



**HAL**  
open science

**LES CLADOCÈRES DE MÉDITERRANÉE  
OCCIDENTALE HI. - CYCLE ET RÉPARTITION A  
BANYULS-SUR-MER (GOLFE DU LION).  
SYNTHÈSE DES ANNÉES 1965-1969**

Alain Thiriot

► **To cite this version:**

Alain Thiriot. LES CLADOCÈRES DE MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE HI. - CYCLE ET RÉPARTITION A BANYULS-SUR-MER (GOLFE DU LION). SYNTHÈSE DES ANNÉES 1965-1969. Vie et Milieu , 1973, pp.243-295. hal-02982315

**HAL Id: hal-02982315**

**<https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-02982315v1>**

Submitted on 28 Oct 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## LES CLADOCÈRES DE MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE

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

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

#### SOMMAIRE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

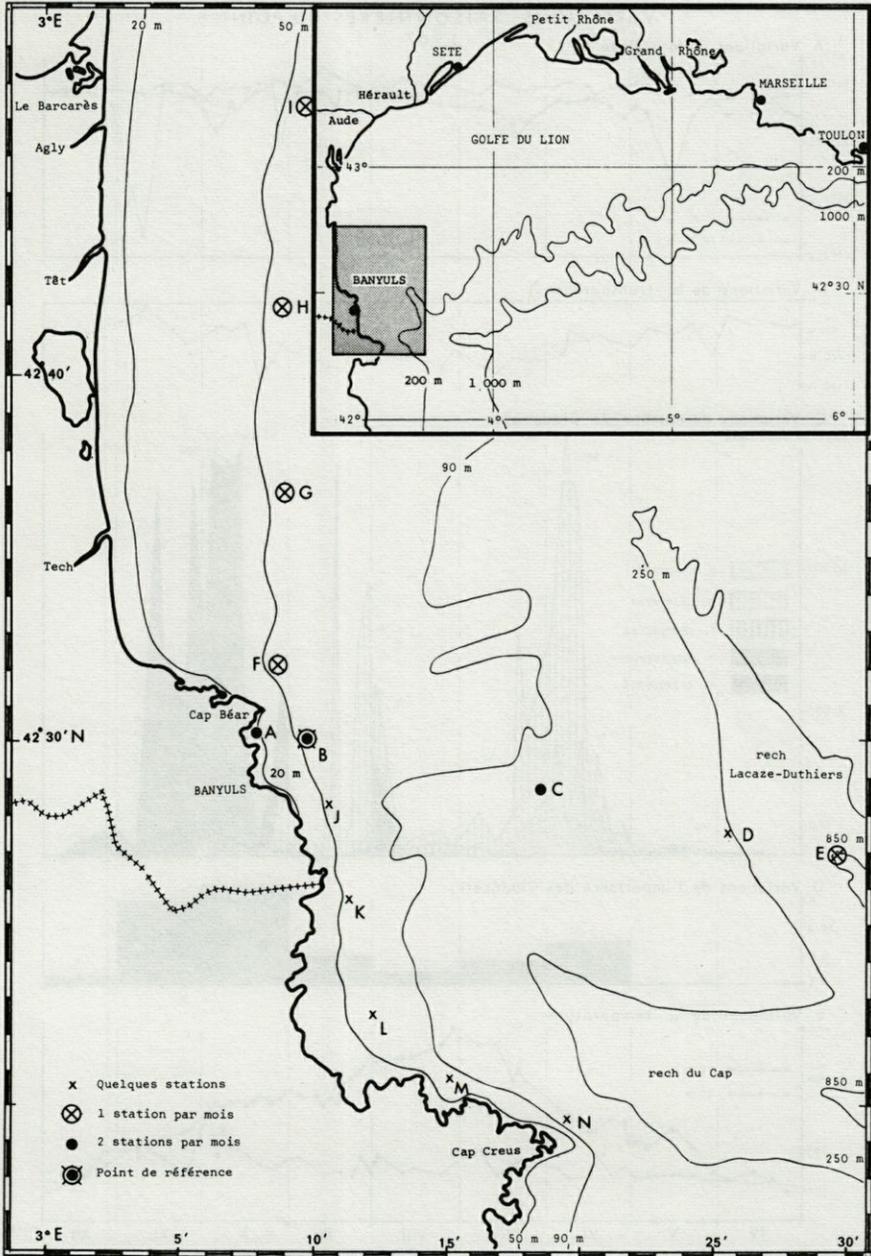
#### A) *Caractéristiques saisonnières et variations quantitatives* (fig. 1).

