

LE MICROPLANCTON DES RIVIÈRES DE MORLAIX ET DE LA PENZÉ

par Gérard PAULMIER

Les estuaires de Morlaix et de la Penzé, qu'on appelle communément rivières, sont des centres ostréicoles importants situés sur la rive septentrionale de la Bretagne. Il a donc paru opportun d'étudier les divers constituants du milieu où vivent les huîtres (*O. edulis*) pour déterminer si possible leur rôle dans la croissance et l'engraissement de ces mollusques. Notre étude fait part de l'inventaire des espèces végétales et animales des populations planctoniques de ces secteurs et des relations pouvant exister entre leurs fluctuations et les variations de deux caractéristiques physico-chimiques : température et salinité, observées entre 1963 et 1967 ⁽¹⁾.

Dans chaque estuaire, quatre stations ont été choisies, les récoltes de plancton étant effectuées entre chacune d'elles (fig. 1) et, occasionnellement aux fins de comparaison, à une station extérieure dite du « Pot-de-Fer », située à l'entrée de la baie de Morlaix.

Notre étude complète les recherches antérieures de GRALL et JACQUES (1964) portant sur la dynamique et les variations saisonnières du plancton de la région de Roscoff.

I. - Le milieu.

L'hydrologie de la région de Roscoff a déjà fait l'objet d'études par FAURE (1959) et JACQUES (1964), mais dans les estuaires, plus étroitement soumis aux apports fluviaux, ses caractères sont différents et nous en donnerons les traits essentiels.

Température. Les valeurs minimales relevées de décembre à mars ne tombent guère au-dessous de + 6°; elles furent, en amont, de 7° 6 en 1963-64, 6° 7 en 1964-65, 9° 2 en 1966-67. Le refroidissement hivernal n'est donc pas très intense dans cette région et seul celui de 1962-63, très rigoureux, fait exception avec des températures avoisinant + 5° (JACQUES, 1964). Les valeurs maximales atteintes en juillet-août oscillent autour de 16-17°; elles soulignent le caractère tempéré de ce secteur, influencé par les prolongements du courant atlantique nord.

Les variations peu accusées dans l'ensemble, augmentent régulièrement d'aval en amont et du fond à la surface. Elles sont plus importantes dans la Penzé qu'en rivière de Morlaix.

Salinité. Les variations annuelles de la salinité sont également faibles. Les valeurs maximales, supérieures à 35 ‰, sont relevées en été, les valeurs minimales en hiver. Les variations dans l'espace sont plus fortes en amont et en surface et plus marquées dans la Penzé (fig. 2). Par ailleurs, le gradient augmente normalement depuis la station du Pot-de-Fer jusqu'à l'amont des rivières (fig. 3).

(1) Les récoltes de plancton et les mesures de température et salinité ont pu être régulièrement effectuées par M. GUEGUEN, du laboratoire de l'Institut des Pêches maritimes à Roscoff, grâce au concours obligeant de plusieurs ostréiculteurs de la région qui, à l'instigation de M. BERDER, mirent leurs embarcations à sa disposition. Nous les remercions tous bien vivement.

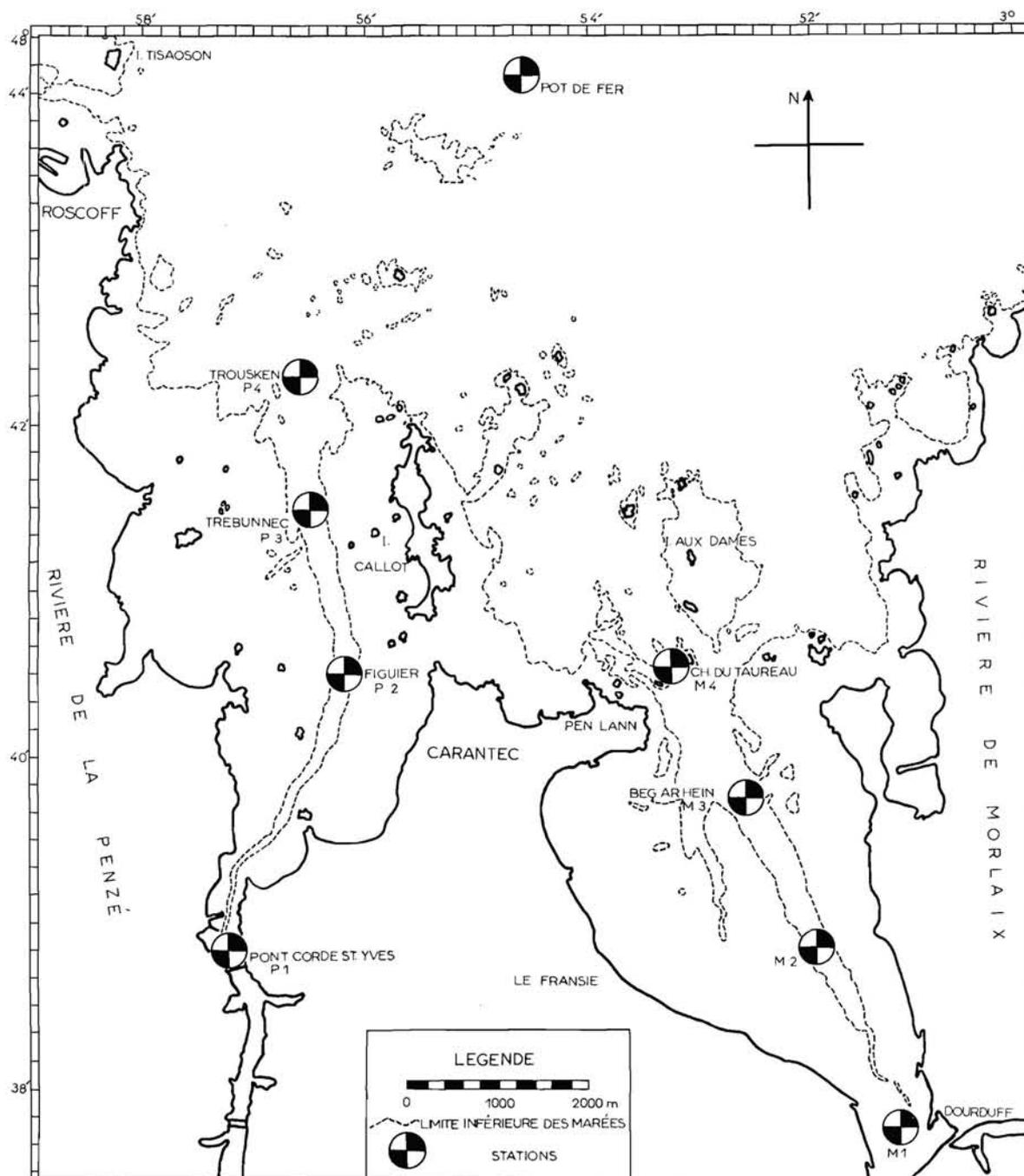


FIG. 1. — Les rivières de Morlaix, de la Penzé et la baie de Morlaix.
Stations des pêches planctoniques.

II. - Le plancton.

Les pêches sont effectuées au moyen d'un filet standard n° 200, traîné en surface à l'étape de pleine mer en marée de morte-eau, et leur résultat a été calculé pour 15 minutes de trait. Sur ces

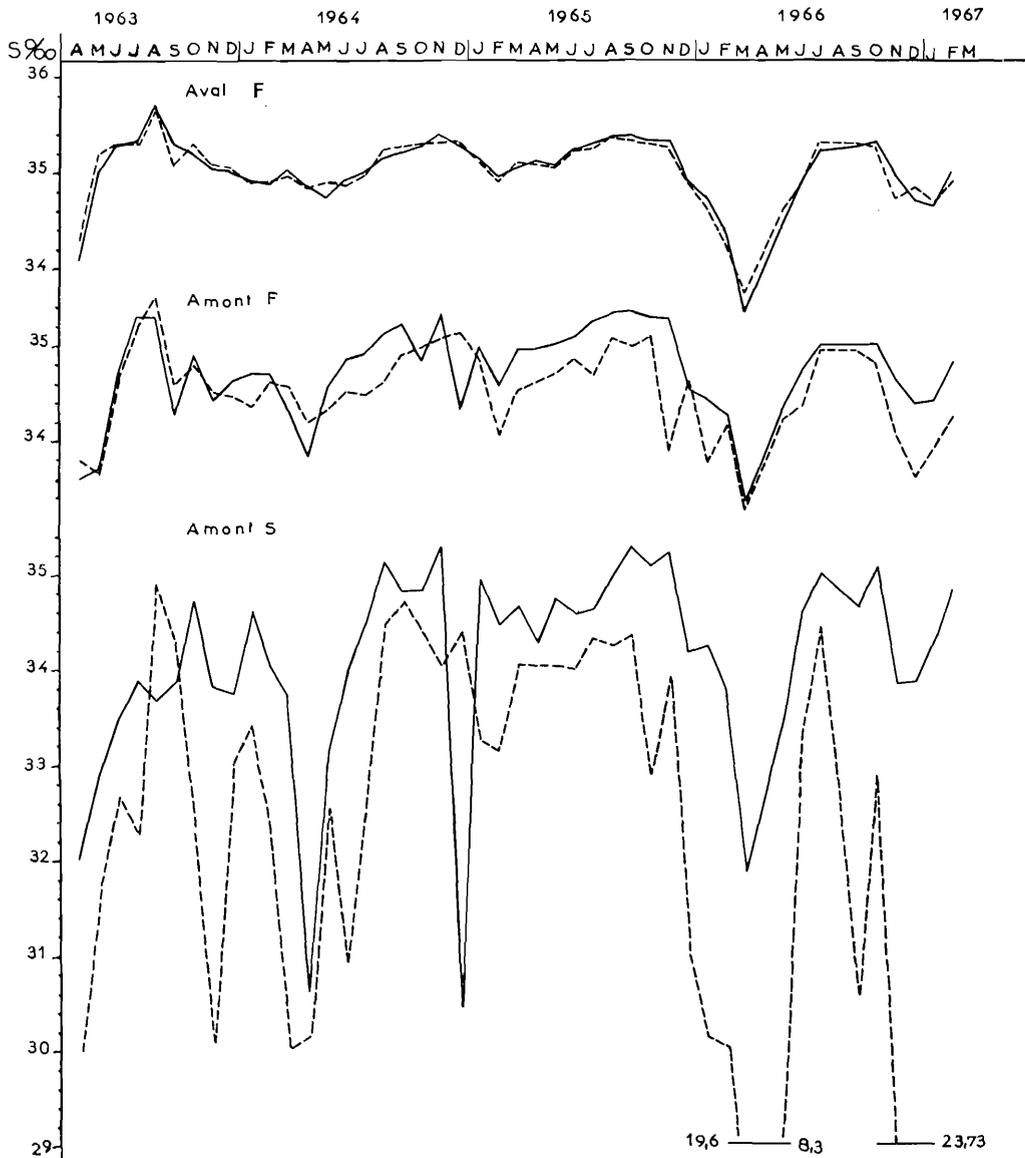


FIG. 2. — Salinité des rivières de Morlaix (trait plein) et Penzé (tireté), en aval et amont (fond), en amont (surface).

échantillons le comptage des organismes vivants a été fait suivant la méthode de HENSEN (1887), déjà employée pour les numérations des larves d'huîtres (MARTEIL, 1960) et du microplancton d'Auray (PAULMIER, 1965). L'évaluation volumétrique et pondérale du seston a également été faite.

Seston.

Les éléments organiques non planctoniques ainsi que les matières inorganiques sont constamment présents dans les eaux d'estuaires; aussi jouent-ils un rôle dans l'écologie des rivières par leur action sur le plancton et le benthos. Le seston se compose de ces éléments et du plancton proprement dit.

