilibre CO₂Ca - CO₂ - H₂O. Théorie des eaux douces. 18^e congrès de Chimie Industrielle de Nancy. Chimie et Industrie : 532c-547c.
- GOUSSEF G., 1952. L'acide carbonique en limnologie, son importance biologique, ses méthodes de dosage. *Vie et Milieu*, 3 (2) : 113-135.

- LOOMIS, W.F., 1958. Direct method of determining carbon dioxide tension. *Analytical chemistry*, **30** (11) : 1 865 - 1 868.
- LOOMIS, W.F., 1959. Feedback control of growth and differentiation by carbon dioxide tension and related metabolic variables. *Cell organism and milieu*, pp. 277-279, Edit. Dorothea Rudnick, 1959.
- MINAS H., 1961. Etude comparée de quelques facteurs physico-chimiques des eaux portuaires et des eaux du Golfe de Marseille. *Stat. Endoume*, (3-4,) *bull.* 21 : 5-58.
- POCIDALO, J.J., et M.C. BLAYO, 1964. Méthodes classiques et modernes de détermination de l'équilibre acido-basique. *Revue du Praticien*, **14**, (7 bis) : 905-916.
- RODIER, J., 1959. Analyse chimique et physicochimique de l'eau. Dunod, édit., p. 100-102.
- SCHMITT, C., 1955. Contribution à l'étude du système chaux-carbonate de calcium-bicarbonate de calcium - acidecarbonique - eau. Thèse Fac. Sciences Rennes, 152 pages.
- SOURIE, R., 1962. L'évolution du système acide carbonique, bicarbonate, carbonate de calcium, et l'amélioration de certaines eaux de pisciculture. *Vie et Milieu*, **XIII** (2) : 333-340.

NÉMATODES DE MICROMAMMIFÈRES RÉCOLTÉS DANS LE MARAIS VENDÉEN

par Jean BERNARD (1)

Au cours d'un voyage d'étude effectué en Vendée, en sa compagnie, M. GIBAN, Directeur du Laboratoire des Petits Vertébrés au C.N.R.A., à Versailles, a été assez aimable pour nous remettre un lot de micromammifères aux fins d'examen parasitologique. Ce lot comprenait les espèces suivantes :

INSECTIVORA — *Soricidae* — *Crocidura russula* Herm. :
cinq exemplaires,

RODENTIA — *Muridae* — *Apodemus sylvaticus* L. :
trois exemplaires,

— *Microtidae* — *Microtus arvalis* Pall. :
quinze exemplaires,

— *Arvicola sapidus* Mill. :
cinq exemplaires.

Les représentants de ces quatre espèces ont été capturés soit sur les digues de terre délimitant les polders, soit dans les terres cultivées voisines. Les campagnols aquatiques (*A. sapidus*) proviennent d'un canal situé à quelques kilomètres à l'intérieur des terres.

(1) Autrefois Station d'Entomologie de l'Etat à Gembloux (Belgique), actuellement Ecole Supérieure d'Agriculture à Tunis (Tunisie).

Dans l'ensemble, le taux de parasitisme est assez élevé, mais le nombre des espèces parasites est faible. Celles qui furent trouvées sont :

- TRICHUROIDEA — *Trichuridae* — *Trichuris sp.*,
— *Capillariidae* — *Capillaria exigua* Dujardin,
— *Capillaria incrassata* Diesing,
OXYUROIDEA — *Oxyuridae* — *Syphacia obvelata* Rud.,
— *Syphacia stroma* v. Linst.

1°) *Trichuris sp.*

Certains auteurs ont assimilé les *Trichuris sp.* des *Microtidae* à *Trichuris muris* Schrank. Nous avons déjà discuté du statut de ces espèces dans un travail précédent (1). Depuis la parution de celui-ci, nous avons rencontré *T. muris* chez *Apodemus sylvaticus* en Belgique, mais seulement chez un nombre restreint d'individus vivant dans des biotopes forestiers. Si chez ce *Muridae* on rencontre régulièrement ces nématodes, femelles et mâles, ce qui permet de déterminer l'espèce avec précision, par contre, les *Trichuris sp.* trouvés chez les *Microtidae* ne sont jamais représentés que par des individus femelles qui sont cependant presque toujours bourrés d'œufs. D'autre part dans certains milieux à caractère champêtre on découvre *Microtus arvalis* et *Apodemus sylvaticus* en promiscuité, vivant dans les mêmes galeries. Or si le premier porte souvent des *Trichuris sp.* femelles, le second en est toujours dépourvu dans de tels biotopes.

Il semble donc bien que les *Trichuris sp.* parasitant les *Muridae* et ceux parasitant les *Microtidae* appartiennent à deux espèces ou du moins à deux races biologiques distinctes.

Nous continuerons donc d'appeler les *Trichuroidea* découverts chez les *Microtidae*, *Trichuris sp.*, en attendant qu'une étude morphologique plus poussée, ou la découverte d'individus mâles, permette de séparer définitivement les deux formes.

Sur les quinze campagnols des champs examinés, un seul était parasité par ce nématode dont une femelle bourrée d'œufs se trouvait dans le cæcum.

2°) *Capillaria exigua* Dujardin, 1845

Cette espèce est connue de longue date, car on doit sa description à Dujardin. Il s'agit d'un parasite strictement inféodé aux *Crocidurinae* et que l'on ne rencontre jamais chez les musaraignes à dents rouges (*Soricinae*). Les individus récoltés ici ont des dimensions qui correspondent bien à celles fournies par JOYEUX et BAER pour la Suisse et à celles du matériel que nous avons récolté en Belgique (voir tableau 1).

TABLEAU 1
Dimensions des femelles de *Capillaria exigua* Dujardin comparées à celles du matériel provenant de Suisse et de Belgique

| | Vendée | Suisse (JOYEUX & BAER) | Belgique |
|--|-------------------|------------------------------|----------------|
| Longueur du rostre | 2,02 à 2,57 mm | 2,0 à 2,1 mm | 2,5 à 3,5 mm |
| Longueur du corps | 4,4 à 5,5 mm | | 3,25 à 5,6 mm |
| Longueur totale | 6,42 à 8,07 mm | 5,5 à 6,0 mm | 5,7 à 8,4 mm |
| Largeur au niveau de la vulve | 41,2 à 45,3 μ | 70 à 80 μ | 45 à 68 μ |
| Largeur au niveau de l'anus | 20,6 μ | | 23 à 45 μ |
| Plus grande largeur ... | 72 à 82 μ | | 61 à 89 μ |
| Longueur du vagin | 82 à 123 μ | 115 à 130 μ | 79 à 190 μ |
| Distance du bas de l'œ- sophage à la vulve .. | 41 à 144 μ | 35 μ | 37 à 76 μ |
| Longueur des œufs | 59 à 61 μ | 58 à 63 μ | 45 à 57 μ |
| Largeur des œufs | 26,8 μ | 25 à 27 μ | 22 à 34 μ |

Au sein du groupe de ces nématodes se trouvait un individu aberrant quant à ses dimensions. Il s'agissait d'une femelle dont le rostre était de taille normale, 2,20 mm, mais dont le corps était anormalement court, 2,02 mm. Or il s'agit d'un individu adulte, car le corps contenait des œufs bien développés engagés dans le vagin. Le rapport de la longueur de l'œsophage à la longueur totale du

corps mis à part, cette femelle présentait toutes les caractéristiques de l'espèce. Par exemple, la longueur du vagin était de $82\ \mu$ et la distance du bas de l'œsophage à la vulve de $68\ \mu$. De même les œufs étaient de taille normale : $59,7 \times 26,81\ \mu$. Il s'agit vraisemblablement d'un individu malformé.

Sur les cinq *Crocidura russula* examinées, deux étaient parasitées par ce nématode. Il s'agissait de deux musaraignes de sexe mâle dont les estomacs contenaient respectivement six et quatre *C. exigua*. Tous les nématodes étaient de sexe femelle.

3°) *Capillaria incrassata* Diesing, 1851

On trouve dans la vessie urinaire des *Soricidae* et des *Talpidae* européens des nématodes appartenant au genre *Capillaria*. Jusqu'à l'heure actuelle on n'est parvenu à y distinguer qu'une seule espèce, *C. incrassata*. Nous avons déjà trouvé celle-ci dans le Bassin parisien et dans les Vosges, chez la musaraigne, *Sorex araneus* L., et en Belgique chez les *Soricinae* et les *Crocidurinae*.

Une des *Crocidura russula* examinée ici portait dans la vessie sept de ces nématodes. Si tous les individus femelles présentaient des dimensions normales, par contre, le seul mâle existant paraissait d'une taille nettement inférieure à celle des *C. incrassata* provenant des musaraignes à dents rouges. Ainsi, sa longueur totale était de $6,42\ \text{mm}$, son plus grand diamètre valait $46,4\ \mu$ et la longueur de son spicule se chiffrait à $618\ \mu$. Chez les nématodes provenant de *Sorex araneus* ces dimensions sont au minimum respectivement de $9,45\ \text{mm}$, $91\ \mu$ et $836\ \mu$.

4°) *Syphacia obvelata* Rudolphi, 1802

Nous avons trouvé ce nématode banal à la fois chez *Microtus arvalis* et chez *Arvicola sapidus*. Il s'agit d'une espèce décrite de la souris domestique, mais qui paraît surtout inféodée aux *Microtidae*. En effet on la trouve chez de nombreux représentants de cette famille, alors que chez les *Muridae* européens on ne la connaît que chez *Mus musculus* L.

Cet *Oxyuridae* semble toutefois présenter de légères variations morphologiques selon l'hôte parasité. Ainsi, par exemple, chez *Microtus arvalis*, les femelles gravides sont plus larges, ont l'avant du corps plus trapu et la queue plus longue que chez celles parasitant la souris domestique.

TABLEAU 2

Dimensions de femelles gravides de *Syphacia obvelata* Rud. provenant de *Microtus arvalis* Pall. et de *Arvicola sapidus* Mill. comparées avec celles données par ROMAN concernant du matériel de *Mus musculus* L.

| | <i>Microtus arvalis</i> | <i>Arvicola sapidus</i> | <i>Mus musculus</i> |
|---|-------------------------|-------------------------|---------------------|
| Longueur totale | 3,29 à 4,94 mm | 3,3 à 4,41 mm | 3,45 à 5,80 mm |
| Longueur de l'œsophage | 195 à 245 μ | 257 à 261 μ | 180 à 300 μ |
| Longueur du bulbe | 78 à 93,6 μ | 78 à 93 μ | 75 à 175 μ |
| Distance de la tête au pore excréteur | 226 à 296 μ | 343 à 429 μ | 325 à 590 μ |
| Distance de la tête à la vulve | 288 à 437 μ | 507 à 624 μ | 550 à 925 μ |
| Longueur de la queue . . | 624 à 780 μ | 624 à 702 μ | 530 à 675 μ |
| Largeur au niveau de la vulve | 249 à 343 μ | 292 à 296 μ | |
| Plus grande largeur | 312 à 522 μ | 312 à 362 μ | 240 à 400 μ |
| Longueur des œufs | 92 à 103 μ | 111 à 116 μ | 118 à 153 μ |
| Largeur des œufs | 41 à 51 μ | 35 à 41 μ | 33 à 54,5 μ |

Le tableau 2 fournit les dimensions du matériel récolté chez *M. arvalis* et chez *A. sapidus* en Vendée, comparées à celles données par ROMAN (2) et relatives à des nématodes provenant de souris domestiques de la région lyonnaise. Il est intéressant de noter que les *Syphacia obvelata* parasitant le campagnol aquatique se rapprochent beaucoup plus de ceux décrits de la souris domestique que de ceux trouvés chez le campagnol des champs.

Dans le premier cas il y a une concordance parfaite en ce qui concerne les dimensions des représentants des deux populations, alors que dans le second, des divergences importantes apparaissent : distance du pore excréteur et de la vulve à l'extrémité antérieure, longueur de la queue, plus grande largeur et longueur des œufs. Ces éléments ne paraissent toutefois pas suffisants pour justifier une séparation taxonomique tant qu'il n'aura pas été démontré qu'il y a une ségrégation écologique des diverses formes.

Cette espèce paraît très euryxène et possède une aire de répartition extrêmement vaste, en rapport avec la variété de ses hôtes, *Microtidae*, *Muridae*, *Gerbillidae*, et l'ubiquité de certains d'entre eux, comme la souris domestique, *Mus musculus*.

Dans notre matériel, l'espèce parasitait quatre des cinq *Arvicola sapidus* examinés et dix des quinze *Microtus arvalis*. Chez cette dernière espèce le nombre de nématodes par hôte était relativement peu élevé, au minimum quatre et au maximum vingt-neuf, alors que chez les campagnols aquatiques le nombre de parasites était de trente-sept, cent soixante-deux, deux cents et plusieurs centaines.

5°) *Syphacia stroma* von Linstow, 1884

A l'encontre de la plupart des espèces du genre qui se trouvent dans le cæcum de leur hôte, *Syphacia stroma* est un parasite de l'intestin grêle. Il s'agit d'une espèce aussi banale que la précédente, mais beaucoup plus sténoxène, puisqu'on ne la trouve que chez les espèces du genre *Apodemus*.

Sur les trois mulots, *Apodemus sylvaticus*, autopsiés ici, deux recélaient ce nématode dans leur intestin grêle, l'un cinquante représentants et l'autre quatre-vingt-deux.

*
**

En résumé, chez les quatre espèces de micromammifères examinées, nous avons trouvé cinq espèces de nématodes réparties comme suit :

- chez *Crocidura russula* : *Capillaria exigua* et *C. incrassata*,
- chez *Microtus arvalis* : *Trichuris* sp. et *Syphacia obvelata*,
- chez *Arvicola sapidus* : *Syphacia obvelata*,
- chez *Apodemus sylvaticus* : *Syphacia stroma*.

Le nombre d'individus dépourvus de nématodes parasites était respectivement de trois sur cinq chez *C. russula*, de quatre sur quinze chez *M. arvalis*, de un sur cinq chez *A. sapidus* et de un sur trois chez *A. sylvaticus*.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) BERNARD, J., 1959. *Bull. Inst. agron. Stat. Rech. Gembloux*, **XXVII** (4) : 371-407.
- (2) ROMAN, E., 1951. *Mém. Mus. nat. Hist. nat.*, série A, **II** (1) : 49-270.

— 82 —

II LOCALISATION ET IMPORTANCE ET IMPORTANCE ET IMPORTANCE
III CHEZ L'ANIMAL COMPLETEMENT MOU
IV GROSSEUR DE L'ECRUISSE POUR LE DECHIFFREMENT DU

**IMPORTANCE DES GASTROLITHES
DANS L'ÉCONOMIE DU CALCIUM
CHEZ *ASTACUS PALLIPES* LEREBoulLET.
BILAN CALCIQUE DE L'EXUVIATION**

par Claude CHAISEMARTIN

SOMMAIRE

INTRODUCTION

I. PROBLÈME DES GASTROLITHES

- 1) Etat de la question.
- 2) Choix du matériel d'étude et techniques.
- 3) Importance pondérale et teneur calcique des gastrolithes immédiatement après l'ecdysis. Influence de la captivité.
- 4) Dissolution intrastomacale des concrétions gastriques après l'exuviation, anomalies.
- 5) Genèse des gastrolithes, incidence de l'élevage et action de l'eau ambiante.

II. BILAN CALCIQUE ET EXUVIATION

- 1) Poids moyens et quantités de calcium total, pour trois groupes de tailles.
- 2) Exuviation :
 - a) perte de matière subie par l'Ecrevisse et comparaison avec les résultats obtenus chez les Brachyours;
 - b) importance des constituants minéraux et organiques de l'Ecrevisse venant de muer.
- 3) Bilan calcique total.

III. LOCALISATION ET IMPORTANCE DES RÉSERVES CALCIQUES CHEZ L'ANIMAL COMPLÈTEMENT MOU

- 1) Hépatopancréas.
- 2) Hypoderme et formations tégumentaires préexuviales.
- 3) Hémolymphé.