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

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

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

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



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

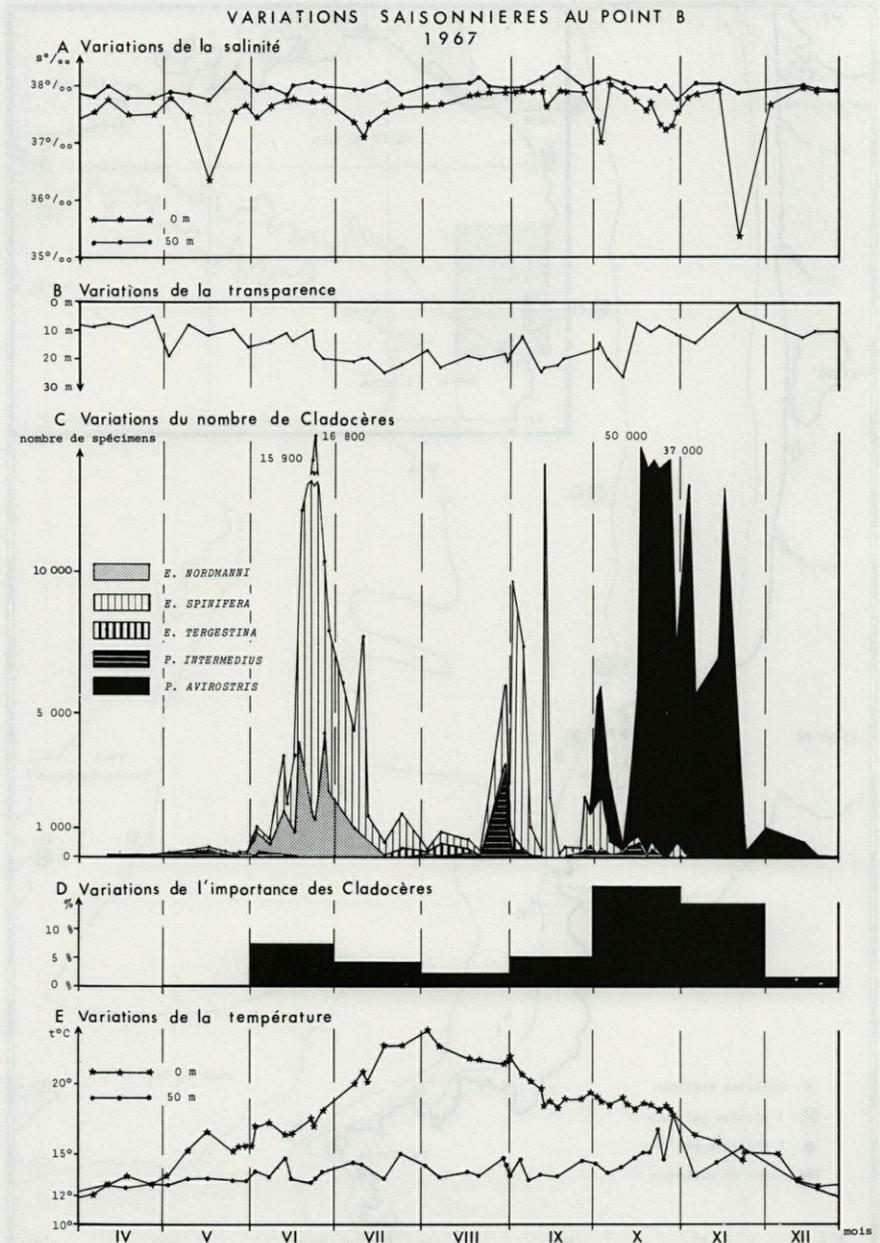


FIG. 1. — Variations saisonnières au point côtier (Point B) en 1967, année de référence.

*Evadne nordmanni*

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

*Evadne spinifera*

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

*Evadne tergestina*

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

*Podon intermedius*

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

*Podon polyphemoides*

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

*Penilia avirostris*

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

**B) Répartition géographique locale.**

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

*Evadne nordmanni*

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

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

*Evadne spinifera*

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

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

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

*Evadne tergestina*

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

*Podon intermedius*

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

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

*Penilia avirostris*

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

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

C) *Distribution verticale.*

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

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

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

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

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

## 2) OBSERVATIONS DE L'ANNÉE 1965.

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

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

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

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

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

#### Genre *Evadne*

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

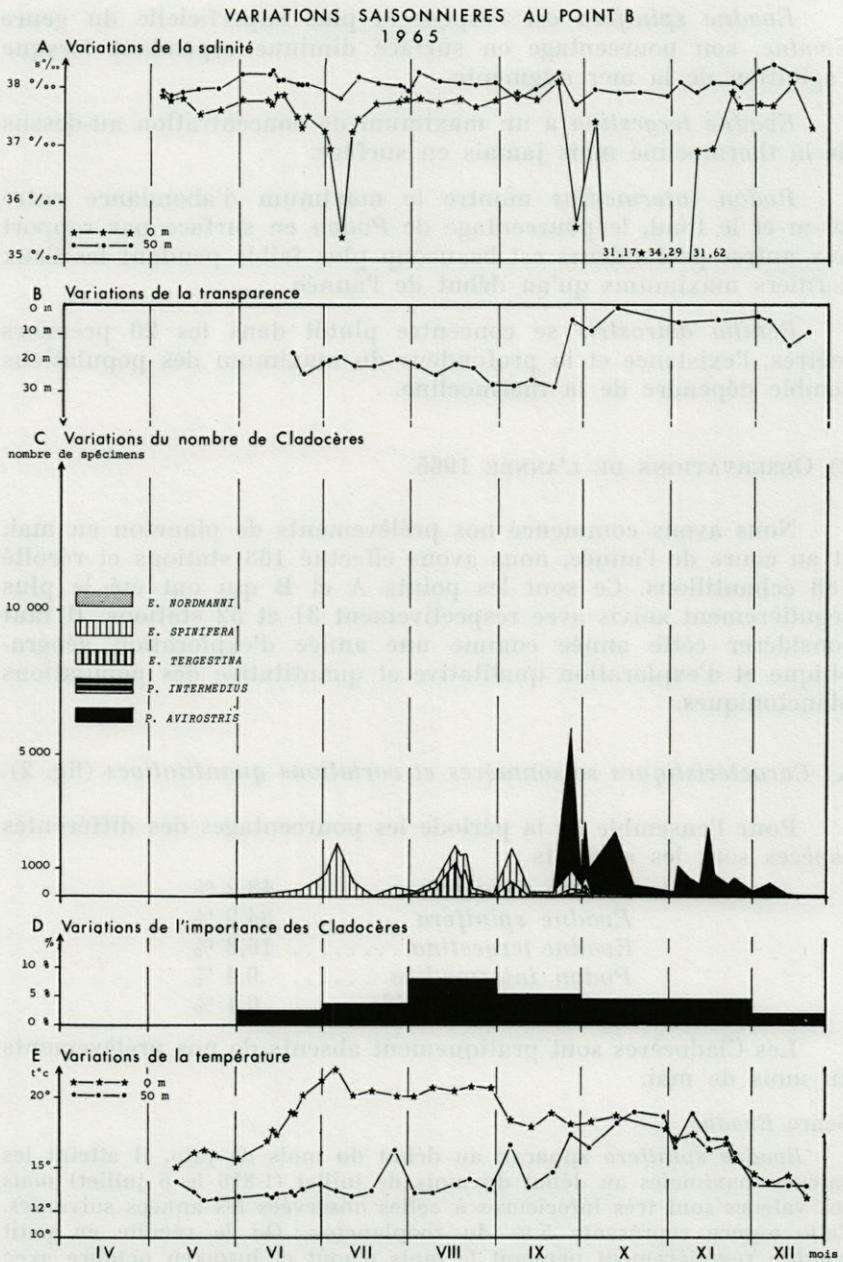


Fig. 2. — Variations saisonnières au point B en 1965.