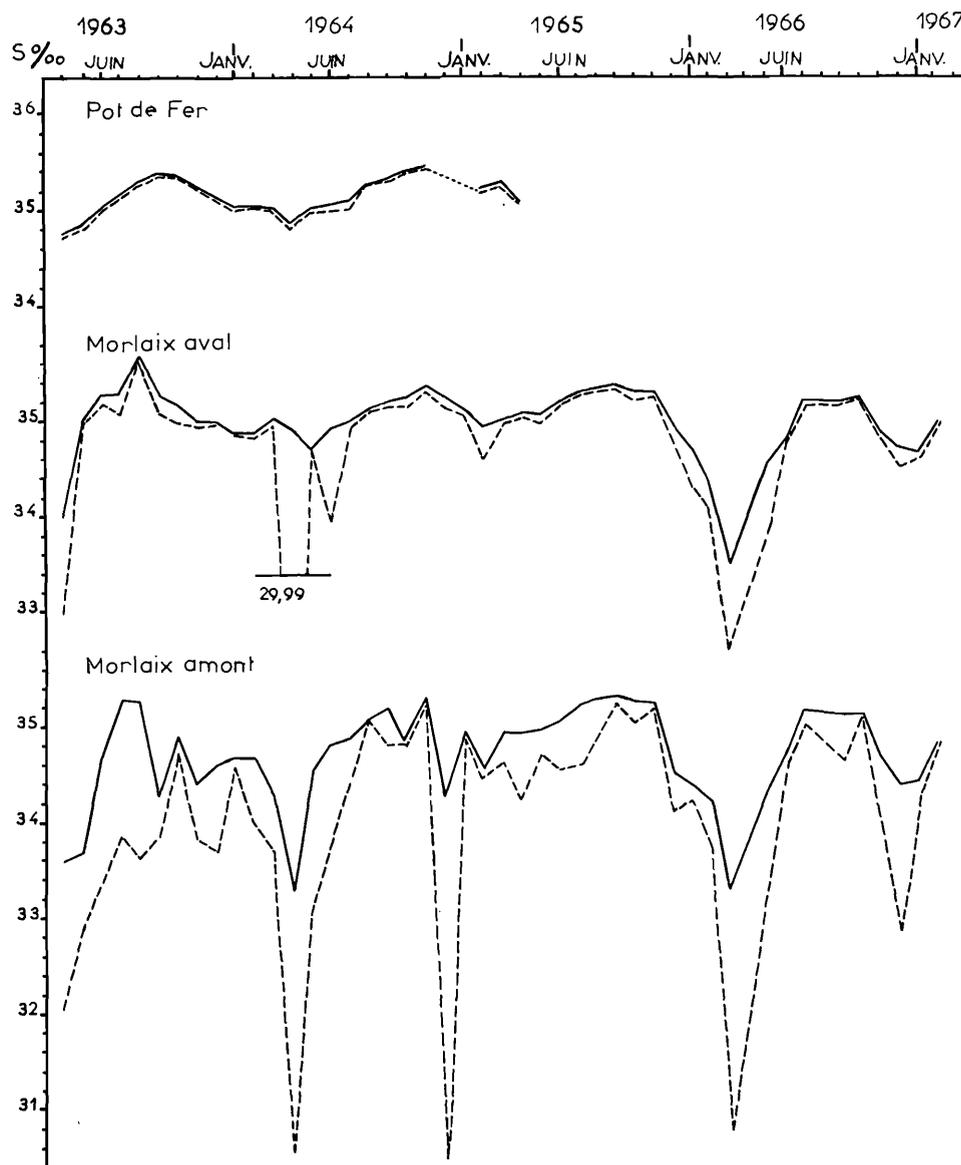


FIG. 3. — Salinité au Pot-de-Fer et à Morlaix (aval et amont).
Trait plein : fond; tireté : surface.

On peut y adjoindre les stades méroplanctoniques de diverses espèces benthiques, toujours abondants dans les eaux sus-jacentes, mais en soustraire les particules les plus ténues, comprenant entre autres une partie du nannoplancton et de l'ultraplancton qui échappent à la récolte. Ainsi compris, le seston correspond ici à tout le matériel collecté par le filet, qui ne représente en fait qu'une fraction, importante sans doute, de la totalité des particules en suspension.

La partie organique du seston constituant la principale source de nourriture des huîtres, par opposition aux particules inorganiques, il nous a paru intéressant d'évaluer l'ensemble et de déterminer le rôle de facteurs tels que : courants de marée, vents, pluviosité, etc., sur sa composition.

La quantité de seston est traduite en volume, l'échantillon étant décanté, jusqu'à obtention d'un niveau constant, et les résultats exprimés en centimètres cubes. Afin de compléter ces données, quelques échantillons ont été desséchés, pesés puis calcinés au rouge sombre; les résultats sont donnés en pourcentage de perte au feu.

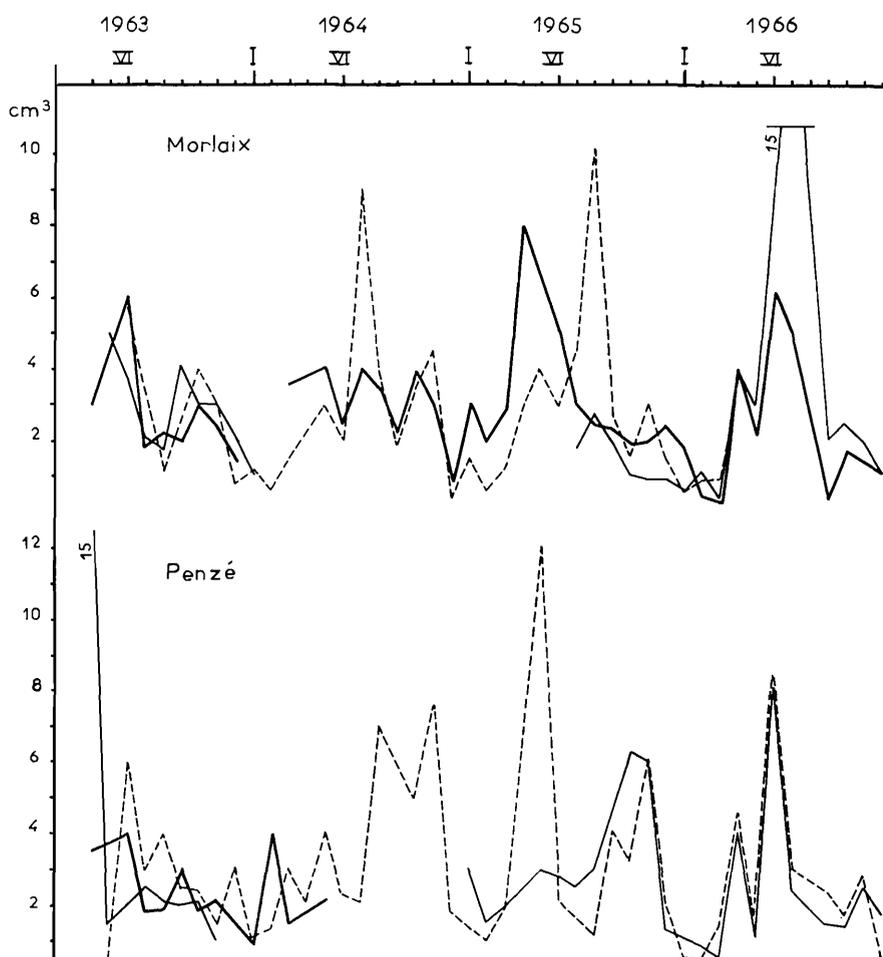


FIG. 4. — Volumes de seston dans les rivières de Morlaix et Penzé aux stations 1 (tireté), 2 (trait plein maigre), 3 (trait plein gras).

L'examen de la courbe obtenue par les mesures de volume permet de reconnaître quatre phases principales (fig. 4). D'avril à juillet, les valeurs sont maximales; d'octobre à janvier on note une nouvelle pointe, moins forte que la précédente, alors qu'entre ces deux périodes les quantités sont un peu plus faibles.

L'abondance sestonique de la phase estivale peut être la conséquence d'une floraison phyto-planctonique; celle de l'automne serait plutôt provoquée par le zooplancton. En hiver et au printemps, en revanche, les éléments inorganiques, ainsi que les divers détritiques, forment l'essentiel du seston.

L'origine des composants non planctoniques du seston est très variable : apports terrigènes arrachés au substrat par les eaux de ruissellement puis transportés et maintenus en suspension par le jeu des courants de marée et apports benthiques remis en circulation par ces courants ou par

l'agitation due aux vents. On doit y ajouter le rôle non négligeable des travaux ostréicoles, dragages et hersages des fonds qui, bien que localisés dans le temps et l'espace, ont des résultats identiques sur la turbidité.

Parmi les formes inorganiques les plus communes, on trouve des grains de quartz, du mica, des spicules siliceux, des débris de tests calcaires et des particules fines; parmi les formes organiques, des foraminifères, des débris d'algues et de plantes terrestres, des pollens, principalement de pins (retrouvés abondamment dans l'estomac des huîtres) et enfin diverses diatomées, dont certaines (*Navicula*, *Schizonema*), constituées en gaines mucilagineuses, sont arrachées à leurs supports par les courants violents et se retrouvent en masse (vides ou pleines) dans les pêches planctoniques. Ce phénomène, déjà cité par SCHODDUYN (1926, 1927), est observé dans les rivières de Morlaix et Penzé de février à avril.

Stations	Date	Coeff. marée	Volume plancton (cm ³)	Poids total (mg)	Perte au feu (%)	Observations
P 2	19-IV-63	39	15	106	77,5	Phytoplancton
P 1	»	»	3,5	75	41,7	
M	18-IV-63	»	3	44	»	
P 3	24-XII-63	53	3	61	48,3	
P 2	»	»	»	67	75,8	
P 1	»	»	»	94	40,3	Pleurobrachia et Copépodes
M 3	23-XII-63	54	0,8	48	68,2	
M 2	»	»	2,1	65	96,7	
M 1	»	»	1,5	71	71,2	
P 3	25-I-64	59	1,1	195	32,4	
P 1	»	»	1	73	85,7	Œufs divers (surtout poissons)
M 3	24-I-64	57	1,2	64	97,5	
M 1	»	»	»	93	89,5	
P 3	8-II-64	35	1,3	104	63,5	Œufs divers
P 1	»	»	4	66	88,6	
M 3	7-II-64	»	0,7	58	76,5	
P 1	23-III-64	44	1,5	97	52,4	
M 3	6-III-64	41	1,5	78	73,7	
M 1	»	»	3,6	157	55,9	<i>T. longicornis</i> et Mégalopes
M 3	9-IV-65	47	2,9	61	94,3	
M 2	»	»	»	135	93,4	
M 1	»	»	8	73	80,4	»

TABLE. 1. — Volume, poids et pourcentage de perte au feu de quelques échantillons de seston (P : Penzé; M : Morlaix; T. : Temora).

L'analyse pondérale effectuée sur quelques échantillons, semble montrer une relation directe entre le poids de seston et la teneur en éléments inorganiques et une relation inverse entre ce même poids et le pourcentage de perte au feu dans la plupart des cas. Les forts pourcentages de perte au feu correspondent en effet à une grande abondance planctonique et les faibles pourcentages à de grandes quantités de matériel particulaire inorganique (tabl. 1).

En été, la stabilité relative des eaux conditionne favorablement le milieu et permet la prolifération du plancton sans la remise en suspension de matières d'origine benthique. Il s'ensuit une augmentation du volume de seston et du pourcentage de perte au feu par suite de la richesse en matières organiques. En hiver, les éléments de fond abondent du fait d'une turbulence accrue et, malgré la pauvreté planctonique, les volumes restent importants, alors que le pourcentage de perte au feu est faible.

Les mesures de volume et de poids de la matière organique des échantillons de seston peuvent apparaître comme un moyen pour suivre l'évolution de ses divers constituants et déterminer ainsi les périodes favorables au développement d'animaux benthiques, des huîtres en particulier.

Avant d'entreprendre l'étude quantitative du plancton, qui complète les données obtenues sur le seston, nous avons voulu connaître les divers organismes fréquentant habituellement les eaux de la zone étudiée.

a) *Phytoplancton.*

Il existe pratiquement peu de différences dans la composition spécifique des régions étudiées.