IV. ORIGINE DU CALCIUM MOBILISÉ POUR LE DURCISSEMENT DU NOUVEL EXOSQUELETTE.

CONCLUSION GÉNÉRALE ET DISCUSSION

- 1) Principaux résultats.
- 2) Sur le rôle effectif des gastrolithes dans l'économie du calcium.

PUBLICATIONS CITÉES

INTRODUCTION

La constitution, chez les Crustacés Décapodes, d'une superstructure calcaire est, dans ce groupe, l'un des problèmes biologiques qui ont suscité le plus de recherches. LAFON (1948), est cependant le premier à établir, avec comme matériel d'étude *Carcinides maenas*, un bilan total de l'exuviation.

Le présent travail rapporte un ensemble de résultats quantitatifs relatifs à la mue chez un Décapode dulçaquicole : *Astacus pallipes*. Le problème des gastrolithes, très controversé, fera l'objet d'un développement particulier.

I. LE PROBLÈME DES GASTROLITHES

1) ETAT DE LA QUESTION

Les gastrolithes, formés au cours de la période préparatoire à la mue, ont été, à divers points de vue, abondamment étudiés. Nous retiendrons par ordre chronologique, les travaux de RÉAUMUR (1723);

DULK (1835); CHANTRAN (1874*a* et *b*); BRAUN (1875); HUXLEY (1878); IRWINE et WOODHEAD (1889); HERRICK (1895), DAMBOVICEANU (1932); NYBELIN (1935); DRACH (1939); NUMANOI (1939); ROBERTSON (1940); MALUF (1940); KYER (1942); HUSSON (1950 et 1952); STEPHENS (1955); ANDRÉ (1960); TRAVIS (1960).

La morphologie des gastrolithes, leur développement progressif avant l'ecdysis, leur dissolution rapide pendant les premières phases de la calcification du nouveau tégument sont notés dans la plupart des cas. Seuls DULK, puis DAMBOVICEANU précisent la composition minérale des concrétions gastriques.

En ce qui concerne le rôle des gastrolithes en tant que réserves de calcium, trois hypothèses ont été émises par nos prédécesseurs.

Selon NYBELIN, il y a élimination pure et simple d'un excès de calcaire provenant des parties de l'ancien exosquelette « résorbées » avant la mue. HUSSON (1950), conclut à un parallélisme frappant entre cette observation et le rejet de calcaire chez les Amphipodes, sous forme de concrétions, quelques jours avant la mue. Nous ne partageons pas les opinions de NYBELIN; nous n'avons, sur près d'une centaine d'individus, jamais vu les gastrolithes éliminés au cours de l'exuviation.

Selon CHANTRAN, les gastrolithes jouent un rôle essentiel comme réserves calcaires dans le durcissement rapide de la nouvelle carapace après la mue. La plupart des auteurs, HUSSON notamment, revenant sur son opinion, en 1952, partagent le même point de vue.

Selon IRWINE et WOODHEAD, la réserve ainsi constituée ne représente qu'une fraction insignifiante du calcaire total accumulé dans les formations tégumentaires (quelques décigrammes pour 15 grammes).

2) MATÉRIEL ET TECHNIQUES

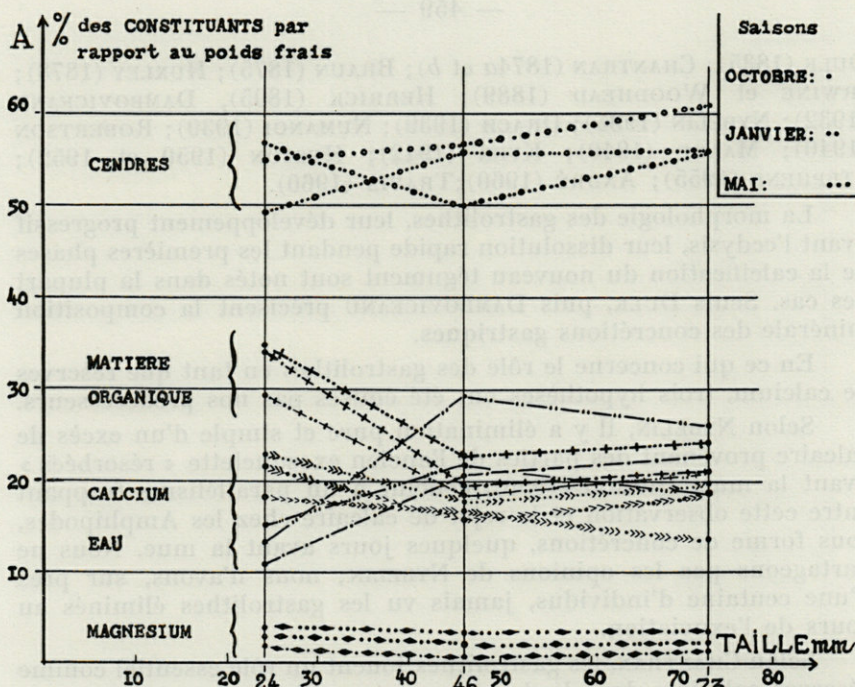
Les gastrolithes sont prélevés immédiatement après le rejet de l'ancienne carapace (1), dans trois populations d'Ecrevisses, soit au total 205 individus mis en élevage respectivement fin août, fin octobre et début mars, dans l'eau du ruisseau d'origine, confinée et aérée.

Les opérations suivantes ont été effectuées :

1) détermination du poids frais aussitôt après extraction et séchage sur papier filtre.

2) détermination du poids sec après dessiccation à 105°.

(1) Les gastrolithes sont à ce moment, placés sans aucune orientation dans la cavité stomacale.



B Morphologie des gastrolithes
immédiatement après la mue

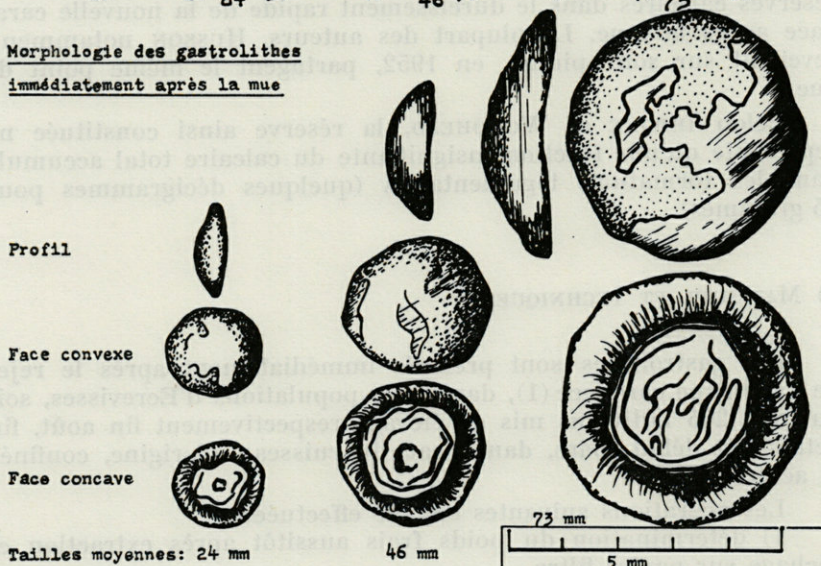


Fig. 1. — A, variations pour les petites, les moyennes et les grandes tailles, des pourcentages, par rapport au poids frais, de la quantité d'eau perdue à 105°, de la matière organique, des cendres, des éléments calcium et magnésium. B, dessins de gastrolithes au maximum de leur développement.

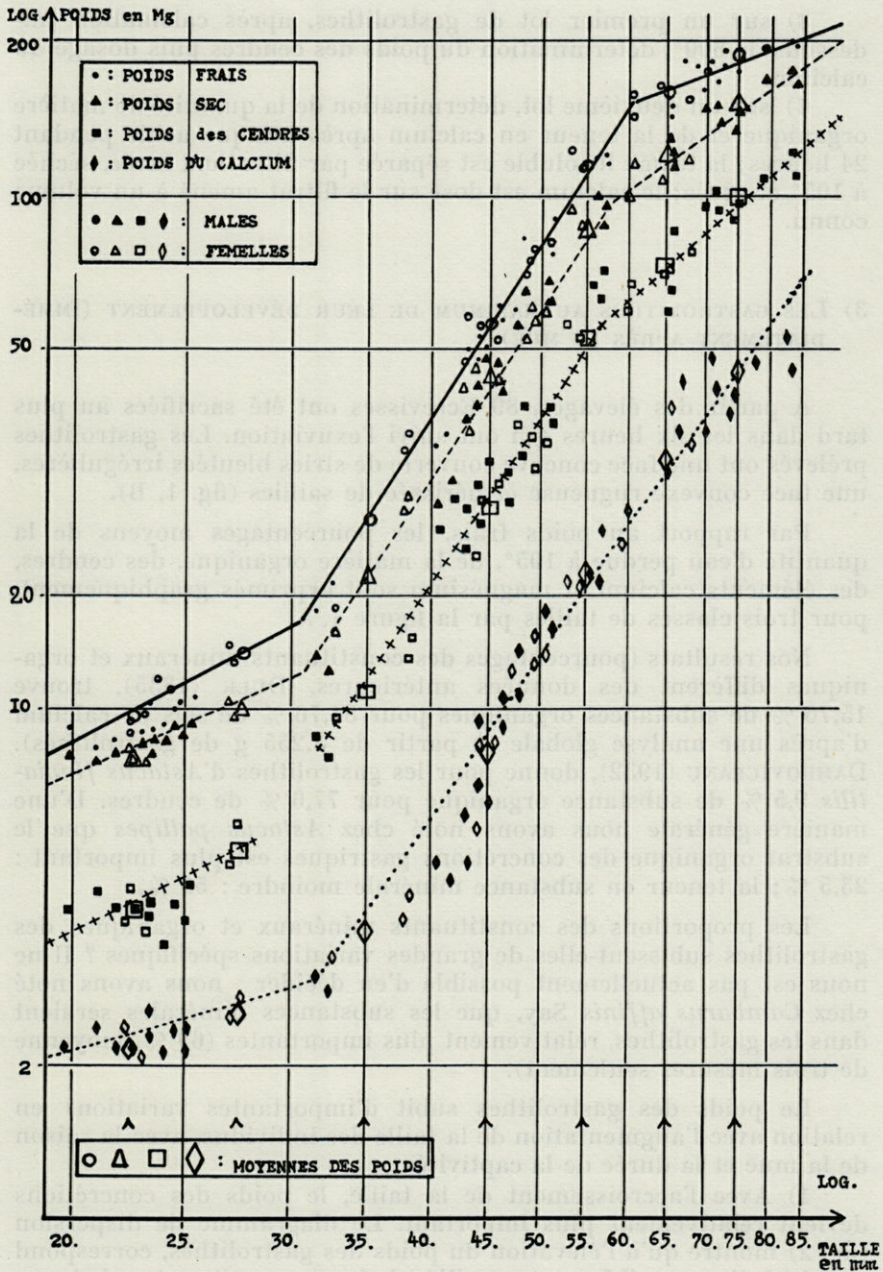


Fig. 2. — Diagramme de dispersion : poids frais, secs, cendres, teneurs en calcium des gastrolithes en fonction de la taille. Coordonnées logarithmiques.

3) sur un premier lot de gastrolithes, après calcination au-dessous de 600°, détermination du poids des cendres puis dosage du calcium.

4) sur un deuxième lot, détermination de la quantité de matière organique et de la teneur en calcium après attaque acide pendant 24 heures; la trame insoluble est séparée par filtration, lavée, séchée à 105° et pesée; le calcium est dosé sur le filtrat amené à un volume connu.

3) LES GASTROLITHES AU MAXIMUM DE LEUR DÉVELOPPEMENT (IMMÉDIATEMENT APRÈS LA MUE)

A partir des élevages, 89 Ecrevisses ont été sacrifiées au plus tard dans les six heures qui ont suivi l'exuviation. Les gastrolithes prélevés ont une face concave couverte de stries bleutées irrégulières, une face convexe rugueuse et hérissée de saillies (fig. 1, B).

Par rapport au poids frais, les pourcentages moyens de la quantité d'eau perdue à 105°, de la matière organique, des cendres, des éléments calcium et magnésium sont exprimés graphiquement, pour trois classes de tailles par la figure 1, A.

Nos résultats (pourcentages des constituants minéraux et organiques) diffèrent des données antérieures. DULK (1835), trouve 15,76 % de substances organiques pour 81,76 % de sels de calcium d'après une analyse globale (à partir de 3,255 g de gastrolithes). DAMBOVICEANU (1932), donne pour les gastrolithes d'*Astacus fluviatilis* 9,5 % de substance organique pour 77,6 % de cendres. D'une manière générale nous avons noté chez *Astacus pallipes* que le substrat organique des concrétions gastriques est plus important : 23,5 %; la teneur en substance minérale moindre : 55 %.

Les proportions des constituants minéraux et organiques des gastrolithes subissent-elles de grandes variations spécifiques ? Il ne nous est pas actuellement possible d'en décider : nous avons noté chez *Cambarus affinis* Say, que les substances minérales seraient dans les gastrolithes, relativement plus importantes (69 %, moyenne de trois mesures seulement).

Le poids des gastrolithes subit d'importantes variations en relation avec l'augmentation de la taille des individus, avec la saison de la mue et la durée de la captivité.

1) Avec l'accroissement de la taille, le poids des concrétions devient relativement plus important. Le diagramme de dispersion (fig. 2) montre qu'à l'élévation du poids des gastrolithes, correspond une évolution sensiblement parallèle de leurs constituants minéraux et organiques.

2) Pour une taille donnée (24 mm), les gastrolithes prélevés durant les exuviations de mai ne représentent en poids que 91 %, ceux de janvier 80 % des concrétions obtenues au cours des mues d'octobre. KYER (1942), note également que les gastrolithes formés pendant l'hiver ont un poids inférieur à ceux qui sont obtenus au cours des exuviations d'été.

3) La baisse de poids des gastrolithes prélevés durant les mues de janvier - février s'accompagne d'une réduction importante du substrat organique des concrétions; elle correspond peut-être à une dénutrition des Ecrevisses; les animaux ayant subi une captivité de l'ordre de trois mois.

Quelle est l'importance relative du calcium dans les gastrolithes ? Par gramme sec, la teneur moyenne en calcium des concrétions est respectivement pour les petites, les moyennes et les grandes tailles (24, 46, 73 mm) de 183, 262, 268 mg/g sec. Si cette teneur est supérieure au taux moyen de calcification de l'exosquelette pour les mêmes classes de tailles (CHAISEMARTIN, 1961), elle reste cependant du même ordre que celle des portions les plus calcifiées de celui-ci.

4) DISSOLUTION DES GASTROLITHES, ANOMALIES

Sur la base des observations de CHANTRAN (1874*b*), la plupart des auteurs admettent la lente disparition des gastrolithes après la mue sans toutefois apporter de valeurs numériques sur la perte de poids des concrétions. Seul HUSSON (1952), note une diminution du poids des gastrolithes avec le nombre d'heures écoulées après l'exuviation (12 résultats).

Nos résultats nous montrent que de nouvelles proportions entre constituants minéraux et organiques s'établissent au fur et à mesure de la diminution du poids des concrétions. L'attaque des sels de calcium est prépondérante dans les 6 à 8 heures qui suivent l'exuviation.

Dans certains cas, après une longue captivité notamment, les gastrolithes ne se dissolvent pas. L'anomalie est généralement létale 5 à 7 jours après la mue. La première calcification des formations tégumentaires (CHAISEMARTIN, 1962) s'est par contre déroulée normalement et nous ne pouvons partager les opinions de CHANTRAN (1874) selon lesquelles, lors de ces anomalies, « la nouvelle enveloppe reste entièrement molle ». Notons cependant que le moulin gastrique, en particulier la large barre transversale séparant la portion cardiaque de la portion pylorique, ne sont pas calcifiés.