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

#### Genre *Podon*

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

#### *Penilia avirostris*

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

#### B) Conclusions.

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

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

confirment les observations suivantes :

#### *Evadne spinifera*,

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

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

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

*Podon intermedius*,

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

*Penilia avirostris*,

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

apportent les renseignements complémentaires suivants :

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

### 3) OBSERVATIONS DE L'ANNÉE 1966.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### Genre *Evadne*

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

##### *Evadne nordmanni*

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

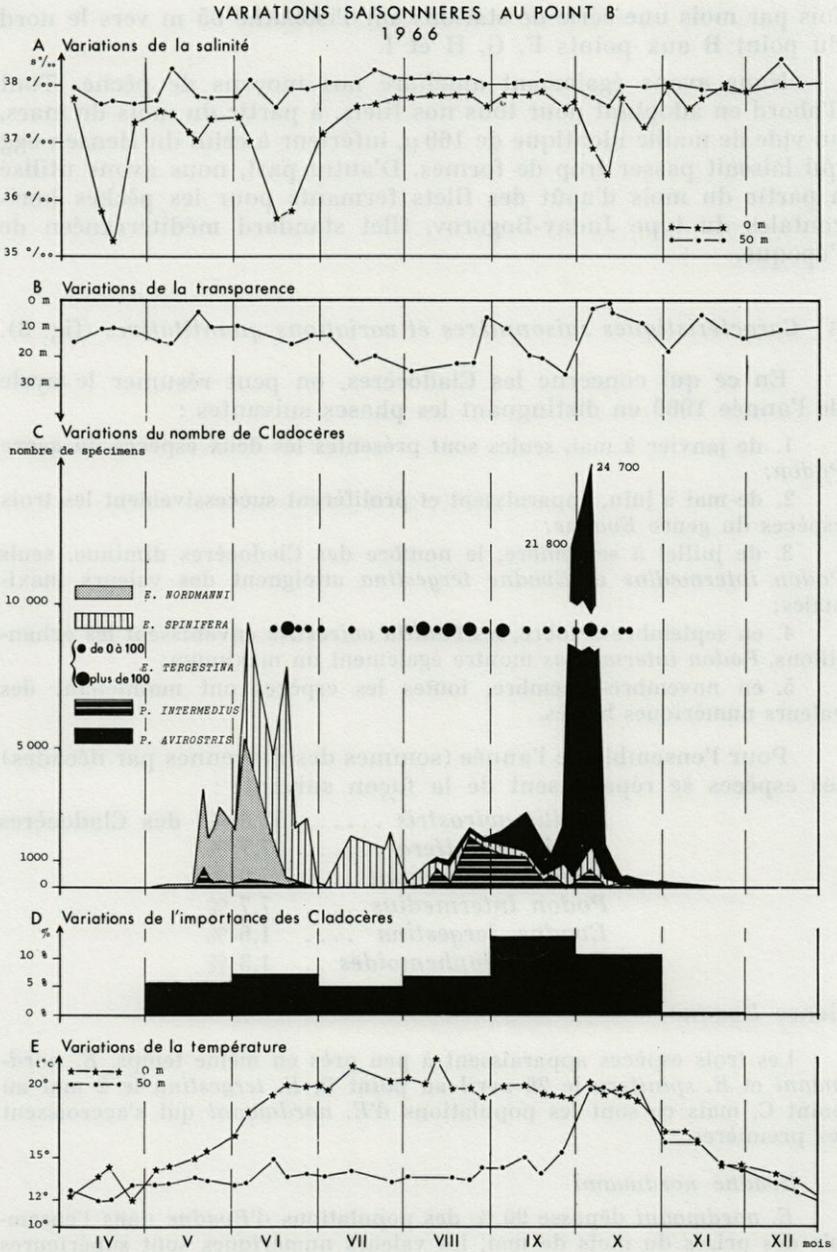


FIG. 3. — Variations saisonnières au point B en 1966.

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

#### *Evadne spinifera*

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

#### *Evadne tergestina*

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

### Genre *Podon*.

#### *Podon intermedius*

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

#### *Podon polyphemoides*

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

#### *Penilia avirostris*

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

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

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

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

### B) Conclusions.

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

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

confirment les observations suivantes :

#### *Evadne nordmanni* :

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

#### *Evadne spinifera* :

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

*Evadne tergestina.*

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

*Podon intermedius*

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

*Penilia avirostris*

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

## 4) OBSERVATIONS DE L'ANNÉE 1968.

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

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

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

1. de janvier à avril, présence des deux espèces de *Podon*, premier maximum de *P. intermedius*;

2. mai-juin, apparition et maximum des populations d'*Evadne nordmanni* et d'*E. spinifera*;

3. juillet-août, disparition des *E. nordmanni*, diminution des *E. spinifera*, maximum d'*E. tergestina* et deuxième maximum de *P. intermedius*;

4. septembre-octobre, développement des *Penilia*, maximum de *P. intermedius* et reprise des *E. spinifera*;

5. novembre-décembre, diminution et disparition presque complète des différentes espèces.

