

# THESE

présentée à l'Université d'AIX-MARSEILLE  
pour obtenir le grade de docteur ès Sciences

## DYNAMIQUE ET PRODUCTION D'UNE POPULATION DE CRUSTACÉ EN MILIEU SAUMATRE

*Corophium insidiosum* Crawford - Lagune de Biguglia, Corse

par

Marie-Luce de CASABIANCA  
ép. CHASSANY



Soutenue le      Février 1974 devant la Commission d'Examen :

MM. J.-M. PERES      Président  
P. DRACH  
R. MOLINIER  
C. F. SACCHI

*Cette thèse est dédiée à la mémoire  
du Professeur Georges Petit.*

Je remercie les membres du jury qui ont bien voulu me faire l'honneur d'accepter de juger ce travail, Messieurs les Professeurs :

PÉRES, Membre de l'Institut, Professeur d'Océanographie à l'Université d'Aix-Marseille, Directeur de la Station Marine d'Endoume,

DRACH, Professeur de Biologie Marine à l'Université de Paris VI, Directeur du Laboratoire Anago,

MOLINIER, Professeur de Biologie Végétale à l'Université d'Aix-Marseille, membre du Comité Economique et Social de la Région Corse,

SACCHI, Professeur titulaire de la Chaire d'Ecologie Animale à l'Université de Pavie, qui, malgré ses nombreuses occupations, a bien voulu se déplacer pour apporter l'avis d'un spécialiste internationalement reconnu en matière d'Eaux Sennate.

Ma plus vive gratitude s'adresse à mon Directeur de Recherche, le Professeur PÉRES, pour l'intérêt qu'il a porté à mon travail lorsque j'ai été amené à m'installer dans son laboratoire, pour les précieux conseils que son expérience lui a permis de me dicter, et pour l'accueil chaleureux qu'il m'a réservé au sein de la Station Marine d'Endoume.

J'exprime enfin ma reconnaissance à Monsieur le Professeur C. LEVI, Directeur Scientifique au CNRS et à la Section de Biologie Animale pour l'aide financière qui m'a été apportée et sans laquelle je n'aurais pu mener mon travail à son terme.

M L de Coralien

## SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION GENERALE	
I. SITUATION ET ORIGINALITÉ DE L'ÉTANG DE BIGUGLIA PAR RAPPORT AUX AUTRES ÉTANGS DE LA PLAINE ORIENTALE DE LA CORSE ( DIANA, URBINO, PALO).....	1
1 - POINTS DE VUE GEOLOGIQUE ET GEOGRAPHIQUE .....	1
2 - POINT DE VUE PHYSICO-CHIMIQUE .....	3
3 - PEUPLEMENT FLORISTIQUE ET FAUNISTIQUE ET RESEAUX TROPHIQUES .....	4
II. INTERÊT DE L'ÉTUDE DE LA DYNAMIQUE ET DE LA PRODUCTION DE COROPHIUM INSIDIOSUM A BIGUGLIA .....	5
PREMIER CHAPITRE - APERCU DES CARACTERES MORPHOLOGIQUES ET ETHOLOGIQUES DE COROPHIUM INSIDIOSUM CRAWFORD ET CARACTERISTIQUES DE LA ZONE ETUDIEE.	
I. APERÇU DES CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES ET ÉTHOLOGIQUES DE L'AMPHIPODE COROPHIUM INSIDIOSUM CRAWFORD,.....	7
1 - MORPHOLOGIE .....	7
A. CARACTERES SYSTEMATIQUES.....	7
B. CARACTERES SEXUELS SECONDAIRES.....	7
C. CARACTERES SE RATTACHANT A LA GESTATION.....	11
2 - ETHOLOGIE .....	11
A. COMPORTEMENT CONSTRUCTEUR ET SOCIAL.....	11
B. COMPORTEMENT ALIMENTAIRE.....	13
C. COMPORTEMENT SEXUEL ET REPRODUCTEUR.....	15
D. COMPORTEMENT GENERAL.....	15



II. CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE ÉTUDIÉE PAR RAPPORT À L'ENSEMBLE DE L'ÉTANG DE BIGUGLIA .....	15
1 - L'ETANG DE BIGUGLIA .....	15
2 - SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE ETUDIEE.....	17
3 - ASPECT PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX DE LA ZONE PAR RAPPORT AU RESTE DE L'ETANG .....	19
4 - CARACTERISTIQUES FLORISTIQUES ET FAUNISTIQUES DE LA ZONE ETUDIEE PAR RAPPORT AU RESTE DE L'ETANG ..	20
5 - RESEAU TROPHIQUE DE LA ZONE PAR RAPPORT A L'ENSEMBLE DE L'ETANG.....	22
A. RESEAU TROPHIQUE DE LA ZONE.....	22
a) Premier niveau trophique.....	22
b) Deuxième niveau trophique.....	22
c) Troisième niveau trophique.....	25
d) Quatrième niveau trophique.....	26
B. RESEAU TROPHIQUE DE LA ZONE ETUDIEE COMPARE AU SYSTEME TROPHIQUE GLOBAL DE L'ETANG.....	26
a) Réseau annexe.....	26
b) Position des crustacés constructeurs dans l'ensemble des chaines trophiques de Biguglia.....	27

## DEUXIEME CHAPITRE - METHODES

I. PROBLEMES POSÉS ET PRINCIPES GÉNÉRAUX CONCERNANT LES MÉTHODES UTILISÉES.....	29
1 - PROBLEMES POSES ET PRINCIPES GENERAUX CONCERNANT L'ETUDE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX .....	30
2 - PROBLEMES POSES PAR L'EVALUATION DE LA FLORE ET DE LA FAUNE ET PRINCIPES GENERAUX CONCERNANT LES METHODES UTILISEES .....	31
3 - PROBLEMES POSES PAR L'ETUDE DE L'EVOLUTION DE LA COMPOSITION DES POPULATIONS ET DE LEUR DYNAMIQUE .	31
II. MÉTHODES DE DÉTERMINATION DES ÉLÉMENTS PHYSICO-CHIMIQUES ET DU MOUVEMENT DES EAUX ET DES FACTEURS INTERVENANT SUR CES ÉLÉMENTS.....	32

1 - DONNEES CLIMATIQUES .....	32
2 - DONNEES SUR LA PHYSICO-CHIMIE DES EAUX .....	32
3 - DONNEES SUR LE REGIME DE L'ETANG ET LE MOUVEMENT DES EAUX .....	33
 III. METHODES D'ÉVALUATION DE LA BIOMASSE DES ALGUES ET DE LA DENSITÉ DES POPULATIONS DE CRUSTACÉS..	
1 - APPAREIL DE PRELEVEMENT : FAUCHEUSE ROTATIVE VER- TICALE POUR PRELEVEMENTS QUANTITATIFS D'ALGUES LI- BRES ET DE FAUNE EN MILIEU LAGUNAIRE.....	33
A. EXPOSE DU BUT RECHERCHE, DE L'UTILITE DE L'APPAREIL ET DES IMPERATIFS IMPOSES PAR LE MILIEU POUR SA REALISATION	33
a) Exposé du but recherché et de l'utilité de l'appareil	33
b) Impératifs imposés par le milieu pour la réalisation de l'appareil : discussion concernant les matériaux à utiliser et les conditions de fonctionnement.....	35
B. ETUDE ET CONCEPTION DE L'APPAREIL.....	36
a) Etude du matériau.....	36
b) Principe de l'appareil.....	38
c) Conclusion de la conception.....	40
C. DESCRIPTION ET EXECUTION DE L'APPAREIL.....	41
D. UTILISATION DE L'APPAREIL.....	46
2 - METHODES D'EVALUATION DE LA BIOMASSE VEGETALE ET DE LA DENSITE DES POPULATIONS .....	50
A - BALISAGE DE LA ZONE ET EVALUATION DES ESPACES VIDES.	50
B - PRELEVEMENTS.....	50
C - EXTRACTION DES CRUSTACES.....	51
D - EVALUATION DE LA BIOMASSE VEGETALE.....	51
E - EVALUATION NUMERIQUE DE LA FAUNE.....	51
 IV. METHODES DE DÉTERMINATION DE LA COMPOSITION SAI- SONNIÈRE DES POPULATIONS ET DE LA DYNAMIQUE DE C. INSIDIOSUM .....	
1 - ANALYSE SAISONNIERE DE LA COMPOSITION DES POPULA- TIONS .....	52
2 - ELEVAGES CONTROLES EN VIVIERES DANS LE MILIEU NA- TUREL .....	53

	Pages
A - PRINCIPE ET BUT DE LA METHODE .....	53
B - DESCRIPTION DU MATERIEL ET INSTALLATION.....	54
C - PROCESSUS DES MANIPULATIONS.....	56
D - AVANTAGES DE LA METHODE.....	57

## TROISIEME CHAPITRE - ETUDE DES FACTEURS INTERVENANT SUR LA DYNAMIQUE DE C. INSIDIOSUM (1969-1970-1971).

### I. PHYSICO-CHIMIE DES EAUX DE LA LAGUNE DE BIGUGLIA

1 - PRINCIPAUX FACTEURS INTERVENANT SUR LES CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX DE LA LAGUNE ET LEURS VARIATIONS ANNUELLES DE 1969 à 1971...	59
A - FACTEURS PRIMAIRES.....	59
a) Facteur naturel : le climat.....	59
b) Facteur commandé artificiellement : la communication avec la mer.....	60
B - DIFFERENTS FACTEURS SECONDAIRES, DONT LA VEGETATION.	66
2 - RESULTATS DE L'ETUDE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX DE LA LAGUNE .....	66
A - PERIODE DE NOVEMBRE A MAI.....	67
a) Caractéristiques et variations saisonnières.....	67
b) Variations annuelles.....	69
B - PERIODE DE MAI A NOVEMBRE.....	69
a) Caractéristiques et distinction de trois phases..	69
b) Variations annuelles.....	72
3 - DISCUSSION ET CONCLUSIONS .....	80
A - FACTEURS SUSCEPTIBLES D'INTERVENIR DIRECTEMENT SUR LA DYNAMIQUE DE LA FAUNE, OU CARACTERISTIQUES DE SITUATIONS PHYSICO-CHIMIQUES BIEN DEFINIES.....	80
B - CYCLE DES ELEMENTS BIOCHIMIQUES INFLUENCANT LE pH...	80
C - ETUDE DU CYCLE DE LA MATIERE ORGANIQUE A BIGUGLIA...	82
D - CYCLE DE LA MATIERE ORGANIQUE A BIGUGLIA PAR RAPPORT AUX AUTRES MILIEUX SAUMATRES EN GENERAL.....	85
4 - RESUME ET CONCLUSIONS.....	86

	Pages
II. DYNAMIQUE ET PRODUCTION DE LA FLORE .....	89
1 - VARIATIONS QUALITATIVES SAISONNIERES ET ANNUELLES	
DE LA FLORE.....	89
A - VARIATIONS SAISONNIERES DES DIFFERENTES ESPECES.....	90
B - PREFERENDA DES ESPECES.....	90
C - DOMINANCE ET CYCLE DE CHAETOMORPHA LINUM.....	92
2 - VARIATIONS QUANTITATIVES SAISONNIERES ET ANNUELLES	
DE LA FLORE ET FACTEURS RESPONSABLES DE CES VARIA-	
TIONS .....	92
A - RESULTATS QUANTITATIFS.....	92
B - FACTEURS RESPONSABLES DES VARIATIONS QUANTITATIVES DE	
L'ALGUE C. LINUM.....	93
a) Période hivernale.....	93
b) Période estivale.....	93
1°) Phase précédant le pic de biomasse.....	93
2°) Phase suivant le pic de biomasse.....	96
3 - PRODUCTION.....	97
A - METHODES DE CALCUL.....	97
a) Méthodes générales.....	97
b) Méthodes particulières utilisées à Biguglia.....	98
B - PRODUCTION ANNUELLE DE CHAETOMORPHA LINUM.....	98
a) Calcul de la production au cours de la phase précé-	
dant le pic de biomasse maximale.....	99
b) Calcul de la production au cours de la phase suivant	
le pic de la biomasse maximale et calcul de la pro-	
duction annuelle.....	99
C - MATIERE ORGANIQUE ENTRAINEE ANNUELLEMENT PAR LES COU-	
RANTS HORS DE L'ETANG ET MATIERE ORGANIQUE RESTITUEE	
AUX SEDIMENTS DE L'ETANG.....	100
4 - RESUME ET CONCLUSIONS.....	101
III. DYNAMIQUE DES ESPÈCES ANIMALES DE LA BIOCENOSE	102
1 - VARIATIONS DE DENSITE DES POPULATIONS DE VERTEBRES	102
2 - VARIATIONS DE DENSITE DES POPULATIONS D'INVERTEBRES	102

	Pages
A - PRINCIPE ET BUT DE LA METHODE .....	53
B - DESCRIPTION DU MATERIEL ET INSTALLATION.....	54
C - PROCESSUS DES MANIPULATIONS.....	56
D - AVANTAGES DE LA METHODE.....	57

## TROISIEME CHAPITRE - ETUDE DES FACTEURS INTERVENANT SUR LA DYNAMIQUE DE C. INSIDIOSUM (1969-1970-1971).

### I. PHYSICO-CHIMIE DES EAUX DE LA LAGUNE DE BIGUGLIA

1 - PRINCIPAUX FACTEURS INTERVENANT SUR LES CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX DE LA LAGUNE ET LEURS VARIATIONS ANNUELLES DE 1969 à 1971...	59
A - FACTEURS PRIMAIRES.....	59
a) Facteur naturel : le climat.....	59
b) Facteur commandé artificiellement : la communication avec la mer.....	60
B - DIFFERENTS FACTEURS SECONDAIRES, DONT LA VEGETATION.	66
2 - RESULTATS DE L'ETUDE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX DE LA LAGUNE .....	66
A - PERIODE DE NOVEMBRE A MAI.....	67
a) Caractéristiques et variations saisonnières.....	67
b) Variations annuelles.....	69
B - PERIODE DE MAI A NOVEMBRE.....	69
a) Caractéristiques et distinction de trois phases..	72
b) Variations annuelles.....	80
3 - DISCUSSION ET CONCLUSIONS.....	80
A - FACTEURS SUSCEPTIBLES D'INTERVENIR DIRECTEMENT SUR LA DYNAMIQUE DE LA FAUNE, OU CARACTERISTIQUES DE SITUATIONS PHYSICO-CHIMIQUES BIEN DEFINIES.....	80
B - CYCLE DES ELEMENTS BIOCHIMIQUES INFLUENCANT LE PH...	82
C - ETUDE DU CYCLE DE LA MATIERE ORGANIQUE A BIGUGLIA...	85
D - CYCLE DE LA MATIERE ORGANIQUE A BIGUGLIA PAR RAPPORT AUX AUTRES MILIEUX SAUMATRES EN GENERAL.....	86
4 - RESUME ET CONCLUSIONS.....	

2°) Durée de la gestation et de l'incubation; nombre de portées, durées et nombre des géné- rations.....	152
c) Résumé - conclusion.....	153
C - INFLUENCE DU COUPLE SALINITE - TEMPERATURE EN PERIODE ESTIVALE.....	154
D - INFLUENCE DES HAUTES TEMPERATURES ET DE L'ALIMENTATION EN PERIODE ESTIVALE .....	156
 II. PRODUCTION.....	 158
1 - DEFINITIONS .....	158
2 - METHODES GENERALES.....	159
A - POPULATIONS A STRUCTURE SIMPLE.....	159
B - POPULATIONS A STRUCTURE COMPLEXE.....	159
3 - METHODES DE CALCUL DE LA PRODUCTION de <i>C. insidiosum</i> A BIGUGLIA.....	161
A - METHODE CLASSIQUE BASEE SUR LE CALCUL DE $(B_1 - B_0)$ ....	162
B - NOUVELLE METHODE BASEE PRINCIPALEMENT SUR LE CALCUL DE $B_m$ .....	163
a) calcul de $B_1 - B_0$ .....	163
b) calcul de $B_m$ .....	163
c) $p/B$ .....	169
4 - RESULTATS ET DISCUSSION.....	169
5 - RESUME - CONCLUSION.....	173
 RESUME ET CONCLUSIONS GENERALES.....	 175
 BIBLIOGRAPHIE (pages bleues).....	 1 - 14
 ANNEXES.....	 1 - 44

-----

INTRODUCTION GENERALE

# I. SITUATION ET ORIGINALITÉ DE L'ÉTANG DE BIGUGLIA PAR RAPPORT AUX AUTRES ÉTANGS DE LA PLAINE ORIENTALE DE LA CORSE (DIANA, URBINO, PALO).