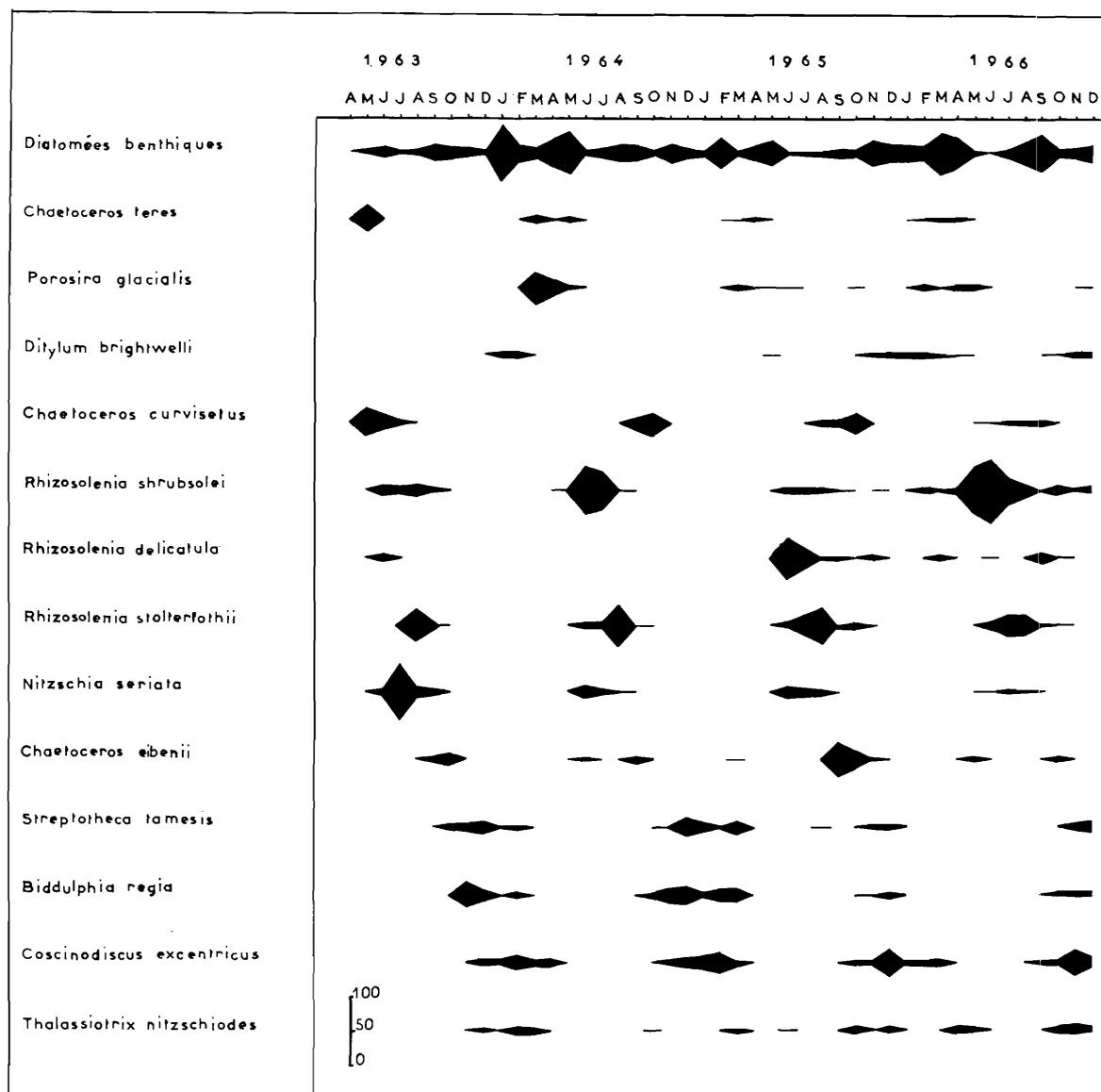


Fig. 5. — Pourcentage des espèces dominantes par rapport à la population totale, en Penzé (st. 1).

Plus de 200 espèces de diatomées ont été inventoriées en rivière de Morlaix, 195 en Penzé, 120 au Pot-de-Fer, mais dans cette dernière station, les investigations ont été irrégulières et ont porté sur une période plus courte. Les dinoflagellés sont abondamment représentés : 76 espèces en rivière de Morlaix, 73 en Penzé et 32 au Pot-de-Fer. Les populations des estuaires sont donc très diversifiées

d'autant que des espèces benthiques s'ajoutent aux éléments pélagiques saumâtres et marins habituellement trouvés en Manche (GRALL, 1964; HARVEY *et al.*, 1935). Parmi les algues microscopiques, *Halosphaera viridis* SCHMITZ est très commune au printemps et en automne; *Scenedesmus quadricauda* (TURP.) BREBISSON est souvent présente en amont des rivières où elle est accompagnée par des cyanophycées (*Oscillaria sp.*) et *Beggiatoa sp.*

Diversité spécifique.

Afin de déterminer les principales phases du cycle, GRALL et JACQUES (1964) ont eu recours à l'emploi d'indices de diversité spécifique qui caractérisent la distribution des individus en espèces. L'indice de MARGALEF (1956) n'ayant pu être appliqué par suite du grand nombre d'espèces récoltées à certaines époques, nous n'avons employé que le seul indice de GLEASON : $d = (s-1)/\log_e N$ où s est le nombre d'espèces présentes et N le nombre total d'individus. Après GRALL (1964), nous avons pu distinguer grossièrement deux phases par cycle annuel, celles-ci couvrant des périodes différentes d'une année à l'autre (fig. 5).

En 1963, l'indice diminue en mai et demeure inférieur à 6 durant tout le cycle. Il augmente de nouveau dès le mois de mars de l'année suivante et reste relativement élevé jusqu'à octobre, mois où il accuse une baisse atteignant des valeurs inférieures à 1 en décembre. En 1965, la courbe en dents de scie est d'interprétation difficile, les valeurs les plus faibles étant trouvées de janvier à mai, les plus fortes de septembre à novembre. L'année suivante elle présente à peu près les mêmes particularités.

Il apparaît que les périodes de forte diversité spécifique se situent plutôt en été. Ces observations, contrairement à celles de GRALL (1964), s'expliquent par les conditions particulières des estuaires, où existe parfois une grande variété d'espèces benthiques et épiphytes dans les eaux superficielles. Par contre, les résultats obtenus à la station du Pot-de-Fer, en zone franchement marine, semblent corroborer ceux de GRALL et confirmer cette hypothèse.

Distribution saisonnière.

Diatomées. Au cours de nos observations nous avons rencontré les espèces dont la liste suit.

<i>Melosira borneri</i> GREVILLE	<i>Porosira glacialis</i> (GRUN.) JORGENSEN
» <i>nummuloides</i> AGARDH	<i>Coscosira polychorda</i> GRAN
» <i>moniliformis</i> AGARDH	<i>Podosira stelliger</i> (BAILEY) MANN
» <i>lineatus</i> AGARDH	<i>Skeletonema costatum</i> CLEVE
» <i>sp.</i>	<i>Actinoptychus undulatus</i> EHR.
» (<i>paralia</i>) <i>sulcata</i> (EHR.) CLEVE	» <i>splendens</i> SHADBOLT
<i>Ethmodiscus sp.</i>	<i>Eupodiscus sp.</i>
<i>Coscinodiscus concinnus</i> W. M. SMITH	<i>Aulacodiscus argus</i> A. SCHMIDT
» <i>grani</i> GOUGH	<i>Auliscus sculptus</i> W. M. SMITH
» <i>radiatus</i> EHRENBERG	<i>Biddulphia pulchella</i> GRAY
» <i>subbulliens</i> JORGENSEN	» <i>antediluviana</i> VAN HEURCK f. <i>antediluviana</i>
» <i>asteromphalus</i> EHR.	» <i>alternans</i> (BAILEY) VAN HEURCK
» <i>excentricus</i> EHR.	» <i>aurita</i> DE BREBISSON
» <i>oculus iridis</i> EHR.	» <i>regia</i> (SCHULTZE) OST.
» <i>marginatus</i> EHR.	» <i>mobilensis</i> GRUNOW
» <i>nodulifer</i> SCHMIDT	» <i>sinensis</i> GREVILLE
» <i>nitidus</i> GREGORY	» <i>vesiculosa</i>
» <i>stellaris</i> ROPER	» <i>regina</i>
» <i>lineatus</i> EHR.	» <i>favus</i>
» <i>centralis</i> EHR.	<i>Cerataulus turgidus</i> EHR.
» <i>perforatus</i> EHR.	» <i>smithii</i> RALES
» <i>punctulatus</i> GREG.	<i>Eucampia zodiacus</i> EHR.
» <i>radiolatus</i> EHR.	<i>Isthmia nervosa</i> KUTZING
<i>Actinocyclus ralfsii</i> (W. M. SMITH) HENDEY	<i>Lithodesmium undulatum</i> EHR.
<i>Thalassiosira decipiens</i> JORGENSEN	<i>Dytilum brightwelli</i> GRUNOW
» <i>gravida</i> CLEVE	<i>Bellerochea malleus</i> (BRIGHT.) VAN HEURCK
» <i>condensata</i>	<i>Cerataulina bergonii</i> PERAGALLO
» <i>hyalina</i> (GRUNOW) GRAN	<i>Streptotheca tamesis</i> SHRUBSOLE
» <i>nordenskioldii</i> CLEVE	<i>Chaetoceros densus</i> CLEVE
» <i>subtilis</i> (OST.) GRAN	» <i>borealis</i> BAILEY
» <i>rotula</i> MELNIER	» <i>eibenii</i> MELNIER
» <i>baltica</i> (GRUNOW) OSTENFELD	» <i>danicus</i> CLEVE

- Chaetoceros peruvianus* BRIGHTWELL
 » *glandazii* MANGIN
 » *decipiens* CLEVE
 » *lorenzianus* GRUNOW
 » *mitra* CL.
 » *teres* CL.
 » *contortus* LAUDER
 » *didymus* EHR.
 » » EHR. v. *anglica*
 » *constrictus* GRAN
 » *costatus* PAVILLARD
 » *affinis* LAUDER
 » *lacinosus* SCHUTT
 » *brevis* SCHUTT
 » *diadema* GRAN
 » *holsaticus* SCHUTT
 » *difficilis* CL.
 » *similis* CL.
 » *subtilis* CL.
 » *wighami* BRIGHTWELL
 » *fragilis* MEUNIER
 » *crinitus* SCHUTT
 » *pseudocrinitus* OST.
 » *ingolfianus* OST.
 » *curvisetus* CL.
 » *debilis* CL.
 » *radicans* SCHUTT
 » *furcellatus* BAILEY
 » *socialis* LAUDER
Bacteriastrium hyalinum LAUDER
Leptocylindricus danicus CL.
 » *minimus* GRAN
Guinardia flaccida PERAGALLO
Bacteriosira fragilis GRAN
Dactyliosolen tenuis
Detonula confervacea GRAN
Lauderia borealis GRAN
Corethron criophilum CASTRACANE
Rhizosolenia alata BRIGHT.
 » » BRIGHT. v. *corpulenta*
 » *delicatula* CL.
 » *fragilissima* BERGON
 » *stolterfothii* PERAGALLO
 » *robusta* NORMAN
 » *shrubsolei* CL.
 » *setigera* BRIGHT.
 » *styliiformis* BRIGHT.
 » *hebetata hiemalis* GRUN.
 » *pungens* A. CL.
Fragilaria cylindrus GRUN.
 » *striatula* LYNGBYE
Raphoneis ampiceros EHR.
Asterionella japonica CLEVE et MULLER
Striatella unipunctata AGARDH
Smithiella marina (W. SM.) PERAGALLO
Synedra fulgens W. M. SMITH
 » *hennedyana* GREG.
 » *undulata* GREG.
 » *ulna* EHR.
 » *radians* EHR.
Thalassiothrix longissima CLEVE et GRUNOW
 » *frauenfeldi* GRUN.
Thalassionema nitzschioides HUSTEDT
Plagiogramma sp.
Licmophora lyngbyei GRUN.
 » *flabellata* AGARDH
 » *juergensii* AGARDH
 » sp.
Meridion circulare AGARDH
Grammatophora marina KUTZING
 » *serpentina* EHR.
 » *oceanica* EHR.
Rhabdonema minutum KUTZING
 » *adriaticum* KUTZING
 » *arcuatum* KUTZING
Achnantes longipes AGARDH
 » *brevipes* AGARDH
Cocconeis scutellum EHR.
 » *sublittoralis* HENDEY
 » sp.
Rhoicosphenia curvata GRUN.
Campyloneis grevillei GRUN.
Navicula ostrearia BORY
 » *ramosissima* CL.
 » *peregrina* KUTZING
 » *digito-radiata* RALFS
 » *crucifera* GRUN.
 » *distans* SCHMIDT
 » *latissima* GREG.
 » *humerosa* DE BREBISSON
 » *monilifera* CL.
 » *marina* RALFS
 » *lyra* EHR.
 » *lyroides* HENDEY
 » *forcipata* GREVILLE
 » *clavata* GREG.
 » *praetexta* EHR.
 » *palpebralis* DE BREBISSON
 » *smithii* AGARDH
 » *cuspidata* KUTZING
 » *alpha* KUTZING
Stauroneis membranacea HUSTEDT
 » *amphyoxis* GREG.
 » *crucigerum* W. SMITH
 » *phoenicenteron* EHR.
Diploneis crabro EHR.
 » *smithii* CL.
 » *didyma* CL.
 » *bombus* CL.
 » » CL. v. *densestriata*
Caloneis liber CL.
 » *westii* HENDEY
Pinnularia cruciformis CL.
 » *viridis* EHR.
 » *maior* EHR.
Scoliotropis latestriata CL.
Trachyneis aspera CL.
Mastogloia splendida CL.
 » *macdonaldii* GRUN.
 » *angulata* LEVIS
Pleurosigma formosum W. M. SMITH
 » *decorum* W. M. SMITH
 » *elongatum* W. M. SMITH
 » *angulatum* W. M. SMITH
 » *strigosum* W. M. SMITH
 » *aestuarii* W. M. SMITH
Gyrosigma balticum CL.
 » *wansbeckii* CL.
 » *fasciola* CL.
 » *diminutum* GRUN.
Rhoicosigma antillarum CL.
Donkinia carinata RALFS
Amphoropsis recta GRUN.
Amphiproora paludosa GRUN.
 » *hyalina* EULENSTEIN
 » *alata* EHR.
Amphora graeffi v. *minor* PERAGALLO
 » *ostrearia* DE BREBISSON