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

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

Genre *Evadne*.*Evadne nordmanni*

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

*Evadne spinifera*

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

*Evadne tergestina*

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

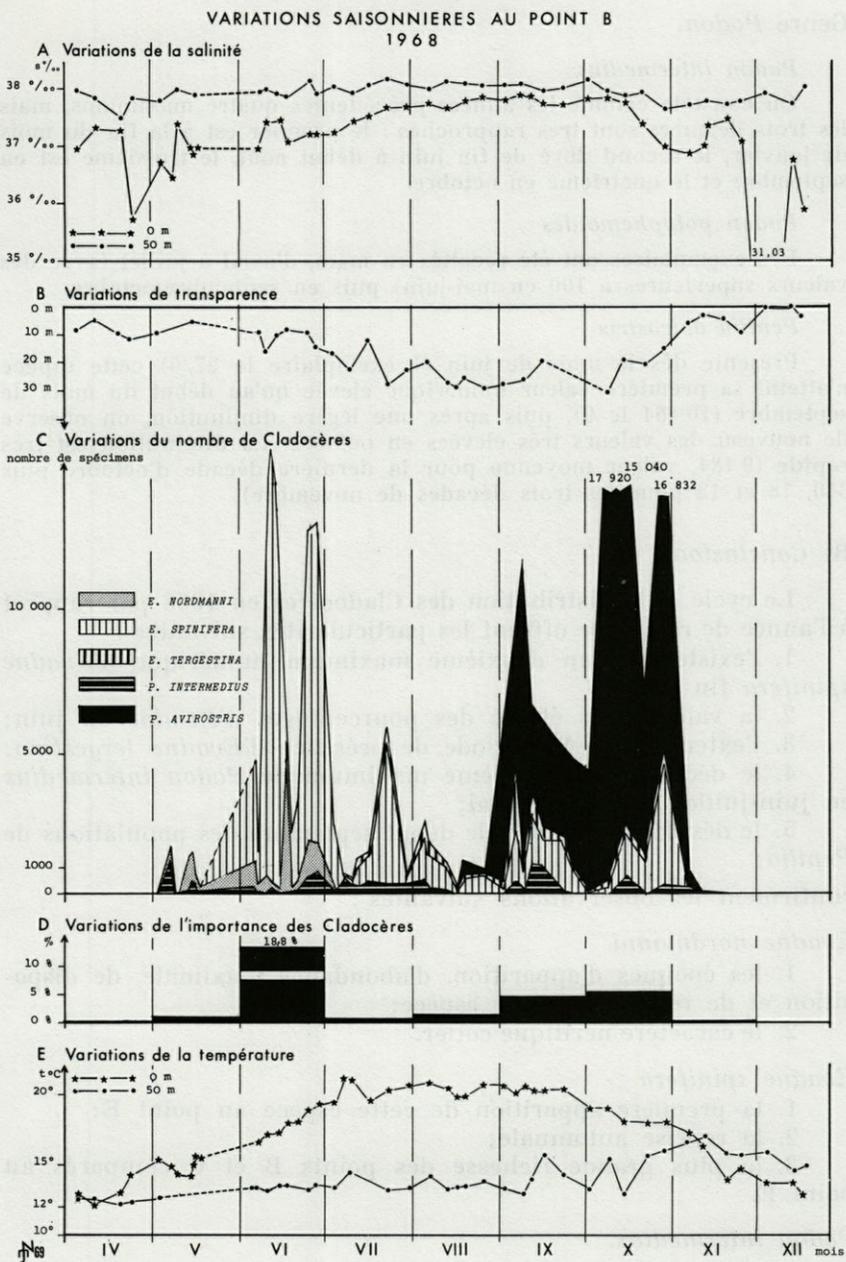


FIG. 4. — Variations saisonnières au point B en 1968.

Genre *Podon*.*Podon intermedius*

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

*Podon polyphemoides*

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

*Penilia avirostris*

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

B) *Conclusions*.

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

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

confirment les observations suivantes :

*Evadne nordmanni*

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

*Evadne spinifera*

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

*Podon intermedius*.

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

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

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

*Penilia avirostris.*

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

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

apportent les renseignements complémentaires suivants :

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

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

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

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

5) OBSERVATIONS DE L'ANNÉE 1969.

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

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

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

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

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

1. l'importance et l'apparition précoce des *Penilia avirostris*;

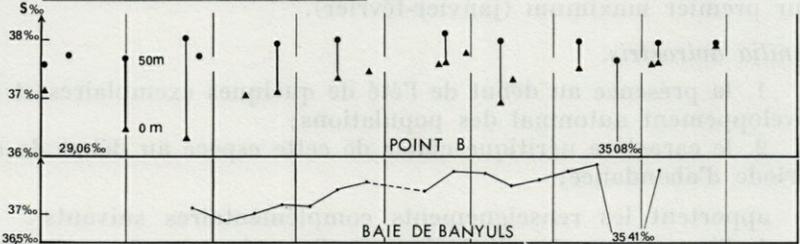
2. l'apparition précoce des *Evadne nordmanni*;

3. le maximum d'*Evadne spinifera* atteint début août;

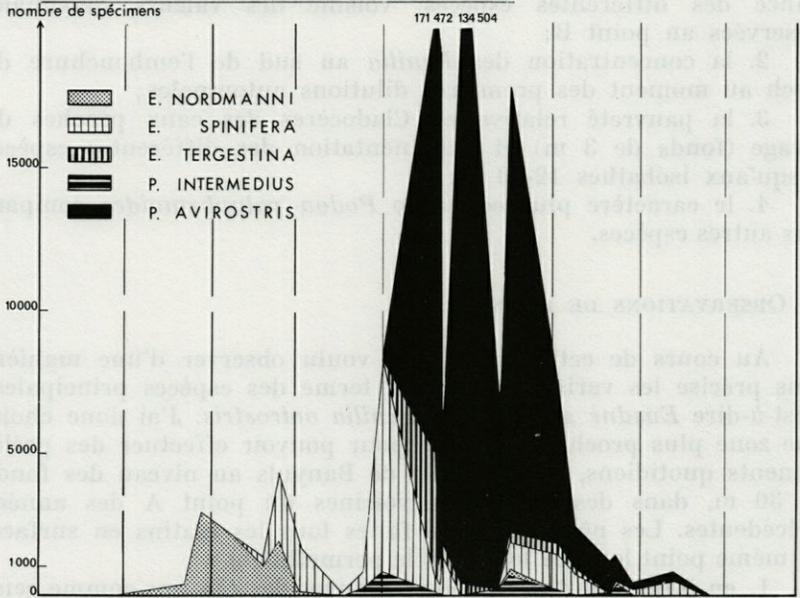
4. la richesse de *E. tergestina*.