(Figure 1.)

## 1 - POINTS DE VUE GÉOLOGIQUE (OTTOMAN, 1958) ET GÉOGRAPHIQUE :

Ensemble montagneux abrupt, la Corse présente cependant, sur la côte Est, une étroite bande basse, située entre les monts (1500 à 2700 m), et la mer Tyrrhénienne. Cette plaine orientale comprend des collines tertiaires et quaternaires basses et les plaines alluviales des fleuves corses (Golo, Fium'Alto, Tavignano, Fium'Orbo, Travo, Solenzara) qui démantelèrent, au quaternaire, les importants massifs cristallins et métamorphiques où ils prennent naissance.

La plaine orientale est, en fait, constituée de deux parties : la plaine de la Marana, au sud de Bastia, où s'étend l'étang de Biguglia sur les remblaiements anciens et actuels du Golo; la plaine d'Aleria, plus au sud, où se trouvent les étangs de Diana, Urbino et Palo. Ces étangs reposent sur des séries équivalentes aux précédentes, mais disposées sur des marnes miocènes et pliocènes.

Après flexure de ces deux plaines vers la mer pour former le plateau continental, des phénomènes tectoniques localisés ont provoqué deux effondrements : le premier au quaternaire ancien, intéressant Urbino, le deuxième au quaternaire récent, intéressant Diana et Urbino. La formation des cordons littoraux a été postérieure, sous l'effet d'apports détritiques plus fins que ceux des séries précédentes, en provenance des principaux fleuves cités, dont les embouchures et les dépôts ont été déportés vers le nord par la houle de sud-est.

Les étangs corses peuvent donc être classés en deux catégories : les étangs d'origine tectonique, ultérieurement fermés par des cordons littoraux (Diana et Urbino); les étangs lagunaires, formés uniquement derrière des cordons littoraux (Biguglia et Palo).

Il résulte de ces phénomènes que les étangs d'origine tectonique sont circulaires, profonds (10 à 12 mètres) et de constitution variée (falaises, zones de conglomérats, marnes, sables) tandis que les étangs lagunaires sont



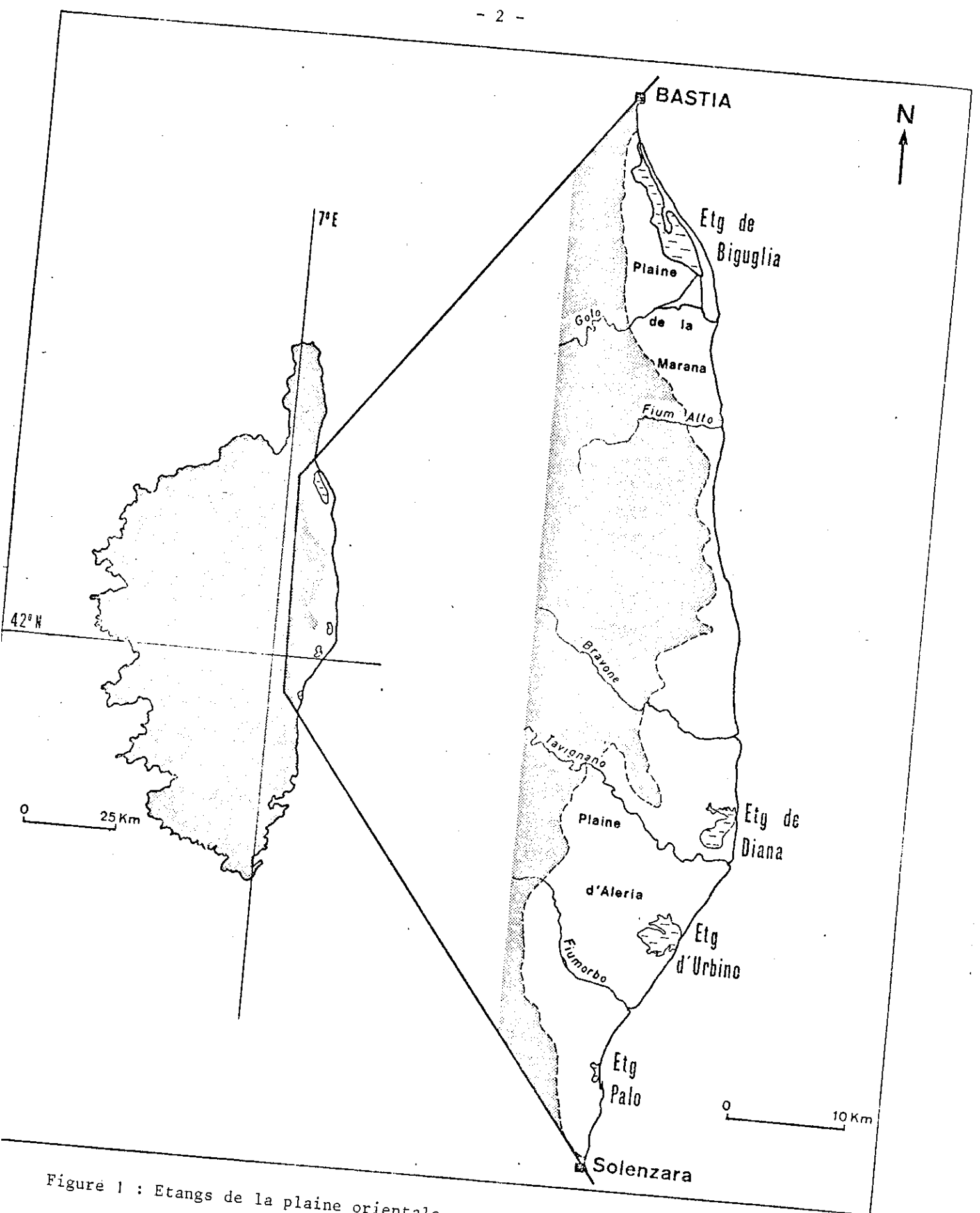


Figure 1 : Etangs de la plaine orientale corse.

peu profonds, allongés, parallèles à la côte et de texture homogène, sablaue côté mer et argileuse, côté opposé.

De ces quatre étangs, Biguglia est celui qui présente la superficie la plus grande, 1 600 hectares, contre 210 à Palo, 550 à Diana et 750 à Urbino. Ces étangs sont tous exploités pour la pêche ou la conchyliculture.

## 2 - POINT DE VUE PHYSICO-CHIMIQUE.

( SCHACHTER et de CASABIANCA, 1965 et de CASABIANCA 1967 ).

Les apports d'eau douce et la pénétration de la mer interviennent avec la topographie des étangs pour déterminer les caractères physico-chimiques de chacun.

Les précipitations, qui se font sentir violemment sur la plaine en période hivernale (SIMI, 1964), agissent par l'intermédiaire des arrivées d'eau douce, qui sont importantes pour les étangs lagunaires, et limitées pour les étangs tectoniques.

Ces étangs côtiers sont, d'autre part, en relation avec la mer, mais cette communication est souvent difficile : les chenaux sont fortement ensablés sous l'effet de la houle et les exploitants doivent lutter pour en assurer le maintien. La difficulté est moindre cependant pour les étangs lagunaires en raison de l'élévation considérable de leur niveau au moment des apports d'eau douce.

Ces faits ont des conséquences de trois ordres :

- 1°) Les caractéristiques minérales des eaux des étangs corses sont fortement influencées par la mer, et quelle que soit l'importance des arrivées d'eau douce, les rapports ioniques des eaux sont voisins de ceux de la mer (contrairement à ce qui a lieu pour certains étangs continentaux méditerranéens qui subissent fortement l'influence de la nature calcaire du sol).
- 2°) Les étangs lagunaires de Biguglia et de Palo présentent des variations physico-chimiques accusées, tandis qu'à Diana et Urbino les écarts sont d'ampleur très réduite et les valeurs proches de la concentration marine.

Entre 1964 et 1972, période où la somme des précipitations annuelles a varié de 494 mm à 1070 mm, les teneurs limites en chlore ont été :

- 3 et 29 g Cl/l à Palo,
- 1 et 21,6 g Cl/l à Biguglia,
- 10 et 23 g Cl/l à Diana,
- 17 et 24,2 g Cl/l à Urbino.

Biguglia est donc soumis à des écarts plus importants que Diana et Urbino, mais moins importants que Palo.

3°) Les étangs corses offrent toujours des milieux relativement clos, par suite favorables à l'accumulation du matériel organique, cette accumulation étant plus sensible dans les étangs lagunaires que dans les étangs tectoniques, malgré les effets sur ces derniers d'un "démaquisage" récent.

### 3 - PEUPLEMENT FLORISTIQUE ET FAUNISTIQUE ET RESEAUX TROPHIQUES.

( SCHACHTER et de CASABIANCA 1965, SCHACHTER, de CASABIANCA et KERAMBRUN 1965, de CASABIANCA 1966, de CASABIANCA et KIENER 1969, de CASABIANCA et KERAMBRUN 1972 a et b, de CASABIANCA, KIENER et HUVE 1973 ).

Inventaire floristique et faunistique : Annexes 1 à 24.

Les deux aspects géographique et physico-chimique examinés précédemment ont une incidence directe sur les peuplements floristique et faunistique des étangs :

Les étangs tectoniques sont caractérisés par la diversité des biotopes des bords et des fonds, et par la diversité concomitante des peuplements benthiques, ceux-ci étant conditionnés par la nature du milieu : substrat (sable, galets, falaises marneuses), zones d'arrivée d'eau douce, points recevant des apports terrigènes dus au démaquisage, ainsi que par les critères de pentes, d'éclairement, de profondeur.

L'existence d'une importante zone centrale profonde favorise le développement du phyto et du zooplancton ainsi que de la faune qui s'y trouve liée. Caractérisés d'autre part par une salinité proche de la salinité marine et comportant peu d'écarts, ces étangs possèdent une flore et une faune à tendance marine, à nombre d'espèces élevé, mais comportant un nombre assez faible d'individus.

La variété des peuplements végétal et animal des deux étangs profonds aboutit à un réseau trophique global extrêmement complexe qui révèle, d'une part la variété de la faune benthique des différents biotopes, et d'autre part l'importance primordiale du phyto et du zooplancton de la zone centrale, aboutissant à travers les poissons planctonophages et benthiques aux poissons prédateurs et, plus directement, aux huîtres et moules autochtones ou d'élevage, qui constituent la principale richesse de ces étangs.

Les étangs lagunaires sont au contraire caractérisés par un ensemble homogène : ils sont peu profonds, vaseux, envahis sur presque toute leur superficie par une végétation à laquelle est liée la majorité d'une faune essentiellement limivore, détritivore et herbivore. De plus les écarts importants de la salinité conduisent à des peuplements caractérisés par un nombre restreint d'espèces mais riches en individus. A Palo, où les écarts sont les plus importants, le nombre d'espèces est encore plus restreint. A Biguglia, comme à Palo, cette situation aboutit à un réseau trophique simplifié.

## II. INTERÊT DE L'ÉTUDE DE LA DYNAMIQUE ET DE LA PRODUCTION DE COROPHIUM INSIDIOSUM A BIGUGLIA.

Nous avons choisi d'effectuer cette étude dans l'étang de Biguglia qui présente l'avantage d'un réseau trophique simplifié, mais où les espèces sont représentées par des populations importantes. Les crustacés constructeurs fixés sur la végétation y représentent le plus fort pourcentage de la faune d'invertébrés du nord de l'étang. Parmi eux, l'Amphipode *Corophium insidiosum* Crawford retient l'attention par une présence plus constante que celle des autres espèces, et semble donc plus favorable à une étude de la dynamique et de la production. Un tel objectif, dans un milieu saumâtre riche en fluctuations et en "catastrophes" le plus souvent imprévisibles, nous a conduit à délimiter une zone de l'étang, pour y suivre, avec le plus de précision possible, l'évolution des populations en fonction de toutes les variations du milieu.

Nous présenterons tout d'abord : les caractéristiques de *Corophium insidiosum*, et celles de la zone choisie, avant d'examiner les problèmes que pose l'étude de la dynamique et de la production saisonnière et annuelle de cette espèce dans ce milieu, et la façon dont on peut tenter de les résoudre.

Nous présenterons enfin l'analyse et l'évolution des divers aspects de l'environnement (physico-chimique, floristique, faunistique) susceptibles

d'intervenir dans le cadre de notre recherche, ce qui doit nous mettre en état d'aborder l'objet essentiel du travail : l'étude de la dynamique et de la production de *Corophium insidiosum* dans l'étang de Biguglia.

-----

PREMIER CHAPITRE

APERCU DES CARACTERES MORPHOLOGIQUES ET ETHOLOGIQUES DE  
COROPHIUM INSIDIOSUM CRAWFORD

ET

CARACTERISTIQUES DE LA ZONE ETUDIEE.

3mm

Figure 2 - *Corophium insidiosum* Crawford  
de haut en bas : mâle pubère et femelle incubante en vue  
latérale,  
mâle pubère et femelle incubante en vue  
dorsale,

# I. APERCU DES CARACTERES MORPHOLOGIQUES ET ETHOLOGIQUES DE L'AMPHIPODE COROPHIUM INSIDIOSUM CRAWFORD.

## 1 - MORPHOLOGIE. (Figure 2 et 3).

### A - CARACTERES SYSTEMATIQUES.

Décrit seulement en 1937 par Crawford sur des exemplaires de Plymouth, ce *Corophium* est caractérisé en particulier par un dimorphisme sexuel si marqué que les deux sexes furent longtemps attribués à des espèces différentes, d'où le nom spécifique d'*insidiosum*. Ce *Corophium* a été signalé par la suite dans de nombreuses eaux saumâtres : en Suède par DAHL (1938), en Italie par BRIAN (1939), et SACCHI (1964), en France dans les étangs du Languedoc par PETIT (1950), en Hollande par STOCK (1952), plus récemment en France (en Normandie), par TURQUIER (1964), en Corse par SCHACHTER et de CASABIANCA (1965), à Arcachon par AMANIEU (1967). MUSS (1967) le signale au Danemark; nous l'avons trouvé à St Aygulf (Var) et en faible quantité dans les étangs de Bolmon et de Berre (Bouches du Rhône).

Espèce d'eau saumâtre, d'une longueur moyenne, chez les adultes, de 3 mm, *Corophium insidiosum* présente pourtant des caractères très nets le différenciant des autres espèces du genre. Ces caractères se rapportent essentiellement à l'article IV de l'antenne II, qui chez la femelle adulte, porte 2,2,1 épines dans le sens proximal-distal, le mâle pubère portant seulement à l'extrémité distale du même article une lame crochue (fig. 3, B et D). Il ne semble pas qu'il faille attribuer une grande valeur aux autres caractères qui font l'objet de la description, tels que le nombre d'épines sur le bord interne du premier article de l'antennule des femelles gestantes (fig. 3. A), nombre qui varie à Biguglia de 2 à 4 l'été, de 2 à 3 l'hiver, tandis qu'il varie de 1 à 3 chez les exemplaires de Plymouth, ou l'épine supplémentaire (fig. 3, C.) que portent, en position antérieure, sur le gnathopode I, les exemplaires de Biguglia.