5) GENÈSE DES GASTROLITHES; INFLUENCE DES FACTEURS EXTERNES

1) Le poids et la constitution des gastrolithes subissent, dans la période préparatoire à la mue, des variations qui nous permettent de définir deux étapes en relation avec les modifications du squelette tégumentaire.

Au cours de la première, éloignée de la mue (9 à 20 jours), les gastrolithes ont atteint la moitié de leur poids définitif pour les petites tailles, le septième seulement pour les grandes. Le substrat organique est pondéralement plus important que les sels minéraux. En accord avec les observations histologiques de TRAVIS (1960), la concrétion serait à ce stade, principalement formée par la trame tégumentaire.

Dans une deuxième étape, à proximité de la mue, les gastrolithes ont atteint, pour les petites tailles, leur état définitif. Cette étape est concomitante d'une réduction rapide des constituants des portions les plus minéralisées de l'exosquelette (CHAISEMARTIN, 1961) et d'une augmentation passagère de la calcémie (SOURIE et CHAISEMARTIN, 1961). Elle traduit un dépôt important de calcium, pour les moyennes et les grandes tailles, sur la surface externe convexe des concrétions (confirmation des observations de KYER (1942), d'après lesquelles, le principal enrichissement en sels minéraux des gastrolithes est acquis la dernière semaine avant l'exuviation).

2) Chez les individus en élevage, jusqu'à la taille de 73 mm, nous avons obtenu deux mues consécutives : en mars-avril, puis au début de juillet. Le poids sec des gastrolithes prélevés durant la deuxième exuviation correspond seulement à 47 % (taille de 24 mm) et même à 22 % (taille de 73 mm) du poids sec des concrétions obtenues lors de la première mue après la mise en élevage.

3) Un mois environ avant la période de la mue, 19 Ecrevisses sont placés dans une eau vingt fois plus riche en calcium (104 mg de Ca/l) que celle du ruisseau d'origine. Au cours de l'exuviation, le poids des gastrolithes s'est révélé nettement inférieur à la normale (68 % du poids précédemment noté au stade maximum de leur développement). La diminution des sels de calcium est en majeure partie responsable de cette chute de poids. L'exuviation a lieu; mais l'ancien tégument est incomplètement rejeté (fréquence : 14/19) (Pl. I). Nous avons précédemment montré que ces anomalies sont liées à une diminution partielle des constituants de l'exosquelette à la prémue.

Le poids des gastrolithes serait fonction de la minéralisation du squelette tégumentaire et de ses modifications préexuviales.

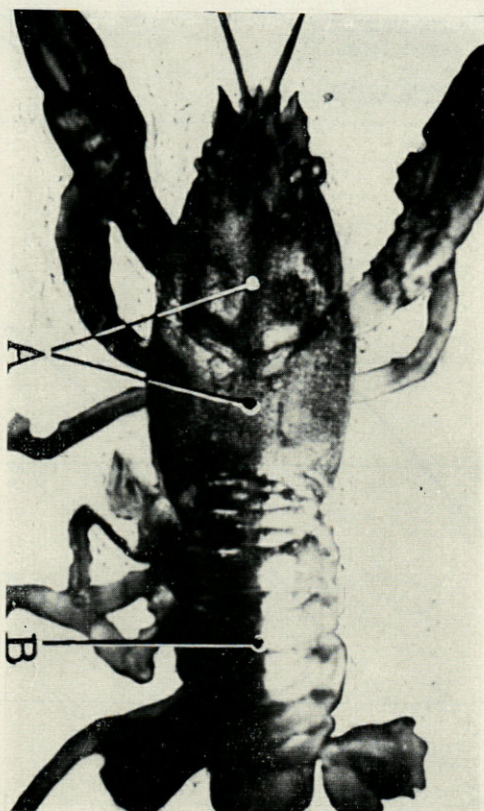


Planche I. — Rejet partiel de l'exuvie chez *Astacus pallipes*. A : nouveau tégument; B : ancienne carapace.

II. LE BILAN CALCIQUE DE L'EXUVIATION

A notre connaissance, aucun bilan total de l'exuviation n'a été dressé chez les *Astacidae*, ni chez les *Macroures* en général. Nous avons essayé de l'établir.

1) INTERMUE : POIDS MOYENS ET QUANTITÉS DE CALCIUM TOTAL

Pour les tailles moyennes de 23, 46, 73 mm, les valeurs moyennes (66 résultats au total, mâles et femelles étant groupés)

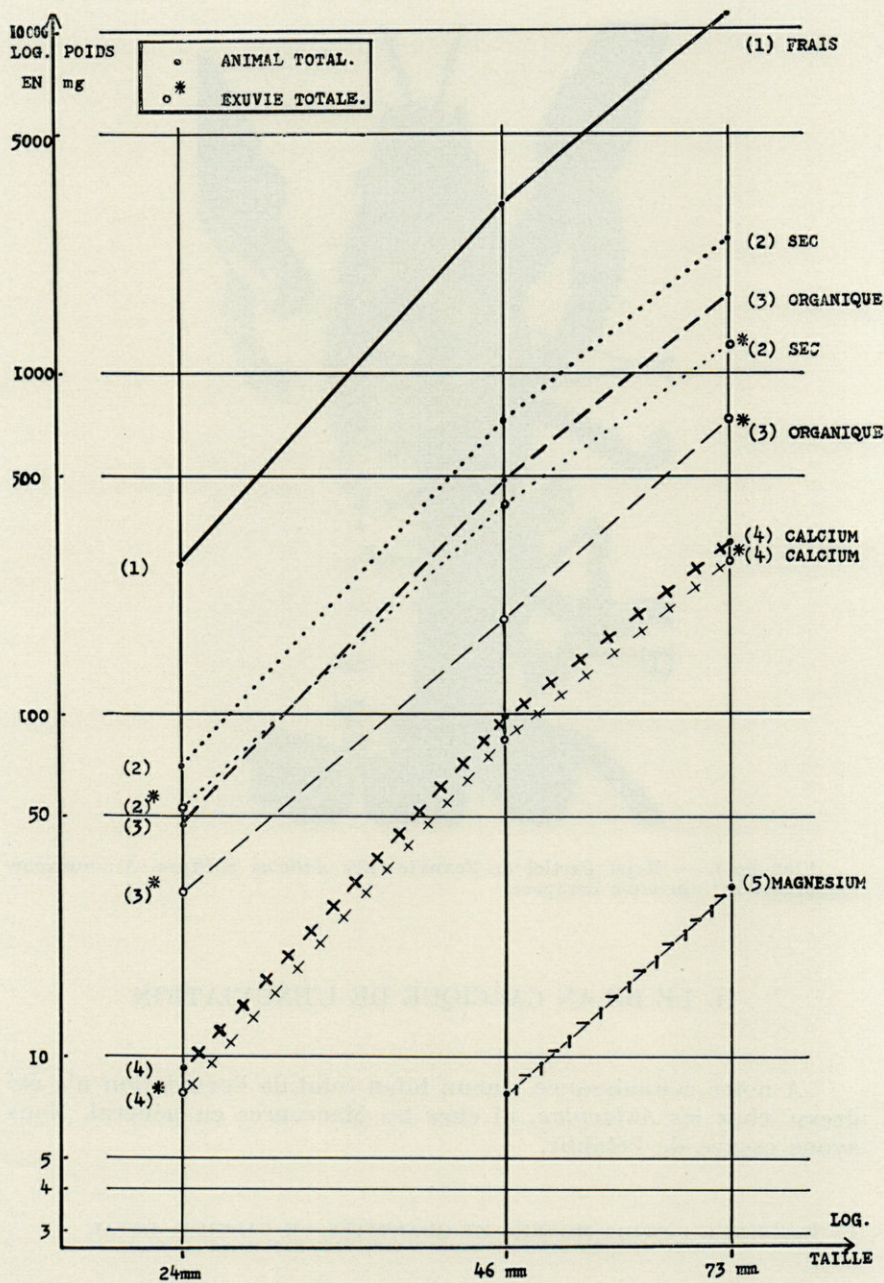


Fig. 3. — Variations, en fonction de trois classes de tailles, des poids frais, secs, teneurs en matière organique et en calcium de l'ensemble de l'animal au stade d'intermue et de l'exuvie totale. Coordonnées logarithmiques.

relatives au poids frais, au poids sec, à la teneur globale de l'ensemble de l'animal en matière organique et en calcium sont rapportées graphiquement par la figure 3. Les variations individuelles demeurent faibles; les fluctuations maximum, par rapport à la valeur moyenne du poids frais, du poids sec et de la substance minérale, pour des tailles voisines, vont de 3, 6 à 9 %.

2) EXUVIATION

a) Ordre de grandeur de la perte de matière représentée par l'exuvie.

L'exuviation représente pour l'Ecrevisse une perte de substance importante : 71 % pour les tailles inférieures, 48 % pour les grandes tailles du poids sec de l'animal avant la mue sont rejetés en bloc au cours de celle-ci (fig. 3).

L'Ecrevisse venant de muer, conserve 15 % seulement de sa propre quantité de calcium avant le rejet de l'ancienne carapace.

Que nous apportent les résultats antérieurs, obtenus chez d'autres espèces de Crustacés ?

LAFON (1948), note chez *Carcinides maenas* le rejet de 92 % du calcium au cours de l'exuviation. *Ligia exotica* perdrait seulement selon HARRISON et MARTIN (1954), 42,5 % de l'ensemble de son calcium. Cette « rétention » importante de calcium par la Ligie est considérée par les auteurs comme une adaptation à un environnement où le calcium est peu accessible. Malgré la faible minéralisation de l'eau (3 à 8 mg de calcium par litre) dans laquelle vit l'Ecrevisse étudiée, la perte calcique exuviale notée chez elle se rapproche, en intensité, de celle du Crabe.

b) Importance des constituants minéraux et organiques de l'Ecrevisse venant de muer.

Immédiatement après la mue, le poids sec de l'animal correspond en moyenne, à 39 % (taille de 24 mm) et à 45 % (taille de 73 mm) du poids sec total déterminé au stade d'intermue précédent. La teneur en calcium par gramme sec de l'animal après la mue, est relativement plus élevée pour les petites tailles (59 mg contre 43 mg).

3) BILAN CALCIQUE TOTAL

Quelle que soit la taille et en dehors des variations individuelles, la somme du calcium total de l'Ecrevisse molle et du calcium de

l'exuvie dont elle vient de se libérer, est supérieure à la quantité de calcium correspondant à un animal homologue pris au stade d'intermue antérieur. A titre d'exemple, les valeurs moyennes, pour les classes de tailles extrêmes (24 mm et 73 mm), s'établissent selon le tableau I.

TABLEAU I

| Tailles moyennes | 24 mm | 73 mm |
|---|----------|----------|
| Calcium total au stade d'intermue .. | 9,58 mg | 321 mg |
| Calcium total de l'Ecrevisse molle (gastrolithes compris) | 1,68 mg | 48,9 mg |
| Calcium de l'exuvie totale | 8,08 mg | 276 mg |
| Calcium des gastrolithes | 1,42 mg | 39,2 mg |
| Calcium total de l'exuvie et de l'Ecrevisse molle | 11,18 mg | 364,1 mg |
| Calcium total après la mue moins calcium total avant la mue | 1,60 mg | 43,1 mg |

III. LOCALISATION ET IMPORTANCE DES RÉSERVES CALCIQUES CHEZ L'ANIMAL COMPLÈTEMENT MOU

Les gastrolithes représentent près de la moitié du « potentiel initial » en calcium de l'Ecrevisse entièrement molle. Ils ne correspondent cependant qu'à une partie minime du calcium total accumulé dans le squelette tégumentaire. En dehors des concrétions gastriques, quelles sont la localisation et l'importance des réserves en calcium de l'animal ayant à édifier son nouvel exosquelette ?

1) HÉPATOPANCRÉAS

Chez *Cancer pagurus*, PAUL et SHARPE (1916), notent d'importantes réserves calciques hépatopancréatiques avant la mue, puis leur disparition de cette glande, lorsque la nouvelle carapace est

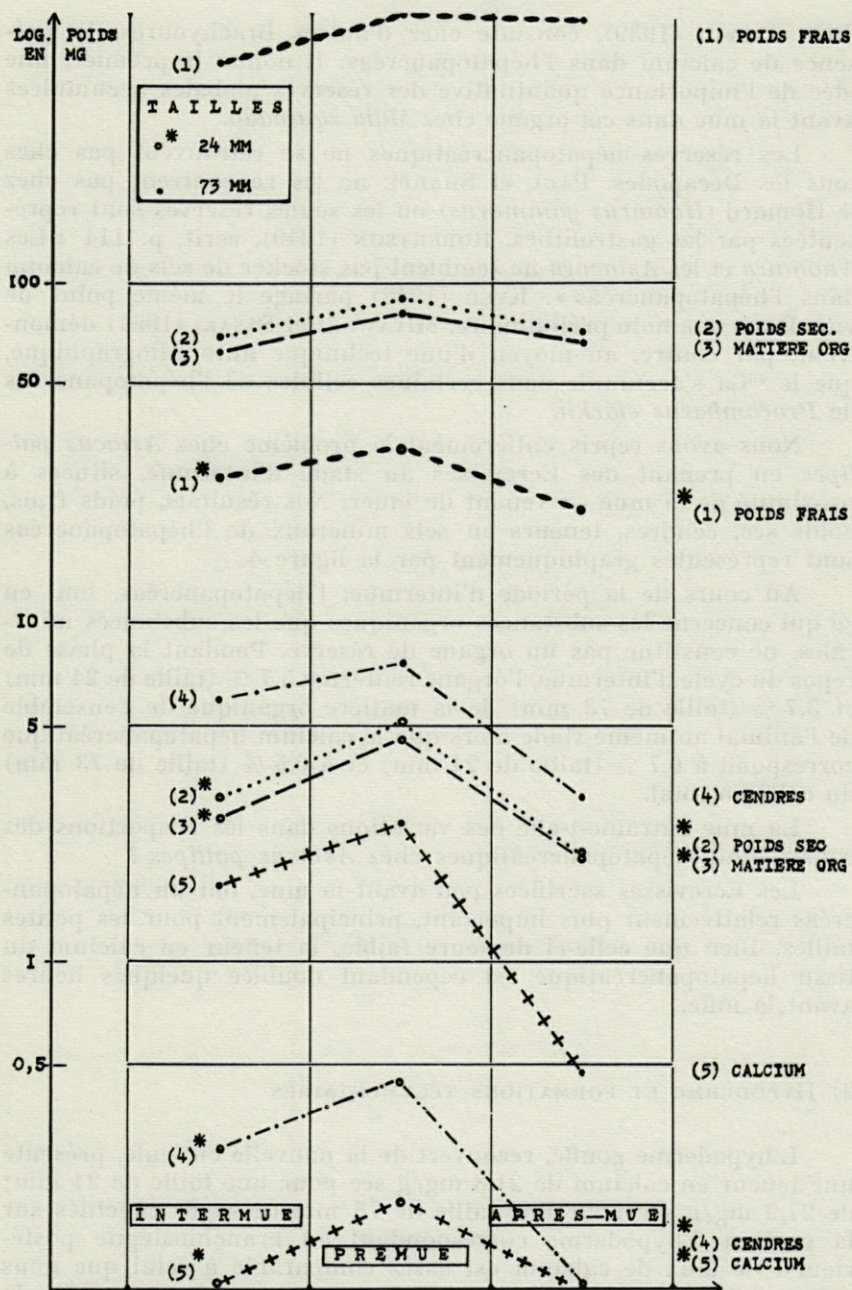


Fig. 4. — Variations des poids frais, secs, cendres, teneurs en sels minéraux de l'hépatopancreas (tailles de 24 et 73 mm) en fonction de trois étapes du cycle d'intermue.

dure. DRACH (1939), constate chez d'autres Brachyours, la présence de calcium dans l'hépatopancréas. Il donne le premier, une idée de l'importance quantitative des réserves globales accumulées avant la mue dans cet organe chez *Maia squinado*.