VARIATIONS SAISONNIÈRES AU POINT B  
1969

A VARIATIONS DE LA SALINITÉ



B VARIATIONS DU NOMBRE DE CLADOCÈRES



C VARIATIONS DE LA TEMPÉRATURE

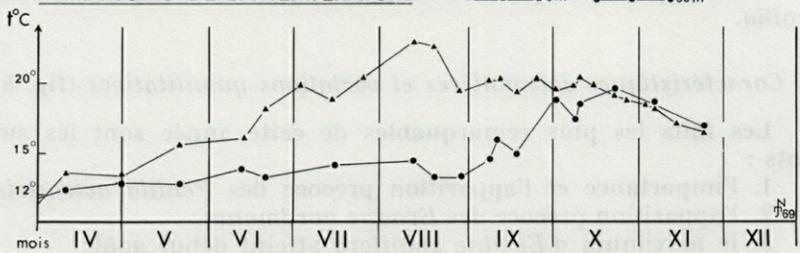


FIG. 5. — Variations saisonnières au point B en 1969.

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

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

Ces pourcentages correspondent aux observations jusqu'en novembre inclus.

### Genre *Evadne*.

#### *Evadne nordmanni*

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

#### *Evadne spinifera*

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

#### *Evadne tergestina*

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

#### *Podon intermedius*

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

#### *Penilia avirostris*

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

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

#### B) Prélèvements côtiers quotidiens.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### C) Conclusions.

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

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

#### *Evadne nordmanni*

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

#### *Evadne spinifera*

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

*Evadne tergestina*

l'époque de ses concentrations maximales.

*Podon intermedius*

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

*Penilia avirostris*

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

apportent les renseignements complémentaires suivants :

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

## II. — OBSERVATIONS PARTICULIÈRES

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

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

*Les vents.*

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

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

*Les conditions thermiques.*

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

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

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

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

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

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

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

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

*Les salinités inférieures à 37,7 ‰.*

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

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

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

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

J'ai rassemblé ici les observations sur cette espèce.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### Conclusions.

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

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

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

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

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

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

TABLEAU I

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

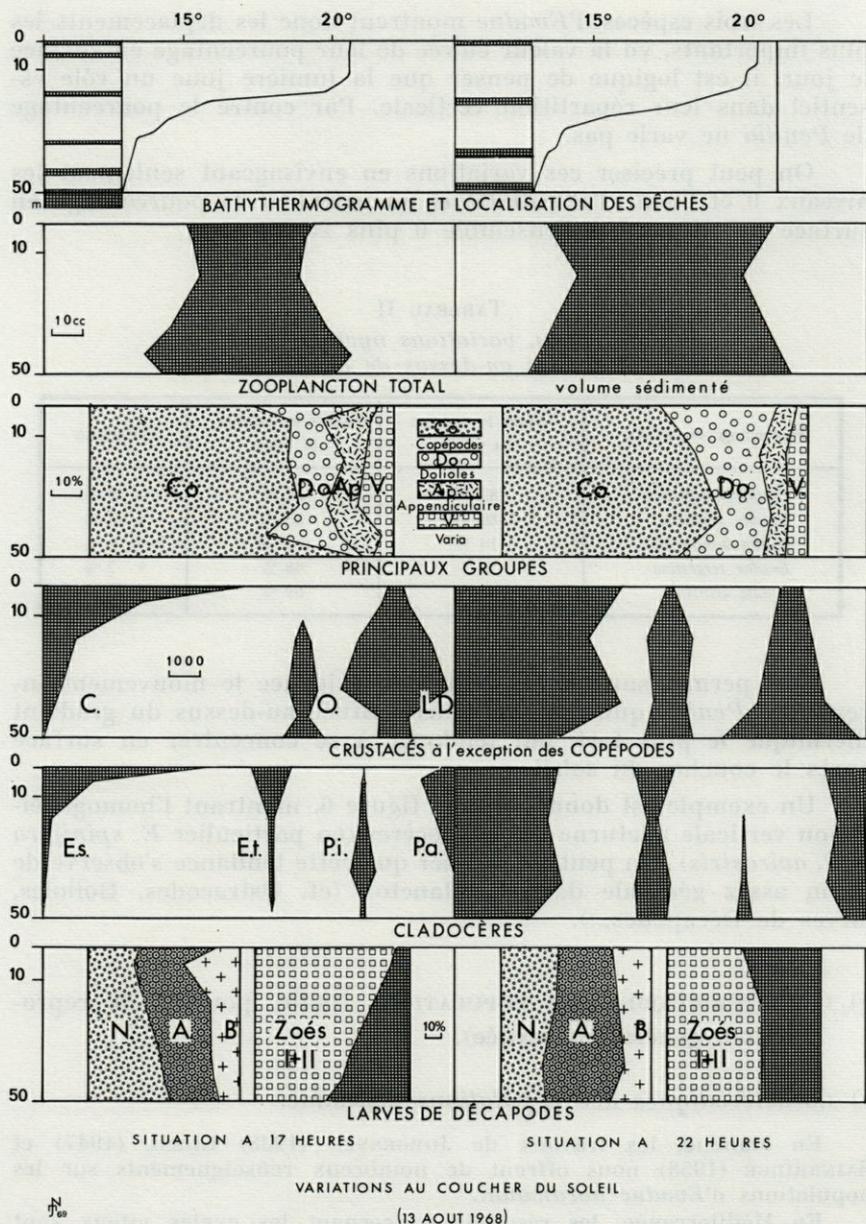


FIG. 6. — Distributions verticales comparées avant et après le coucher du soleil (Point B, 13 août 1968).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