### B - CARACTERES SEXUELS SECONDAIRES (de CASABIANCA, 1966).

La distinction des sexes se fait dès la naissance grâce à la présence



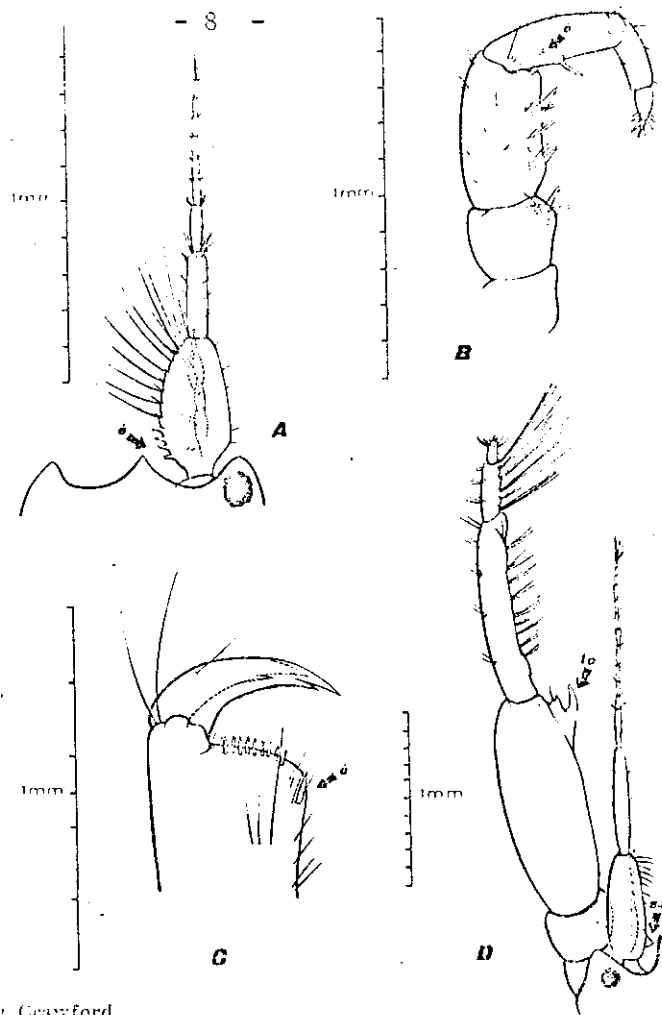
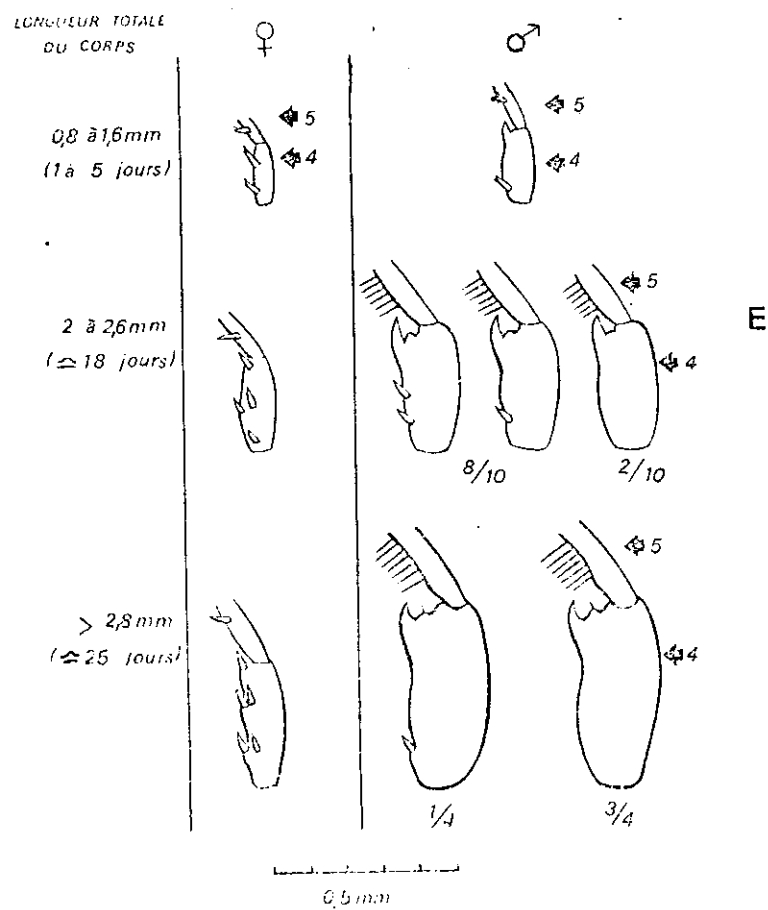


Figure 3 — *Cerophium insidiosum* Crawford.

A : antenne I (♀), B : antenne II (♀), C : gnathopode I (♀).

D : antennes I et II (♂).

E : Evolution des caractères de A II seg. 4 et 5 chez les deux sexes (T : 25°)



chez le mâle exclusivement, d'une lame crochue sur l'extrémité distale du 4° article de l'antenne II (Fig. 3.D.), alors que l'on rencontre une épine chez la femelle (Fig. 3.B.). Par suite, la longueur de l'antenne, relativement à la longueur totale du corps, permet une séparation rapide des sexes. Ce rapport est de 60 % chez les mâles adultes et de 35 % chez les femelles adultes. J'ai étudié la croissance relative du segment 4 de l'antenne II par rapport à l'écartement des yeux et observé chez les femelles une croissance isométrique et chez les mâles une forte allométrie ( $\alpha = 1,6$ ). La divergence entre les sexes apparaît de façon beaucoup plus précoce que chez les espèces étudiées par CHEVAIS (1937) (*C. volutator* Pallas et *C. arenarium* Crawford).

Le 4è article de la seconde antenne (Fig. 3.E.) porte, chez les femelles, des épines dont le nombre augmente, dans le sens distal proximal, au cours du développement. Chez les mâles, à la naissance, cet article porte en général une épine du côté proximal, mais cette dernière ne subsiste par la suite que chez un pourcentage d'individus qui décroît progressivement; chez les adultes, on ne l'observe plus que chez 10 % des mâles.

La présence temporaire chez le mâle jeune d'un caractère qui subsiste chez la femelle, se retrouve également dans le 5<sup>e</sup> article de la seconde antenne. Tous les mâles, à la naissance, présentent sur cet article une épine identique à celle des femelles, mais ce caractère est bientôt remplacé par la frange de soies qui caractérise les mâles.

D'autre part, le bord interne du 1<sup>er</sup> article de l'antennule porte, à la naissance, chez les deux sexes, des épines qui subsistent chez les femelles, alors qu'elles sont remplacées par une saillie triangulaire (Fig. 3.D.) chez les mâles.

L'élévation de température accélère, relativement à la croissance générale, la succession des étapes du développement des caractères sexuels secondaires qui viennent d'être décrits : apparition d'épines sur l'antenne II des femelles, et disparition des mêmes épines chez les mâles.

Les caractères sexuels secondaires permettent d'identifier les sexes dès le premier jour de la naissance, ainsi que les stades successifs des femelles jusqu'à la maturité. Après la maturité le nombre des mues peut être établi avec plus de difficulté, par le nombre des épines situées sur la partie externe du pédoncule de l'uropode I, nombre qui augmente d'une unité à chaque mue. La détermination des stades demande un montage pour examen au microscope (Tableau 1. page 10 ).

Tableau 1

Nombre épines AII sens proximal- distal	N° Tamis vide de maille (mm)	Nombre épines péduncule U.1	Mues	T=15 à 25°C Durée des stades en jours
0.0.1.	0,2	1	1°	1
0.1.1.	0,2	2		5
1.2.1.	0,3	3	2°	7
2.2.1.	0,4	4	3°	13
2.2.1.	0,5	5	4°	15
2.2.1.	0,6	6	5°	15
2.2.1.	0,7	7	6°	15
2.2.1.	1	8	7°	15

C - CARACTERES SE RATTACHANT A LA GESTATION.

La femelle adulte est pourvue d'ébauches de lamelles incubatrices. Celles-ci évoluent rapidement après la fécondation, de même que les ébauches de soies situées à leur pourtour. Après la phase d'incubation, que l'on peut aussi déceler par autopsie des femelles, suit la phase de gestation au cours de laquelle les oeufs tombent dans les lamelles incubatrices. Après la libération des larves, les lamelles incubatrices ne régressent pas, contrairement à ce qui se passe chez d'autres Amphipodes.

2 - ETHOLOGIE.

A - COMPORTEMENT CONSTRUCTEUR ET SOCIAL. (Figures 4 et 5 )

La technique de construction a été étudiée sur des Amphipodes constructeurs par THAMDRUP (1935) et sur des *Corophium* (*C. volutator*) par RAO et SHYAMASUNDADI (1963), MEADOW et REID (1966), sur *C. arenarium* par INGLE (1966) et sur *C. insidiosum* par de CASABIANCA (1966a).

*Corophium insidiosum* C. procède à la construction de son premier tube dès le jour de sa naissance. Cette construction est généralement faite avec des particules de matière végétale décomposée et basique en suspension dans l'eau et qui sont rabattues avec les antennes et antennules, et tissées à l'aide des péréiopodes I, dont l'extrémité, en forme de poinçon, est pourvue d'un pore excréteur de mucus agglutinant. L'adaptation aux conditions de milieu ayant trait au support (ramifications, intersections, aspérités, creux...) et au matériel de construction (degré de finesse de la matière organique végétale) est grande, et aboutit à un véritable camouflage des tubes. Comparée à celle des autres crustacés constructeurs de la biocénose, la technique de construction de *C. insidiosum* s'éloigne de celle de l'Isopode *Tanaïs cavolinii* M.E., chez qui l'ensemble des éléments de la construction est regroupé à l'aide d'un fil de mucus; elle se rapproche de celle d'*Erichthonius brasiliensis* qui tend à utiliser comme matériau la matière organique seule.

Si l'on considère les autres Corophiidés, le principe de construction

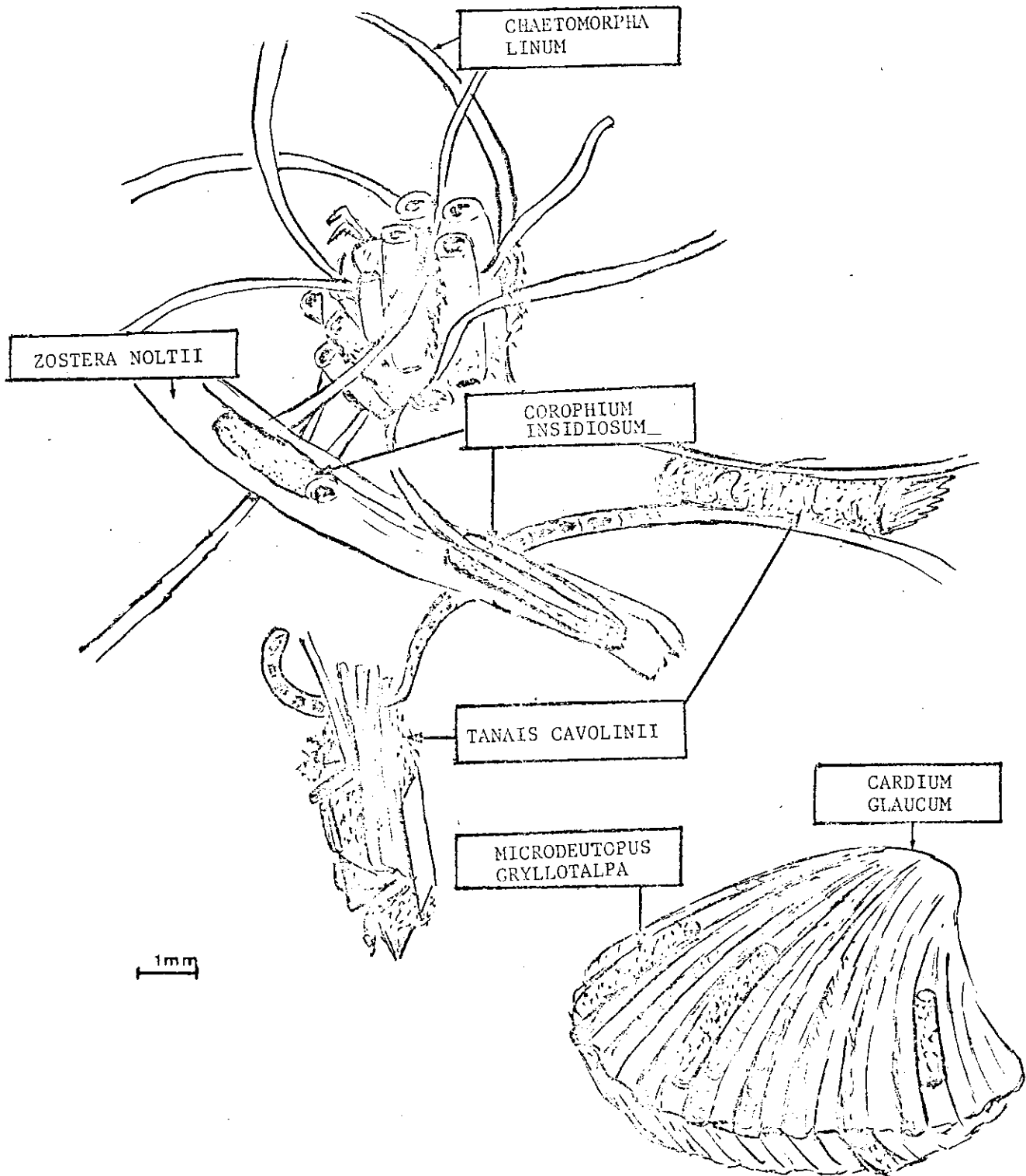


Figure 4 : Différentes adaptations à la construction des tubes de *C. insidiosum* et des autres crustacés constructeurs de la biocénose de Biguglia dans les conditions naturelles.

(tube à deux entrées et collé par sa génératrice au support) se rapproche de celui utilisé par *Corophium sextoni* M.E. et s'éloigne de ceux de *Corophium arenarium* C., de *C. volutator* P. et de *C. volutator* forme *orientalis* Schellenberg, qui tous trois construisent des tubes dressés verticalement dans le sédiment.

Le temps de construction d'un tube est d'environ vingt minutes, comme chez la plupart des Amphipodes constructeurs; il est quatre fois plus court que celui employé par *Tanaïs cavolinii*.

La densité de construction des tubes dépend essentiellement de la richesse en matière organique et de la complexité des supports (Fig. 4 et 5). Dans un cas très simple (conditions expérimentales avec support plan lisse et matériel organique illimité) la construction des tubes a été orientée indifféremment dans tous les sens (Fig. 5). Les premières constructions sont effectuées au hasard; les autres dépendent de l'orientation des premières et s'établissent de façon que la distance minimale séparant les entrées des tubes soit à peu près égale à la longueur moyenne de ces tubes. Cette orientation n'est pas fonction de la position d'une source lumineuse dont l'intensité ne dépasse pas celle de l'éclairement solaire. La construction s'effectue dans une gamme de salinités allant de l'eau douce à une fois et demi la concentration marine (31,8 g Cl/l), bien que le crustacé ne puisse pas survivre longtemps à cette teneur.

Si l'Amphipode quitte son tube de lui-même (mécanisme reproducteur, mues, libération de portée) ou parce qu'il en est expulsé, soit par un intrus, soit par des circonstances exceptionnelles (intensité lumineuse, température anormalement élevée, baisse brutale de la teneur en oxygène) il en construit un autre; le nombre des tubes construits au cours de sa vie est essentiellement variable; dans des conditions de laboratoire à 25°, *C. insidiosum* refait un tube tous les trois jours, en moyenne.

Il semble que *C. insidiosum* puisse présenter dans certains cas un comportement social : ce sont les cas de forte concentration où se produit parfois une réaction de groupe contre un intrus (une annélide, par exemple); les mâles de la population attaquent l'intrus.