Amphora ovalis EHR.
Bacillaria paradoxa GMELIN
Perrya sp.
Nitzschia tryblionella HANTZSH.
 » *acuminata* GRUN.
 » *punctata* GRUN.
 » *sigma* W. M. SMITH
 » » *v. intercedens* GRUN.
 » *panduriformis*
 » *closterium* W. M. SMITH

Nitzschia delicatissima CL.
 » *longissima* RALFS
Cylindrotheca gracilis GRUN
Sutirella gemma KUTZING
 » *fastuosa* KUTZING
 » *spiralis* KUTZING
Campylodiscus clypeus EHR.
 » *decorum* DE BREB.
 » *eximius* GREG.
 » *thuretii* DE BREB.

Le phénomène remarquable, déjà constaté par de nombreux auteurs dans la distribution saisonnière des populations diatomiques, est la succession des espèces dominantes (fig. 5). Pendant la phase estivale elle se fait rapidement, l'espèce principale inhibant en partie les facultés de développement des autres organismes phytoplanctoniques jusqu'au moment où sa population diminue à son tour par dégradation physiologique ou broutage. Pendant l'hiver, le rythme est plus lent et la période dominante d'une espèce est plus longue (fig. 5). Les diatomées sont alors généralement plus grandes avec un test plus épais, et leur pouvoir de multiplication est limité par rapport à celui des espèces estivales. La concurrence entre espèces ne semble pas s'exercer distinctement pendant cette période.

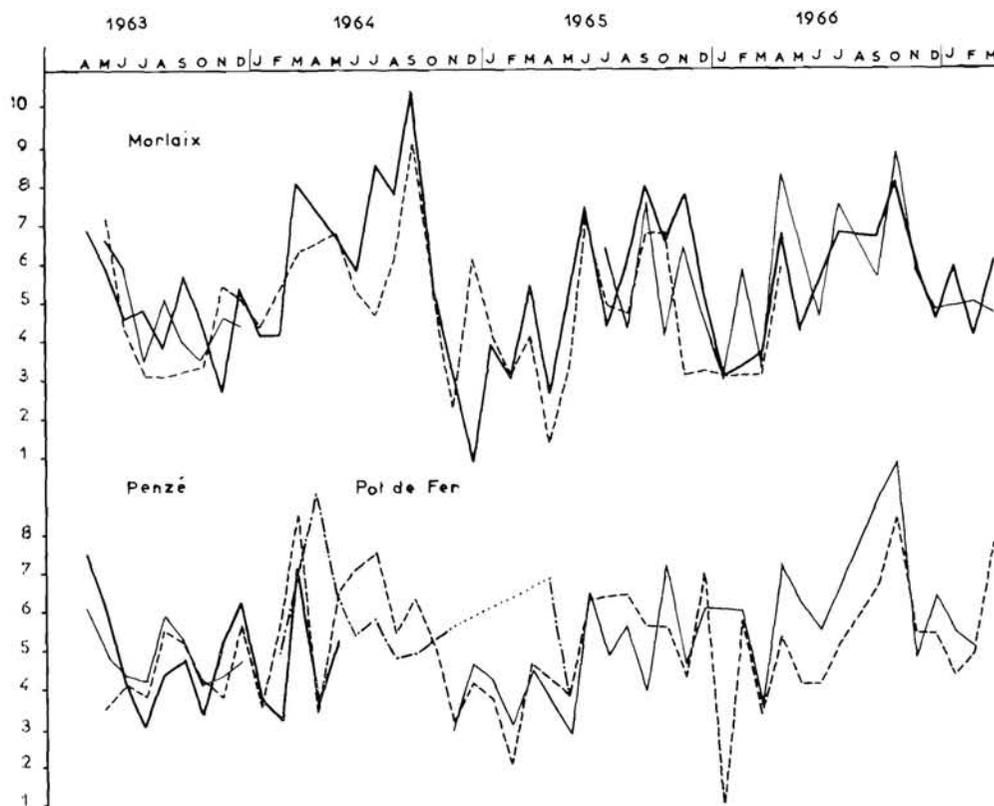


FIG. 6. — Indices de diversité spécifique des deux rivières aux stations 1 (tireté), 2 (trait plein maigre), 3 (trait plein gras) et au Pot-de-Fer (tireté et points).

La répartition saisonnière décrite ici est analogue à celle observée antérieurement en divers points de la Manche (CÉPÈDE, 1911 et SCHODDUYN, 1926), dans le Pas de Calais (LAFON, DURCHON et SAUDRAY, 1955), sur les côtes normandes (HARVEY *et al.*, 1935) et anglaises, ainsi que dans la région de Roscoff (GRALL, 1964). Il semble donc qu'il y ait une continuité du cycle évolutif dans le temps et l'espace, les espèces dominantes apparaissant annuellement à peu près aux mêmes dates dans une zone très large.

Phase estivale. Elle peut se subdiviser en deux périodes (tabl. 2). Durant la première, de mai à juillet, les populations phytoplanctoniques sont caractérisées principalement par des espèces de

petite taille ayant un grand pouvoir de multiplication. C'est pendant cette période qu'est atteint le maximum estival avec, en dominance, *Rhizosolenia shrubsolei*, *R. delicatula* ou *Nitzschia seriata*.

Mois	1963	1964	1965	1966
ESPÈCES DOMINANTES				
Mai	<i>Ch. teres</i> <i>Th. hyalina</i>	Diatom. benth.	Diatom. benth.	<i>Rh. shrubsolei</i> <i>Th. nordenskiöldii</i>
Juin	<i>Rh. delicatula</i> <i>Li. sp.</i>	<i>Rh. shrubsolei</i>	<i>Rh. delicatula</i> <i>Ni. seriata</i>	<i>Rh. shrubsolei</i>
Juillet	<i>Ni. seriata</i>	<i>Rh. shrubsolei</i> diatom. benth.	<i>Gu. flaccida</i>	<i>Ch. constrictus</i> <i>Rh. shrubsolei</i>
Août	<i>Rh. stolterfothii</i> <i>Ni. seriata</i>	<i>Rh. stolterfothii</i>	<i>Rh. stolterfothii</i>	<i>Rh. stolterfothii</i>
Septembre		<i>Ch. curvisetus</i>	<i>Ch. eibenii</i>	Diatom. benth.
ESPÈCES SECONDAIRES				
Mai	<i>Ce. bergonii</i> <i>As. japonica</i> <i>Ch. curvisetus</i> <i>Pa. culcata</i>	<i>Rh. fragilissima</i> <i>Ch. teres</i> <i>Po. glacialis</i> <i>Th. hyalina</i>	<i>Ch. teres</i> <i>Po. glacialis</i> <i>Th. decipiens</i>	<i>Th. grvida</i> <i>Th. decipiens</i> <i>Ch. teres</i> <i>Po. glacialis</i> <i>Dy. brightwelli</i>
Juin	<i>Rh. shrubsolei</i> <i>As. japonica</i> <i>Ni. seriata</i> <i>Ce. bergonii</i>	<i>Rh. delicatula</i> <i>Rh. stolterfothii</i> <i>Ni. seriata</i> <i>Ch. eibenii</i>	<i>Rh. shrubsolei</i> <i>As. japonica</i> <i>Le. danicus</i> <i>Dy. brightwelli</i>	<i>Rh. stolterfothii</i> <i>Rh. delicatula</i> <i>Ni. seriata</i> <i>Ch. radicans</i> <i>Ch. curvisetus</i> <i>Le. danicus</i>
Juillet	<i>Rh. shrubsolei</i> <i>Ch. curvisetus</i> <i>Ch. decipiens</i> <i>Gu. flaccida</i> <i>Rh. delicatula</i>	<i>Ni. seriata</i> <i>Rh. stolterfothii</i> <i>Gu. flaccida</i> <i>Ch. debilis</i> <i>Ch. decipiens</i>	<i>Rh. shrubsolei</i> <i>Rh. stolterfothii</i> <i>Rh. delicatula</i> Diatom. benth. <i>Ni. closterium</i>	<i>Rh. stolterfothii</i> <i>Gu. flaccida</i> <i>Ch. curvisetus</i> <i>Ch. holsaticus</i> <i>Ch. subtilis</i> <i>Ch. brevis</i> <i>Ch. pseudocrinitus</i>
Août	<i>Rh. stolterfothii</i> <i>Rh. shrubsolei</i> <i>Rh. setigera</i> <i>Gu. flaccida</i>	Diatom. benth.	<i>Gu. flaccida</i> <i>Rh. shrubsolei</i> <i>Ch. curvisetus</i> <i>Ch. eibenii</i> <i>Ce. bergonii</i>	
Septembre	<i>Ni. seriata</i> Diatom. benth. <i>St. unipunctata</i> <i>Ch. eibenii</i>	<i>Ch. constrictus</i> <i>Ch. eibenii</i> <i>Ch. densus</i> <i>Ch. didymus</i> <i>St. unipunctata</i> <i>Rh. stolterfothii</i>	<i>Rh. setigera</i> <i>Rh. delicatula</i> <i>Ch. curvisetus</i> <i>Ch. lorenzianus</i>	<i>Ce. bergonii</i> <i>Rh. delicatula</i> <i>Rh. stolterfothii</i> <i>Ch. curvisetus</i>

TABL. 2. — Répartition des espèces dominantes et secondaires au cours des deux périodes de la phase estivale, mai à juillet et août à septembre, pour les années 1963-1966. *Ch.* : *Chaetoceros*; *Th.* : *Thalassiosira*; *Rh.* : *Rizosolenia*; *Li.* : *Licmophora*; *Ni.* : *Nitzschia*; Diatom. benth. : Diatomées benthiques; *Gu.* : *Guinardia*; *Ce.* : *Cerataulina*; *As.* : *Asterionella*; *Pa.* : *Paralia*; *Po.* : *Porosira*; *Dy.* : *Dytilum*; *Le.* : *Leptocylindricus*; *St.* : *Striatella*.

La seconde période va d'août à septembre, avec des espèces plus grandes mais moins prolifiques, les composants essentiels étant : *Rhizosolenia stolterfothii*, *Guinardia flaccida*, *Cerataulina bergonii* et *Chaetoceros eibenii*.

Phase hivernale. Durant cette période qui s'étend d'octobre à mars, le contingent benthique représente parfois 30 à 80 % de la population totale. Il semble d'ailleurs que le développement de ces espèces soit meilleur pendant les mois d'hiver et l'agitation des eaux en entraîne un grand nombre dans les couches superficielles. De petites diatomées appartenant aux genres *Navicula*, *Nitzschia*, *Cocconeis*, d'autres plus grandes comme *Pleurosigma decorum*, *P. elongatum*, *Gyrosigma balticum*, ainsi que quelques gainées : *Navicula (Schizonema) ramosissima* et *sp.*, forment la majeure partie de cette flore. Le contingent pélagique est représenté par *Streptotheca tamesis*, *Biddulphia regia*, *Coscinodiscus excentricus*, *Thalassiothrix nitzschioides*. Comme pendant la phase estivale, il existe une succession d'espèces dominantes moins bien caractérisée cependant (fig. 5).