EVADNE NORDMANNI

POPULATIONS D'EVADNE  
Diagramme des longueurs

1968

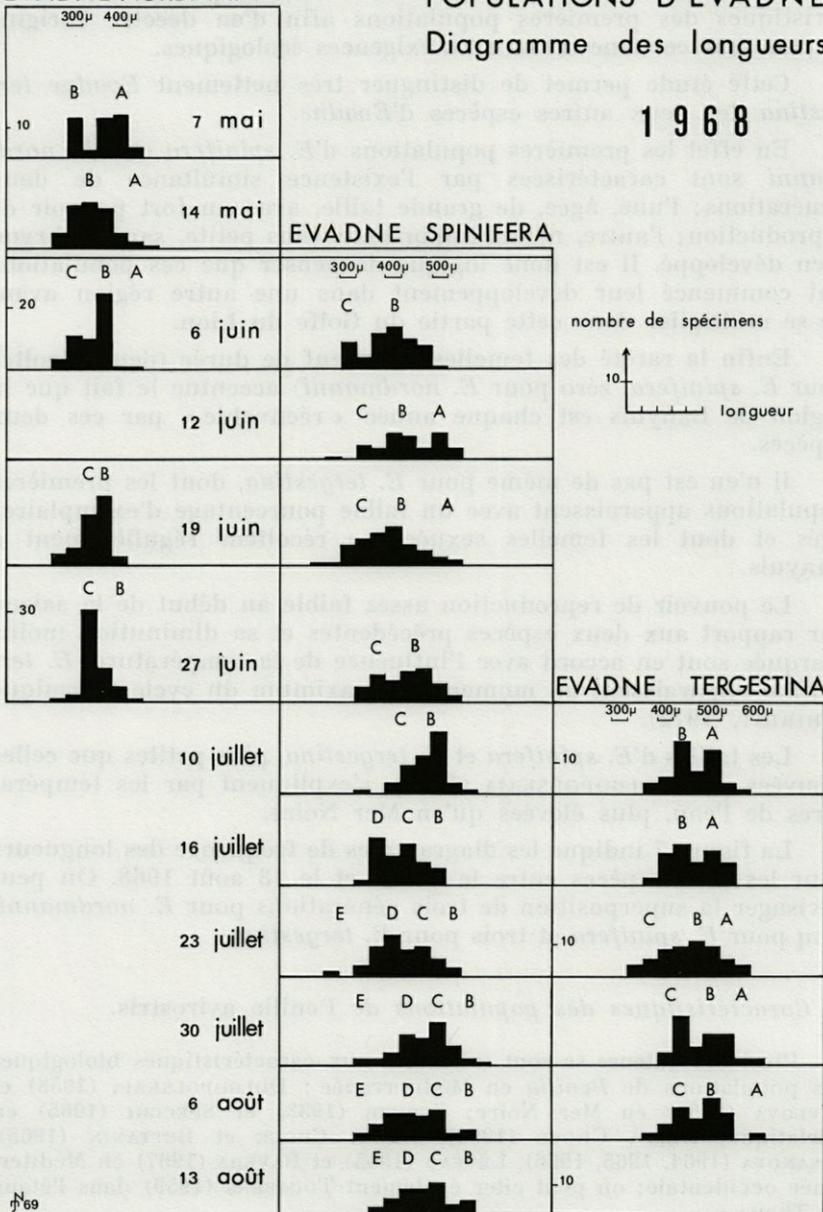


FIG. 7. — Succession des générations d'Evadne en 1968.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