#### B. - COMPORTEMENT ALIMENTAIRE.

La nourriture de *C. insidiosum* comme celle de la plupart des Amphipodes microphages (ENEQUIST, 1948, GREZE, 1968) et des *Corophium* (AGRAWAL,

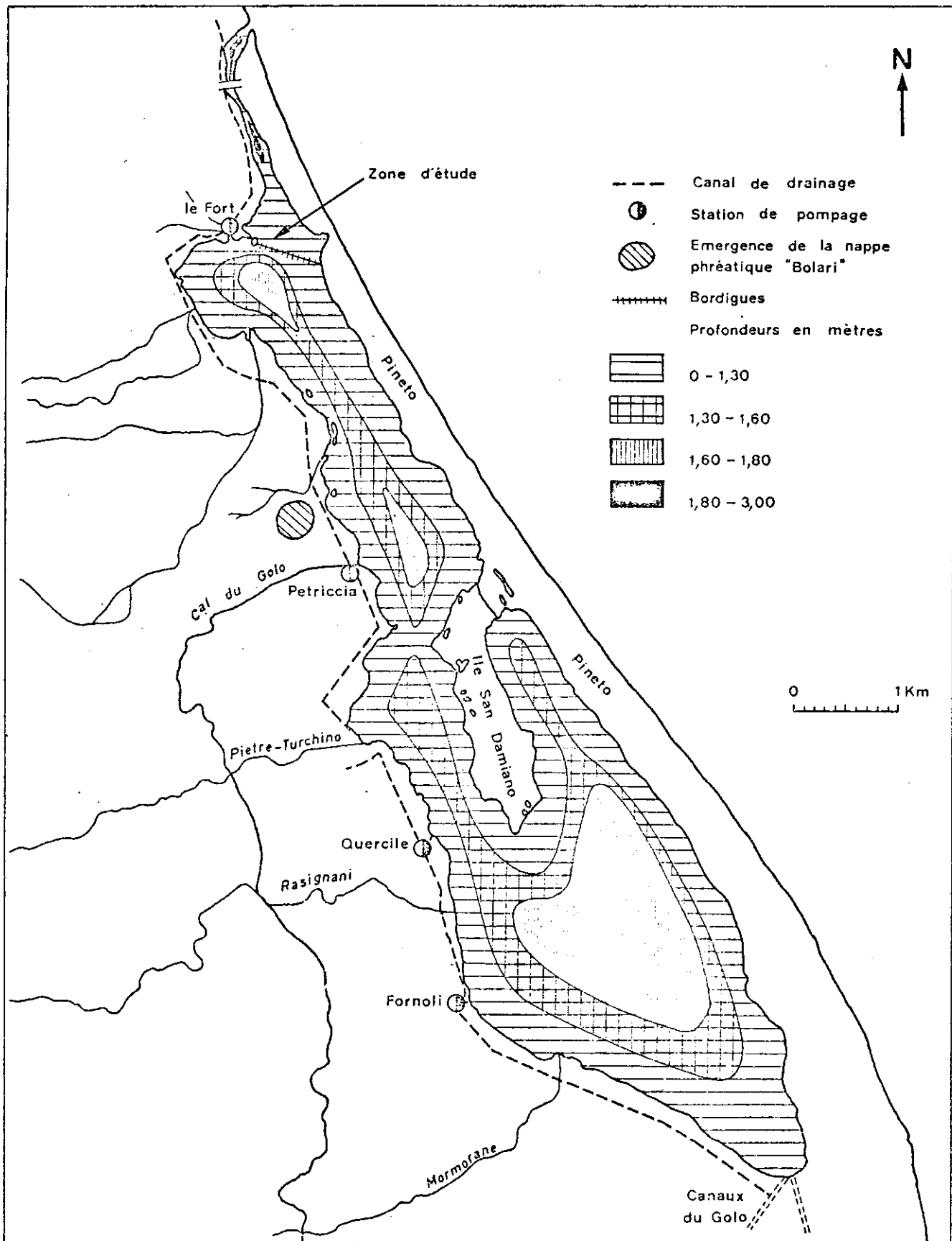


Figure 6 : Etang de Biguglia

Cette exploitation, en dehors des bâtiments situés sur l'île du Fort qui ne nous concernent pas, a nécessité l'installation de bordigues destinées à permettre l'entrée du poisson venant de la mer dans l'étang, au printemps, et sa capture ultérieure lorsqu'il a tendance à retourner à la mer, en automne (Figure 7). Ces bordigues sont constituées par une barrière de pieux jointifs d'une vingtaine de centimètres de diamètre et profondément enfoncés dans le sol de la lagune. Cette barrière dépasse l'eau d'environ 1m,50. Elle est coupée, de place en place, par des ouvertures qui sont laissées libres au printemps et fermées le reste de l'année par des claies mobiles. La partie centrale de la barrière comporte 6 pièges à poissons basés sur le principe de la nasse et constitués par des ensembles de piquets, de grillages, et de claies. Cette barrière coupe l'extrémité Nord de l'étang. Elle joint les deux rives en passant par l'île du Fort. Sa longueur totale est d'environ 600 m.

L'exploitation de l'étang pour la pêche amène l'exploitant à ouvrir ou à fermer, suivant ses besoins, le chenal reliant l'étang à la mer. Toutefois ces ouvertures et fermetures ne sont pas rigoureusement saisonnières, dépendant dans une large mesure de contingences inhérentes à la pêche elle-même ou aux possibilités de main d'oeuvre de l'exploitant.

La présence des bordigues d'une part, et l'arbitraire des périodes d'ouverture et de fermeture du chenal d'autre part, influent évidemment sur le régime général de l'étang.

## 2. SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE ETUDIEE. (Figure 7).

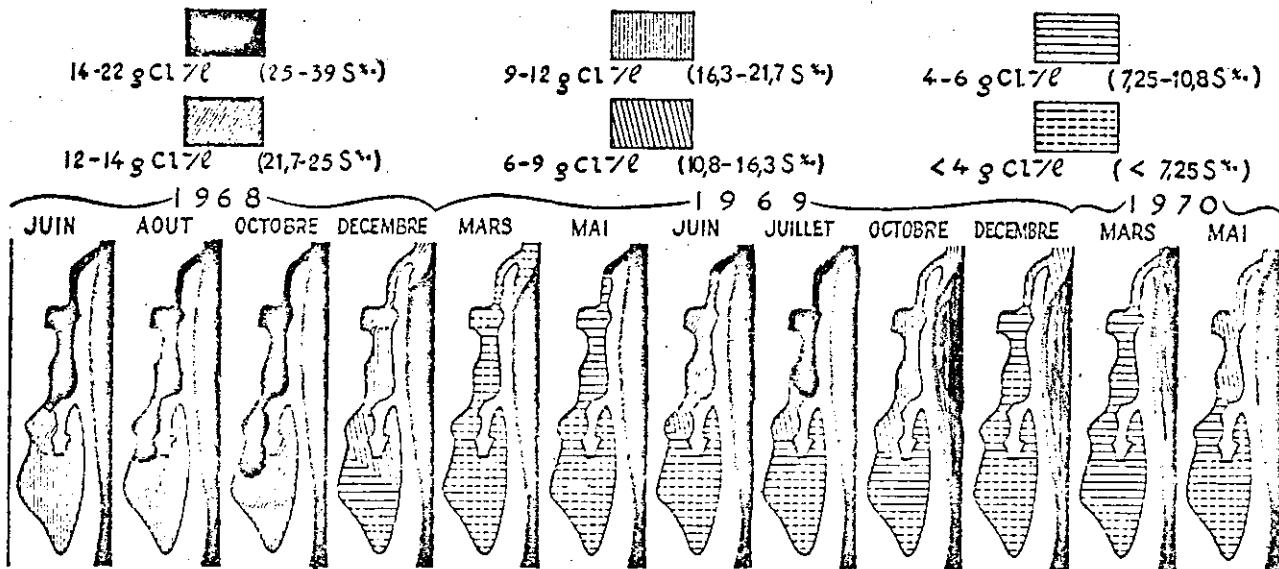
La zone choisie pour l'étude de la dynamique et de la production de *C. insidiosum* est celle où ces populations présentent la densité la plus forte. Il importe d'en définir les caractères par rapport au reste de la lagune. Cette zone est un rectangle de 1 000 m<sup>2</sup>, délimité sur 100 mètres par la barrière des bordigues depuis le premier piège central jusqu'aux abords de l'île du Fort, sa largeur étant fixée à 10 mètres. Dans cette partie de l'étang la profondeur de l'eau, sensiblement uniforme, varie suivant la saison et l'année, de 40 centimètres à plus d'un mètre.



Détail des bordigues et limites de la zone d'étude.

Emplacement des bordigues ( Photo IGN du Nord de Biguglia )

## SALINITÉS



## PRÉCIPITATIONS (moyennes mensuelles)

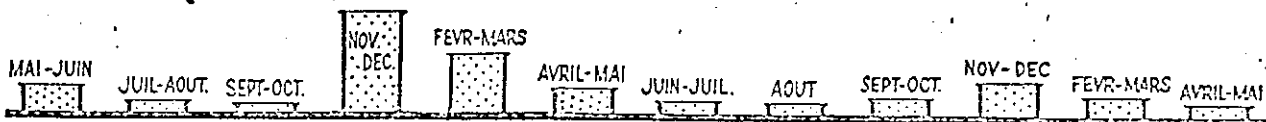


Figure 8: Variations saisonnières de la teneur en chlore et du mouvement des eaux dans l'étang de Biguglia (Années 1968, 1969, 1970).

### 3 - ASPECT PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX DE LA ZONE PAR RAPPORT AU RESTE DE L'ÉTANG. (Figure 8).

L'emplacement de cette zone, à quelques centaines de mètres en arrière du chenal qui sépare l'étang de la mer, laisse supposer l'existence d'une variabilité importante des caractères physico-chimiques des eaux, variabilité qu'une étude sur plusieurs années a mise en évidence pour l'étang tout entier (de CASABIANCA, 1968). La figure 8 illustre les variations en chlore entre 1968 et 1971 de 10 stations d'étude réparties sur le pourtour de l'étang.

La situation peut se schématiser de la façon suivante :

- D'octobre à mai, période de précipitations maximales, l'ensemble des arrivées d'eau douce provoque une remontée du niveau de l'étang et un courant de l'étang vers la mer; la valeur minimale de la salinité se manifeste en général, à la fin de cette période.

- De mai à octobre, période de sécheresse et d'évaporation, le niveau de l'étang s'abaisse; corrélativement une pénétration d'eau de mer a généralement lieu : la valeur maximale de la salinité pour l'année est atteinte à la fin de cette période. La pénétration marine est fonction de l'état du chenal; si son entrée est ensablée, les valeurs maximales se trouvent abaissées et l'écart entre les valeurs extrêmes est réduit.

Cela se traduit ainsi pour les différentes parties de l'étang :

- Dans sa partie médiane les écarts annuels entre les maxima et les minima de la teneur en chlore sont variables et peuvent aller de 5 à 10 gCl/l (maximum et minimum : 3 et 17,5 g Cl/l).

- A l'extrémité sud de l'étang, les variations annuelles se situent dans une gamme de salinités plus basses allant de l'eau presque douce jusqu'à 10 gCl/l.

- La zone située à l'abri de la prequ'île San Damiano subit avec le plus de retard les variations affectant la partie centrale de l'étang.

- La zone du chenal présente des variations allant de 0,5 gCl/l à 22 gCl/l.

La zone d'étude, au niveau des bordigues, peut subir des écarts annuels aussi importants que ceux de la zone du chenal, mais elle peut ne pas être atteinte par certaines entrées d'eau de mer. Ajoutons, en ce qui concerne les écarts annuels qu'il est impossible d'en établir les règles : ils sont sous la dépendance d'un facteur climatique assez irrégulier ( les précipitations) mais sont soumis aussi à un autre facteur qui se manifeste de façon plus arbitraire encore : l'ouverture de l'entrée du chenal.

A noter que la zone choisie a d'autre part l'avantage de présenter une profondeur homogène et par suite, de ne pas subir les contre-coups physico-chimiques résultant des variations de profondeur. Elle est par suite éminemment représentative de la partie centrale de l'étang et se différencie au contraire des parties voisines des rivages où le facteur profondeur joue un rôle essentiel et détermine des gradients des paramètres physico-chimiques, et, où les variations de la nature du fond ne font qu'apporter une complication supplémentaire aux différents problèmes.

#### 4 - CARACTERISTIQUES FLORISTIQUES ET FAUNISTIQUES DE LA ZONE ETUDIEE PAR RAPPORT AU RESTE DE L'ETANG.

L'étude globale des biocénoses des étangs saumâtres corses (de CASABIANCA, KIENER, HUVE, 1973) montre que la salinité est le facteur déterminant de la composition de celles-ci. Le peuplement résulte, en définitive, de l'ajustement plus ou moins satisfaisant des marges préférentielles de salinité de chaque espèce aux fluctuations saisonnières et annuelles des paramètres du milieu. Malgré la forte euryhalinité des espèces végétales et animales rencontrées à Biguglia ( Annexes 1 à 24 ), les fluctuations, disparitions et explosions de populations sont remarquables dans la zone étudiée, comme dans l'étang tout entier.

Les espèces végétales les plus fréquemment rencontrées dans la zone sont : parmi les algues macrophytes, *Chaetomorpha linum*, *Cladophora vagabunda*, *Lophosiphonia subadunca*, *Enteromorpha* du groupe *compressa-intestinalis* et *Ulva lactuca* , parmi les Phanérogames, *Zostera noltii*, *Cymodocea nodosa* et *Ruppia maritima* ; parmi les Diatomées des espèces appartenant aux genres *Melosira*, *Grammatophora*, *Cocconeis*, *Synedra*, *Achnantes*, *Navicula*.

Pour mémoire, on peut donner un aperçu sommaire de la flore de l'ensemble de l'étang.

La partie Nord a sensiblement la même végétation que la zone étudiée.

Dans la moitié Sud, l'herbier à *Ruppia spiralis* devient dominant avec *Cladophora vadorum*.

Dans l'extrême sud apparaît une flore à affinité dulcicole mélangée à l'herbier de *Ruppia*; il s'agit des Phanérogames *Najas major* et *Potamogeton pectinatus* et des algues *Lamprothamnium papulosum*, *Spirogyra* sp., *Spirulina subsalsa* et *Anabaena variabilis*.

En ce qui concerne la faune, les éléments dominants de la zone étudiée sont : parmi les crustacés, les Ostracodes, les Isopodes (*Idotea viridis* , *Sphaeroma hookeri*, *Tanaïs cavolinii*) les Amphipodes (*Corophium insidiosum*, *Erichthonius brasiliensis*, *Gammarus aequicauda*, *Melita palmata*, *Microdeutopus gryllotalpa*), parmi les mollusques : *Hydrobia acuta*, *Brachydontes marioni*, parmi les larves d'insectes: les larves de Chironomes (*Cricotopus*).

Les bordigues présentent des espèces caractéristiques des pieux : *Teredo navalis*, *Mercierella enigmatica*, *Balanus amphitrite*, *Chtamalus stellatus*. On y trouve aussi en abondance l'anémone *Diadumene luciae* et le Bryozoaire encroûtant *Membranipora seurati*, le tout envahi par les crustacés constructeurs. *Sphaeroma hookeri* se localise dans les anfractuosités du bois et *Cyathura carinata* près de la vase, le long des pieux; *Carcinus mediterraneus* est plus abondant ici que dans les zones voisines.

Toutes ces espèces sont caractéristiques de la partie centrale du Nord de l'étang.

A partir de l'extrémité de la presqu'île San Damiano, en allant vers le sud, les crustacés constructeurs deviennent plus rares, les Ostracodes persistent. *Sphaeroma hookeri*, *Gammarus aequicauda* sont partout abondants sur les rives de même que *Idotea viridis*. On retrouve d'ailleurs sur ces rives sensiblement la même faune qu'au centre de l'étang, hormis les crustacés constructeurs.

Sur les fonds vaseux abondent les larves de *Chironomes*, et sur les fonds sableux, *Cardium glaucum*.

Les poissons qui peuplent l'ensemble de l'étang se retrouvent dans la zone étudiée hormis ceux qui sont localisés dans les biotopes sableux (voir Annexes 21 à 24, qui énumère les poissons de l'étang, migrateurs et sédentaires).