Les réserves hépatopancréatiques ne se retrouvent pas chez tous les Décapodes. PAUL et SHARPE ne les rencontrent pas chez le Homard (*Homarus gammarus*) où les seules réserves sont représentées par les gastrolithes. ROBERTSON (1940), écrit, p. 114 « Les *Anomura* et les *Astacura* ne semblent pas stocker de sels de calcium dans l'hépatopancréas ». KYER (1942) partage le même point de vue. Dans une note préliminaire, MIYAWAKI et SASAKI (1961) démontrent, par contre, au moyen d'une technique autoradiographique, que le ^{45}Ca s'accumule dans certaines cellules de l'hépatopancréas de *Procambarus clarkii*.

Nous avons repris entièrement le problème chez *Astacus pallipes* en prenant des Ecrevisses au stade d'intermue, situées à proximité de la mue en venant de muer. Nos résultats, poids frais, poids sec, cendres, teneurs en sels minéraux de l'hépatopancréas sont représentés graphiquement par la figure 4.

Au cours de la période d'intermue, l'hépatopancréas, tant en ce qui concerne les substances organiques que les substances minérales, ne constitue pas un organe de réserve. Pendant la phase de repos du cycle d'intermue, l'organe renferme 5,7 % (taille de 24 mm) et 3,7 % (taille de 73 mm) de la matière organique de l'ensemble de l'animal au même stade alors que le calcium hépatopancréatique correspond à 0,7 % (taille de 24 mm) et à 0,5 % (taille de 73 mm) du calcium total.

La mue entraîne-t-elle des variations dans les proportions des constituants hépatopancréatiques chez *Astacus pallipes* ?

Les Ecrevisses sacrifiées peu avant la mue, ont un hépatopancréas relativement plus important, principalement pour les petites tailles. Bien que celle-ci demeure faible, la teneur en calcium du tissu hépatopancréatique est cependant doublée quelques heures avant la mue.

2) HYPODERME ET FORMATIONS TÉGUMENTAIRES

L'hypoderme gonflé, recouvert de la nouvelle cuticule, présente une teneur en calcium de 21,8 mg/g sec pour une taille de 24 mm; de 27,9 mg/g sec pour une taille de 73 mm (dosages effectués sur la portion d'hypoderme correspondant au branchiostégite postérieur). Ce taux de calcium est assez comparable à celui que nous avons noté dans le nouveau tégument, quelques heures après la mue (CHAISEMARTIN, 1961).

3) HÉMOLYPHE

Au cours de l'exuviation, des modifications importantes de l'hémolymph ont été observées par DAMBOVICEANU (1929). Le plasma ne jouerait, selon l'auteur, qu'un rôle de vecteur, transportant le calcium. NUMANOI (1939), admet que la calcémie résulte d'un équilibre entre l'apport de calcium provenant de la dissolution partielle de la carapace et le stockage de cet élément sous forme de gastrolithes. NUMANOI (1939), remarque toutefois une augmentation brusque du calcium dialysable dans le sang, avec la dissolution des gastrolithes.

Nous avons précédemment noté une élévation passagère de la calcémie immédiatement après la mue. Chez les Ecrevisses, dont la ligne de suture épimérienne est large (phases précédant l'exuviation) le taux de calcium sanguin peut-être doublé par rapport à sa valeur obtenue au stade d'intermue. Cette élévation correspond à la fin de l'édification des gastrolithes. Il ne nous est actuellement pas possible d'évaluer la quantité de calcium total représenté par cette pointe calcémique.

IV. ORIGINE DU CALCIUM MOBILISÉ POUR LE DURCISSEMENT DU NOUVEL EXOSQUELETTE

En ce qui concerne la constitution de la future carapace, l'ensemble des données précédentes nous amènent à écarter toute hypothèse selon laquelle l'Ecrevisse molle trouverait dans ses réserves intérieures, la source essentielle de calcium.

La nécessité d'un emprunt direct de calcium au milieu extérieur a été montrée tant pour les Crustacés marins par HECHT (1914), en comparant le calcium total dans des Crabes durs et dans des Crabes mous, que pour les Crustacés dulçaquicoles par les observations de SCHUMANN (1928), chez les Gammaridés.

Dans une série d'expériences préliminaires, 18 Ecrevisses sont placées immédiatement après la mue, dans un demi-litre d'eau du ruisseau d'origine et maintenues entre 10 et 12°. La teneur en calcium de l'eau, initialement de 8,4 mg/l n'est plus que de 5,6 mg/l six heures après; au bout de trois jours, elle n'est plus que de 3,7 mg/l. Après treize jours, elle est de 3,4 mg/l. L'Ecrevisse n'est alors plus déformable; l'exosquelette est pourtant loin de sa calcification maxima.

Fait important, si nous plaçons une Ecrevisse venant de muer dans l'eau où a vécu un individu analogue, la teneur en calcium de l'eau demeure inchangée; elle se stabilise à une teneur voisine de 3,5 mg/l.

CONCLUSION GÉNÉRALE ET DISCUSSION

1) PRINCIPAUX RÉSULTATS

Les poids frais, poids secs, poids des cendres, teneurs en calcium des gastrolithes prélevés immédiatement après l'exuviation (stade maximum de leur développement) subissent avec l'augmentation de la taille, des variations notables : élévation de la teneur en eau et des proportions respectives du calcium, baisse de la matière organique.

Au cours de la genèse puis de la dissolution des concrétions gastriques, les proportions entre constituants minéraux et organiques varient.

Si la teneur en calcium des gastrolithes est supérieure au taux moyen de calcification de l'exosquelette, elle reste cependant du même ordre que celle des portions les plus calcifiées de celui-ci.

Le bilan calcique de l'exuviation nous montre que la somme du calcium total de l'Ecrevisse venant de muer et de son exuvie est supérieure à la quantité de calcium correspondant à un animal homologue pris au stade d'intermue précédent. Du calcium a donc été prélevé à partir de l'extérieur : nourriture ou eau environnante.

L'hépatopancréas, au cours de la période d'intermue, ne constitue pas, en ce qui concerne les substances minérales, un organe de réserve. Le calcium hépatopancréatique correspond en effet, durant la phase de repos du cycle d'intermue, à 0,7 % (taille de 24 mm) et à 0,5 % (taille de 73 mm) du calcium total. Cette teneur en calcium est cependant doublée quelques heures avant la mue (phénomène en relation vraisemblablement avec l'augmentation calcémique à la fin de la genèse des gastrolithes).

La minéralisation rapide du squelette tégumentaire après la mue nécessite un emprunt direct de calcium au milieu extérieur. Expérimentalement, une teneur minima de l'eau en cet élément s'est révélée nécessaire : elle pose le problème de la distribution écologique des *Astacidae*; le calcium de l'eau constituant l'un des facteurs limitants.

2) A PROPOS DU RÔLE DES GASTROLITHES

Les gastrolithes représentent environ la moitié de la réserve initiale en calcium de l'animal entièrement mou. Ils ne constituent cependant qu'une partie minime du calcium total accumulé dans le squelette tégumentaire futur, totalement édifié.

Les concrétions gastriques pourraient avoir un rôle essentiel dans le maintien du taux calcémique durant l'exuviation.

Collège Scientifique Universitaire de Limoges

PUBLICATIONS CITÉES

- ANDRÉ, M., 1960. Les Ecrevisses françaises. Editions Paul Lechevalier, Paris.
- BRAUN, M., 1875. Ueber die histologischen Vorgänge bei der Häutung von *Astacus fluviatilis*. *Arb. a. Zool. Inst. Würzburg*, 2 : 121-66.
- CHAISEMARTIN, Cl., 1961. Topographie de la calcification de l'exosquelette chez *Astacus pallipes* Lereboullet. Ses variations avec les étapes de la croissance. *Vie et Milieu* (Sous presse).
- CHAISEMARTIN, Cl., 1962. Croissance linéaire globale et relative chez *Astacus pallipes* Lereboullet. Minéralisation de l'exosquelette. 87^e Congrès National des Sociétés Savantes (Sous presse).
- CHANTRAN, M., 1874a. Observations sur la formation des pierres chez les Ecrevisses. *C.R. Acad. Sc.*, 78 : 655-7.
- CHANTRAN, M., 1874b. Sur le mécanisme de la dissolution intrastomacale des concrétions gastriques des Ecrevisses. *R. Acad. Sc.*, 79 : 1230-1.
- DAMBOVICEANU, A., 1929. Modifications physiochimiques du plasma d'*Astacus fluviatilis* au moment de la mue. *C.R. Soc. Biol. Paris*, 100 : 900-2.
- DAMBOVICEANU, A., 1932. Composition chimique et physico-chimique du liquide cavitaire chez les Crustacés Décapodes. Physiologie de la calcification. *Arch. Roum. Path. expér. et Microbiol.*, 5 (2) : 239-309.
- DRACH, P., 1939. Mue et cycle d'intermue chez les Crustacés Décapodes. *Ann. Inst. Océanograph.*, 103-392.
- DULK, 1835. Chemische Untersuchung der Kresteine. *Müller's Archiv*.
- HARRISON, F.M. et MARTIN, A.W., 1954. Calcium distribution and conservation during the molting period in *Limnoria lignorum* (Rathke). *Journ. of Comp. Physiol.*, 43 (1) : 247-56.
- HECHT, S., 1914. Note on the absorption of calcium during the molting of the blue crab, *Callinectes sapidus*. *Science, N.S.*, XXXIX : 108.
- HERRICK, 1895. Etude sur les gastrolithes. *United states Fish commission*, XV : 88-94.
- HUSSON, R., 1950. Elimination de calcaire avant la mue chez *Niphargus virei* Chev. *Ann. des Sc. Nat. Zool.*, 11^e série, XII : 351.
- HUSSON, R., 1952. A propos du rôle des gastrolithes chez les Ecrevisses. *C.R. Acad. Sc.*, 235 : 905-7.

- HUXLEY, T.H., 1878. The Crayfish. *First Edition, Kegan Paul Trench et Co. London.*
- IRWINE et WOODHEAD, 1889. Secretion of carbonate of lime by animals. *Part. II. Proc. Roy. Soc. Edimb.*, vol. for 1888-1889, 324-54.
- KYER, D.L., 1942. Effect of sinus gland on gastroliths of crayfish. *Biol. Bull.*, 82 : 68-78.
- LAFON, M., 1948. Nouvelles recherches biochimiques et physiologiques sur le squelette tégumentaire des Crustacés. *Bull. Inst. Océanograph.*, 939 : 1-28.
- MALUF, N.S.R., 1940. The uptake of inorganic electrolytes by the crayfish. *Journ. Gen. Physiol.*, 24 : 151-167.
- MIYAWAKI, M., SASAKI, N., 1961. A preliminary report on uptake of ⁴⁵Ca by the hépatopancréas of crayfish, *Procambarus clarki*. *Kumanoto J. Sci.*, Ser. B, Sect. 2, 5 (2) : 170-2.
- NUMANOI, H., 1939. Behavior of blood calcium in the formation of gastroliths in some decapod crustaceans. *Japan. J. Zool.*, 8 : 357-363.
- NYBELIN, O., 1935. Om de s.k. Kräftstenarna och deras betydelse. *Svensk Fiskeri Tidskrift*, 44^e année, 3.
- PAUL, J.H. et SHARPE, J.S., 1916. Studies in calcium metabolism. The deposition of lime salts in the integument of decapod crustacea. *Journ. of Physiology*, L : 183-92.
- RÉAUMUR, 1723. Additions sur la mue des Ecrevisses données dans les mémoires de 1712. *Hist. Ac. Roy.*, 263-74.
- ROBERTSON, James D., 1940. The Function and metabolism of calcium in the Invertebrata. *Biological Reviews*, 16 : 106-33.
- SCHUMANN, F., 1928. Experimentelle Untersuchungen über die Bedeutung einiger Salze, insbesondere des Kohlensäuren Kalkes, für Gammariiden und ihren Einfluss auf die Häutungsphysiologie und Lebenmöglichkeit. *Zool. Jahrb. Allg. Zool.*, 44 : 623-704.
- SOURIE, R. et CHAISEMARTIN, Cl., 1961. Les variations de la teneur en calcium total de l'hémolymphe chez *Astacus pallipes* Lereboullet. *Vie et Milieu*, XII (4) : 604-13.
- STEPHENS, G.C., 1955. Induction of molting in the crayfish *Cambarus* by modification of daily photoperiod. *Buol. Bull.*, 108 : 235-41.
- TRAVIS, D.F., 1960. The deposition of skeletal structures in the Crustacea. I : The histology of the gastrolithes skeletal tissue complex and the gastroliths in the Crayfish, *Orconectes (Cambarus) virilis*. *Biol. Bull.*, 118 (1) : 137-49.

**NOTES SUR LES MAMMIFÈRES
EN PROVENANCE DU DÉPARTEMENT
DES PYRÉNÉES-ORIENTALES
IV. — LISTE PRÉLIMINAIRE DES MAMMIFÈRES
DU MASSIF DU CARLIT**

par M.C. SAINT GIRONS et P.J.H. van BREE

Le massif du Carlit constitue une des régions les plus intéressantes et, du point de vue biologique, les plus riches du département des Pyrénées-Orientales. A l'est, le massif est bordé par la Cerdagne, grande vallée d'origine glaciaire. Il est encadré au sud-ouest par la petite rivière de Carol, sous-affluent de l'Ebre, à l'ouest par l'Ariège et à l'est par le cours supérieur de l'Aude. Au nord, aucun cours d'eau ne peut constituer une frontière naturelle. Nous avons arbitrairement fixé la limite septentrionale de la région étudiée à une ligne qui part, à l'est, de l'agglomération d'Ax-les-Thermes et, par la vallée d'Orlu, atteint à l'ouest le cours de l'Aude.

Au pied du massif, nous trouvons bien entendu les espèces des plaines méditerranéennes. L'altitude relativement élevée du pic Carlit (2 921 m) a permis le développement d'une faune de caractère nettement alpin. Sur les pentes, les deux faunes s'interpénètrent. A l'est et à l'ouest, les voies de passage permettent la jonction des faunes française et espagnole. Il est évident que le massif lui-même constitue un lieu de rencontre pour les éléments faunistiques des deux pays. On sait depuis longtemps que la Cerdagne est une voie de migration classique pour les Oiseaux et les Papillons.

Les premières études relatives à la faune des Mammifères de cette région sont l'œuvre de COMPANYO (1841, 1863). Cet auteur publie une liste faunistique et des données sur la répartition de

quelques Mammifères du département des Pyrénées-Orientales. On trouve dans cette liste peu de renseignements quant aux Mammifères du massif du Carlit. Beaucoup plus tard, le biologiste anglais O. THOMAS et le mammalogiste américain G.S. MILLER ont commencé à récolter des Mammifères au voisinage des villages de l'Hospitalet (vallée supérieure de l'Ariège, à 1 436 m d'altitude), de Porté (vallée de Carol, au sud du col de Puymorens, à 1 625 m d'altitude) et de l'agglomération d'Ax-les-Thermes (vallée de l'Ariège, à 720 m d'altitude). Le matériel recueilli a fourni à MILLER la base de nombreuses études (diagnose des sous-espèces *Sorex araneus pyrenaicus*, *Clethrionomys glareolus vasconiae*, *Microtus arvalis meridianus*, *Microtus nivalis aquitanus*, *Arvicola sapidus tenebricus*) qu'il a ensuite utilisées dans la rédaction de son important ouvrage sur les Mammifères de l'Europe Occidentale : « Catalogue of the Mammals of Western Europe » (1912).