POPULATIONS DE *PENILIA AVIROSTRIS*

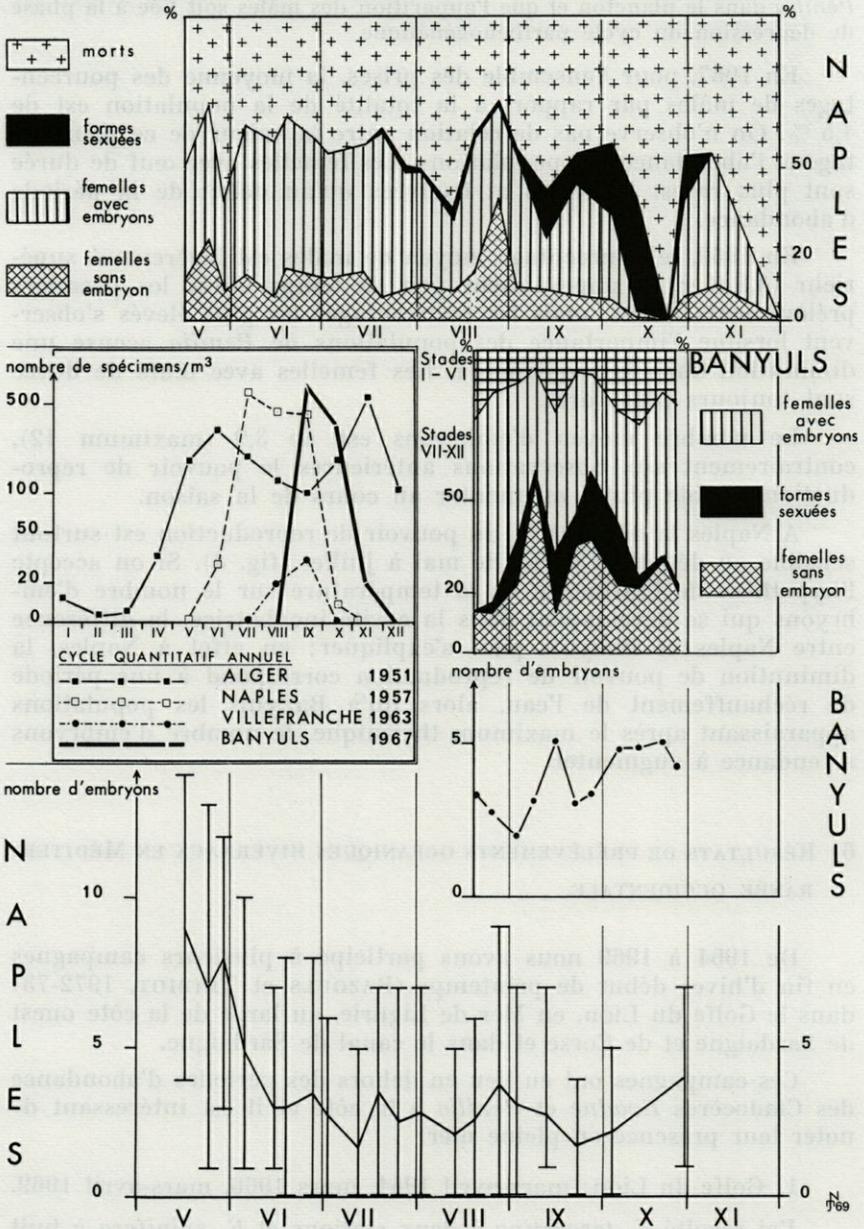


FIG. 8. — Comparaison des variations saisonnières de *Penilia avirostris* en Méditerranée.

## 2. Mer de Ligurie; mars 1964.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### III. — DISCUSSION ET CONCLUSIONS GÉNÉRALES

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

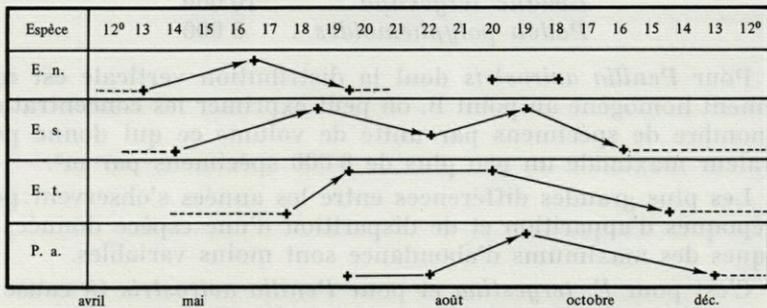
## B) Relations avec les variations de la température et de la salinité.

### a) Influence de la température.

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

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

TABLEAU III  
Schéma du cycle des espèces saisonnières.



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

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

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

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

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

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

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

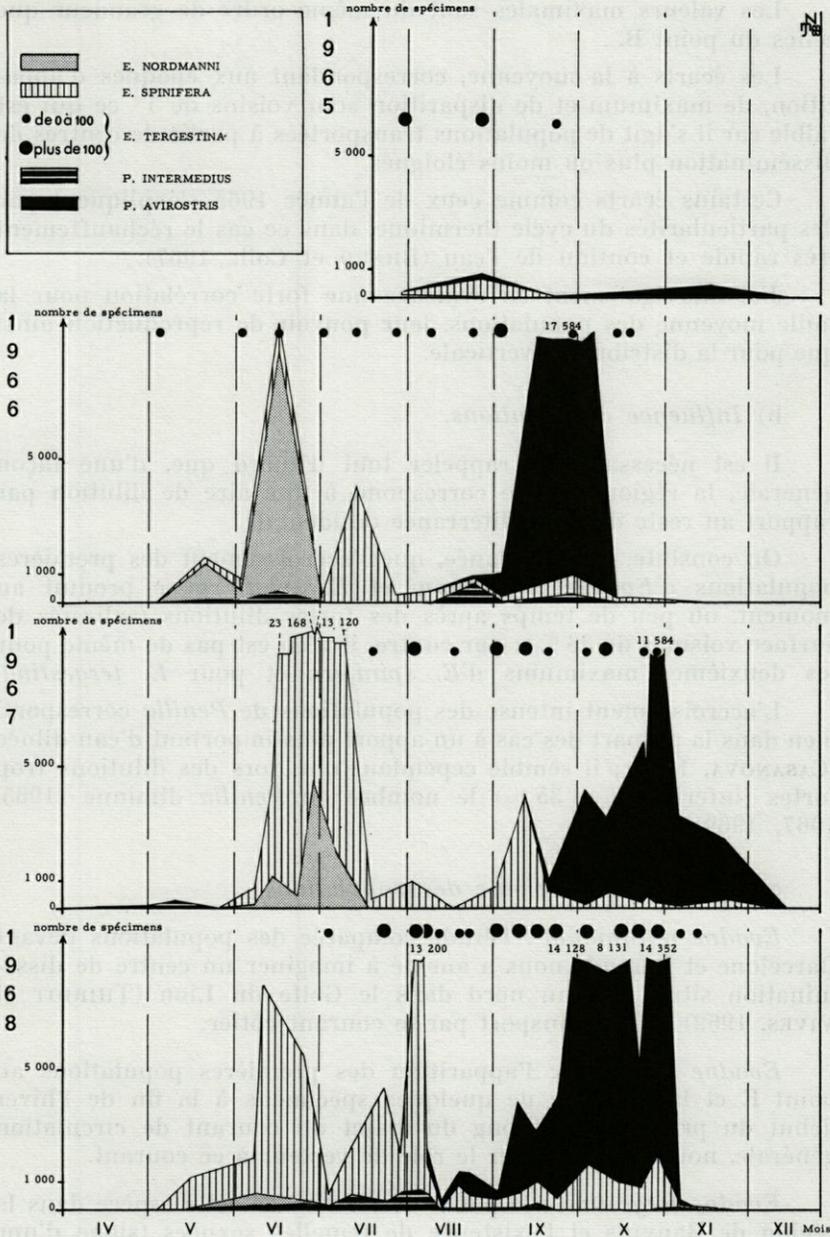


FIG. 9. — Variations saisonnières des différentes espèces au point C de 1965 à 1968.