## 5 - RESEAU TROPHIQUE DE LA ZONE PAR RAPPORT A L'ENSEMBLE DE L'ETANG.

### A) RESEAU TROPHIQUE DE LA ZONE ( Figure 9).

Il peut être défini de la façon suivante, d'après l'examen des contenus stomacaux :

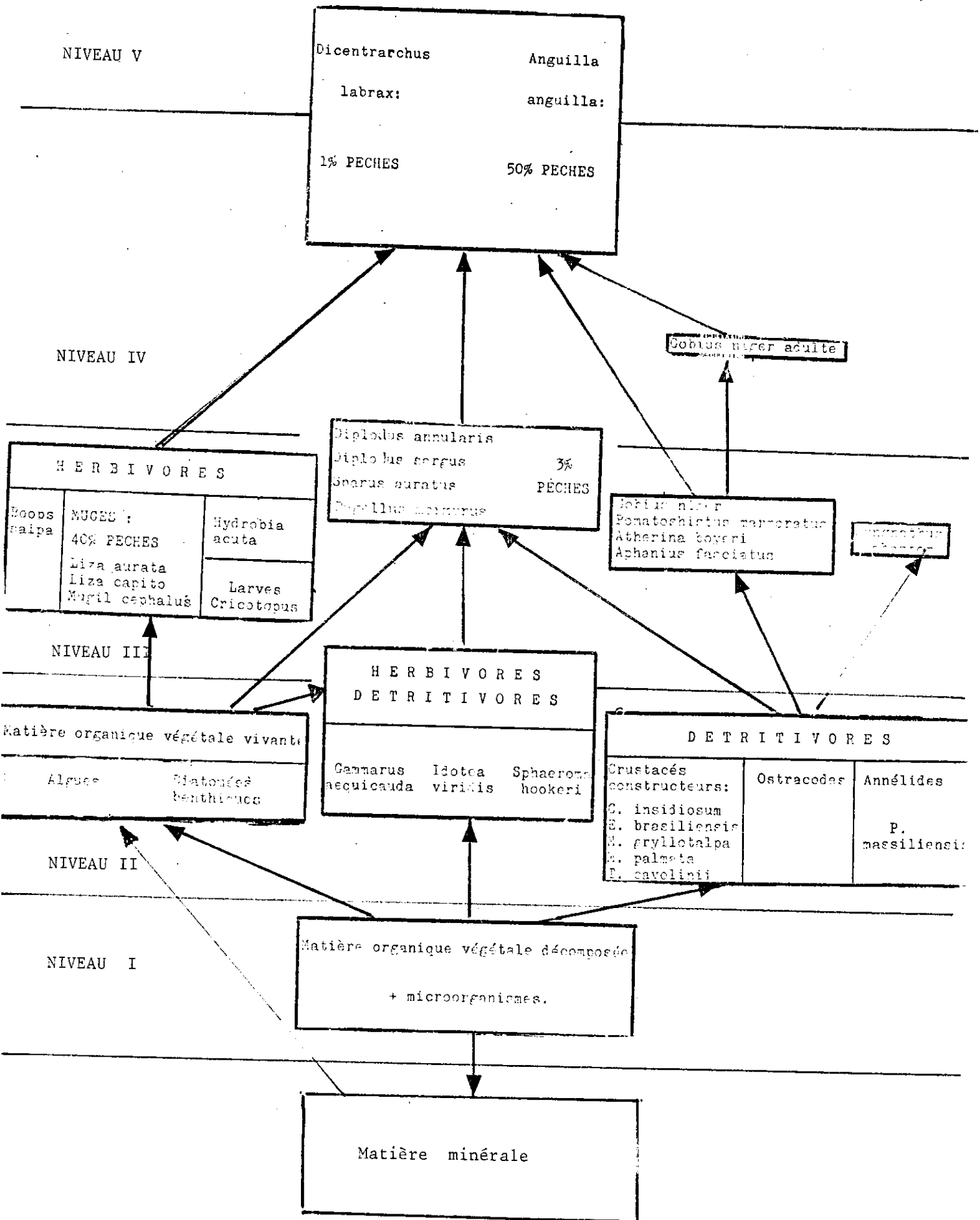
#### a) Premier niveau trophique.

Ce premier niveau est constitué par la matière organique végétale morte en décomposition, contenant des microorganismes.

#### b) Deuxième niveau trophique.

Il est constitué par les utilisateurs de matière organique végétale décomposée, à savoir :

1°) - la matière organique végétale vivante ( algues, Phanérogames, Diatomées benthiques ).



2°) Les détritivores stricts :

Ils sont représentés principalement par les crustacés constructeurs ainsi que par *Cyathura carinata* et les Ostracodes.

3°) Les détritivores-herbivores : (que l'on peut classer dans le deuxième et troisième niveau).

Ils peuvent se diviser en deux catégories :

- Ceux qui sont surtout herbivores : Il s'agit d'*Idotea viridis* qui se nourrit essentiellement de débris végétaux verts, de Diatomées, et de quelques débris organiques décomposés et de *Gammarus aequicauda*, qui a le même régime avec une consommation un peu plus importante de matériel organique décomposé.
- Ceux qui sont surtout détritivores. En fait nous n'en citerons qu'un, *Sphaeroma hookeri* L. qui, exceptionnellement, peut se nourrir de Diatomées benthiques et d'algues filamenteuses.

c) Troisième niveau trophique.

1°) Les herbivores stricts

On distingue parmi eux des poissons et des mollusques.

Parmi les poissons :

Les muges constituent le groupe le plus important, puisqu'il représente à Biguglia 40 % des pêches (50% étant représenté par les anguilles et 10 % par toutes les autres espèces de poissons). Il s'agit de *Mugil cephalus*, *Liza capito* et *Liza aurata*. Du moment où ils pénètrent dans l'étang à une taille de 5-6 cm, les muges se nourrissent essentiellement de Diatomées benthiques, d'algues filamenteuses et de Cyanophycées.

Boops salpa, espèce assez peu abondante, qui se nourrit exclusivement de Phanérogames (son contenu stomacal fait environ le 1/8 du poids du corps).

Parmi les mollusques :

Hydrobia acuta se nourrit principalement de Diatomées épiphytes de *Chaetomorpha* et de *Cladophora*.

- Citons aussi les Copépodes Harpacticoïdes qui ont une nourriture analogue à celle des mollusques précédents.

2°) Les carnivores chasseurs de petites proies :

- Les Gobiidés ( de CASABIANCA et KIENER 1968 et 1969 ) *Gobius niger*, vivant près des fonds, sous les amas d'algues : *Gobius paganellus*, localisé sous les touffes d'algues flottantes; *Pomatoschistus marmoratus* qu'on ne trouve qu'exceptionnellement dans la zone, en bordure.

- *Gobius niger* (15 cm de taille au maximum) se nourrit à 65 % de crustacés constructeurs, de crustacés benthiques (*Gammarus*, *Idotea*, *Mysis*) et de petits poissons (6 %) ; les crustacés constructeurs représentent en moyenne 1/48e du poids de son contenu digestif.

- *Gobius paganellus* (même taille) se nourrit à 47% de crustacés constructeurs et 35 % de larves de *Cricotopus*; il faut ajouter 10 % de petits poissons (en biomasse, 1/16e du contenu stomacal moyen).

- *Syngnathus abaster* se nourrit de crustacés benthiques de petite taille ( constructeurs, Ostracodes, Gammarés, Idotées juvéniles, oeufs de crustacés) et de quelques Foraminifères.

- *Atherina boyeri*. Son alimentation est constituée pour 50 % de Copepodes Harpacticoïdes et 50 % de Gammarés et autres crustacés benthiques.

- Jeunes de Dicentrarchus labrax. L'alimentation des jeunes loups de 5 à 10 cm est moyenne, constituée pour 70 % de Copépodes, les 30 % restant étant répartis entre les Gammarés, les Idotées et les *Hydrobia*; mais à cet âge les loups évoluent plutôt au voisinage des rives que dans la partie centrale de l'étang.

Lorsqu'ils ont de 10 à 20 cm, les petites proies disparaissent du régime alimentaire pour être remplacées par *Gammarus aequicauda*, *Sphaeroma hookeri* et *Platynereis massiliensis*. A partir d'une taille de 20 à 30 cm, *Gammarus aequicauda* et *S.hookeri* représentent en moyenne la moitié du contenu stomacal, le restant étant constitué par des petits poissons (*Gobius*, *Atherina*).

- Jeunes Anguilla anguilla. De 8 à 30 cm, les jeunes anguilles vivent de larves de *Cricotopus*, d'annélides (*P.massiliensis*) et de quelques crustacés benthiques (*Spheromes*, Gammarés) et constructeurs ainsi que des *Hydrobia acuta*.

3°) Les herbivores-carnivores, non chasseurs.



Ce sont des poissons qui consomment, avec les végétaux, les proies qui n'ont pu échapper; il s'agit de *Diplodus annularis*, *D. sargus*, *Sparus auratus*, *Pagellus mormyrus* : ils consomment les algues avec les crustacés constructeurs qui habitent leurs tubes (*Corophiides* et *Aorides*) ainsi que les *Hydrobia acuta*, *Cardium exigum*, *Cricotopus*.

d) Quatrième et cinquième niveaux trophiques.

Il est constitué de carnassiers:

- *Gobius niger* adulte,
- *Dicentrarchus labrax* à partir d'une taille de 20 cm : de 20 à 40 cm cette espèce présente une alimentation mixte de vertébrés et d'invertébrés, et à partir de 40 cm, elle consomme uniquement des petits poissons.
- *Anguilla anguilla*.

B) RESEAU TROPHIQUE DE LA ZONE ETUDIEE COMPARE AU SYSTEME TROPHIQUE GLOBAL DE L'ETANG.

Le réseau décrit dans la zone choisie est assez représentatif de l'ensemble de l'étang de Biguglia; en effet, il comporte les principaux chaînons existant dans une zone à végétation sur sédiments sablo-vaseux, ce qui est le cas de la plus grande partie de l'étang. Tout au plus peut-on constater du nord au sud de l'étang, dans l'alimentation des prédateurs primaires et suivant la diminution générale de la salinité, le remplacement progressif de certaines proies plus caractéristiques de la zone nord (crustacés constructeurs) par d'autres espèces définies comme étant plus adaptées aux salinités plus basses (*Gammarus*, *Sphéromes*).

a) Réseau annexe.

Sur ce schéma général peut se greffer un circuit annexe correspondant aux aires sableuses à végétation clairsemée, dont l'étendue actuelle est limitée à la rive nord-est et à certains points du sud-est de

l'étang, mais dont l'extension n'est pas exclue dans l'avenir, en ce milieu dont l'homme modifie sans cesse l'équilibre.

Ce réseau annexe peut se définir ainsi :

- Niveau I : Les éléments déjà décrits à ce niveau pour les zones de végétation tiennent ici une place marginale; il semble que l'on puisse cependant faire état de la présence d'une flore liée aux sédiments sableux.
- Niveau II : *Cardium glaucum*, *Abra ovata* et les Copépodes ( Harpacticoïdes et Calanoïdes).
- Niveau III : *Pomatoshistus marmoratus* est un chasseur caractéristique de cette zone; les Copépodes représentent 13 % de ses proies, il s'y ajoute des crustacés benthiques ( Gammarus et Sphéromes) et des larves de *Cricotopus*.

*Aphanius fasciatus*, tout en chassant dans cette zone, peut évoluer dans des zones de végétation et, par suite, avoir une alimentation plus riche en crustacés constructeurs que le précédent.

*Dicentrarchus labrax*, de 5 à 5,5 cm, est le seul à posséder une alimentation à base de Copépodes Calanoïdes (60%).

*Solea vulgaris* qui se nourrit d'algues, de *Cardium*, d'*Abra ovata*, de crustacés benthiques.

On peut également trouver *Atherina boyeri* dans cette zone.

- Niveau IV : *D. labrax* adulte peut être considéré comme prédateur secondaire de ce réseau annexe.

Le passage d'énergie par ce niveau annexe est limité, comme en témoigne l'étendue restreinte des points sableux et la rareté des espèces qui les caractérisent, comme *P. marmoratus* et *S. vulgaris*; quant à *D. labrax*, il ne représente que 1 % des pêches globales. On peut noter aussi que le passage d'énergie par les Copépodes, et pour l'ensemble de l'étang, semble très faible par rapport aux autres espèces de crustacés. Ceci apparaît dans l'examen des contenus stomacaux (notamment de *P. marmoratus* : 13 % de proies à Biguglia contre 40 % à Diana et 55 % à Urbino).

#### b) Position des crustacés constructeurs dans l'ensemble des chaînes trophiques de Biguglia.

L'ensemble du réseau trophique de la zone, assez représentatif de celui de la lagune dans son ensemble, peut se ramener à deux principaux passages d'énergie :

- 1) Un passage d'énergie par la matière végétale vivante, sous forme essentiellement de Diatomées benthiques et d'algues macrophytes et aboutissant aux muges (*Mugil cephalus*, *Liza aurata*, *L. capito* qui représentent 40 % des pêches. Il peut y avoir une bifurcation dans le circuit de l'énergie vers *Anguilla anguilla* (prédateurs de jeunes muges).
- 2) Un passage d'énergie par la matière végétale, principalement décomposée et, en moindre importance, par la matière végétale sous forme de Diatomées benthiques - par l'intermédiaire des crustacés benthiques détritivores et herbivores et de leurs principaux prédateurs (*Gobius niger*, *G. pagannellus* et *Atherina boyeri*) pour aboutir aux anguilles qui représentent 50 % des pêches et à *Dicentrarchus labrax* qui n'en représente que 1 %.

Un troisième passage, moins important, peut être aussi noté : par l'intermédiaire des algues macrophytes et des invertébrés benthiques, il aboutit directement à *Diplodus annularis*, *D. sargus* et *Sparus auratus* qui ne représentent que 3 % des pêches.

Les crustacés constructeurs, dont *C. insidiosum* est le représentant le plus important, constituent une proportion appréciable de l'ensemble des crustacés benthiques entrant dans l'alimentation des petits prédateurs primaires servant eux-mêmes de nourriture aux gros prédateurs (anguilles et loups). Ils constituent 56 % des proies de *Gobius*, 6 % de celles des Athérines, 6 % de celles des *Aphanius*, moins nombreux, plus de 10 % de la fraction animale de l'alimentation de *Diplodus annularis*, *D. sargus*, *Pagellus mormyrus*, et *Sparus auratus* et 50 % de celle de *Syngnathus abaster*.

DEUXIEME CHAPITRE

M E T H O D E S



## I. PROBLEMES POSÉS ET PRINCIPES GÉNÉRAUX CONCERNANT LES MÉTHODES UTILISÉES.

Le but général recherché est de connaître la dynamique et la production à l'échelle saisonnière et à l'échelle annuelle des populations de crustacés détritivores en milieu saumâtre, dans une zone choisie, en fonction des variations éventuelles des facteurs du milieu. Cette optique nécessitait la détermination saisonnière de la densité des populations, de leur composition à chaque étape, et des adaptations biologiques de ces populations en fonction des variations du milieu, variations concernant aussi bien les constituants physico-chimiques et les mouvements des eaux (éléments sous la dépendance des facteurs climatiques), que celles relatives à l'environnement végétal et animal du milieu.

On peut donc considérer, dans la zone à étudier, un certain nombre d'ensembles auxquels les méthodes doivent s'adapter : 1) les paramètres physiques et chimiques des eaux, 2) la dynamique de la flore servant de support et intervenant dans l'alimentation des populations de crustacés, 3) la dynamique des populations à étudier, 4) éventuellement, celle des autres éléments de la biocénose qui peuvent avoir une incidence sur cette dynamique (prédateurs et concurrents).

Les critères généraux essentiels des méthodes s'appliquant à ces données sont les suivants :

1) Les méthodes doivent permettre d'obtenir un maximum d'informations recueillies simultanément pour chacun des paramètres étudiés, afin d'obtenir une interprétation aussi exacte que possible de l'évolution saisonnière et annuelle des populations, ce qui est l'objectif principal.

2) Les méthodes doivent être adaptées aux caractéristiques des populations à étudier et à celles de la zone, c'est-à-dire qu'elles doivent tenir compte de leur degré de mobilité, de fragilité et de la succession plus ou moins rapide des générations. D'autre part, ces méthodes doivent se plier aux impératifs posés par les caractéristiques de la zone à étudier, qui, en plus de ses aspects géographique et physique, est un milieu essentiellement saumâtre, présentant des potentialités considérables de fluctuations. Il en résulte que, pour l'ensemble des domaines étudiés,

les méthodes doivent toujours couvrir une marge de variations envisageable au cours du temps et qu'elles doivent aussi tenir compte des variations locales dans l'espace, suivant les différents points de la zone et suivant les niveaux.

3) Indépendamment de ces critères, les méthodes utilisées doivent, au surplus, permettre une adaptation à la situation géographique de la zone étudiée (La Corse) le laboratoire central d'étude étant éloigné (Marseille).

# 1. PROBLEMES POSES ET PRINCIPES GENERAUX CONCERNANT L'ETUDE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX.

A - Les méthodes doivent ici s'adapter aux conditions dans lesquelles les échantillons d'eau sont prélevés (milieu vaseux, envahi de végétation) les échantillons ainsi recueillis subissant très rapidement des altérations. De plus, de nombreux gradients existent dans le milieu naturel. Ils peuvent passer inaperçus au moment du prélèvement lui-même. Ces deux points nous ont conduit à adopter des méthodes immédiatement applicables sur le terrain de préférence à d'autres, plus sensibles ou plus précises, mais exigeant le retour de l'échantillon dans un laboratoire bien équipé.

B - La zone d'étude étant peu profonde, de substrat vaseux et encombrée de masses végétales, on conçoit les énormes variations journalières et nycthémérales que peuvent subir certains paramètres à évolution rapide de l'ambiance (comme le système carbonaté, les gaz dissous, le pH...) sous l'effet de la variation journalière de l'intensité de l'insolation, comme l'a souligné SACCHI (1961). Ces contraintes conditionnent aussi bien l'application des méthodes en vue d'une étude saisonnière que l'interprétation des résultats.

C - Les méthodes classiques d'analyse chimique utilisées pour les eaux douces ou marines (HARVEY, 1963; GENOVESE, 1969; PHILLIPS, 1972; STANDARD METHODS, 1972; ECREMENT, 1972) doivent souvent subir des modifications en eaux saumâtres. (exemple : interaction au chlore et de l'oxygène dans la méthode de Winkler, conduisant à des erreurs de dosage du fait des fortes variations du chlore).