Phase de transition. Elle est marquée par une augmentation de l'indice de diversité (fig. 6) et par l'apparition d'espèces nouvelles dites équinoxiales (LAFON *et al.*, 1955; GRALL, 1964). Le genre *Thalassiosira* domine avec *T. nordenskioldii*, *T. gravida*, *T. decipiens*. D'autres espèces sont communes pendant cette phase assez brève : *Chaetoceros teres*, *C. debilis*, *Dytilum brightwelli*, *Coscinosira polychorda* et surtout *Porosira glacialis*. Par contre, *Skeletonema costatum* souvent citée, est assez rare. Enfin, de nouvelles apparitions et l'accroissement qualitatif et quantitatif du phytoplancton indiquent le début de la phase estivale (GRALL, 1964).

Comparaison entre les deux rivières. La distribution saisonnière dans les deux rivières est très souvent identique. C'est le cas en 1963 et 1964. Cependant des différences peuvent exister, particulièrement pendant la phase estivale, conditionnées par des facteurs physico-chimiques, climatologiques et topographiques différents, conférant au plancton de l'une ou l'autre rivière un aspect particulier.

Dinoflagellés. Nous donnons ci-après la liste des espèces récoltées.

<i>Pontosphaera roscoffensis</i> DANGEARD	»	<i>pentagonum</i> GRAN
<i>Dictyocha fibula</i> EHRENBERG	»	<i>conicoides</i>
» <i>speculum</i> EHRENBERG	»	<i>achromaticum</i>
<i>Ebria tripartita</i> SCHUMAN	»	<i>subinermis</i> PAULSEN
<i>Exuviella sp.</i>	»	<i>punctulatum</i>
» <i>compressa</i> OST.	»	<i>depressum</i> BAILEY
» <i>cordata</i> OST.	»	<i>oceanicum</i> VANHOFFEN
<i>Prorocentrum micans</i> EHR.	»	<i>oblongum</i> CL.
<i>Cenchridium globosum</i> (WILL.) STEIN	»	<i>claudicans</i> PAULSEN
<i>Phalacroma rotundatum</i> CL.	»	<i>cerasus</i> PAULSEN
<i>Dinophysis tripos</i> GOURRET	»	<i>sub-curvipes</i>
» <i>caudata</i> KENT	<i>Goniaulax polygramma</i> STEIN	
» <i>lenticula</i> PAVILLARD	»	<i>digitale</i> POUCHET
» <i>acuminata</i> KOFOID	»	<i>spiniifera</i> DIESING
<i>Gymnodinium sp.</i>	»	<i>unicornis</i> LEBOUR
<i>Amphidinium sp.</i>	»	<i>longispina</i> LEBOUR
<i>Oxyrrhis marina</i> DUJARDIN	»	<i>polyedra</i> STEIN
<i>Noctiluca milliaris</i> SURIRAY	»	<i>sp.</i>
<i>Pyrophacus horologium</i> SCHILLER	<i>Ceratium arcticum</i> CL.	
<i>Glenodinium cinctum</i> SCHILLING	»	<i>candelabrum</i> STEIN
» <i>mucronatum</i> W. CONRAD	»	<i>furca</i> EHR.
» <i>sp.</i>	»	<i>lineatus</i> EHR.
<i>Peridiniopsis rotunda</i> LEBOUR	»	<i>fuscus</i> (EHR.) DUJARDIN
» <i>asymetrica</i> MANGIN	»	» DUJARDIN v. <i>schutti</i> LEMMERMANN
<i>Diplopsalopsis orbicularis</i> PAULSEN	»	<i>macroceros</i> EHR.
<i>Diplopsalis lenticula</i> BERGH	»	<i>tripos atlantica</i> OSTENFELD
<i>Diplopeltopsis minor</i> LEBOUR	»	» <i>subsalsa</i> OSTENFELD
<i>Peridinium mite</i> PAVILLARD	»	» <i>neglecta</i> OSTENFELD
» <i>steini</i> JORG.	»	<i>gibberum</i> GOURRET
» <i>piriforme</i> PAULSEN	»	<i>intermedium</i> JORG.
» <i>diabolus</i> CL.	»	<i>longipes</i> BAILEY
» <i>ovatum</i> POUCHET	»	<i>symmetricum</i> PAVILLARD
» <i>pellucidum</i> BERGH	»	<i>horridum</i> GRAN
» <i>curvipes</i> OST.	»	<i>heterocamptum</i> JORG.
» <i>divergens</i> EHR.	»	<i>hexacanthum</i> GOURRET
» <i>obtusum</i>	<i>Pyrocystis lunula</i> SCHUTT	
» <i>crassipes</i> KOFOID	»	<i>elegans</i> PAVILLARD
» <i>conicum</i> GRAN	<i>Polyasterias problematica</i> MEUNIER (1)	
» <i>leonis</i> PAVILLARD		

(1) Cette dernière espèce est placée à la fin de la liste, car sa position est incertaine.

A l'instar des diatomées, et selon un cycle très voisin, les dinoflagellés sont bien représentés qualitativement. Ils atteignent, en nombre et en diversité, leur maximum durant la période chaude, l'hiver étant très pauvre de ces organismes.

Phase estivale. Les espèces couramment rencontrées de mai à juillet sont : *Peridinium conicoides*, *P. oblongum*, *P. subinerve*, *P. pellucidum*, *Goniaulax spinifer*, *G. longispina*, *Prorocentrum micans*, *Peridiniopsis rotunda*, *Diplopsalopsis orbicularis*, *Pyrocystis elegans* et *Distephanus speculum*. Elles peuvent d'ailleurs rester abondantes jusqu'en septembre, date à laquelle a lieu un changement dans la population des péridiniens. Des *Ceratium* (*C. fusus*, *C. intermedium*) font leur apparition et sont très souvent accompagnés par *Peridinium depressum*, *P. achromaticum*, *Diplopeltopsis minor*.

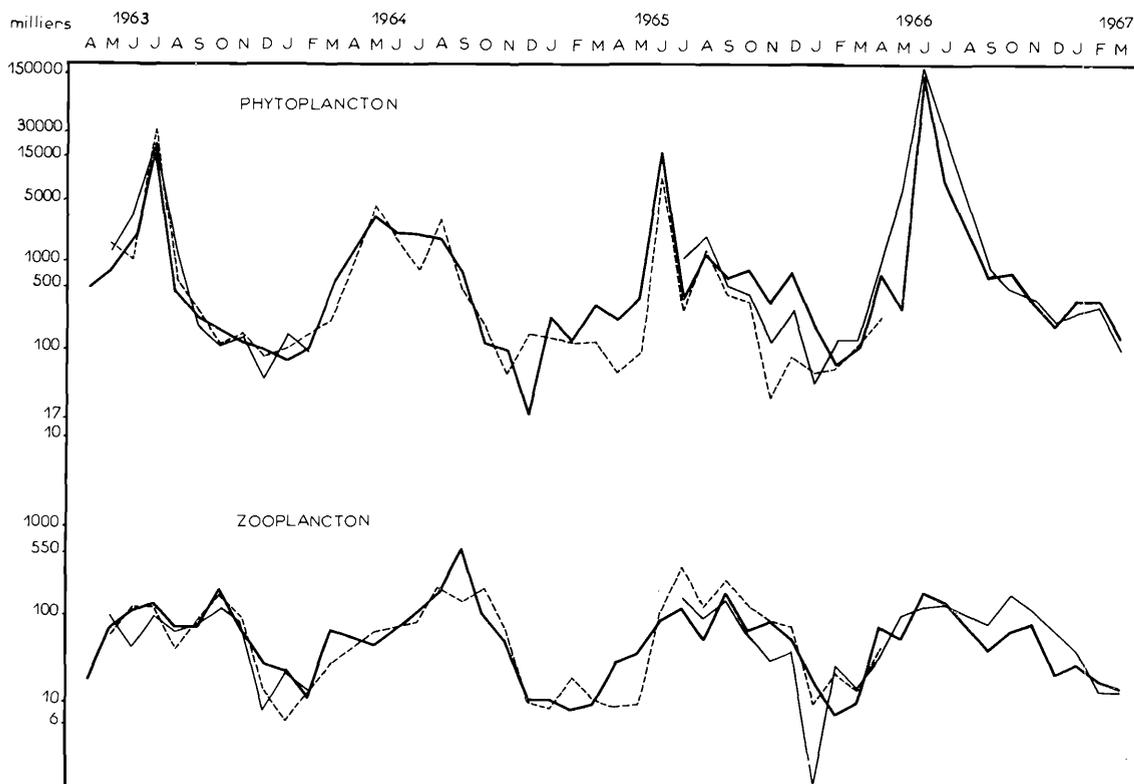


FIG. 7. — Numérations des espèces de la rivière de Morlaix : phytoplancton et zooplancton (courbes semi-logarithmiques) aux stations 1 (tireté), 2 (trait plein maigre), 3 (trait plein gras).

Phase hivernale. L'apparition d'espèces de grandes tailles, déjà amorcée dès la fin de l'été, prend une ampleur accrue dans les mois qui suivent, donnant une population relativement riche qualitativement et quantitativement. Aux espèces précitées viennent s'ajouter : *Ceratium furca*, *C. tripos*, *C. horridum*, *Peridinium crassipes*, *P. leonis*, *P. pentagonum*, *Dinophysis tripos*. Enfin, pendant la saison d'hiver proprement dite, de nouvelles espèces, plus petites et peu nombreuses, remplacent la population automnale. *Ceratium lineatus*, *Peridinium ovatum*, *Glenodinium mucronatum*, *Goniaulax unicornis*, en sont les composants les plus remarquables. Nous noterons, au passage, que ces organismes sont susceptibles de constituer une source de nourriture non négligeable pour les mollusques, les trois dernières espèces principalement étant parfois trouvées en masse dans les contenus stomacaux des huîtres.

Noctiluca milliaris ne se rencontre que pendant la période transitoire assurant le relais entre les deux phases principales.

Variations quantitatives. L'analyse des courbes de numérations nous a permis de distinguer deux phases principales (fig. 7 et 8). L'une, estivale, est très riche en phytoplancton, le maximum

culminant généralement au mois de juin. En 1963, cependant, la plus forte densité est atteinte en juillet, alors qu'en 1964 plusieurs pics estivaux s'étalent de mai à septembre. La seconde phase a lieu en hiver, d'octobre à mars, mois pendant lesquels le phytoplancton est peu abondant.

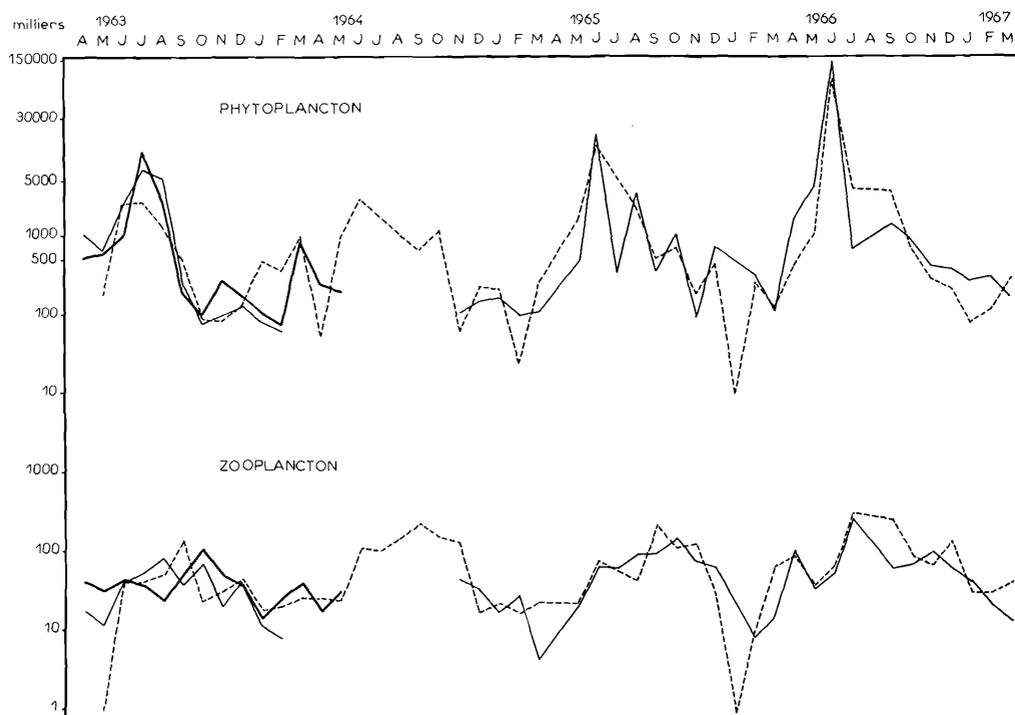


FIG. 8. — Numérations des espèces de la Penzé : phytoplancton et zooplancton (courbes semi-logarithmiques) aux stations 1 (tireté), 2 (trait plein maigre), 3 (trait plein gras).