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

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

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

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

#### b) Influence des dilutions.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Cette action du courant peut se faire de plusieurs manières :

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

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

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

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

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

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

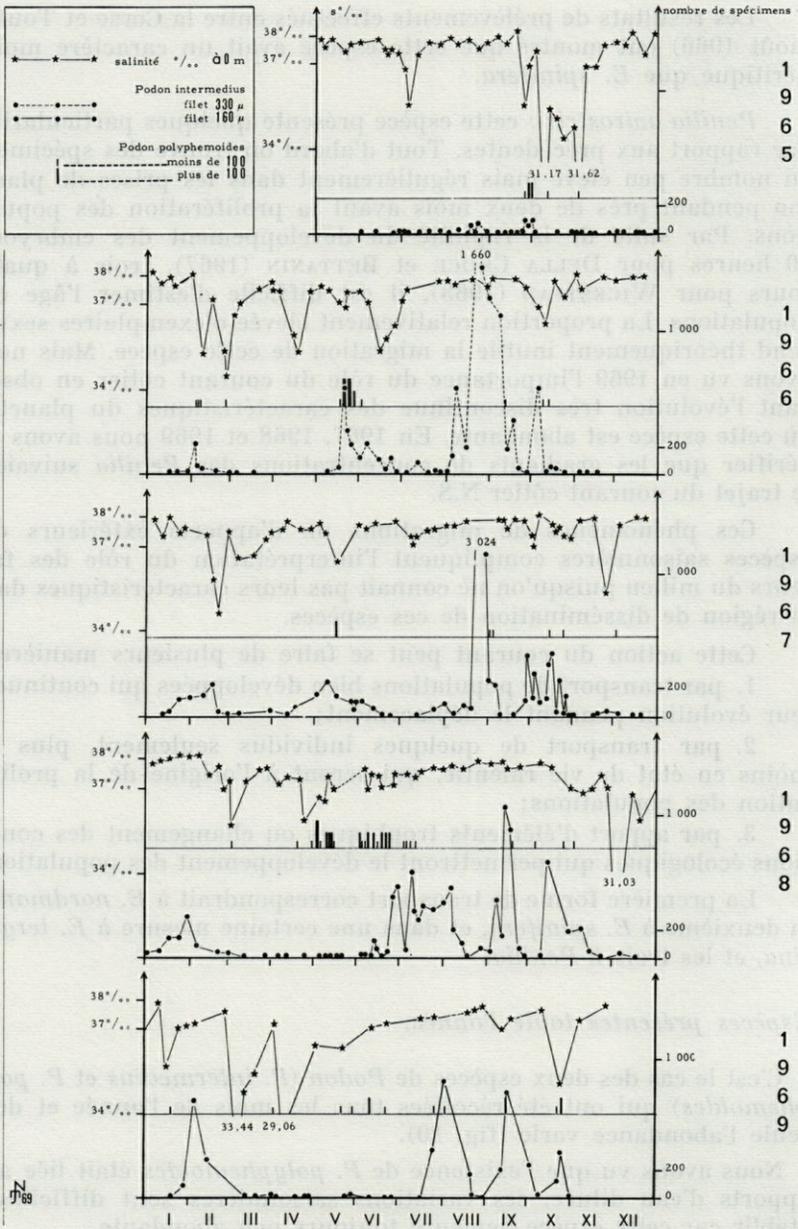


FIG. 10. — Variations saisonnières des deux espèces du genre *Podon* au point B de 1965 à 1969.

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

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

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

## 2) DISTRIBUTION DES CLADOCÈRES.

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

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

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

#### 1. *Evadne nordmanni*.

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

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

#### 2. *Evadne tergestina*.

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

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

### 3. *Evadne spinifera*.

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

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

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

### 4. *Penilia avirostris*.

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

### 5. *Podon intermedius*.

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

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

### 6. *Podon polyphemoides*.

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

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

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

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

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

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

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

#### B) *Distribution verticale.*

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

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

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

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

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

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

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

### RÉSUMÉ

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

#### *Evadne nordmanni*

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

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

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

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

#### *Evadne spinifera*

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

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

Femelles avec œufs de durée exceptionnelle;

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

*Evadne tergestina*

Espèce estivale, moins abondante que les deux précédentes; moins côtière et moins superficielle;  
Quelques femelles avec œuf de durée.

*Podon intermedius*

Présente toute l'année, quatre maximums;  
Exclusivement néritique, répartition verticale et distribution au-dessus du plateau continental, plus homogène l'hiver que l'été;  
Génération parthénogénétiques et sexuées.

*Podon polyphemoides*

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

*Penilia avirostris*

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

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

Plus superficielle la nuit que le jour;

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

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

## SUMMARY

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

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

*Evadne nordmanni*

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

*Evadne spinifera*

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

*Evadne tergestina*.

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

*Podon intermedius*

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

*Podon polyphemoides*

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

*Penilia avirostris*

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

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

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

### ZUSAMMENFASSUNG

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

#### *Evadne nordmanni*

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

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

nur parthenogenetische Fortpflanzung in Banyuls, Embryonenzahl abhängig von Temperatur;

epiplanktisch, Häufungsmaximum in tieferen Schichten bei steigender Temperatur.

#### *Evadne spinifera*

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

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

Weibchen mit Dauereiern;

sehr oberflächennah, tiefer nachts oder bei bewegter See.

*Evadne tergestina*

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

*Podon intermedius*

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

*Podon polyphemoides*

Ganzjährig, von Zufluss mit erniedrigter Salinität abhängig, wenig häufig;  
ausschliesslich neritisch in Küstennähe.

*Penilia avirostris*

Erstes Auftreten zu Sommeranfang, starke Konzentrationen im Herbst;

Maximum an der Oberfläche oder auf der Höhe der Thermokline, gleichmässiger verteilt als die anderen Arten über dem Schelf;  
oberflächlicher nachts;  
parthenogenetische Weibchen und geschlechtliche Generationen, Männchen häufiger als Weibchen mit Dauerei.

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

## BIBLIOGRAPHIE

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

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

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

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

Reçu le 11 octobre 1971