Pendant longtemps, aucune donnée nouvelle sur les Mammifères de cette région n'a été publiée. Les recherches d'un biologiste allemand, H. BOHMANN, pendant l'été de 1944, ont apporté des précisions sur la faune du village de Superbolquère entre Montlouis et Font Romeu. Les nombreux Mammifères collectés appartiennent aux collections du Musée zoologique de Hambourg. En 1958, le premier auteur de cette note publiait quelques données sur une petite collection de Mammifères capturés par PAULIAN et de LIFFIAC (1950) et par elle-même (1957) dans la région du lac des Bouillouses (2016 m d'altitude). Le second auteur a visité le massif du Carlit et spécialement cette même région des Bouillouses en 1956. D'autres séjours ont eu lieu en 1960 et 1961. Au cours de cette dernière année, les deux auteurs ont recueilli ensemble le matériel nécessaire à leur étude. D'autre part, KRUSEMAN et STOCK ont capturé également quelques Mammifères au refuge des Bouillouses (1959) et, sous la direction de DOBY, un groupe de chercheurs a recueilli des petits Mammifères dans le massif en 1961. Une étude concernant quelques ectoparasites de ces Mammifères a été publiée par BEAUCOURNU et RAULT (1962). En 1962, de BEAUFORT a capturé quelques individus dans la région de Formiguères, au nord-est du massif (1 506 m d'altitude). Ces derniers figurent dans les collections du Muséum National d'Histoire Naturelle, à Paris.

Bien que la plus grande partie du matériel recueilli par les auteurs dans le massif du Carlit soit encore en cours d'étude, il a semblé utile de publier une liste préliminaire des Mammifères de cette région. M. J. BÉNÉZET, garde des Eaux et Forêts au refuge des Bouillouses (Montlouis) a grandement contribué à l'établissement de cette liste, particulièrement en ce qui concerne les Carnivores et les Ongulés. Les auteurs tiennent à lui exprimer ici leur gratitude.

Nous donnons ci-dessous la liste par espèce des Mammifères en provenance de la région dont nous avons précisé plus haut les

LISTE DES MAMMIFÈRES DU MASSIF DU CARLIT

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>Talpa europaea</i> | | + | | | | | | + | |
| <i>Sorex areneus</i> | | + | | | | + | + | | |
| <i>Sorex minutus</i> | | + | | | | | | | |
| <i>Neomys fodiens</i> | | + | | + | | | | | |
| <i>Neomys anomalus</i> | | + | | | | | | | |
| <i>Crocidura russula</i> | | + | | | | | | | |
| <i>Pipistrellus</i> sp. | | | | | + | | | | |
| <i>Vulpes vulpes</i> | | + | | | | | | | + |
| <i>Meles meles</i> | | | | | | | | | + |
| <i>Lutra lutra</i> | | | | | | | | | + |
| <i>Martes martes</i> | | | | | | | | | + |
| <i>Martes foina</i> | | | | | | | | | + |
| <i>Mustela erminea</i> | | | | | | | | | + |
| <i>Mustela nivalis</i> | | + | | | + | | | | + |
| <i>Mustela putorius</i> | | | | | + | | | | + |
| <i>Genetta genetta</i> | | | | | | | | | + |
| <i>Felis silvestris</i> | | | | | | | | | + |
| <i>Oryctolagus cuniculus</i> ... | | | | | | | | | + |
| <i>Lepus europaeus</i> | | | | | | | | | + |
| <i>Lepus timidus</i> | + | | | | | | | | |
| <i>Eliomys quercinus</i> | | + | + | + | + | + | + | | |
| <i>Glis glis</i> | | | | | + | | | | |
| <i>Clethrionomys glareolus</i> . | | + | + | + | | + | + | | |
| <i>Microtus agrestis</i> | | + | + | | | | + | | |
| <i>Microtus arvalis</i> | | + | + | | | + | + | | + |
| <i>Microtus nivalis</i> | | + | | | | + | | | |
| <i>Arvicola sapidus</i> | | + | + | + | | | + | | |
| <i>Arvicola terrestris</i> | | | + | | | | | | |
| <i>Pitymys savii</i> | | + | + | | | | | | |
| <i>Apodemus sylvaticus</i> | | + | | + | + | + | + | | |
| <i>Apodemus flavicollis</i> | | + | | + | | + | | | |
| <i>Sciurus vulgaris</i> | | | | | + | + | | | |
| <i>Marmota marmota</i> | | | | | + | | | | + |
| <i>Sus scrofa</i> | | | | | | | | | + |
| <i>Cervus elaphus</i> | | | | | | | | | + |
| <i>Ovis aries</i> | | | | | | | | | + |
| <i>Rupicapra rupicapra</i> | | | | | + | | | | + |

limites. Nous indiquons par une croix, en face du nom de l'espèce, la présence de celle-ci dans les données des auteurs ou les collections. Les colonnes correspondent à :

colonne 1 : données publiées par COMPANYO (1841);

colonne 2 : matériel recueilli par THOMAS et MILLER, données publiées par MILLER (1912);

- colonne 3 : matériel recueilli par BOHMANN;
- colonne 4 : données publiées par SAINT GIRONS (1958);
- colonne 5 : matériel recueilli par van BREE (1956 et 1960), quelques données publiées en 1960;
- colonne 6 : matériel recueilli par SAINT GIRONS et van BREE (1961);
- colonne 7 : données publiées par BEAUCOURNU et RAULT (1962);
- colonne 8 : données de M. BÉNÉZET (*in litteris*);
- colonne 9 : matériel recueilli par de BEAUFORT.

INSECTIVORES

Talpa europaea Linnaeus, 1758. — La Taupe est abondante en altitude. On la trouve dans les herbages jusqu'à 2 300 - 2 400 m d'altitude. MILLER signale l'espèce à Porté et à l'Hospitalet (1912).

Galemys pyrenaicus (Geoffroy, 1811). — D'après PEYRE (1956), reprenant en partie les données de PUISSÉGUR (1935), le Desman existerait dans les cours d'eau du massif du Carlit qui réalisent à la fois les conditions suivantes : eau permanente, relativement froide, fortement oxygénée et pourvue d'une faune abondante, abris naturels dans les berges. Nous ne l'avons jamais observé.

Sorex araneus pyrenaicus Miller, 1909. — La Musaraigne des Pyrénées a été signalée par MILLER (1912) du Porté, de l'Hospitalet et d'Ax-les-Thermes. Nous l'avons trouvée près du lac des Bouillouses, BEAUCOURNU et RAULT (1962) également. Au cours de piégeages dans les Pyrénées centrales et occidentales, l'un de nous a capturé de nombreux individus de cette sous-espèce à 2 000 m (lac d'Orédon) et à des altitudes inférieures. Nous l'avons également recueillie au Canigou (col de Batère).

Sorex minutus minutus Linnaeus, 1766. — La Musaraigne pygmée a été signalée par MILLER (1912) du Porté, de l'Hospitalet et d'Ax-les-Thermes. Elle ne semble pas rare dans la région des Bouillouses où l'un de nous l'a capturée.

Neomys fodiens fodiens (Schreber, 1777). — La Musaraigne aquatique a été signalée par MILLER en provenance de Porté et de l'Hospitalet (1912). Elle existe aussi dans les cours d'eau de la région des Bouillouses.

Neomys anomalus milleri (Mottaz, 1907). — La Musaraigne aquatique des montagnes n'est connue que de l'Hospitalet (MILLER, 1912). Cependant, en dehors des limites du massif du Carlit, l'un

de nous a capturé cette espèce dans les Hautes-Pyrénées entre 800 et 2 000 m.

Crocidura russula russula (Hermann, 1780). — La Crocidure semble moins abondante que la Musaraigne en haute altitude. Elle est signalée d'Ax-les-Thermes (MILLER, 1912) et un individu, malheureusement en très mauvais état, nous a été apporté de Montlouis (1 600 m) par MOREL. Il est vraisemblable que cette espèce ne dépasse pas beaucoup cette altitude dans le massif.

Pipistrellus sp. — La Pipistrelle a été aperçue en vol au refuge des Bouillouses. La brièveté des séjours dans la région et l'absence de grottes ne nous ont pas permis une étude des Cheiroptères du massif.

CARNIVORES

Ursus arctos Linnaeus, 1758. — L'Ours brun habite encore la chaîne pyrénéenne. Nous n'avons aucune donnée précise au sujet de sa présence dans le massif aussi ne figure-t-il pas dans la liste ci-dessus. Cependant, DELAMARE DEBOUTEVILLE (*in verbis*) a aperçu un Ours traversant le lac du Lanoux il y a quelques années. Il est possible que cet individu ne soit pas sédentaire. COUTURIER (1954) estime qu'il n'y a plus d'Ours dans la partie centrale et orientale du massif du Carlit. Cependant, d'après cet auteur, des sujets venus de l'Ariège pourraient se rencontrer au col de Puymorens, dans la vallée de Carol et la forêt de Formiguères.

Vulpes vulpes crucigera (Bechstein, 1789). — Le Renard a été signalé d'Ax-les-Thermes (MILLER, 1912). Il existe également dans la région des Bouillouses.

Meles meles (Linnaeus, 1758). — Le Blaireau habite les forêts; il est surtout abondant au-dessous de 1 600 - 1 700 m.

Lutra lutra (Linnaeus, 1758). — La Loutre est rare dans les lacs du Carlit. On l'observe en période de frai de la Truite dans le lac des Bouillouses.

Martes martes (Linnaeus, 1758). — La Martre n'est pas rare dans les forêts auprès du lac des Bouillouses. Elle semble monter plus haut que la Fouine, *Martes foina foina* (Erxleben, 1777), qui ne dépasserait que de peu 1 600 m. Dans les Pyrénées centrales, au voisinage du lac d'Orédon, un couple de Fouines a été tué à 1 800 m près d'une habitation.

Mustela erminea aestiva Kerr, 1792. — L'Hermine existe, mais ne semble pas très abondante.

Mustela nivalis Linnaeus, 1766. — La Belette ne semble pas rare. Elle a été signalée de Porté et d'Ax-les-Thermes (MILLER, 1912). L'un de nous l'a observée près du lac des Bouillouses.

Mustela putorius Linnaeus, 1758. — Le Putois a été observé dans la région des Bouillouses.

Genetta genetta (Linnaeus, 1758). — La Genette est signalée du massif où elle est loin d'être rare. Le long de la route joignant Montlouis au lac des Bouillouses, une dizaine de Genettes ont été capturées en un seul hiver. On la rencontre également dans les Pyrénées Centrales. N'ayant pu obtenir de dépouille provenant de la région du Carlit, nous ignorons s'il s'agit de la sous-espèce type (*Genetta genetta genetta* Linnaeus, 1758) ou de *Genetta genetta rhodanica* Matschie, 1902.

Felis silvestris Schreber, 1777. — Le Chat sauvage, quoique peu abondant, se rencontre dans les forêts du massif.

Felis lynx Linnaeus, 1758. — Il s'agit soit de la sous-espèce du nord, *Felis lynx lynx* Linnaeus, 1758, soit de la sous-espèce ibérique *Felis lynx pardina* Temminck, 1824. Le Lynx ou Loup Cervier a, semble-t-il, disparu du massif. L'espèce figure dans la liste des Mammifères des Pyrénées-Orientales de COMPANYO (1841). Un individu a été tué vers 1820 dans la forêt de Formiguères. D'après DELAMARE DEBOUTTEVILLE (*in verbis*), le Lynx, quoique très rare, habite encore la région.

LAGOMORPHES

Oryctolagus cuniculus (Linnaeus, 1758). — Le Lapin est surtout abondant dans les contreforts méridionaux du massif, entre 1 400 et 2 000 m. Dans la région des Bouillouses, on trouve chaque année quelques Lapins qui remontent la vallée d'Angoustrine.

Lepus europaeus pyrenaicus Hilzheimer, 1906 (ou, selon PETTER, 1961, *Lepus capensis pyrenaicus* Hilzheimer, 1906). — Le Lièvre commun est abondant dans la région du Carlit. La haute montagne sert de réserve naturelle à l'espèce. Quant au Lièvre variable, *Lepus timidus* Linnaeus, 1758, il est signalé par COMPANYO seulement. M. BÉNÉZET ne l'a jamais rencontré. Sa présence dans l'Ariège à une altitude voisine de 1 800 m nous a été signalée par un naturaliste qui le chasse depuis plusieurs années. L'existence du Lièvre variable dans les Pyrénées est contestée par de nombreux auteurs. N'ayant pu obtenir de dépouille, nous nous bornons à signaler la possibilité de sa présence.

RONGEURS

Eliomys quercinus quercinus (Linnaeus, 1766). — Le Lérot est très abondant dans le massif du Carlit comme dans le reste des Pyrénées. Il est signalé de Porté et de l'Hospitalet (MILLER, 1912), de la région des Bouillouses (SAINT GIRONS, 1958; VAN BREE, 1960; BEAUCOURNU et RAULT, 1962), des environs de Montlouis (BEAUCOURNU et RAULT, 1962), de Superbolquère (BOHMANN). Il habite les bois, les rochers. Dans les habitations, il remplace le Rat. On trouve cette espèce depuis la côte méditerranéenne jusqu'aux plus hauts pâturages.

Glis glis pyrenaicus Cabrera, 1908. — Le Loir est beaucoup moins abondant que le Lérot. Cependant, l'un de nous l'a observé dans la région des Bouillouses.

Clethrionomys glareolus vasconiae Miller, 1900. — Le Campagnol roussâtre est abondant. Il est signalé de Porté, l'Hospitalet, Ax-les-Thermes (MILLER, 1912), de la région des Bouillouses (SAINT GIRONS, 1958; VAN BREE, 1961; BEAUCOURNU et RAULT, 1962), de Superbolquère (BOHMANN), de Montlouis (BEAUCOURNU et RAULT, 1962). Le grand Campagnol roussâtre des Pyrénées habite les bois mais sa présence dans les habitations n'est pas exceptionnelle. Il semble avoir, au moins dans les Pyrénées-Orientales, une aire de répartition étendue en altitude puisque MILLER l'a capturé à Ax-les-Thermes (720 m) et que, à l'Est du massif du Carlit, un groupe de naturalistes a recueilli plusieurs exemplaires à 2 500 m, au lac de Carença (1). Dans le département des Pyrénées-Orientales, cette sous-espèce a été également capturée à La Preste (BEAUCOURNU et RAULT, 1962).

Microtus agrestis bailloni (de Sélys-Longchamps, 1841). — Le Campagnol agreste est signalé de Porté et de l'Hospitalet (MILLER, 1912), du lac des Bouillouses (BEAUCOURNU et RAULT, 1962). BOHMANN l'a capturé à Superbolquère et de BEAUFORT dans la forêt de Formiguères entre 1 600 et 1 700 m. Nous n'avons jamais observé cette espèce.

Microtus arvalis meridianus Miller, 1908. — Le Campagnol des champs a été signalé de Porté (MILLER, 1912) et de la région des Bouillouses (BEAUCOURNU et RAULT, 1962). BOHMANN l'a capturé à Superbolquère, nous-même dans une clairière au voisinage du lac des Bouillouses et de BEAUFORT dans la forêt de Formiguères.

(1) Le Docteur Rioux, de l'Université de Montpellier, a bien voulu nous faire parvenir plusieurs petits Mammifères capturés en juillet 1963 dans cette région. Nous tenons à en remercier ici.

Il est très abondant dans les alpages du Canigou vers 1 700 m (tour de Batère) où nous avons recueilli plusieurs individus.

Microtus nivalis aquitanus Miller, 1908. — Le Campagnol des neiges a plusieurs fois été signalé dans le massif où, sans être très abondant, il est relativement fréquent. Il est signalé de Porté et de l'Hospitalet (MILLER, 1912), de la région des Bouillouses (VAN BREE, 1961) où nous l'avons capturé non loin des cours d'eau aussi bien que dans les clairières.

Arvicola sapidus tenebricus Miller, 1908. — Le Campagnol aquatique est fréquent dans le massif où l'on observe ses terriers le long des cours d'eau jusqu'à une altitude voisine de 2 000 m. L'espèce est signalée de Porté et de l'Hospitalet (MILLER, 1912), de la région des Bouillouses (SAINT GIRONS, 1958; BEAUCOURNU et RAULT, 1962). BOHMANN l'a capturée à Superbolquère.