Années	Pic estival		Espèces dominantes		Nb de cellules ou chaînes (milliers)	
	Morlaix	Penzé	Morlaix	Penzé	Morlaix	Penzé
1963	Juil.	Juil.	<i>Ni. seriata</i>	<i>Ni. seriata</i>	15 943	9 488
1964	Juin	Juin	<i>Rh. shrubsolei</i>	<i>Rh. shrubsolei</i>	1 400	
1965	Juin	Juin	<i>Rh. delicatula</i>	<i>Rh. delicatula</i>	10 808	11 300
1966	Juin	Juin	<i>Rh. shrubsolei</i>	<i>Rh. shrubsolei</i>	102 102	91 912

TABL. 3. — Répartition quantitative des diatomées responsables du maximum estival dans les deux rivières (1963-1966) (pour les abréviations se reporter à la légende du tabl. 2).

En mars ou en avril, lors du réveil printanier, on enregistre souvent une petite poussée due à la fois à l'apparition d'espèces nouvelles, avec augmentation du nombre d'individus, et à la présence de nombreuses diatomées benthiques dans les eaux superficielles. Ces deux éléments déterminent une augmentation de l'indice de diversité (fig. 6), mais aussi du seston en général, les diatomées benthiques étant indicatrices de mouvements de turbulence.

Les variables n'étant jamais semblables d'une année à l'autre, l'évolution phytoplanctonique est aussi très fluctuante. En période estivale, la poussée principale peut être importante et brève, comme ce fut le cas en 1963, ou moyenne mais étendue sur quatre mois comme en 1964. Les mêmes remar-

ques peuvent être appliquées aux espèces dominantes (tabl. 3). Ainsi, *Rhizosolenia shrubsolei*, espèce principale en 1966, l'était également en 1964 mais avec une densité près de cent fois inférieure à celle de 1966.

Il est à noter également qu'en 1964, le premier pic estival a eu lieu en mai. Il était dû en partie à la présence de diatomées benthiques mises en suspension à la suite de mauvais temps (fig. 5, 7, 8). Leur abondance, plus grande en amont des rivières, était respectivement en Penzé et à Morlaix 456 400 et 1 285 000, soit environ 66,4 à 89,7 % de la population totale récoltée par trait de 15 mn.

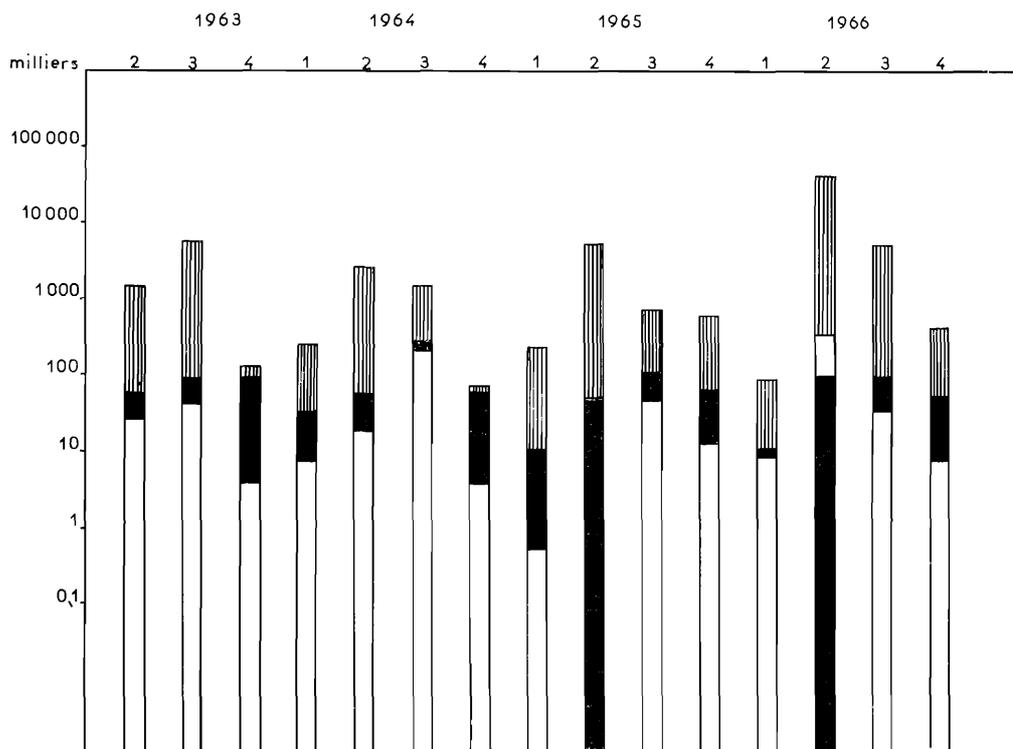


Fig. 9. — Moyennes trimestrielles (échelle logarithmique) pour les différents groupes : diatomées (hachures), dinoflagellés (noir), zooplancton (blanc), de 1963 à 1966 en rivière de Morlaix (aval).

Le développement des dinoflagellés a lieu également en été mais leur population, sans se substituer à celle des diatomées (MARGALEF, 1960), atteint sa densité maximale sensiblement plus tard (fig. 9).

Il ressort de ces observations que la période de rendement optimal du phytoplancton se situe pendant le deuxième trimestre, en particulier pour les diatomées, tandis que pour les dinoflagellés elle se situerait plutôt dans le cours du troisième (fig. 9). En 1963, cependant, la production maximale est observée de juillet à septembre. Nous verrons plus loin le rôle joué par les facteurs physico-chimiques sur cette distribution quantitative.

En période hivernale, d'octobre à mars, le phytoplancton est assez pauvre et, de décembre à février, la productivité est particulièrement réduite. Les individus, généralement de grande taille et à carapace fortement silicifiée, ont un pouvoir de multiplication relativement faible, et ce n'est qu'exceptionnellement qu'ils acquièrent une importance numérique assez grande. Nous avons vu quelles étaient les espèces représentatives de cette période, *Coscinodiscus excentricus* en étant la plus prolifique. Apparaissant en novembre ou décembre, cet élément représente environ 40 % de la population totale avec un maximum de 464 000 cellules (fig. 5). Les autres espèces, au moment où elles dominent, atteignent des pourcentages de 30 à 40 % et un nombre de cellules variant entre 68 700 et 94 100.

L'évolution des variations quantitatives est similaire dans les deux rivières, en amont comme en aval.

La courbe obtenue est cependant moins homogène en Penzé (fig. 7 et 8) et, si le pic estival est

supérieur pour les stations intermédiaires et amont, il s'efface plus rapidement; en hiver, à ces stations, les valeurs observées sont généralement inférieures à celles de l'aval.

b) Zooplancton.

La composition du zooplancton est hétérogène, mais les copépodes, les tintinnides et les stades larvaires prédominent. La saison de reproduction de la plupart des animaux, benthiques ou non, correspondant sensiblement à l'époque où le potentiel nutritif est le plus élevé, la plupart des stades larvaires apparaissent en été. Certains organismes, tels les nauplii de cirripèdes, les zoés de crustacés divers (*Carcinus maenas*, *Eupagurus bernardus*), sont trouvés de février à avril; des œufs de poissons peuvent leur être associés, ainsi que quelques véligères de gastropodes, des trochophores d'annelides et des larves cyphonautes qui évoluent également en plein hiver. Bien qu'il soit possible de rencontrer des stades larvaires en toutes saisons, leur distribution est discontinue, avec une pointe importante pendant la phase estivale.

Dans l'ensemble, la composition des organismes méroplanctoniques dans les deux rivières ne s'éloigne guère de celle de la région de Roscoff (THIRIOT, 1965).

Mais, en importance, ce groupe constitué d'éléments hétéroclites est dépassé par les tintinnides et surtout par les copépodes, dont le rôle dans le métabolisme des rivières est considérable, semble-t-il.

Tintinnides. Les principaux genres déterminés, qui ont été rencontrés avec une certaine abondance sont les suivants.

Tintinnopsis beroidea STEIN; *T. campanula* EHR; *T. cylindrica* DADAY; *Codonella* sp.; *Stenosemella nivalis* MEUNIER; *Helicostomella subulata* EHR.; *Cyttarocilis* sp.; *Favella serrata* MOBIUS; *F. markuzowskii* DADAY; *Coxiella annulata*; *Tintinnus inquilinus*.

Bien que leur distribution soit assez homogène, ceux-ci sont relativement rares en hiver et parfois absents. Leurs périodes optimales se situent en été (juin) et en automne (septembre), mais dans l'ensemble, ils sont bien représentés de mai à septembre.

Leur courbe de distribution est bimodale, les deux pointes étant généralement inégales. En 1966, contrairement aux trois années précédentes, c'est le premier pic le plus fort (fig. 10). En 1964, le second maximum, intervenu en septembre, culmine à 522 000 cellules. Dans ce chiffre, *Stenosemella nivalis* représente les 3/5 de la population des tintinnides, *Codonella* sp., 1/5.

Copépodes et leurs nauplii. Les nauplii de copépodes ont une distribution homogène mais, comme pour la plupart des autres groupes zooplanctoniques, leur période optimale se situe pendant les mois chauds.

Plus de trente espèces de Copépodes ont été inventoriées pour les deux rivières.

<i>Calanus helgolandicus</i> CLAUS	<i>Acartia longiremis</i> LILLJEB.
» <i>finmarchicus</i> GUNNERUS	» <i>discandata</i> GIESBR.
<i>Paracalanus parvus</i> CL.	» <i>grani</i> SARS
<i>Microcalanus pygmaeus pusillus</i> CL.	<i>Oncaea</i> sp.
<i>Pseudocalanus elongatus</i> BOECK	» <i>venusta</i> PHILIPPI
<i>Calanidae</i> sp.	» <i>media</i> GIESBR.
<i>Centropages typicus</i> KRÖYER	<i>Oithona nana</i> GIESBR.
» <i>hamatus</i> LILLJEBORG	» <i>similis</i> CL.
<i>Candacia armata</i> BOECK	<i>Cyclopidae</i> sp.
<i>Isias clavipes</i> BOECK	<i>Longipedia</i> sp.
<i>Temora longicornis</i> BAIRD	<i>Euterpina acutifrons</i> DANA
<i>Eurytemora hirundoides</i> NORDQUIST	<i>Clytemnestra rostrata</i> BRADY
<i>Parapontella brevicornis</i> LUBBOCK	<i>Harpacticus chelifera</i> .
<i>Anomalocera patersoni</i> TEMPLETON	<i>Halithalestris croni</i> KRÖYER
<i>Labidocera wollastoni</i> LUBB.	<i>Microsetella norvegica</i> BOECK
<i>Acartia clausi</i> GIESBRECHT	» <i>rosea</i> DANA
	<i>Corycaeus anglicus</i> LUBB.

Répartition saisonnière. L'hiver, la population de copépodes est généralement pauvre et peu variée. Celle-ci croît à partir d'avril, se maintient à un niveau élevé jusqu'à l'automne et décroît à partir de novembre.

De janvier à mars, le copépode *Acartia clausi* domine largement les quelques autres espèces présentes dont les plus communes sont *Euterpina acutifrons* et *Oncaea media*. Il arrive parfois que les copépodes harpacticides soient très nombreux, surtout à la suite de mauvais temps. D'avril à septembre, la population est homogène. Dès le mois d'avril on observe une assez grande diversité, avec une prédominance plus ou moins accentuée des stades juvéniles. Pendant ce mois et le suivant *Acartia clausi* et *Temora longicornis* représentent fréquemment la fraction la plus importante; *Acartia discaudata*, *Isias clavipes*, *Centropages hamatus* et *C. typicus* préfèrent les mois plus chauds; *Paracalanus parvus* et une variété plus grande d'*Acartia clausi* sont les plus constants de toute cette période.