2. PROBLEMES POSES PAR L'EVALUATION DE LA FLORE ET DE LA  
FAUNE ET PRINCIPES GENERAUX CONCERNANT LES METHODES  
UTILISEES.

Cette étude pose le problème de la mesure quantitative de la biomasse des algues et de la faune qui s'y trouve, c'est-à-dire du prélèvement des algues et des crustacés par unité de surface. Cette technique doit s'adapter :

A - Au milieu peu profond, vaseux et présentant une profondeur d'eau variable au cours de l'année.

B - Au matériel à sectionner suivant une surface déterminée et sur toute l'épaisseur de l'eau. Il s'agit d'algues formant un matelas épais, non fixé aux sédiments, et présentant des filaments fins et enchevêtrés.

C - Aux populations de crustacés à prélever; la technique de coupe doit tenir compte d'une certaine mobilité des crustacés et du fait que l'intégralité du prélèvement doit être ramenée.

Cette étude pose également le problème de l'évaluation de la flore et de la faune dans l'ensemble de la zone en raison des variations locales existant dans ce milieu.

3. PROBLEMES POSES PAR L'ETUDE DE L'EVOLUTION DE LA COMPOSITION  
DES POPULATIONS ET DE LEUR DYNAMIQUE.

Les méthodes d'analyse de la composition des populations ne posent à priori aucun problème sérieux, du fait des nombreux critères d'identification des stades (évolution des caractères sexuels secondaires, taille...). Pour éclairer la dynamique de l'espèce, cette méthode d'analyse nécessite cependant, pour la plupart des Amphipodes, des prélèvements fréquents dans les populations qui, même dans cette dernière hypothèse, n'aboutissent pas obligatoirement à une vision exacte de la dynamique, du fait des chevauchements de générations fréquents chez ces espèces ( de CASABIANCA 1968). La solution réside dans l'instauration en milieu naturel d'élevage contrôlés, de crustacés d'âge connu, ce qui nécessite une manipulation et un examen des crustacés avant la mise en



élevage; les procédés à adopter doivent permettre une détermination des stades sans recourir à des examens susceptibles d'entraîner une mortalité. Il est au surplus nécessaire, pour une plus grande homogénéité des résultats, que la technique adoptée pour la détermination des stades en vue des élevages puisse s'étendre à l'analyse de la composition des populations.

Les méthodes exposées ci-dessous, ont été appliquées au cours des trois années 1969, 1970 et 1971.

## II. MÉTHODES DE DÉTERMINATION DES ÉLÉMENTS PHYSICO-CHIMIQUES ET DU MOUVEMENT DES EAUX ET DES FACTEURS INTERVENANT SUR CES ÉLÉMENTS.

1. - DONNEES CLIMATIQUES. Elles proviennent de la station météorologique de Bastia-Poretta, située au niveau de l'extrémité du Sud de l'étang, à dix kilomètres environ de la zone étudiée.

2. - DONNEES SUR LA PHYSICO-CHIMIE DES EAUX. Tous les prélèvements ont été effectués dans la zone située au Nord des bordigues de pêche, en surface et sur le fond situé à 50 cm en moyenne. Les résultats portés, correspondent à des moyennes d'analyses des principaux éléments chimiques, réalisées sur des échantillons d'eau recueillis à 16 h., en différents points de la zone. Pendant la période hivernale, les prélèvements ont eu lieu une fois par mois; l'été leur fréquence a été quadruplée en raison de l'évolution rapide du milieu. Tous les échantillons d'eau ont été prélevés à partir du zodiac Dinghy CNRS, ceux pris au niveau du fond, étant recueillis grâce à une bouteille de 250 cm<sup>3</sup> à bouchon escamotable. Les variations nycthémérales ont été également suivies.

Ont été effectués à l'aide de la mallette portative Hach dotée d'un colorimètre à cellule photoélectrique incorporée permettant le dosage immédiat des éléments sur l'étang d'après le " Standard methods " (1972): le pH, les alcalinités des bicarbonates, des carbonates et des hydroxydes par les mesures de l'alcalinité totale et de l'alcalinité à la phénolphatéine; le CO<sub>2</sub> par alcalimétrie; le SH<sub>2</sub> par papier test; les ortho -, méta- et poly phosphates par mise en évidence successive par la méthode Stannaver et passage au photocolorimètre ; les nitrites et nitrates par réduction du Cadmium (modification de la méthode de Diazotation à l'acide 1 Naphtylamine-Sulfanilique) et passage au

colorimètre, l'ammoniaque par le réactif de Rochelle.

L'oxygène et la température ont été mesurés in situ grâce à l'oxythermomètre à sonde "Dreil"; des enregistrements de températures ont également été effectués à chaque prélèvement, sur une période de quinze jours (enregistrement à disque avec sonde).

Le chlore a été dosé suivant la méthode de Mohr. Les éléments minéraux (Na, Ca, Mg,  $SO_4$ ) dont les rapports ioniques, en toute saison, sont analogues à ceux de la Mer Tyrrhénienne (de CASABIANCA, 1967), et suivent des fluctuations parallèles à ce dernier, n'ont été dosés que pour vérification au cours des été 1969, 1970 et 1971. Toutes les analyses ont été effectuées par moi-même.

3. - DONNEES SUR LE REGIME DE L'ETANG ET LE MOUVEMENT DES EAUX.

La méthode adoptée est celle des mesures de la teneur en Chlore en surface et sur le fond (-50 cm en moyenne); l'établissement des courbes de teneur en Chlore de surface et de fond sont indicatrices des périodes de stagnation de l'étang (dans la mesure où l'écartement entre les courbes est important), ou des périodes de mouvement des eaux (si l'écartement entre les courbes diminue). Dans la deuxième situation le sens du courant est donné par les variations de la teneur en Chlore : une augmentation de la salinité par rapport au prélèvement antérieur indique une pénétration de la mer dans l'étang, et l'inverse, un courant d'eau sortant.

### III. METHODES D'ÉVALUATION DE LA BIOMASSE DES ALGUES ET DE LA DENSITÉ DES POPULATIONS DE CRUSTACÉS.

#### 1. - APPAREIL DE PRELEVEMENT : FAUCHEUSE ROTATIVE VERTICALE POUR PRELEVEMENTS QUANTITATIFS D'ALGUES LIBRES ET DE FAUNE EN MILIEU LAGUNAIRE.

##### A. EXPOSE DU BUT RECHERCHE, DE L'UTILITE DE L'APPAREIL ET DES IMPERATIFS IMPOSES PAR LE MILIEU POUR SA REALISATION.

###### a) Exposé du but recherché et de l'utilité de l'appareil.

L'étude de la densité des populations en vue de l'étude de leur dynamique et de leur production nécessite au départ, l'évaluation de la densité de ces populations dans une zone délimitée, et à cette fin, la réalisation d'un appareil susceptible d'effectuer des prélèvements quantitatifs d'algues et de faune sur une unité de surface déterminée, intéressant toute la colonne d'eau quel que soit le niveau de l'étang (30 cm à 1 m) et ayant une section définie. Celle-ci a été fixée à 100 cm<sup>2</sup>, chiffre présentant une simplicité pour le traitement mathématique ultérieur des informations recueillies, et correspondant à un appareil d'un encombrement moyen, ainsi qu'à une quantité d'algue et de faune suffisante pour la précision des mesures.

La carence générale en engins à prélèvements quantitatifs valables et spécialisés en vue des recherches sur la production marine, se trouve encore aggravée dans le milieu saumâtre, où les engins de prélèvement (filets à plancton et dragues de toutes sortes) sont, en fait empruntés au domaine strictement marin, et sont par suite d'autant plus inadaptés à leur nouveau milieu qu'ils laissent de côté les biotopes particuliers aux eaux saumâtres.

Le milieu limnique n'offre pas plus, à notre connaissance, d'appareil permettant des prélèvements d'algues et de faune suivant une unité de surface définie. Les dragues, " drague-houe " utilisée par SCOTT, HILE et SPIETH (1928 et 1939) et par RAWSON (1930) et la drague d'EKMANN ou de PETERSEN utilisée également par EGGLETON (1952), ainsi que les appareils servant soit à arracher les plantes fixées aux sédiments des lacs (FORSBERG, 1959) soit à les couper à la base (GILLESPIE et BROWN, 1966), sont complètement inadaptés au milieu qui nous intéresse.

Le seul appareil adapté à ces prélèvements semble être la sonde conçue par PETERSEN (1911) et exécutée par GRØNTVED (1957) pour travailler en milieu saumâtre peu profond. Constituée d'un cylindre vertical percé de trous sur toute sa surface et d'une section de vis d'Archimède, tournant dans le cylindre, cet appareil, s'il permet d'effectuer des prélèvements qualitatifs d'algues avec étirement, mouvement tourbillonnant et compression du milieu, ne peut donner une idée précise de l'évaluation de la masse végétale par unité de surface. Même en doublant le cylindre d'un tamis de dimension appropriée, les éléments faunistiques contenus dans les algues prélevées, s'ils ne se sont pas échappés lors de la manoeuvre de prélèvement malgré les diverses perturbations produites, se trouvent inévitablement lessivés au relevage de l'appareil. De plus GRØNTVED ne donne, dans son article, aucune précision sur la fabrication de sa sonde : forme exacte de la section de vis d'Archimède, tranchant de celle-ci, cotes détaillées de l'appareil. D'où la

nécessité de concevoir un appareil permettant de prélever la flore et la faune incluse dans une colonne d'étang verticale (de  $100\text{ cm}^2$  de section), sans apporter au milieu de perturbation appréciable, et de ramener intégralement le prélèvement ainsi opéré en surface. Il est nécessaire d'examiner avec soin les impératifs imposés par les conditions d'emploi de l'appareil recherché dans le milieu considéré.

b) Impératifs imposés par le milieu pour la réalisation de l'appareil : discussion concernant les matériaux à utiliser et les conditions de fonctionnement.

1°) En ce qui concerne les matériaux à utiliser pour la fabrication de l'appareil, il faut tenir compte de l'utilisation de l'appareil en milieu salin et du fait que, devant être utilisé sur le terrain, il doit offrir une grande solidité (résistance aux chocs pendant le transport et résistance au cours de l'emploi sur le terrain lui-même), sans pour autant présenter un poids trop considérable.

2°) La hauteur utile de l'appareil doit tenir compte du plus haut niveau des eaux au moment de l'emploi ( novembre à mai).

3°) Le prélèvement doit s'effectuer sans apporter au milieu de perturbation appréciable. Le végétal servant de support aux populations est l'algue verte libre *Chaetomorpha linum* M., soumise à un développement annuel, dont les différentes phases correspondent à une disposition et à une localisation à des niveaux différents dans l'épaisseur de l'eau. Douée d'une grande élasticité au début du printemps, elle envahit alors toute l'épaisseur de la lagune jusqu'à y entraver par endroits la circulation des barques, puis, tend, au cours de l'été, à s'affaïsser et à se tasser progressivement sur le fond et à se décomposer. Les populations de crustacés évoluent à l'intérieur de cette masse algale flottant plus ou moins entre deux eaux. *Chaetomorpha linum* est constituée de longs filaments simples, durs, qui tendent à croître en bouclant et en s'imbriquant les uns dans les autres, donnant un aspect et une consistance analogue à un matelas de crin. Les crustacés constructeurs utilisent souvent l'intersection de plusieurs filaments pour construire leurs nids. L'enchevêtrement de cette algue est tel que la soustraction d'une poignée d'algue entraîne obligatoirement la distension à longue distance de l'ensemble du matelas d'algues. Toute perturbation du milieu (distension, compression ou étirement) étant à éviter, la pénétration de l'opérateur dans l'eau ( rendue de toute façon quasi impossible à cause du milieu vaseux) est

exclue. Ceci nécessite d'une part, la commande de l'appareil depuis la surface (à partir d'une barque), et, d'autre part, l'attaque du matelas d'algue de haut en bas avec un dispositif permettant une coupe sans bavure des algues.

4°) La pénétration de l'appareil et le relevage du prélèvement doit, de plus, s'effectuer dans un milieu où la visibilité est extrêmement réduite.

L'appareil envisagé devra donc :

- Résister à l'eau salée; ne pas peser un poids trop considérable (maximum 10 kg); ne pas craindre les chocs; ne pas nécessiter un entretien compliqué; être cylindrique; être terminé à la partie inférieure par une partie circulaire tranchante ( $100\text{ cm}^2$  de section); pouvoir travailler dans 1 mètre d'eau; ne pas perturber le milieu; être commandé depuis la surface de l'eau et ramener intégralement le prélèvement opéré à la surface sans visibilité du fond.

## B. ETUDE ET CONCEPTION DE L'APPAREIL.

### a) Etude du matériau.

Le choix du matériau, correspondant aux conditions imposées par le milieu, risque de limiter l'éventail des types d'appareils possibles. Pour cette raison, nous déterminerons donc en premier lieu le ou les matériaux pouvant être utilisés.

1°) Métaux. Sont pratiquement à envisager : l'acier ordinaire, les aciers inoxydables, certains alliages de cuivre (bronze, laiton) et certains alliages de métaux légers.

- L'acier ordinaire, présente de grosses qualités : il peut être trempé en vue de l'obtention d'un tranchant aigu, il se travaille facilement à l'outil, sa soudure ne pose aucun problème, sa résistance mécanique est parfaitement adaptée au but recherché. En revanche, sa passivité en milieu salin est nulle, et, même si l'on fait subir aux pièces après finitions, un traitement anticorrosif (cadmiage ou chromage) qui d'ailleurs supprimerait les avantages du tranchant aigu obtenu précédemment, l'ensemble n'en resterait pas moins soumis à plus ou moins longue échéance à une mise hors de service progressive par oxydation.

- Les alliages d'acier semi-inoxydables (type P<sub>12</sub> ou similaires) permettent une trempe correcte, mais, bien que partiellement inoxydables, ne résisteraient pas suffisamment à l'action prolongée de l'eau salée.
- Les alliages d'acier inoxydable présentent de grosses qualités (solidité et passivité quasi-absolue à l'eau salée) et quelques inconvénients : ils ne peuvent se tremper et le bord tranchant ou la denture de l'appareil devrait être calculé en conséquence; de plus leur travail à l'outil est plus délicat que celui de l'acier ordinaire, et leur soudure correcte pose quelques problèmes.
- Les alliages de cuivre ( bronze, laiton), dont la tenue en milieu salin est correcte, ont pour principales qualités leur facilité de travail à l'outil et leur soudure, mais le bord tranchant ou la denture qui seront indispensables à l'appareil, n'auraient pas un tranchant appréciable.
- Les alliages dérivés de métaux légers, présentent l'avantage considérable de leur légèreté, mais ils sont d'une technologie relativement récente, d'un prix élevé, d'une grande fragilité et d'une dureté faible. La possibilité de taille d'un bord tranchant ou d'une denture, serait encore plus réduite que pour les alliages de cuivre et la réalisation d'un appareil dans ces alliages, dont l'utilisation n'est pas très répandue, présenterait d'assez importantes difficultés pratiques.

2°) Matériaux synthétiques. Certains plastiques durs pourraient en principe convenir à la réalisation de l'appareil étudié, étant pratiquement inaltérables en milieu salin. Ils sont également susceptibles de fournir un tranchant appréciable et possèdent l'avantage considérable de la légèreté. Malheureusement, la fabrication d'un appareil à partir d'un tel matériau ne peut se faire que par injection sous pression dans un moule approprié. Etant donné le prix de revient d'un tel moule, et la complexité de sa fabrication, l'utilisation de ces plastiques ne serait justifiée que pour une fabrication de série ( malgré l'inconvénient des déformations possibles dues au vieillissement) et ne peut être envisagée pour la réalisation d'un prototype. Toutefois, certains accessoires existant dans le commerce ou certaines petites pièces susceptibles d'être fabriquées au tour à partir d'une masse de plastique pourront être retenues, si besoin est, pour compléter un appareil en métal.

Le matériau choisi sera donc l'acier inoxydable, avec, éventuellement, des accessoires en caoutchouc synthétique ou en matière plastique tournée.

b) Principe de l'appareil.