Arvicola terrestris cf. *monticola* de Sélys-Longchamps, 1838. — Le Campagnol terrestre a été capturé par Bohmann. On sait que l'aire de répartition de cette espèce est discontinue. En France, le Campagnol terrestre se trouve dans le nord et l'est du Bassin de Paris, le Massif Central, les Vosges, le Jura et le Nord des Alpes. On le retrouve au Sud-Ouest de cette zone dans les régions centrales de la chaîne pyrénéenne.

Pitymys savii pyrenaicus (de Sélys-Longchamps, 1847). — Le Campagnol de Savi est signalé de l'Hospitalet et d'Ax-les-Thermes (MILLER, 1912). BOHMANN l'a capturé à Superbolquère. Nous ne l'avons jamais observé dans le massif du Carlit proprement dit mais l'un de nous a capturé plusieurs individus dans les Pyrénées-Centrales (Lac d'Orédon, Pont d'Espagne).

Apodemus sylvaticus sylvaticus (Linnaeus, 1758). — Le Mulot gris est très abondant dans le massif du Carlit. Il a été signalé de Porté, l'Hospitalet et Ax-les-Thermes par MILLER (1912) sous le nom de *Apodemus sylvaticus callipides* (Cabrera, 1907), de la région des Bouillouses (SAINT GIRONS, 1958; VAN BREE, 1961; BEAUCOURNU et RAULT, 1962), de Montlouis (VAN BREE, 1961). Nous l'avons capturé en lisière des bois de Conifères, le long des torrents et dans les alpages. Dans le département des Pyrénées-Orientales, cette espèce est répandue depuis la plaine du Roussillon (nous avons recueilli plusieurs exemplaires dans la région de Thuir), jusqu'à une altitude au moins égale à 2 500 m (lac de Careña, à l'Est du Carlit).

Apodemus flavicollis flavicollis (Melchior, 1834). — Le Mulot fauve a été signalé d'Ax-les-Thermes (MILLER, 1912) et de la région des Bouillouses (SAINT GIRONS, 1958). Nous avons capturé plusieurs individus dans des bois de Conifères. Le Mulot fauve semble moins abondant que le Mulot gris, au moins à altitude moyenne.

Sciurus vulgaris cf. *alpinus* Desmarest, 1822. — Nous avons maintes fois observé l'Ecureuil autour du refuge des Bouillouses et dans les forêts avoisinantes.

Marmota marmota marmota (Linnaeus, 1758). — La Marmotte a été introduite dans la réserve nationale de chasse du Carlit. Elle s'y est bien acclimatée et se reproduit normalement. L'un de nous a pu entendre ses cris dans la vallée d'Angoustrine (1 800 m).

ONGULÉS

Sus scrofa cf. *scrofa* Linnaeus, 1758. — Le Sanglier n'est pas rare. Il se maintient sur les flancs du roc d'Aude ainsi que dans les bois au Sud et à l'Est des Bouillouses. Il serait abondant dans la région d'Ax-les-Thermes à une altitude de 1 200 - 1 500 m. A cet endroit, les chasseurs ont tué au cours du dernier trimestre de 1962, une centaine d'individus dans un carré de 50 km de côté.

Cervus elaphus cf. *germanicus* Desmarest, 1822. — Le Cerf d'Europe a été réintroduit dans la région en 1959, dans les forêts comprises entre Font-Romeu, Montlouis et le Capcir. Il semble s'être acclimaté.

Ovis aries musimon (Pallas, 1811). — Le Mouflon a été introduit dans la vallée du Lanoux au Nord-Ouest du Carlit. Il semble acclimaté et s'est reproduit.

Capra hircus pyrenaicus Schinz, 1838. — Le Bouquetin des Pyrénées n'a pas été observé dans le massif du Carlit mais sa présence n'est pas impossible.

Rupicapra rupicapra pyrenaica Bonaparte, 1845. — L'Isard habite la région du Carlit. L'un de nous l'y a observé dans la région des Bouillouses. COUTURIER (1938) donne le massif comme très riche en Isards. Dans l'Ariège et les Pyrénées-Centrales, les chasseurs distinguent deux formes d'Isard : une forme de rocher claire et élancée, fréquentant les régions dénudées et une forme de forêt plus sombre et plus trapue. A ce sujet, COUTURIER écrit : « Les montagnards de tous les pays ont, de tout temps, distingué le Chamois de rocher du Chamois de forêt ». Cet auteur estime qu'il s'agit bien de la même sous-espèce « malgré la longueur bien supérieure (plusieurs centimètres) des métacarpes et des radius, des métatarses et des tibias de certains Chamois de rocher ».

Cette liste commentée montre la richesse de la faune du massif du Carlit et son caractère nettement alpin, à partir d'une altitude voisine de 2 000 m, malgré la proximité de la Méditerranée. On

trouve un grand nombre de sous-espèces endémiques dans la chaîne pyrénéenne. La réserve de chasse constitue un refuge pour les Ongulés (Sanglier, Cerf, Mouflon, Isard). Quelques Carnivores de moyenne taille se maintiennent dans les forêts (Chat sauvage, Gnette, Martre) où leur protection totale serait très souhaitable. La faune des Insectivores comprend des animaux nettement montagnards (Crossope de Miller) et d'autres qui occupent également les plaines européennes (Musaraigne, Taupe). Cependant, les Insectivores typiquement méridionaux n'y pénètrent pas (aucune Pachyure étrusque n'est signalée) et les espèces relativement thermophiles ne montent pas très haut (Crocide). Le Hérisson, lui-même, n'a jamais été observé dans le massif. Parmi les Rongeurs, on trouve des formes montagnardes nombreuses (Campagnol de Savi, grand Campagnol roussâtre) à côté d'espèces à la fois montagnardes et héliophiles (Campagnol des neiges, Mulot fauve) et d'espèces largement répandues dans les plaines européennes (Mulot gris, Léro, Campagnol des champs, Campagnol agreste). La création, dans ce massif, d'un laboratoire de terrain, même de modestes dimensions, permettra un inventaire détaillé d'une faune particulièrement intéressante et des observations écologiques qui, actuellement, ne peuvent être que très fragmentaires.

Laboratoire d'Ecologie
du Muséum National d'Histoire Naturelle, Brunoy,
Zoologisch Museum, Amsterdam

BIBLIOGRAPHIE

- BEAUCOURNU J.C. et B. RAULT, 1962. Contribution à l'étude des Siphonaptères de Mammifères dans la moitié orientale des Pyrénées. *Vie et Milieu*, 13 : 571-597.
- BREE P.J.H. VAN, 1960. Sur quelques Mammifères en provenance du département des Pyrénées-Orientales. I. *Eliomys quercinus* (L.) et *Apodemus sylvaticus* (L.). *Vie et Milieu*, 11 : 512-516.
- BREE P.J.H. VAN, 1961. Sur quelques Mammifères en provenance du département des Pyrénées-Orientales. II. *Clethrionomys glareolus vasconiae* (Miller), 1900 et *Microtus nivalis aquitanicus* Miller, 1908. *Vie et Milieu*, 12 : 633-637 (paru en 1962).
- COMPANYO D.M., 1841. Catalogue descriptif des Mammifères qui ont été observés et qui vivent dans le département des Pyrénées-Orientales. Perpignan, Alzine éd., 55 p.
- COMPANYO D.M., 1863. Histoire Naturelle du département des Pyrénées-Orientales. 3 vol., Perpignan.
- COUTURIER M., 1938. Le Chamois. Grenoble, Arthaud éd., 855 p.
- COUTURIER M., 1954. L'Ours brun. Grenoble, chez l'auteur, 906 p.
- MILLER G.S., 1912. Catalogue of the mammals of Western Europe. *Brit. Mus. (Nat. Hist.)*. London, I-XV : 1-1019.

- PETTER F., 1961. Eléments d'une révision des Lièvres européens et asiatiques du sous-genre *Lepus*. *Zeit. für Säuget.*, **26** : 1-11.
- PEYRE A., 1956. Ecologie et biogéographie du Desman (*Galemys pyrenaicus* G.) dans les Pyrénées françaises. *Mammalia*, **20** : 405-418.
- PUISSÉGUR C., 1935. Recherches sur le Desman des Pyrénées. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, **67** : 163-227.
- SAINT GIRONS M.C., 1958. Les Mammifères des Pyrénées-Orientales. II. Notes sur quelques Mammifères provenant du Massif du Carlitte. *Vie et Milieu*, **9** : 133-134.

HYDROGRAPHIE DE LA ZONE CÔTIÈRE DE LA RÉGION DE BANYULS-SUR-MER

par Lucien LAUBIER et Daniel REYSS

Depuis les anciens travaux de G. PRUVOT (1894), qui dressa la première carte des fonds de la Mer Catalane, au cercle hydrographique et à la sonde à main, la topographie précise de la région côtière située dans la zone d'activité traditionnelle du Laboratoire Arago n'a fait l'objet d'aucune nouvelle opération d'hydrographie. La carte dressée par PRUVOT, remarquable si l'on tient compte de son ancienneté et des moyens techniques utilisés pour la réaliser, est cependant fort imprécise, tout particulièrement dans la zone côtière de 0 à 50 m de profondeur environ. Les nombreuses études écologiques de milieux (herbiers à *Posidonia*, sables et gravelles à *Amphioxus*, fonds coralligènes, etc.) effectuées au Laboratoire Arago depuis une dizaine d'années environ, ont clairement établi la nécessité de disposer d'une carte bathymétrique aussi précise que possible de cette zone, qui contient la plupart des biocénoses des étages médiolittoral et infralittoral. L'intrication extrême de ces diverses biocénoses, l'imprécision et la petite échelle de la carte dressée par PRUVOT, ne permettent même pas le report sur ce document des aires d'extension des principales biocénoses.

Ces diverses raisons nous ont conduits à envisager l'établissement d'une nouvelle carte à grande échelle de la région de Banyuls (dans cette zone n'intéressant guère la navigation, le Service Central Hydrographique n'envisageait pas pour son compte l'exécution d'un tel travail). La première partie de ce projet d'ensemble a été effectuée en novembre 1963, avec la collaboration effective du Service Central Hydrographique, qui avait détaché à Banyuls, sur notre demande, le Maître Hydrographe RICCI, chargé de la mise en œuvre pratique de la mission, et du travail de dépouillement des bandes de sondeur et de rédaction de la carte et des différentes minutes nécessaires.

Etant donné la précision que nous souhaitions obtenir, il a été nécessaire d'adopter une méthode de radioguidage, utilisée chaque fois que l'on désire obtenir une échelle de l'ordre du 1/10 000. Des séries de profils ont été choisies à l'avance sur une minute de préparation au 1/10 000 (au 1/5 000 dans le cas particulier du secteur sud-est du cap Oullestreil), et chacune de ces séries convergait sur un point à terre dont la position avait été déterminée au théodolithe par triangulation préalable. En chacun de ces points, un théodolithe « guide » était chargé de maintenir, par une liaison radio, la vedette de sondage sur chacun des profils, en transmettant les corrections à faire suivant un code de tendances droites et gauches. A chaque série de profils correspondait un deuxième point de visée à terre, également déterminé par triangulation, où était installé un second théodolithe « traversier ». Toutes les deux minutes (ou toutes les minutes et demie, suivant l'échelle choisie et la vitesse de la vedette), le bateau envoyait un top de synchronisation par radio; à la réception de ce top, guide et traversier notaient le relèvement de la vedette et une marque était inscrite sur la bande du sondeur ultrasonore. La limite côté terre de chaque profil était déterminée par la vedette, suivant les accidents de la côte, un top le plus souvent avancé de 30 secondes terminant ainsi chaque parcours; vers le large, d'après des valeurs relevées sur la minute de préparation, le théodolithe traversier signalait le franchissement de la limite choisie. Toutefois, pour l'étude de bancs rocheux situés à quelques milles de la côte, et en dehors des limites que nous avons choisies, la sonde a parfois été utilisée directement pour déterminer la fin des profils (ANTHOINE, Cours d'Hydrographie, 1954, Service Central Hydrographique édit.).

Le matériel optique a été fourni par le Service Hydrographique, le matériel de liaison radio par la 11^e D.B.P.C. stationnée à Collioure (1), et la vedette « Nereis » du Laboratoire, équipée d'un sondeur ultrasonore à enregistrement continu sur papier métallisé (marque Elac, type Castor), a été utilisée pour le travail à la mer; sa maniabilité et son équipement de sondage convenaient particulièrement bien à cette mission.

Avant et après chaque série de sondages, nous procédions à l'étalonnage du sondeur, par immersion sous l'antenne à plusieurs profondeurs connues, d'un réflecteur métallique, en notant à chaque étalonnage les indications du sondeur; ce procédé permet de tenir compte des variations possibles des qualités physiques de l'eau de mer (température et salinité), et également de modifications dans le fonctionnement du sondeur.

(1) Nous remercions les Officiers de cette demi-Brigade qui ont mis à notre disposition trois combinés émetteurs-récepteurs type C 10 pour ce travail.

Une échelle de marée a été installée à Banyuls, en face du Laboratoire Arago; les travaux portuaires actuellement en cours à Banyuls ont permis de la niveler facilement par rapport au zéro du nivellement général de la France. Sur la carte définitive le zéro de références des isobathes sera bien entendu le zéro des cartes marines, qui pour notre région diffère de 50 cm au-dessous du zéro terrestre. Les variations du niveau de la marée barométrique ont été relevées chaque 1/4 d'heure pendant les périodes de travail à la mer, et des différences de plus de 50 cm ont été enregistrées à deux jours d'intervalle seulement.

Le travail en mer proprement dit, après triangulation des différents points à terre, a été rapidement exécuté, puisque le parcours des 125 profils prévus a été fait en cinq journées de travail, malheureusement entrecoupées de périodes de mauvais temps.

Nous avons ainsi obtenu 125 profils réels (tracés d'après les corrections relevées à chaque top par le théodolithe guide par rapport au relèvement théorique) déterminés par une série de points obtenus d'après les relèvements des théodolithes guide et traversier; entre chaque point, nous disposions évidemment d'un enregistrement continu du fond sur un parcours connu.

Le Service Central Hydrographique a bien voulu se charger de l'ensemble du dépouillement de ces résultats, corrections de la bande de sondage d'après les étalonnages et les variations du niveau de la mer, dépouillement de cette bande par points équidistants entre chaque points relevés aux tops radio, tracé de la minute de construction (profils réels), enfin tracé de la minute d'écriture définitive, au 1/10 000 (avec un cartouche au 1/5 000 pour le secteur sud du cap Oullestreil) sur laquelle seront portées tous les deux millimètres les sondes obtenues d'après les bandes de sondeur. Cette minute d'écriture servira de base pour tracer la carte portant les courbes de niveau et sur laquelle seront inscrites, dès maintenant, les limites visibles au sondeur de certains milieu (en particulier les plateaux coralligènes qui, vers le large, s'élèvent de 1 à 4 mètres au-dessus de la vase côtière sub-horizontale, et les bancs rocheux qui pointent au milieu du plateau de vase). Bien entendu cette carte ne représente qu'un secteur limité de la zone couverte par les bateaux du Laboratoire Arago; pour cette raison nous n'envisageons pas pour le moment d'en faire une véritable gravure. Toutefois cette carte sera reproduite par un procédé photo-mécanique (procédé DOREL par exemple) pour les besoins du Laboratoire. Nous espérons ainsi reporter peu à peu, avec une bonne précision, les différents milieux de la zone couverte; jusqu'ici, rappelons-le, seuls les levés de PRUVOT pouvaient être utilisés à cette fin et leur échelle, trop petite, rendait illusoire l'exécution valable d'un tel travail de report.