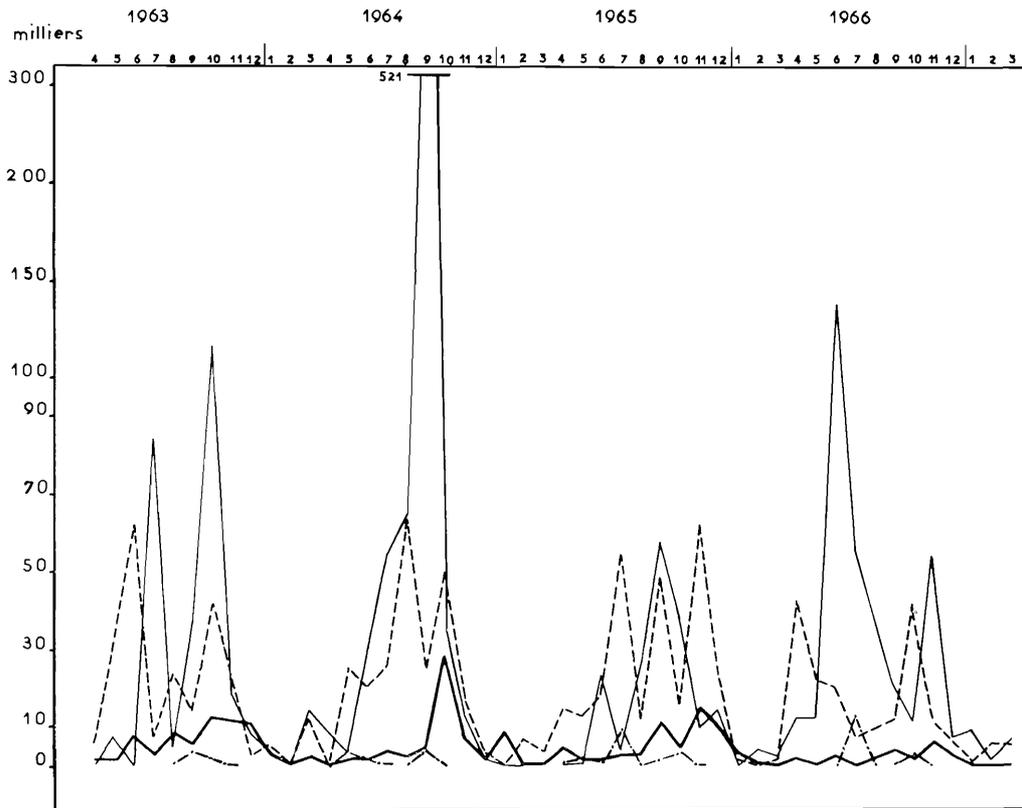


FIG. 10. — Distribution quantitative du zooplancton : tintinnides (trait plein maigre), nauplii de copépodes (tireté), copépodes (trait plein gras), appendiculaires (tireté et points) en rivière de Morlaix (aval).

Les mois d'octobre et novembre sont riches en copépodes adultes, surtout le premier, mais également en stades jeunes. C'est à ce moment que leur nombre augmente dans de grandes proportions et le terme de leur développement en amènera une partie au seuil du printemps suivant où ils assumeront la continuité de leurs espèces. Parmi les individus adultes, apparaissent les formes hivernales : *Euterpina acutifrons*, *Oncaea media*, *Acartia clausi* qui, avec les formes estivales en régression : *Corycaeus anglicus*, *Parapontella brevicornis*, *Isias clavipes* et les formes automnales en plein développement : *Oithona nana*, *Pseudo-calanus elongatus*, *Paracalanus parvus*, contribuent à la grande richesse en copépodes de cette période.

En décembre, on enregistre une diminution rapide des copépodes. Concurrément avec les espèces caractéristiques des mois froids, cette saison voit parfois le développement, assez restreint d'ailleurs, d'espèces comme *Oithona nana* et *O. similis*. La distribution est à peu près la même au Pot-de-Fer, c'est-à-dire en mer qu'en rivière sauf pour le copépode *Acartia clausi* (remplacé par une variété plus grande et moins abondante), rare à cette station, alors qu'il est l'un des organismes les plus communs et les plus constants dans les deux estuaires. Celui-ci aurait une certaine propension à se développer dans des eaux plus ou moins dessalées, c'est-à-dire en amont des rivières où il abonde

tout particulièrement (LACROIX et LEGENDRE, 1964). Cependant d'après RAZOULS (1965), dans la région de Roscoff, *Acartia clausi* se rencontraient surtout au large.

Autres organismes.

Cladocères. Contrairement à d'autres régions, telles que la rivière d'Auray (PAULMIER, 1965) et le littoral normand (LAFON et al., 1955) où les cladocères sont communs et abondants en été, les rivières de Morlaix et de la Penzé se sont révélées extrêmement pauvres en organismes de ce genre. THIRIOT (1965), pour Roscoff, ne cite que deux espèces faiblement représentées en individus.

Saisons	Stations		ANNÉES				
			1963	1964	1965	1966	1967
Hiver	Av.	Morlaix		33 307	10 127	10 742	19 841
		Penzé		26 097	16 343	11 182	24 609
	Am.	Morlaix		16 279	13 199	14 446	22 245
		Penzé		21 379	20 237	25 051	31 427
Printemps	Av.	Morlaix	59 847	57 112	48 544	99 414	
		Penzé	28 794	23 855	40 617	61 181	
	Am.	Morlaix	85 417	67 146	48 143	82 574	
		Penzé	20 088	52 932	47 584	59 048	
Été	Av.	Morlaix	94 672	280 761	112 463	90 459	
		Penzé	39 161		70 058	131 244	
	Am.	Morlaix	83 849	140 830	238 639	102 556	
		Penzé	75 769	157 626	120 006	265 580	
Automne	Av.	Morlaix	92 611	59 208	67 359	55 760	
		Penzé	67 118		91 914	73 948	
	Am.	Morlaix	93 499	90 834	95 802	114 745	
		Penzé	32 377	100 687	84 959	94 736	

TABL. 4. — Distribution quantitative saisonnière du zooplancton. Moyennes trimestrielles pour les années 1963-1967 (Av. : aval; Am. : amont).

Quatre espèces ont été identifiées : *Evadne nordmanni* LOVEN, *Podon intermedius* LILLJEBORG, *Evadne spinifera* MULLER et *Podon leuckarti* S.O. SARS, les deux dernières observées seulement en baie de Morlaix. Ces animaux se rencontrent principalement au mois de juillet.

Coelentérés. Le cténophore *Pleurobrachia pileus* O. F. MULLER est le plus commun de ce groupe. Il se rencontre du printemps au début de l'été. *Muggiaea atlantica* CUNNINGHAM en été et *Liriope tetraphylla* CHAMISSO et EISENHARDT en automne, sont les autres méduses les plus intéressantes.

Chaetognathes. Deux espèces ont été identifiées : *Sagitta bipunctata* QUOY et GAIMARD, très rare et *Sagitta frederici* RITTER ZAHONY, abondante de la fin de l'été jusqu'en novembre.

Appendiculaires. *Oikopleura dioica* FOL est la seule espèce inventoriée dans le secteur étudié. Elle fait en général deux apparitions importantes dans un cycle annuel (fig. 10) : juin-juillet où elle atteint son maximum et septembre-octobre.

Oufs et larves de poissons. Des œufs de gadidés et de pleuronectidés peuvent être observés en assez grande quantité à partir de janvier et jusqu'en mai-juin. Des larves de poissons apparaissent par la suite, le maximum survenant à la fin de l'été.

Variations quantitatives.

Pour diverses raisons, les valeurs rapportées ne doivent pas être considérées comme la représentation numérique exacte des populations zooplanctoniques. Comme nous l'avons déjà indiqué (PAULMIER, 1965), les quantités concernant le macro-zooplancton n'ont pas de valeur absolue réelle, l'ensemble des résultats ne reflétant que les fluctuations générales des populations animales dans le temps et l'espace.

En hiver, la production zooplanctonique est relativement faible (tabl. 4). Les moyennes relevées pour les deux rivières ne dépassent que rarement 30 000 individus par trait, la plupart se situant entre 10 000 et 20 000 individus. Ces valeurs augmentent dès le printemps en même temps que s'accroissent, plus rapidement d'ailleurs, les populations phytoplanctoniques. Mais si ces dernières atteignent un maximum à la fin du printemps ou au début de l'été, le rendement maximal zooplanctonique ne survient qu'en été et se prolonge jusqu'à l'automne (fig. 10).

III. - Relations du plancton avec le milieu.

Dans un milieu d'estuaire, des interférences diverses modifient sans cesse, et parfois rapidement, les facteurs ambiants, créant des enchaînements complexes, rendant difficilement perceptible l'action de l'un ou de l'autre. Le rôle de facteurs tels que luminosité, stabilité verticale, teneur en sels nutritifs et autres oligo-éléments, a déjà été étudié par de nombreux auteurs (HARVEY, 1928-1949; ATKINS, 1928; RILEY, 1942; MUNOZ *et al.*, 1956). GRALL et JACQUES (1964), ont fait des rapprochements entre les variations phytoplanctoniques et quelques-uns de ces facteurs pour la région de Roscoff. En ce qui nous concerne, seules les deux variables : température et salinité ont été prises en considération.

Relations plancton-salinité.

Les variations annuelles de salinité étant peu accentuées d'une part et la majorité des espèces étant néritiques et plus ou moins euryhalines d'autre part, les effets de la salinité sur le plancton ne sont pas toujours très apparents. Cependant, les valeurs plus faibles observées en amont des rivières, surtout en Penzé, peuvent avoir une action inhibitrice sur le pouvoir de pénétration de quelques espèces, animales notamment (copépodes et chaetognathes).

En 1963 et 1966, la forte production phytoplanctonique peut être due à une modification de la salinité. En avril 1963 — date à laquelle commencent les observations — les salinités en aval et au fond sont voisines de 34,1-34,2 ‰ alors que, jusqu'en janvier 1966, elles seront toujours supérieures à 34,6 ‰ (fig. 2). Dans les parties amont, elles sont bien plus faibles : 33,6 ‰ au fond et 30 ‰ en surface. Le rigoureux hiver 1962-63 peut en avoir été la cause, en créant dans l'arrière-pays, une accumulation de glace ou de neige, dont la fusion, lors du réchauffement printanier, vint s'ajouter aux précipitations normales de la saison et entraîner une baisse de salinité relativement importante dans les deux estuaires.

En mars 1966, par contre, la dessalure (32,63 et 31,04 ‰ en aval), est consécutive à un hiver doux mais humide. C'est pourquoi, après BARON (1938), qui lie l'abondance phytoplanctonique à l'abondance et à la fréquence des pluies, nous pensons que les apports d'eau douce, supérieurs à la normale en 1963 et 1966, ont eu pour corollaire une abondante production phytoplanctonique (fig. 7, 8, 9).

Il semble que la distribution des dinoflagellés soit également affectée par les variations de salinité. Ces organismes, sans faire totalement défaut, sont cependant en nombre très réduit durant les périodes où les eaux accusent une dessalure sensible (fig. 11). En outre, aux salinités de surface, plus faibles en Penzé qu'à Morlaix, semble correspondre une diminution de leur nombre dans le premier de ces estuaires.

Pour les mêmes raisons, la distribution de certains organismes zooplanctoniques décroît de l'aval vers l'amont; on le constate pour les chaetognathes, les siphonophores et les autres méduses, ainsi que pour des copépodes comme *Pseudocalanus elongatus*, *Corycaeus anglicus*, *Centropages typicus* et *Isias clavipes*. *Acartia clausi*, par contre, préfère un milieu légèrement dessalé. Les variations du milieu ne semblent cependant pas avoir un pouvoir très restrictif sur le comportement de *Temora longicornis* et de *Centropages hamatus* qui, lorsqu'ils sont présents, colonisent l'ensemble du secteur étudié.

Relations plancton-température.

Dans les rapports du plancton avec l'environnement l'importance de la température est, a priori, plus grande que celle de la salinité.

Le départ des poussées végétales a lieu quand la température de l'eau atteint au moins 11°. Les valeurs extrêmes pour l'ensemble des quatre années ont varié, pour la Penzé, de 11° au fond à 15° 6 en surface et, pour Morlaix, de 11° 2 au fond à 14° 9 en surface. En 1963, le retard observé dans le développement du phytoplancton fut peut-être la conséquence logique d'un hiver très froid et d'un réchauffement printanier tardif. Cependant il est douteux que la température ait été le seul facteur déterminant, du moins directement, comme en témoigne d'ailleurs l'écart de 4 à 5° pour les températures mesurées au moment de la floraison estivale.