1°) Principe concernant la coupe. Quelle que soit la matière que l'on désire couper, on ne dispose en pratique ( en dehors d'application très particulières telles que le découpage au chalumeau oxyhydrique ou au rayon laser) que de deux principes d'appareils possibles :

- Les appareils de coupe à lame unique fournissant une action simple, la réaction étant fournie par la rigidité de la matière coupée ( couteaux, rasoirs ordinaires, scies, carottiers, etc...). Au cas où la rigidité de la matière à couper s'avère trop faible pour fournir une réaction suffisante dans des conditions de travail lent, ce manque de rigidité peut être compensé par une action de coupe extra-rapide, la réaction se trouvant alors augmentée par l'inertie de la matière coupée ( tondeuse à gazon à lame rotative).
- Les appareils de coupe à deux lames, qui se subdivisent en deux catégories : une lame active et l'autre fournissant la réaction seulement ( massicot, cisaille à levier) ; deux lames actives chacune donnant une action tranchante et la lame antagoniste fournissant la réaction appropriée et réciproquement.

Ce principe d'appareil est le seul à pouvoir être appliqué à des matières ayant une faible rigidité et à des conditions de travail lent (ciseaux à main, faucheuse).

Dans tous ces types d'appareils, l'action de coupe peut être fournie par une lame tranchante ou par une denture aiguisée. Toutefois, le tranchant devra être beaucoup plus mince et l'aiguisage beaucoup plus soigné avec les appareils à action simple.

En ce qui concerne le milieu dont nous envisageons la coupe, la faible rigidité de sa masse se complique d'une assez grande dureté des filaments la constituant. Un dispositif de coupe à action simple exigerait une très grande vitesse de rotation et un bord tranchant extrêmement mince (genre lame de rasoir en bande continue), ou des dents de très faible épaisseur (inférieures à 1 mm), et très finement aiguisées. La très grande vitesse de rotation s'obtiendrait facilement avec un moteur électrique à grande vitesse (10 000 à 20 000 tours minute) mais entraînerait la sujétion d'une batterie d'accumulateurs à bords de la barque, et le maniement d'un tel engin serait à la fois délicat et dangereux. D'autre part, le bord tranchant, ou les dents, étant donné leur minceur, seraient extrêmement fragiles ( risques de chocs sur un obstacle, bois flottant.... ). Cependant, la principale objection réside surtout dans l'impossibilité d'obtenir un bord de coupe ou des dents suffisamment minces et affutées dans de l'acier inoxydable non trempé, dont le milieu

salin impose l'utilisation, ce qui oblige de rejeter cette solution malgré la séduction que présente sa simplicité.

Il est donc obligatoire d'utiliser un appareil de coupe à deux lames fournissant à la fois l'action et la réaction. Etant donné la forme circulaire de la partie tranchante de l'appareil à définir, il ne saurait être question d'utiliser des lames coupantes non dentelées; en effet, deux cylindres concentriques tranchants tournant l'un par rapport à l'autre ne produisent aucun effet de coupe. L'appareil sera donc obligatoirement du type à double denture concentriques. Etant donné la nature de la matière à couper il est évidemment plus avantageux d'adopter un type d'appareil à deux dentures tranchantes ( type faucheuse).

Cet appareil, plus élaboré et plus compliqué à construire que l'appareil simple à rotation ultra-rapide, sectionnera par des mouvements lents, tant dans le sens vertical de pénétration de l'appareil dans le matelas d'algues, que dans le cisaillement horizontal produit par une rotation de faible amplitude ( 30°) des mâchoires dentées. Ces mouvements s'effectueront sans apporter de perturbation appréciable ( compression, étirement ou tourbillon) dans le matelas d'algues traité.

Le choix de l'acier inox non trempé oblige à prévoir la taille des dents dans deux bagues concentriques suffisamment épaisses pour pouvoir être ajustées avec précision, supporter le travail de taille des dents sans ovalisation et laisser aux dents une fois taillées et aiguisées une résistance suffisante, évitant toute déformation d'une dent lors d'un choc contre un obstacle éventuel qui provoquerait le grippage de l'ensemble des deux mâchoires dentées. Pour la même raison, les dents, quel que soit l'angle et le profil retenu ultérieurement, seront légèrement tronquées à leurs extrémités de façon à supprimer la fragilité qu'offrirait une pointe aigüe et le danger qu'entraînerait la présence de celle-ci pour l'opérateur.

Le principe retenu pour l'appareil impose deux caractéristiques de forme à la denture : la pénétration dans le matelas d'algues enchevêtrées devra être facile et la coupe aussi nette que possible. Une bonne pénétration sera obtenue par des dents présentant un angle assez faible (38°) et dont l'épaisseur sera préalablement taillée en biseau avant l'affûtage. L'angle d'affûtage retenu sera celui adopté sur des appareils de type "ciseaux" soit 45°, angle suffisant pour obtenir une coupe nette et ne donnant pas au bord tranchant la fragilité que provoquerait avec l'acier inox un angle plus aigu du type " lame de faucheuse" (30°). La hauteur des dents retenue sera de 15 mm permettant une descente de l'appareil d'environ 10 mm pour chaque mouvement de rotation des mâchoires, soit 50 mouvements d'aller et retour pour une descente d'1 mètre maximum.



Après différents essais, la largeur de l'interdent choisie sera égale à la largeur des dents de façon à permettre un bon engagement des filaments de l'algue lors du mouvement de descente, engagement qui est indispensable pour assurer une coupe correcte, lors du mouvement de rotation des mâchoires qui suit immédiatement le mouvement de descente de l'appareil.

Le jeu entre les dents sera réduit au minimum par l'ajustage à frottement doux, avec un jeu non mesurable, des bagues d'acier inox spécialement tournées pour la taille des deux mâchoires.

2°) Principe concernant le relevage de la prise opérée. Différents systèmes ont été envisagés. Le passage d'un filet sous l'appareil quand celui-ci a atteint le fond de l'étang, après découpage du prélèvement, a été éliminé à cause de la présence de la denture à l'extrémité inférieure de l'appareil.

La descente d'un couvercle en même temps que l'appareil a également été éliminée car elle provoquerait une compression des algues et gênerait considérablement la pénétration de l'appareil dans le milieu. Restait la seule solution possible d'un couvercle amovible qui pourrait se mettre en place une fois le prélèvement découpé et l'appareil touchant le fond de l'étang. La visibilité étant nulle lors de la mise en place du couvercle, il était nécessaire de prévoir une mise en place quasi automatique de celui-ci. Ceci suppose, d'une part, la prévision d'un système de glissière permettant la descente du couvercle, avec une butée en fin de course dans le sens vertical, et d'autre part, la possibilité de rotation de 180° du couvercle, avec butée en fin de course, dans le sens horizontal, ainsi qu'un système de verrouillage du couvercle une fois celui-ci remonté et emboîté sur la mâchoire. La présence de cette glissière soudée au cylindre extérieur conduira à prendre celui-ci comme point fixe et à faire tourner le cylindre intérieur. La légère perturbation apportée par la rotation du cylindre intérieur s'appliquant à des algues déjà sectionnées et emprisonnées n'aura évidemment aucune importance.

#### c) Conclusion de la conception.

L'appareil sera donc en acier inoxydable, pourvu d'une mâchoire à deux dentures concentriques, de forme et de profil assurant une bonne pénétration et une bonne coupe, et comportera un couvercle amovible permettant de ramener l'intégralité de la prise à la surface.

### C. DESCRIPTION ET EXECUTION DE L'APPAREIL.

L'appareil correspondant à cette conception est une faucheuse rotative représentée par le plan d'exécution coté ( Fig. 10 ) et par les photos de l'appareil démonté et du détail des mâchoires (Fig. 11 et 13 ).

L'appareil se compose donc :

a) d'un cylindre extérieur clos à sa partie supérieure par une paroi (percée de 8 trous) sur laquelle est soudé un tube portant à son extrémité une poignée; le bas du cylindre porte la mâchoire extérieure dentée. L'ensemble cylindre et tube supporte, par l'intermédiaire d'entretoises, une glissière qui servira au guidage du couvercle.

b) d'un cylindre intérieur de construction générale identique, mais dont les 8 trous de la paroi supérieure sont doublés par un tamis (vide de maille : 0,2 mm) tenu en son centre par un écrou.

Le tube soudé à la paroi supérieure de ce cylindre porte à son extrémité un filetage sur lequel se visse un levier perpendiculaire terminé par une poignée.

Au montage de l'appareil, ces deux cylindres s'emboîtent l'un dans l'autre de façon à ce que les mâchoires dentées soient en coïncidence. Les deux cylindres peuvent tourner l'un par rapport à l'autre, entraînant l'action de coupe des mâchoires.

Le mouvement de rotation des deux cylindres et de leurs mâchoires respectives l'une par rapport à l'autre devant se faire sans aucun " faux-rond " qui entraînerait des frottements parasites sur la denture, il a été prévu un palier de guidage à collerette aux deux extrémités des tubes, assurant un centrage parfait de l'ensemble, avec un jeu latéral du tube intérieur sur les paliers non mesurable. Le jeu longitudinal des tubes l'un par rapport à l'autre est réglé à une faible valeur, par la position du levier transversal, qui est vissé sur le tube intérieur et qui vient prendre appui sur la collerette du palier correspondant. La position correcte est déterminée une fois pour toutes et se trouve assurée au montage de l'appareil par la présence d'une vis pointeau tombant dans une saignée longitudinale pratiquée dans le filetage du tube intérieur. Un contre-écrou de blocage, moleté, est vissé ensuite au dessus du levier transversal, sur le même filetage, et assure la rigidité de l'ensemble, quels que soient les efforts auxquels il sera soumis.

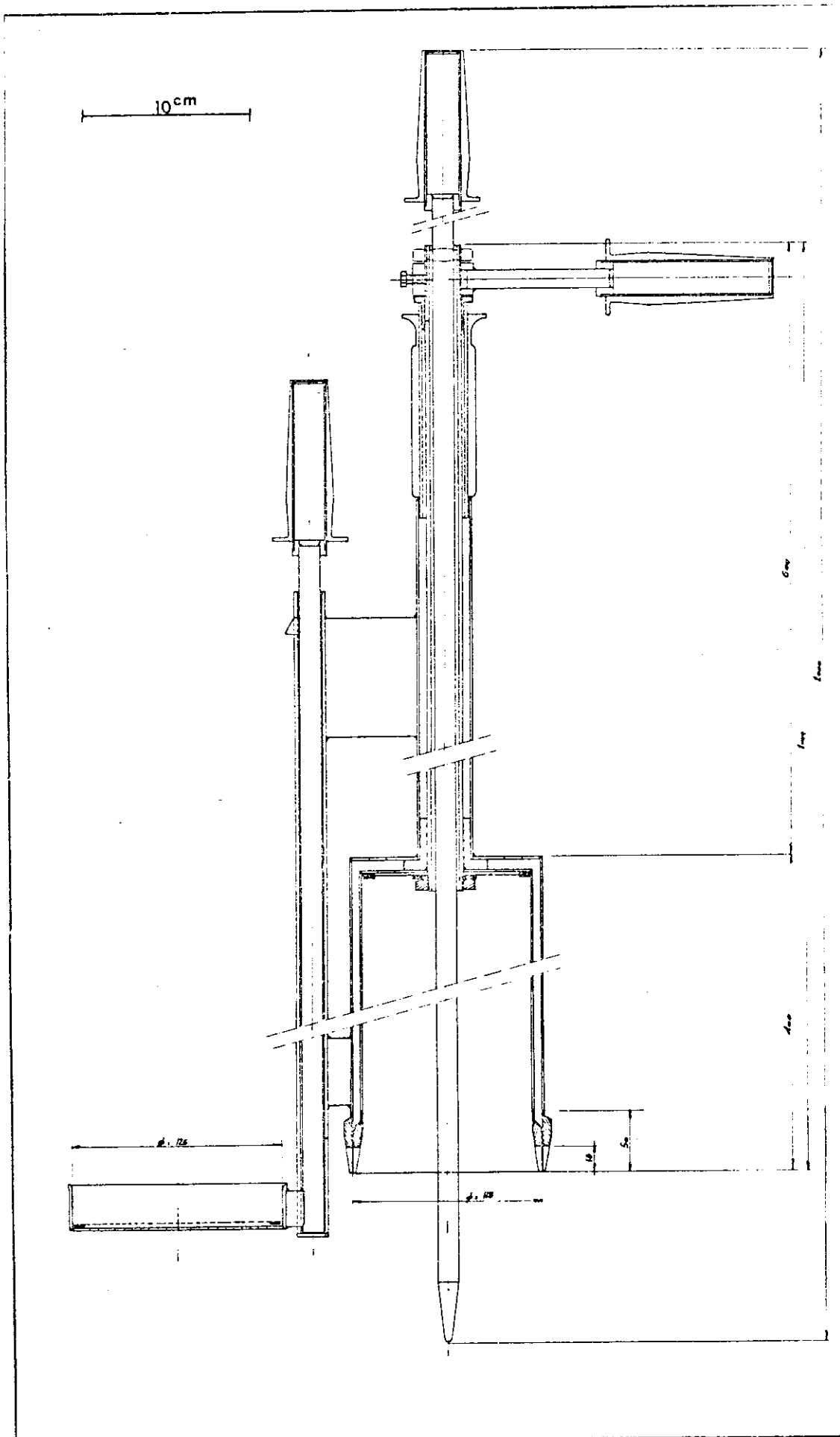


Figure 10 : plan d'exécution de l'appareil.

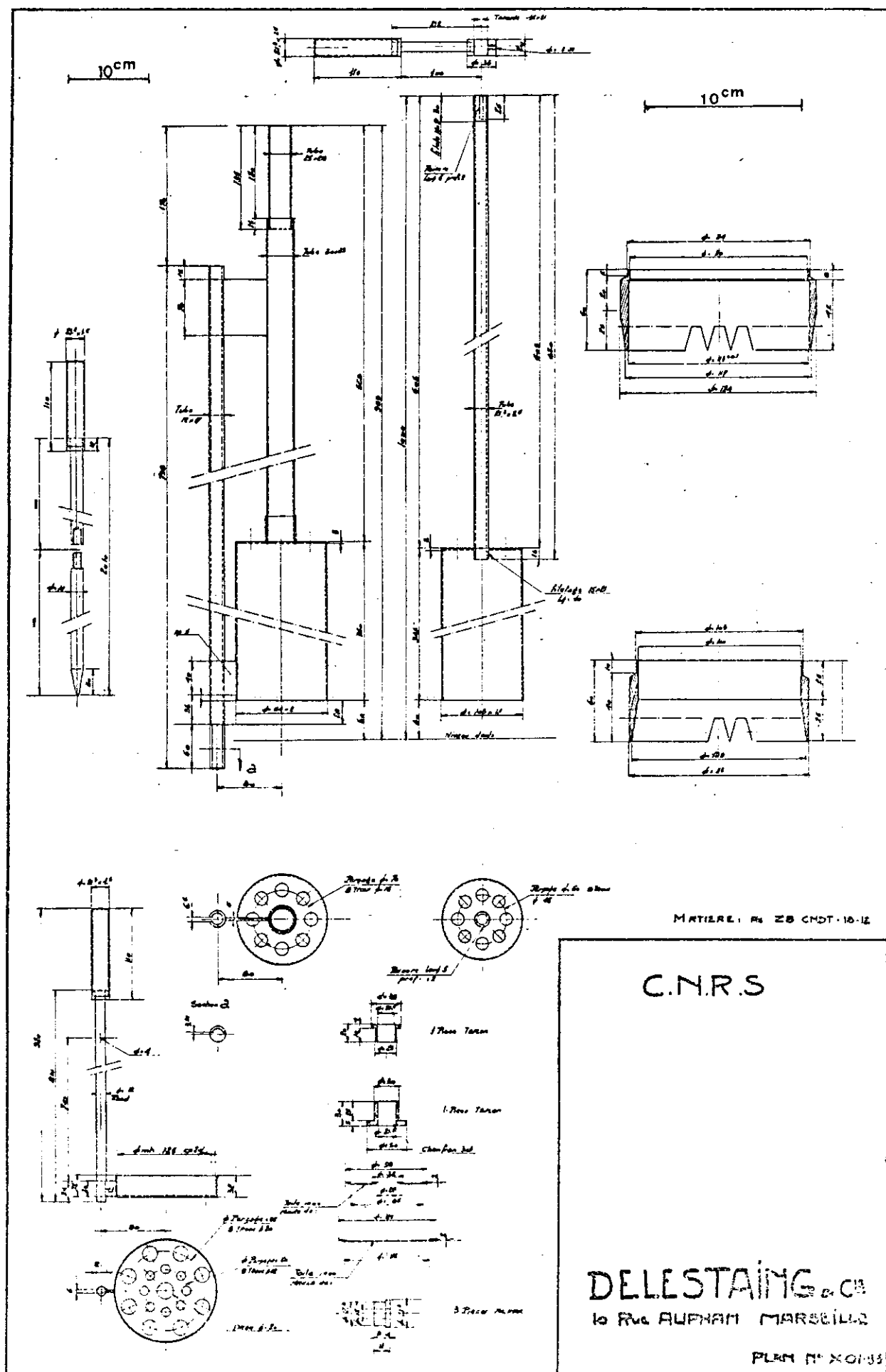


Figure 11 : Appareil démonté (cylindre extérieur, cylindre intérieur, couvercle amovible et broche de guidage en deux parties).