Nous envisageons aussi, dès maintenant, d'étendre vers le Nord et le Sud cette prospection en utilisant la même technique de visées optiques; cette technique pourra être utilisée vers le large jusqu'à 8 milles environ, ce qui nous permettra d'atteindre les fonds de 80 m et donc de couvrir la totalité des plateaux rocheux du large.

En ce qui concerne la topographie des canyons ou « rechs » qui indentent profondément le rebord du plateau continental, à faible distance de la côte, de nombreux relevés ont été faits jusqu'ici. Le Laboratoire Arago les a réunis sur une carte reproduite photographiquement en 1960. Néanmoins, quelques relevés précis au radar de la tête du rech Lacaze-Duthiers, faits en janvier 1961 par la « Calypso » ont démontré l'imprécision de nos connaissances, en particulier pour la microtopographie et les accidents de terrain; parfois très importants, qui abondent dans cette partie du rech (c'est ainsi que lors d'une plongée, la soucoupe plongeante est descendue, en janvier 1961, le long d'une falaise subverticale de 45 m de hauteur et dont l'existence était totalement ignorée) (REYSS, 1964). Pour ce travail, dont l'intérêt s'est accru depuis quelques années par suite de l'orientation générale des recherches de biologie marine du Laboratoire vers le domaine bathyal, il sera nécessaire de disposer de la chaîne de radionavigation sur camions du COMEXO et d'un navire permettant de faire des sondages précis entre 100 et 1 500 mètres au moins de profondeur.

Quoiqu'il en soit, il nous paraît utile d'attirer l'attention des biologistes marins sur cette technique de radioguidage qui peut s'appliquer sans difficultés à des côtes très accidentées et donne des résultats extrêmement précis pour un effort relativement faible, dans une bande de 5 à 8 milles de large.

Au terme de cet exposé, nous tenons à remercier tous ceux qui nous ont aidé à mettre en œuvre et à exécuter ce programme de sondages, M. l'Ingénieur Hydrographe en Chef MANNEVY et ses collaborateurs du Service Central Hydrographique, nos collègues et amis du Laboratoire qui ont constitué l'équipe de travail, M. P. BARRIS, Patron de la « Nereis », et son équipage, et le personnel du Laboratoire Arago.

BIBLIOGRAPHIE

- PRUVOT G., 1894. Essai sur la topographie et la constitution des fonds sous-marins de la région de Banyuls, de la plaine du Roussillon au golfe de Rosas. *Arch. Zool. exp. gén.*, 3^e sér., II : 599-672.
- REYSS D., 1964. Contribution à l'étude du rech Lacaze-Duthiers, vallée sous-marine des côtes du Roussillon. *Vie et Milieu*, 15 (1) : 1-45.

DOCUMENTS FAUNISTIQUES
ÉCOLOGIQUES ET MÉTÉOROLOGIQUES

PRÉSENCE EN CORSE DE
NEPA RUBRA SARDINIENSIS Hungerford 1928
(*HETEROPTERA, NEPIDAE*)

par Yves COINEAU et Louis-Philippe KNOEPFFLER

Tout récemment encore (POISSON, 1960, p. 630) *Nepa rubra sardiniensis* Hungerford, 1928, était considérée comme une forme endémique de Sardaigne. Peu de temps après, R. LINNAVUORI (1960, p. 50, fig. 13) signalait sa présence en Israël (Dardara), dans la région transcaspienne et au Turkestan. Nous l'avons retrouvée dans un petit ruisseau du Nord de la Corse, près du Désert des Agriates (1). Les exemplaires examinés ont été récoltés dans des masses de végétation aquatique sous un pont de la R.N. 199 à 3 km de Casta (25 mai 1963).

L'examen des antennes nous a permis de constater, comme l'avait déjà remarqué LINNAVUORI, l'existence d'une certaine variabilité individuelle au second article. La chétotaxie antennaire des formes de *Nepa rubra* que nous avons examinées (*N. r. rubra* L., *N. r. meridionalis* P., *N. r. sardiniensis* H.) semble être du même type dans ses grandes lignes. Selon HAMILTON (1931, p. 1131) les poils antennaires de *Nepa rubra* L. sont de tailles différentes, mais offrent toutefois la même structure. Notre étude n'ayant porté que sur le squelette chitineux, les dessins (fig. 1, A et B) sont seulement destinés à illustrer les différences morphologiques des organes sensoriels de cet appendice. Les poils sont presque tous

(1) Il nous est agréable de remercier ici M. le Professeur R. Poisson, qui a bien voulu vérifier notre détermination et qui a eu l'amabilité de nous signaler un travail récent.

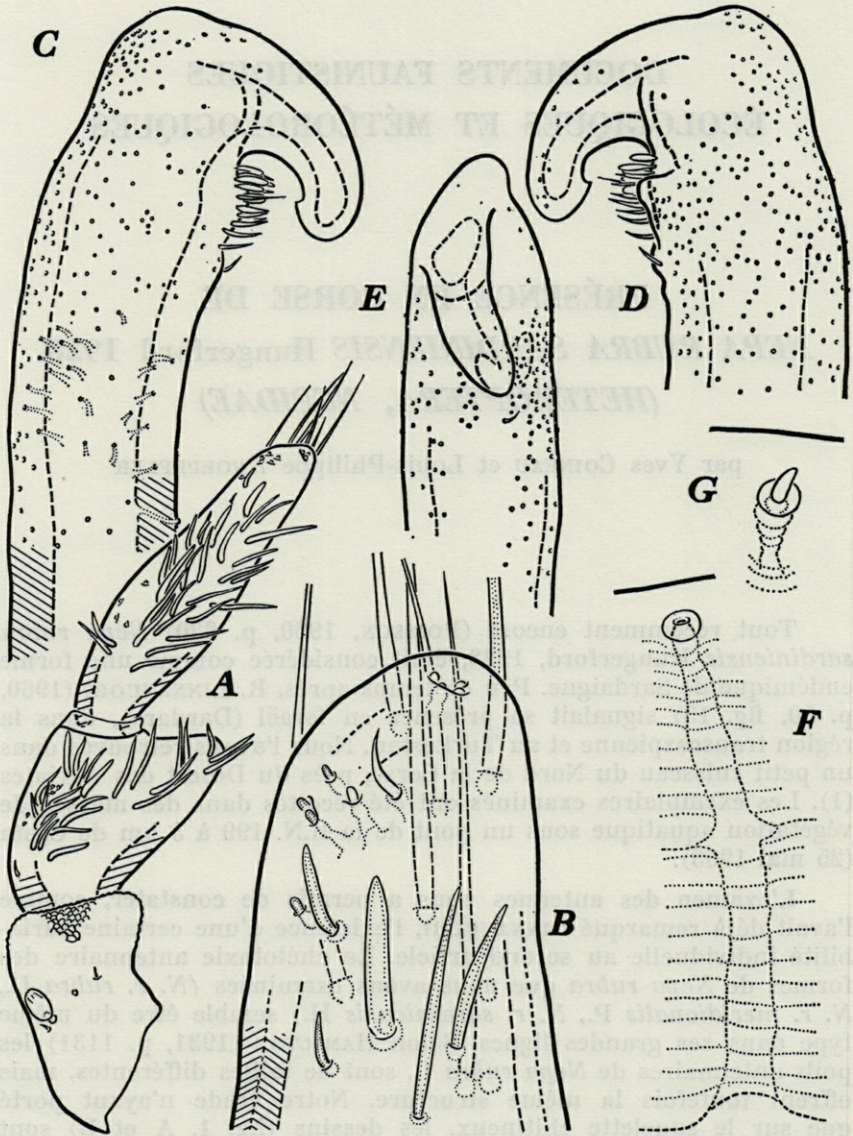


Fig. 1. — *Nepa rubra sardiniensis* Hung., 1928. A, antenne en vue dorsale; B, détail de l'extrémité apicale du troisième article antennaire; C, extrémité d'un paramère gauche en vue latérale externe; D, le même en vue latérale interne; E, le même en vue ventrale; G et F, détail d'un canalicule des paramères.

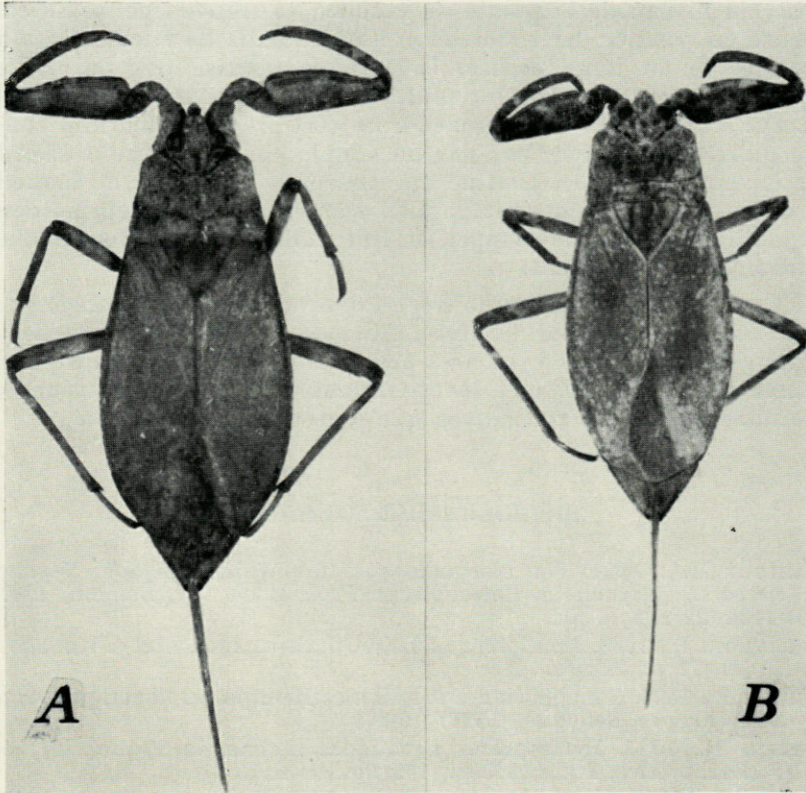


Fig. 2. — *Nepa rubra sardiniensis* Hungerford, 1928. A, femelle en vue dorsale; B, mâle en vue dorsale. Spécimens des environs de Casta (Corse).

situés à la face supérieure des articles. L'article basal en est presque dépourvu, mais présente généralement 1 ou 2 poils en écaille (fig. 1, A). La partie apicale de l'article distal est pourvue de 6 ou 7 poils longs et fins. Le reste de la surface des deuxième et troisième articles est couverte de deux catégories de phanères :

— des poils ordinaires, de taille moyenne, mais toutefois variable;

— des poils trapus, en doigt de gant, remarquables par leur petite taille. Ils émergent à peine des fossettes dans lesquelles ils sont implantés. Ils sont parfois réunis à 3 ou 4 au fond d'une dépression cuticulaire commune.

Nous figurons l'aspect de l'extrémité d'un paramère gauche observé selon trois orientations différentes. Sous le crochet, on note la présence d'une touffe de poils en palette ou effilés. Du côté in-

terne, au niveau de la pointe du crochet, se trouve une bosse chitineuse en position latérodorsale. Chauffée dans de l'acide lactique et observée en lame creuse, la cuticule épaisse des paramères apparaît comme trouée d'une multitude de petits canalicules. Si on observe leurs points d'émergence à un fort grossissement, on constate qu'ils ne s'ouvrent pas par un simple pore. L'orifice est bordé par un bourrelet qui constitue une couronne au centre de laquelle on distingue une minuscule papille. Dans l'une de ces formations, la papille est plus développée et fait saillie sous la forme d'un minuscule doigt de gant.

La présence en Corse de *Nepa rubra sardiniensis* Hungerford, 1928, souligne une fois de plus l'unité de la faune cyrno-sarde. Il se peut que cette forme soit très peu répandue en Corse puisqu'elle semble avoir échappé aux investigations de nos prédécesseurs et que nous ne l'avons rencontrée que dans une seule localité.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- HAMILTON M.A., 1931. The morphology of the Water-Scorpion, *Nepa cinerea* L. (Rhynchota, Heteroptera). *Proc. Zool. Soc. London*, 1931 : 1067-1136, 22 figs., 6 pls.
- LINNAVUORI R., 1960. Hemiptera of Israël. I. *Ann. Zool. Soc.* « *Vanamo* », 22 (1), 71 p., 22 figs.
- POISSON R., 1924. Contribution à l'étude des Hémiptères aquatiques. *Bull. Biol. France Belgique*, LVII : 49-305.
- POISSON R., 1957. Hétéroptères aquatiques. Faune de France, 61, éd. P. Lechevalier, Paris, 269 p., 185 figs.
- POISSON R., 1959. Hémiptères aquatiques de Corse, in ANGELIER, Hydrobiologie de la Corse. *Suppl. n° 8 à Vie et Milieu*, 207-212, 2 figs.
- POISSON R., 1960. A propos d'une nouvelle espèce paléarctique du genre *Nepa* L., 1758 (*Heteroptera, Nepidae*). *Vie et Milieu*, XI (4) : 628-640, 10 figs.

SUR LA PRÉSENCE
DE *ECHIODON DENTATUS* (Cuvier, 1817)
(*PISCES, CARAPIDAE*)
DANS LA MER DE BANYULS

par Vu-Tân-Tuê

CUVIER (Règne animal, 1817) a décrit ce poisson pour la première fois sous le nom de *Ophidium dentatum*. La description est sommaire, mais suffisante pour séparer cette espèce de l'autre, *Fierasfer*, beaucoup plus commun en Méditerranée : *Fierasfer imberbis* (*Fierasfer acus*).

EMERY (1880), dans sa remarquable monographie des *Fierasfers*, donne une description très détaillée de ce poisson, fondée sur les spécimens des Musées de Naples et de Sicile. Il s'agit d'exemplaires recueillis morts et l'auteur signale que personne n'a vu cette espèce vivante.

MOREAU (1891) signale la présence de *Fierasfer dentatus* dans la région de Nice.

FULTON (1903), dans une note sur la capture d'une larve de *Fierasfer* indique, qu'en dehors de la Méditerranée, les spécimens sont rarement obtenus.

ARNOLD (1956), procédant à la révision systématique de la famille des *Carapidae* rattache cette espèce au genre *Echiodon*, attribution valable à notre avis.

LOZANO Y REY (1960) discute de la présence probable de cette espèce dans les eaux espagnoles, où elle n'a jamais été trouvée.

Tous les auteurs qualifient *Echiodon dentatus* de rarissime, tant en Méditerranée que dans l'Atlantique. Les descriptions sont

fondées sur les quelques spécimens des Musées d'Europe. L'espèce est inconnue de la Mer Catalane.

Nous avons capturé à deux reprises *Echiodon dentatus* au large de l'étang de Canet (Pyrénées-Orientales). Deux spécimens ont été pris au chalut pendant la nuit du 10-9-1963 aux profondeurs de 82 - 86 m et deux autres également au chalut, toujours de nuit, le 5-12-1963, à la profondeur de 85 m. Les poissons sont encore frais à la sortie de l'eau.

La couleur du corps est blanchâtre. Le dessus du crâne, le museau, l'opercule et la queue présentent une pigmentation noirâtre. Le corps est très allongé, sa hauteur diminue progressivement de la tête à la queue. La peau est lisse et nue, sans écailles. La bouche est largement fendue. La mâchoire supérieure est plus avancée que l'inférieure; toutes les deux sont garnies de dents en cardes disposées en bande, avec, sur le devant de chaque mâchoire, 2 ou 4 fortes dents caniniformes. Les deux sortes de dents sont séparées par un espace lisse et concave. Les dents vomériennes et palatines existent. L'ouverture branchiale continue très en avant, sous la gorge. L'anus s'ouvre au niveau de la verticale qui passe par le milieu de la nageoire pectorale. La nageoire dorsale commence derrière l'anale et celle-ci juste derrière l'anus. Les nageoires impaires se réunissent en arrière, formant une caudale.