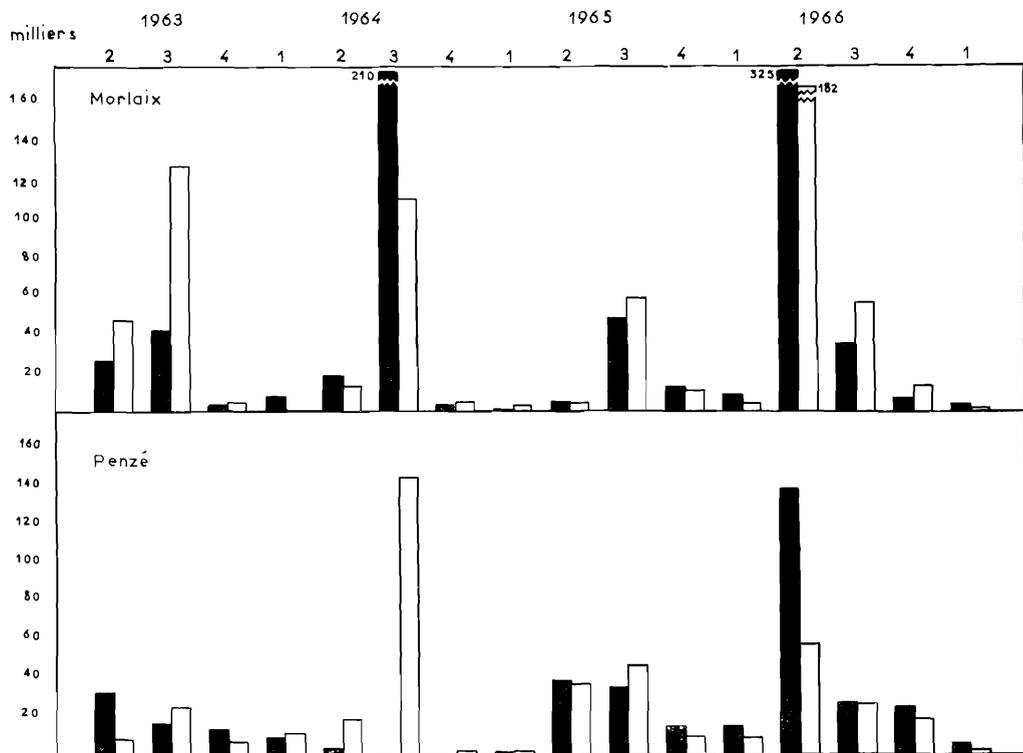


FIG. 11. -- Distribution trimestrielle des dinoflagellés dans les deux rivières de 1963 à 1967, en aval (noir) et en amont (blanc).

En revanche l'année suivante, la poussée phytoplanctonique est plutôt précoce mais relativement faible (fig. 7 et 8), les températures étant de 11° et 12° 6. L'allure différente de la courbe peut trouver son origine dans un développement prématuré d'espèces vernales et une meilleure utilisation des éléments nutritifs.

Si les populations diatomiques, prises dans leur ensemble, montrent une certaine eurythermie, les dinoflagellés sont, eux, plus sensibles aux variations thermiques qui exercent un effet sélectif sur leur répartition. Leur développement est peu accusé en 1963 et 1965, années plus froides en moyenne que 1964 et 1966 (fig. 11), son maximum ayant lieu de juin à septembre.

L'hiver, les quelques espèces trouvées en nombre limité, sont souvent de grande taille; elles appartiennent en partie aux genres *Ceratium* (*C. fusus*) et *Peridinium* (*P. depressum*).

Si, d'une manière générale, les variations de température jouent un rôle prépondérant sur la répartition temporelle des individus et des communautés phytoplanctoniques, leur effet sur les animaux planctoniques est aussi important et semble même plus apparent. Le réchauffement printanier favorise le développement de divers nauplii (copépodes et cirripèdes) et de quelques autres stades

larvaires. On l'observe surtout en amont des rivières où l'élévation plus rapide des températures provoque une petite migration de ces organismes.

Toutefois l'abondance maximale des divers groupes zooplanctoniques survient en été, où elle coïncide, à la fois, avec des températures élevées et une nourriture pléthorique. C'est en particulier le cas pour une grande partie du méroplancton. Si quelques stades larvaires apparaissent dès janvier ou février (larves de *Polydora sp.*, zoés de *Carcinus maenas*, d'*Eupagurus bernardus*, de *Galathea squamifera* et d'*Hyppolyte varians*), ils ne sont jamais aussi variés ni aussi nombreux qu'en été. A cette époque, on trouve des larves de poissons, de crustacés, d'annélides, d'ascidies, de gastéropodes et de lamelibranches et parmi elles les larves d'huîtres (*Ostrea edulis*) présentes dans le plancton de juillet à octobre. L'influence de la température sur leur croissance a fait l'objet d'études antérieures (MARTEIL, 1960).

Les copépodes et leurs nauplii, les tintinnides, les appendiculaires et autres formes holoplanctoniques, sont aussi très sensibles aux écarts thermiques.

Relations phyto-zooplancton (broutage).

Température et salinité ne suffisent pas toujours à expliquer les fluctuations des organismes animaux; le phytoplancton, en tant que nourriture de base, joue un rôle primordial dans leur distribution saisonnière.

L'examen des courbes (fig. 7 et 8) montre nettement la relation inverse existant entre le phytoplancton et le zooplancton durant les périodes estivale et automnale. L'hiver, les valeurs sont minimales du fait des conditions ambiantes défavorables, elles-mêmes subordonnées aux facteurs climatiques. L'enrichissement du milieu provoqué par l'accumulation des sels nutritifs permettra, dès le retour de conditions de température et surtout d'ensoleillement plus favorables, un nouvel épanouissement phytoplanctonique. Le développement du zooplancton en résulte directement. L'augmentation survient avant même que le phytoplancton soit passé par son maximum et parfois l'accroissement des deux planctontes est simultané (STEEMANN-NIELSEN, 1937), comme ce fut le cas aux printemps 1963 et 1966. Il semblerait donc que la limitation de la production végétale soit commencée avant que celle-ci ait atteint son maximum et par conséquent avant qu'elle ait pu utiliser la totalité des ressources offertes par le milieu. Ce phénomène conditionnerait la durée de forte productivité.

Il convient de noter que le phytoplancton hivernal sert de nourriture aux organismes vivant en cette saison, particulièrement aux copépodes adultes. Il leur permet d'accumuler des réserves et finalement d'assurer la relève des espèces comme semble le démontrer l'apparition d'une quantité relativement importante de nauplii au printemps (fig. 10).

Interrelations zooplanctoniques.

La plupart des animaux planctoniques sont des brouteurs et la qualité de la nourriture ingérée est probablement fonction de leur taille. D'autres organismes, comme les méduses et les chaetognathes sont carnivores, les tintinnides étant généralement considérés comme omnivores (TRÉGOUBOFF, 1957). L'étude comparative des courbes de numération des nauplii de copépodes et des tintinnides montre curieusement une relation inverse entre ces deux groupes d'organismes (fig. 10). Il n'est pas impossible que ces protozoaires trouvent dans les déchets occasionnés par les mortalités inévitables des nauplii et autres animaux, ou dans leurs excréments, une nourriture de choix. De même, le plancton végétal vivant ou non, peut entrer dans leur nutrition, comme en témoigne les nombreux individus présents aux moments des poussées phytoplanctoniques. L'apparition des tintinnides pourrait coïncider avec de fortes teneurs en matières organiques dissoutes ou en voie de décomposition, ces organismes jouant, dans le métabolisme des deux estuaires, un rôle intermédiaire en préparant le travail des bactéries ou une minéralisation directe et rapide d'une partie des sels nutritifs.

Conclusion.

L'étude du plancton des rivières de Morlaix et de la Penzé, centres ostréicoles importants, montre que ces régions sont riches en espèces de groupes divers.

Le cycle planctonique de ces secteurs est caractérisé par la succession de deux phases : l'une riche, estivale, qui s'étend d'avril à septembre, l'autre hivernale, d'octobre à mars. Entre ces deux périodes principales, prend place une courte phase de transition, à laquelle correspond une augmentation de l'indice de diversité spécifique, un accroissement quantitatif du seston et l'apparition, parfois massive, d'espèces équinoxiales.

C'est pendant la phase estivale qu'est atteint le maximum phytoplanctonique qui a lieu en juin, exceptionnellement en juillet. Les diatomées responsables de cette poussée sont d'origine pélagique néritique : *Rhizosolenia shrubsolei*, *R. delicatula*, *Nitzschia seriata*.

Les espèces océaniques apparaissent surtout à la fin de l'été et au début de l'automne : *Rhizosolenia stolterfothii*, *R. robusta*, *Chaetoceros eibeni*.

La phase hivernale est quantitativement et qualitativement plus pauvre, les espèces les plus communes étant : *Coscinodiscus excentricus*, *Streptotheca tamesis* et *Biddulphia regia*.

Nous avons pu noter enfin les relations existant entre les planctontes et souligner l'influence des divers facteurs physico-chimiques et météorologiques sur la distribution et la composition du seston et du plancton : la température semble agir principalement sur le développement des populations, la salinité influençant leur abondance et leur répartition tandis que la turbulence en modifierait la composition.

C'est pendant la période optimale de production phytoplanctonique que se trouvent réunies dans les rivières de Morlaix et de Penzé les conditions les plus favorables à la vie de l'huître, à sa reproduction, à sa croissance et à son engraissement.

BIBLIOGRAPHIE

- BARON (G.), 1938. — Etude du plancton dans le bassin de Marennes. — *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, **11** (2), p. 167-188.
- BODO (F.), RAZOULS (C.) et THIRIOT (A.), 1965. — Etude dynamique et variations saisonnières du plancton de la région de Roscoff. II. — *Cah. Biol. mar.*, **6**, p. 219-254.
- FAURE (L.), 1959. — Variations de la température et de la salinité de l'eau de mer aux environs de Roscoff. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **23** (2), p. 153-160.
- FURNESTIN (M.-L.), MAURIN (C.), LEE (J. Y.) et RAIMBAULT (R.), 1966. — Eléments de planctologie appliquée. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **30** (2 et 3), p. 115-278.
- GRALL (J. R.) et JACQUES (G.), 1964. — Etude dynamique et variations saisonnières du plancton de la région de Roscoff. I. — *Cah. Biol. mar.*, **5**, p. 423-455.
- HARVEY (H. W.), 1928. — Nitrate in the sea. — *J. mar. biol. Assoc. U.K.*, **15** (1), p. 183-190.
- 1945. — Recent advances in the chemistry and biology of sea-water. — Cambridge Univ. Press. (traduit par C. FRANCIS-BŒUF et C. LALOU, 1949). — Chimie et biologie de l'eau de mer. — Paris, Presse univ.
- HARVEY (H. W.), COOPER (L. H. N.), LÉBOUR (M. V.) et RUSSEL (F. S.), 1935. — Plankton production and its control. — *J. mar. biol. Assoc. U.K.*, **20** (2) p. 407-441.
- LACROIX (G.) et LEGENDRE (L.), 1964. — Le zooplancton de l'estuaire de la rivière Restigouche (baie des Chaleurs) : quantités et composition en août 1962. — *Trav. Pêch. Québec*, n° 2, 40 p.
- LAFON (M.), DURCHON (M.) et SAUDRAY (Y.), 1955. — Recherches sur les cycles saisonniers du plancton. — *Ann. Inst. océanogr.*, Paris, n° 31, p. 125-230.
- MARGALEF (R.), 1956. — Información y diversidad específica en las comunidades de organismos. — *Invest. pesq.*, **3**, p. 99-106.
- MARTEIL (L.), 1960. — Ecologie des huîtres du Morbihan *Ostrea edulis* LINNÉ et *Gryphaea angulata* LAMARCK. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **29** (2), p. 327-446.
- MUNOZ (F.), HERRERA (J.) et MARGALEF (R.), 1956. — Fitoplancton de las costas de Castellón durante el año 1954. — *Invest. pesq.*, **3**, p. 75-90.
- PAULMIER (G.), 1965. — Le microplancton de la rivière d'Auray. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **29** (2), p. 211-224.
- STEEMANN-NIELSEN (E.), 1937. — On the relation between the quantities of phytoplankton and zooplankton in the sea. — *J. Cons. int. Explor. Mer.*, **12**, p. 147.
- TREGOUBOFF (G.) et ROSE (M.), 1957. — Manuel de planctologie méditerranéenne. — Paris. C.N.R.S.