De bonnes descriptions détaillées et des illustrations de *Echiodon dentatus* ont été données par EMERY, MOREAU, ARNOLD, LOZANO Y REY. Nous nous contentons donc de signaler ici quelques caractères intéressants qui nous permettent d'attribuer nos spécimens, sans doute possible, à cette espèce.

Néanmoins, il nous semble utile de publier les mensurations de nos exemplaires. Elles sont inspirées d'ARNOLD, de manière à pouvoir comparer éventuellement les différents spécimens.

Le fond où ces Fierasfers ont été capturés est de nature vaseuse. L'analyse granulométrique donne 81,5 % de colloïdes, c'est-à-dire de poudres dont la dimension des grains est inférieure à 0,02 mm. Cette vase est pauvre en Invertébrés, et se trouve sur la portion de la côte la moins poissonneuse. Les deux jours de pêche ont tous deux eu lieu après une période de 3 à 4 jours de fort vent SE et de courant violent.

TABLEAU DES MENSURATIONS, EN MILLIMÈTRES

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|------------------------------------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Longueur totale | 128,5 | 130. | 130. | 156. | 159,5 | 161. | 162. | 170. | 172. | 176. | 204. | 207. | 216. |
| Longueur de la tête | 16. | 15,5 | 16. | 17. | 18. | 17. | 17. | 19. | 19,5 | 19. | 20,5 | 22. | 21. |
| Hauteur maximum de la tête | 7. | 7. | 7. | 7. | 8. | 8. | 7. | 8. | 9. | 8,5 | 10. | 10. | 10. |
| Largeur maximum de la tête | 6. | 5. | 6. | 6. | 5,5 | 6. | 5. | 6. | 5,8 | 7,5 | 8,5 | 8,1 | 8,2 |
| Longueur du museau | 3,2 | 3. | 3. | 3. | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 4. | 4. | 4,5 | 5. | 4,5 |
| Diamètre horizontal de l'œil | 3. | 3,5 | 3,2 | 3,5 | 3,5 | 3. | 3,2 | 3,2 | 4,2 | 4. | 3,8 | 4. | 4. |
| Diamètre vertical de l'œil | 3. | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 3. | 2,3 | 2,5 | 2,5 | 3. | 3. | 3. | 3. |
| Interorbitaire | 1,2 | 1,8 | 2. | 1,7 | 2. | 1,6 | 2. | 2. | 2. | 1,5 | 2. | 1,8 | 1,9 |
| Longueur du maxillaire | 8. | 8. | 8. | 9. | 9,5 | 9. | 8,5 | 10. | 10. | 10. | 11,5 | 12. | 11,5 |
| Longueur de la pectorale | 6,5 | 6. | 6. | 7,5 | 7,5 | 7. | 6,5 | 9. | 7,8 | 11. | 13. | 11. | 15. |
| Hauteur du corps | 5. | 7. | 6,8 | 7,5 | 8,5 | 7,8 | 7,5 | 9. | 9. | 9,5 | 10. | 10,5 | 9,5 |
| Distance préanale | 19,5 | 18,5 | 18. | 19. | 19,5 | 19,5 | 18. | 23. | 23. | 25. | 25. | 28. | 27. |

Spécimens n° 1 : Collection de Moreau au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris. (Nice).

2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 : Collection du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris. (Origine inconnue).

8 : Collection de l'Institut Océanographique, Monaco. (Monaco). Mensurations d'Arnold.

10, 11, 12, 13 : pêchés au large de Canet. Collection du Laboratoire Arago.

BIBLIOGRAPHIE

- ARNOLD, D.C., 1956. A systematic revision of the Fishes of the Teleost family *Carapidae* (*Percomorphi*, *Blennioidea*) with descriptions of two new species. *Bull. British Mus. Nat. Hist.*, 4 (6) : 292-294.
- ARNOLD, D.C., 1956. Notes on the fishes of the family *Carapidae* (*Fierasferidae*) in the Museum of the Institut Océanographique, Monaco. *Bull. Inst. Océan. Monaco*, 53 (1084) : 1-5.
- CUVIER, G., 1817. Le Règne animal. 1^{re} édition, 2 : 239-240.
- EMERY, C., 1880. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. II. *Fierasfer* : 16-19.
- FULTON, T.W., 1903. Ichthyological notes, *Leptocephalus*, *Fierasfer dentatus*. *22nd Annual Report. Fish. Board Scotland, 1902*, 3 : 281-287.
- LOZANO Y REY, L., 1960. Peces Fisoclitos. *Mem. Real Acad. Cien. Ex. Fisic. Nat. Madrid*, 14 (3) : 290-291.
- MOREAU, E., 1891. Histoire Naturelle des Poissons de la France, Supplément : 58-61.

ANALYSES D'OUVRAGES

SCHULTZ (V.), KLEMENT (A.W. Jr). — Radioecology. Proceeding of the First National Symposium on Radioecology held at Colorado State University, Fort Collins, Colorado, September 10-15, 1961. 1 vol., xvii-746 p. nbx tabl., fig. Reinhold Publishing Corporation, New York, and The American Institut of Biological Sciences, Washington. Chapman et Hall, Londres, 1963.

Nous ne pouvons faire état dans cette analyse, même sous forme de simple mention, des quelque quatre-vingt-dix communications formant cet important volume.

On ne peut manquer d'être surpris, en effet, par le nombre sans cesse croissant de publications ayant trait à la radiobiologie dont la radioécologie, ou rôle des radiations en écologie, constitue l'une des branches les plus récentes.

Le but de ce symposium était surtout de rassembler des informations concernant ce tout nouvel aspect de la science des rapports des êtres vivants avec le milieu et il faut bien reconnaître que les problèmes considérés dans ces contributions entrent tout à fait dans les préoccupations habituelles de l'écologiste.

Ces communications se répartissent en neuf sections :

1. *Généralités*, où sont envisagées les différentes formes de pollutions (retombées, fonctionnement des réacteurs, etc.). L'utilisation pacifique de l'énergie atomique et l'effet des radiations ionisantes en général chez les plantes et dans le sol ainsi que chez les animaux, en particulier la notion de seuil en ce qui concerne leur radiosensibilité, sont d'abord examinés.

2. *Cycle et concentration des radio-éléments dans le milieu terrestre*. — A ce paragraphe sont étudiés des problèmes tel que le rôle des facteurs du milieu en regard de l'accumulation des retombées lors de l'étude des populations naturelles : accumulation

de strontium-90 de 1950 à 1960 chez *Odocoileus emionus colombianus*, accumulation du radiostrontium et césium chez les insectes, introduction dans une chaîne alimentaire d'un radio-élément, techniques d'études.

3. *Cycle et concentration dans le milieu marin.* — Strontium-90, Cérium-144, Prométhium-147 (Océan Atlantique); radio-éléments observés dans le plancton de l'Océan Pacifique, radioactivité des organismes marins de Guam, Palau et du Golfe du Siam en 1958-1959; le problème si important du zinc-65; distribution qualitative des éléments radioactifs dans l'atoll de Rongelap, le comportement des micro-organismes en milieu contaminé par la radioactivité, le rôle du phytoplancton dans le cycle des radio-éléments, le rôle du milieu ionique dans la concentration du radiocalcium et du radiostrontium chez les Poissons.

4. *Cycle et concentration des éléments radioactifs dans les eaux douces.* — Le radiostrontium et les populations animales d'eau douce; la radioactivité naturelle de certaines eaux.

5. *Effet des radiations ionisantes sur les plantes et les animaux du milieu terrestre.* — Cette partie du recueil groupe les communications concernant l'effet écologique des radiations ionisantes sur les organismes, sur les groupements et écosystèmes terrestres. Plusieurs notes étudient l'effet des radiations gamma et des neutrons sur les successions biotiques de zones rigoureusement délimitées. D'autres sont consacrées aux effets des radiations sur la litière des forêts, ou bien encore sur la structure des groupements, la production de types aberrants. Plusieurs notes étudient la flore et la faune de la cible atomique du désert du Nevada. Mentionnons également l'étude de la radiation naturelle (20 microroentgens, p. h.) dans le Sud-Est de l'Utah (uranium) et de ses effets sur les populations de petits Vertébrés.

6. *Effet des radiations ionisantes sur les plantes et les animaux du milieu marin et du milieu d'eau douce.* — Ces communications concernent surtout: la radiorésistance des Poissons et la dose léthale, l'effet en dose sub-léthale continue de radiations gamma, sur différentes populations animales, celle de *Daphnia pulex* en particulier, les chromosomes des glandes salivaires de *Chironomus tetans* Fabr., la pollution des rivières par les déchets d'uranium et l'effet sur la faune.

7. *Techniques écologiques utilisant en milieu terrestre les éléments radioactifs.* — Valeur de l'excrétion des traceurs radioactifs en tant qu'indice d'énergie et d'activité et rôle écologique des traceurs en général (litière des forêts, plantes, insectes); le Lapin, radio-indicateur du strontium-90.

8. *Techniques écologiques utilisant les éléments radioactifs en milieu marin et en milieu d'eau douce.* — Accumulation physique et biologique des radio-éléments au fond des lacs, les radiations en limnologie, dosage du Cl_4 , N_{15} dans le cycle de N, Zn-65.

9. *Effets, rôle fortuit, utilisation des radio-éléments du milieu.* — Le manganèse en écologie, ruthenium et rhodium, tungstène; radioécologie du calcium; facteurs contrôlant les éléments rares du milieu chez les organismes vivants; le césium et ses rapports avec le potassium en écologie; le baryum, le zinc, le plutonium.

Conclusions, par E.P. ODUM.

Outre la bibliographie accompagnant chaque note, une revue comptant près de deux mille références et, de plus, mentionnant de nombreuses autres sources bibliographiques, termine cet important recueil.

Franklin PIERRE

BIOLOGIE DE L'AMÉRIQUE AUSTRALE, volume II, Etudes sur la Faune du sol, publié sous la direction de Cl. DELAMARE DEBOUTTEVILLE et E. RAPOPORT. Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, 1963, 398 p.

Ce deuxième volume poursuit l'étude, déjà amorcée dans le premier volume (récemment analysé), des différents groupes récoltés. Ce sont d'abord les Nématodes d'eau douce par E. ALTHERR, avec la description de 11 espèces nouvelles. Puis les Archiannélides parasites des *Aeglea* des lacs de Patagonie (*Stratiodrillus platensis* Cordero est étudié avec beaucoup de détails par M^{me} G. ROUBAUD. Il en est de même d'*Austrobathynella patagonica* Del. (Syncaride) redécrit par Cl. DELAMARE DEBOUTTEVILLE et C. ROLAND. Les Iso-podes terrestres font l'objet d'un travail de A. VANDEL avec la description de quatre espèces nouvelles et la création de la nouvelle famille des *Balloniscidae*. L'auteur termine par des considérations biogéographiques. J.M. DEMANGE a étudié les Myriapodes et décrit une espèce nouvelle. M. ANDRÉ et M.N. NAUDO traitent du genre *Wandesia* et de *Euwandesia sensitiva* (Hydrachnelles, Acariens). Parmi les insectes les Protoires de Patagonie ont été étudiés par B. CONDÉ. Les Collemboles constituent une partie importante de ce volume avec une note de P. CASSAGNAU sur les *Orchesellini*, les *Paronellinae* et les *Cyphoderinae* avec 3 espèces nouvelles, une autre de K. CHRISTIANSEN sur le genre *Entomobrya* (3 espèces nouvelles), et un gros travail sur les Symphyléones par Cl. DELAMARE DEBOUTTEVILLE et Z. MASSOUD avec 27 espèces nouvelles et de nombreuses et précises redescriptions (120 p., 73 figs). Les autres ordres d'insectes étudiés sont les Psocoptères terricoles, lapidicoles et corticicoles

du Chili (14 espèces nouvelles) par A. BADONNEL, les Trichoptères (description de 2 espèces nouvelles) par S. JACQUEMART, les *Aphidoidea* par G. REMAUDIÈRE, les *Leptotyphlytae* (Staphylins) du Chili par H. COIFFAIT (4 espèces nouvelles), et un supplément de R. JEANNEL (14 espèces nouvelles) sur les Psélaphides déjà étudiés dans les premiers volumes. Ce deuxième volume, aussi bien présenté que le premier, se termine par un article de H. SCOTT sur les Mollusques terrestres et d'eau douce de la Patagonie.

J. TRAVÉ.

PUBLICATIONS DU LABORATOIRE ARAGO

UNIVERSITÉ DE PARIS

SUPPLÉMENTS A VIE ET MILIEU

Des fascicules spéciaux sont consacrés à diverses questions considérées sous l'angle écologique, questions pour lesquelles ils représenteront un essai de synthèse. Ces Suppléments, publiés sans périodicité fixe, sont acquis isolément et en dehors de Vie et Milieu.

- N° 1. — Cl. DELAMARE DEBOUTTEVILLE. — Microfaune du sol des pays tempérés et tropicaux, 1-360, 65 figures, 1951.
- N° 2. — Océanographie méditerranéenne. Journées d'études du Laboratoire Arago, 1-298, 1952.
- N° 3. — Résultats des campagnes du « Professeur Lacaze-Duthiers ». I. Algérie 1952, 1-209, 1 carte hors-texte, 1954, épuisé.
- N° 4. — J. THÉODORIDÈS. — Contribution à l'étude des parasites et phorétiques de Coléoptères terrestres, 1-310, 57 figures, 1955.
- N° 5. — P. AX. — Les Turbellariés des étangs côtiers du littoral méditerranéen de la France méridionale, 1-215, 53 figures, 1956.
- N° 6. — Résultats des campagnes du « Professeur Lacaze-Duthiers ». II. Algérie 1952 et Baléares 1953, 1954, 1-238, 1 carte hors-texte, 1957.
- N° 7. — H. COIFFAIT. — Les Coléoptères du sol, 1-204, 103 figures, 1958.
- N° 8. — E. ANGELIER et coll. — Hydrobiologie de la Corse, 1-277, 1959.
- N° 9. — Cl. DELAMARE DEBOUTTEVILLE. — Biologie des eaux souterraines et continentales, 1-740, 254 figures, 1 carte hors-texte, 1960.
- N° 10. — J.-P. CHANGEUX. — Contribution à l'étude des animaux associés aux Holothurides, 1-124, 30 figures, 1961.
- N° 11. — J. PARIS. — Greffes et sérologie chez les Eponges siliceuses, 1-74, 22 figures, 1961.
- N° 12. — P. L. ILLG and P. L. DUDLEY. — Notodelphyid Copepods from Banyuls-sur-Mer, 1-126, 41 figures, 1961.
- N° 13. — K. MANGOLD-WIRZ. — Biologie des Céphalopodes benthiques et néctoniques de la Mer Catalane, 1-285, 6 figures, 6 planches et 2 cartes hors-texte, 1963.
- N° 14. — J. TRAVÉ. — Écologie et biologie des Oribates (Acariens) saxicoles et arboricole, 1-267, 58 figures, 1963.
- N° 15. — J. RENAUD-DEBYSER. — Recherches écologiques sur la faune interstitielle des sables. Bassin d'Arcachon, île de Bimini, Bahamas, 1-157, 72 figures, 6 planches hors-texte, 1963.
- N° 16. — R. FENAUX. — Écologie et biologie des Appendiculaires méditerranéens, 1-144, 58 figures, 1963.
- N° 17. — Volume jubilaire dédié à Georges Petit, I-LVIII, 1-516, 167 figures, 23 planches, 1964.
- N° 18. — Cl. PUISSÉGUR. — Recherches sur la génétique des Carabes (*Chrysocarabus* et *Chaetocarabus*), I-X, 1-289, 71 figures, 8 planches hors-texte, 1964.

Les Suppléments à Vie et Milieu sont en vente à la librairie Masson et Cie, 120, boulevard Saint-Germain, Paris (6°).

IMPRIMERIE
LOUIS-JEAN
— GAP —

Le Directeur de la publication : G. PETIT

—
Dépôt légal : No 4174 — Date de parution : Mars 1965

No d'impression : 94 - 1965