Bien que l'appareil doive travailler dans une profondeur d'eau d'un mètre, les cylindres ont une hauteur de seulement 40 cm, ceci afin de réduire le poids de l'appareil. Il en résultera à l'utilisation une légère compression des algues prélevées. Toutefois, le matelas d'algues n'atteignant jamais un mètre d'épaisseur, et la compression se produisant sur des algues déjà sectionnées et emprisonnées, cette légère compression n'offre aucun inconvénient.

L'épaisseur des cylindres et des tubes a été choisie pour respecter les impératifs de poids et de solidité, et varie, selon les pièces, de 1,5 à 2 mm.

Les mâchoires terminant les deux cylindres à leur partie inférieure portent 16 dents sur chaque denture. Elles sont taillées dans deux bagues de 6 mm d'épaisseur, ajustées à frottement doux; cette épaisseur est nécessaire pour que ces pièces puissent supporter un travail de tournage et, ultérieurement, de découpage des dents sans ovalisation appréciable.

Les bagues sont taillées en biseau sur leur partie inférieure, et ramenées, à leur partie supérieure, à une épaisseur correspondant à celle du cylindre à la base duquel elles seront soudées bord à bord.

Les dimensions des dents sont : 15 mm de haut, 10 mm de large, l'interdent étant de 10 mm. L'extrémité des dents est tronquée de façon à présenter une largeur de 2 mm. Les bords tranchants des dents sont affûtés selon un angle de 45°. Il en est de même de la partie tronquée et de l'interdent.

Le couvercle amovible. Le couvercle a une hauteur suffisante pour recouvrir largement la denture. Son fond est perforé de neuf trous et doublé d'un tamis (vide de maille : 0,2 mm) monté sur une couronne. Ce couvercle est soudé par l'intermédiaire d'une entretoise à une tige terminée par une poignée. Cette tige coulissera dans la glissière de guidage que supporte le cylindre extérieur. Cette glissière cylindrique est constituée par un tube, comportant une fente longitudinale, assurant le passage de l'entretoise du couvercle et se terminant, en fin de course, par une butée limitant le mouvement de descente verticale de ce couvercle à une position légèrement plus basse que celle des dents. Dans cette position, la glissière de guidage est découpée de façon à permettre une rotation à 180° du couvercle, une seconde butée limitant ce mouvement de rotation de façon à amener le couvercle exactement en dessous des dents et à permettre de le remonter pour s'emboîter sur celles-ci, d'une manière quasi-automatique et sans visibilité de l'opérateur. Une goupille fixée au bout d'une chaînette et traversant la tige portant le couvercle, juste en dessous de la poignée, permet de verrouiller l'ensemble.

D) Utilisation de l'appareil

Figure 12 : Mode d'emploi de l'appareil

A.

La broche de guidage centrale étant plantée dans le fond de la lagune, l'opérateur fait descendre l'appareil en animant les mâchoires d'un mouvement rotatif et alternatif de faible amplitude, au moyen des poignées prévues à cet effet, qui provoque le cisaillement des algues sans perturbation appréciable du milieu.

B.

Lorsque l'appareil est parvenu au fond de la lagune, la broche de guidage est retirée. Elle sert alors à écarter les algues se trouvant au voisinage de la glissière du couvercle de façon à permettre la descente de celui-ci en eau libre.

C.

Quand le couvercle touche le fond, l'ensemble des cylindres est relevé d'environ 3 cm afin de permettre la rotation de 180° du couvercle et son emboîtement sur les mâchoires.

D.

Un verrouillage maintient le couvercle en place, et l'appareil est alors extrait de l'eau qui s'écoule par le fond du couvercle emprisonnant ainsi la colonne d'algues qui faisait l'objet du prélèvement, soit 100 cm<sup>2</sup> de surface sur la profondeur de la lagune.



Figure 13 : Mâchoires et extrémité inférieure de la glissière du couvercle.

La broche de guidage. La descente verticale de l'appareil lors de son utilisation sera assurée par une broche de guidage de 2 m de long coulissant librement dans le tube intérieur, terminée à une de ses extrémités par une pointe mousse, qui sera enfoncée dans le fond de l'étang, et à l'autre extrémité par une poignée.

La conception même de l'appareil entraîne un démontage extrêmement facile et sans outillage particulier, puisqu'il suffit d'enlever le contre-écrou bloquant le levier transversal, de dévisser la petite vis pointeau, et de dévisser ce levier libérant ainsi les deux cylindres et leurs tubes, les uns par rapport aux autres. Le poids calculé en fonction des matériaux utilisés est de 8 kg  $\pm$  5%.

La fabrication de l'appareil. L'appareil est entièrement fabriqué en inox type NSMC, dureté 130-190 Brinell. Sa fabrication, exception faite de la mâchoire, n'a pas posé de difficulté majeure mises à part les particularités que présente le travail de l'acier inox (soudure sous atmosphère d'argon). Seul un parfait ajustage des bagues a dû être exigé au tournage.

Il n'en a pas été de même de la taille des dents. En effet si la taille de denture du type faucheuse ne présente aucune difficulté à exécuter sur une lame rectiligne, il en est tout autrement quand il s'agit d'obtenir une mâchoire circulaire. Il n'existe aucune machine semi-automatique pouvant accomplir ce travail, qui se trouvait, au surplus, compliqué par le fait que, pour une bonne pénétration de l'appareil dans le matelas d'algues, il était indispensable que les interdents subissent le même affutage que les dents elles-mêmes. Le problème a toutefois été résolu par l'utilisation d'une fraiseuse universelle à plateau circulaire et diviseur, la finition étant exécutée à la main.

Après réalisation de l'appareil, son poids est effectivement de 7,65 Kg soit 4,5 % de moins que le poids calculé.

Après essais, il est apparu nécessaire de procéder à une légère mise au point portant sur les détails suivants.

- 1°/ La broche de 2 m primitivement prévue d'une pièce a été rendue démontable en deux morceaux de 1 m pour faciliter son transport,
- 2°/ les paliers de guidage des tubes ont été remplacés par des paliers en teflon tournés dans la masse, ce qui élimine la tendance au grippage de l'acier inox trop bien ajusté,
- 3°/ Le tamis qui garnit le fond du couvercle a été rendu amovible, aux fins de remplacement instantané sur le terrain en cas d'avaries. Pour ce faire, le tamis, soudé sur une couronne de 2 mm d'épaisseur, est emboîté librement dans le couvercle. Un jonc de section carrée, monté sous

contrainte dans le couvercle, maintient fermement le tamis en place.

- 4°/ La lubrification grasse des pièces portantes ( paliers et mâchoires ) a été remplacée par une lubrification sèche : utilisation d'un aérosol déposant un film extra-mince d'antifricction à base de teflon et de vydax ( Sprüh mit Teflon, de PAMPUS - Germany).

Après mise au point, l'appareil correspond strictement aux conditions qui ont été imposées par le travail et le milieu prévu. Il donne entièrement satisfaction, assurant le prélèvement sans perturbation appréciable et sans pertes au relevage, des algues et de la faune contenues dans une colonne d'eau de 100 cm<sup>2</sup> de section sur un mètre de hauteur au maximum. Le poids de l'appareil est de 23,5 % inférieur au poids maximum accepté. Son transport ne pose pas de problème, le couvercle mis en place protégeant les dents contre les chocs éventuels et assurant la sécurité de l'utilisateur. Son utilisation, aussi bien que son démontage pour l'entretien est facile et sa solidité est largement calculée.

## 2.- METHODES D'EVALUATION DE LA BIOMASSE VEGETALE ET DE LA DENSITE DES POPULATIONS.

### A. BALISAGE DE LA ZONE ET EVALUATION DES ESPACES VIDES.

On procède à un balisage de la zone de 1000 m<sup>2</sup> par des fils à repères colorés, des flotteurs lestés et des repères attachés aux piquets des bordigues.

Les espaces vides de végétation sont évalués en cours de balisage.

### B. PRELEVEMENTS.

La zone a été partagée en trois bandes parallèles aux bordigues et délimitées comme suit, à partir des bordigues, du Sud au Nord : la première de 20 cm de large, le long des bois; la deuxième de trois mètres de large, la troisième de 6,80 m de large. Cinq prélèvements de l'algue *Chaetomorpha linum* sont effectués dans chacune des bandes pour permettre une évaluation de la densité des populations dans chaque bande. Ces prélèvements sont constitués par des carottes prenant toute l'épaisseur de

la lagune et effectuées au moyen de la " faucheuse rotative à prélèvements". De plus, deux séries de prélèvements sont effectués dans la partie superficielle du matelas d'algues et dans la base du matelas d'algues, pour permettre de comparer des variations de densité des crustacés en surface et en profondeur.

#### C. EXTRACTION DES CRUSTACES.

L'extraction des crustacés de leurs tubes, fixés à la végétation, est obtenue par lessivage sous pression du contenu de l'échantillon, les crustacés qui sortent de leurs tubes sont recueillis sur des tamis; les tamis choisis sont de 0,5 mm de vide de maille ( sélectionnant les adultes de *C. insidiosum* ) et de 0,2 mm de vide de maille ( sélectionnant les juvéniles de *C. insidiosum* ).

#### D. EVALUATION DE LA BIOMASSE VEGETALE.

L'évaluation de la biomasse végétale se fait par mesure du poids moyen par colonne en poids humide. Les résultats en poids sec ont été obtenus par équivalence ( 30 g de poids humide = 2,7 g de poids sec). Une correction est apportée pour l'ensemble de la zone pour tenir compte des espaces vides de végétation.

#### E. EVALUATION NUMERIQUE DE LA FAUNE.

L'analyse de l'ensemble des carottes par bande donne un nombre d'individus moyen par colonne et par bande sur 100 cm<sup>2</sup>. Pour l'évaluation dans l'ensemble de la zone, deux corrections sont apportées, l'une concernant les espaces vides de végétation, l'autre concernant la largeur des bandes.

Les résultats sont donnés par m<sup>2</sup> d'étang, pour l'ensemble de la zone de 1000 m<sup>2</sup>, et successivement pour les juvéniles et les adultes de la population. La séparation entre juvéniles et adultes a été effectuée dans le but de déceler les différences de localisation pouvant exister dans la zone pour ces deux catégories.

#### IV. MÉTHODES DE DÉTERMINATION DE LA COMPOSITION SAISONNIÈRE DES POPULATIONS ET DE LA DYNAMIQUE DE C. INSIDIOSUM.

##### 1. ANALYSE SAISONNIÈRE DE LA COMPOSITION DES POPULATIONS. =====

La méthode consiste à effectuer des prélèvements réguliers dans les populations naturelles afin d'en suivre les variations successives de composition; ces prélèvements coïncident avec ceux effectués pour l'étude de la densité des mêmes populations.

Après prélèvement des algues, les crustacés sont extraits de la végétation par lessivage sous pression et recueillis sur une série de tamis de calibres choisis de façon à correspondre aux stades morphologiques successifs par lesquels passe l'espèce. Ces stades sont définis par l'apparition des caractères sexuels secondaires (page 8), qui distinguent les sexes dès la naissance et évoluent jusqu'à la maturité. C'est toutefois seulement pour la femelle que l'on peut distinguer trois stades successifs très nets jusqu'à la maturité comprise; ces stades sont marqués par l'apparition d'épines sur l'antenne II, dans le sens distal-proximal, le maximum d'épines correspondant aux caractéristiques de l'adulte.

L'examen classique des stades (montage entre lame et lamelle et examen microscopique) permet de classer et d'isoler ainsi les jeunes femelles en divers stades jusqu'à leur maturité et les mâles non pubères des mâles pubères (pédoncule à la base de l'antenne I.)

L'utilisation des tamis permet de séparer les individus mâles et femelles en classes d'âge correspondant aux stades morphologiques de leur développement à 25° :

Le tamis de 0,2 mm de vide de maille retient les individus femelles au stade à 0.I.I. épines (sens distal-proximal sur l'antenne II).

Le tamis de 0,3 mm de vide de maille retient les femelles du stade à 1.2.1. épines sur l'antenne II.

Le tamis de 0,4 mm de vide de maille retient les femelles du stade à 2.2.1. épines sur l'antenne II (caractères sexuels) ; ce tamis est celui qui peut retenir les plus jeunes femelles gestantes et les plus jeunes mâles pubères, en période estivale.

Les tamis de 0,6 et 0,7<sup>mm</sup> de vide de maille correspondent à de très gros individus ( généralement de la génération de printemps).

Ces différents tamis définissent des classes de taille et de poids ( Annexe 25 ).

Dans chaque classe ainsi définie les crustacés sont séparés en mâles et femelles; les jeunes nécessitent toutefois un montage pour vérification du sexe.

Les femelles sont divisées en trois groupes :

- femelles à lamelles incubatrices courtes, sans soies ou avec soies courtes qui n'ont jamais effectué de ponte;
- femelles gestantes, porteuses d'embryons dans leurs lamelles incubatrices;
- femelles à lamelles incubatrices longues à soies longues qui ont eu au moins une portée.

Le stade où les femelles sont gestantes, et non incubantes, avec lamelles longues est extrêmement bref et donc négligé.

La connaissance numérique de la densité des populations et la connaissance du pourcentage de chaque catégorie ont facilement permis la détermination en biomasse de ces résultats, après appréciation du poids sec de chaque catégorie d'individus (l'Annexe 25 donne les équivalences poids-stades et indique au surplus la dispersion des tailles à l'intérieur de chaque tamis).

## 2. ELEVAGES CONTROLES EN VIVIER, DANS LE MILIEU NATUREL.

### A - PRINCIPE ET BUT DE LA METHODE.

La méthode consiste à faire des élevages contrôlés en milieu naturel. Des *Corophium insidiosum* C. de sexe et de stade connus sont placés dans des viviers clos et immergés dans l'étang. L'intérieur de chaque vivier est séparé du milieu externe par un filet permettant la circulation de l'eau et le transfert de nourriture, mais interdisant aux plus jeunes crustacés, mis ou nés en élevage, de sortir. L'état des populations contenues dans les viviers peut être contrôlé à la fin de la période d'immersion. Les élevages sont effectués sur des " cohortes " correspondant à chacun des stades décrits plus haut ( structure des populations naturelles ).

Ceci a permis, aux différentes périodes de l'année et en fonction des températures :

a) De contrôler les données biologiques suivantes :

Croissance des crustacés de chaque stade, temps nécessaire pour parvenir à la maturité, nombre et importance des portées, durée de la gestation et de l'incubation, longévité, durée d'une génération.

b) D'établir certains éléments de base permettant par la suite d'obtenir des résultats concernant la production estivale des populations :

Accroissement en nombre d'individus et en biomasse de chaque cohorte de stade connu, pendant des laps de temps donnés, au cours des deux étés 1970 et 1971.

c) De contrôler la croissance de l'algue *Chaetomorpha linum*.

B - DESCRIPTION DU MATERIEL ET INSTALLATION (Figure 14.)

Ayant tendance à flotter, les viviers de 1000 cm<sup>3</sup> choisis sont en plastique souple, le couvercle et le fond du vivier sont découpés en cercles en laissant une bande d'un centimètre à la périphérie. Deux cercles de tissu nylon Blutex sont ajustés avec de la colle plastique sur le fond et le couvercle après passage des parties à coller au papier abrasif. Le tissu nylon Blutex utilisé possède un vide de maille de 240 à 260 microns correspondant au tamis qui retient les plus jeunes *Corophium* après lessivage sous pression. L'anse du vivier est reliée à un lest par un fil de nylon réglant la hauteur de flottaison des viviers.

L'intérieur du vivier est séparé du milieu externe par un filet nylon Blutex permettant la circulation d'eau et l'apport de nourriture. En effet ces crustacés, détritivores et microphages se nourrissent sans quitter leur tube constitué de débris organiques; ils provoquent un courant d'eau à l'aide de leurs pléopodes et rabattent ensuite les particules de matière organique en suspension dans l'eau à l'aide de leurs antennes I et II sur leurs pièces buccales.

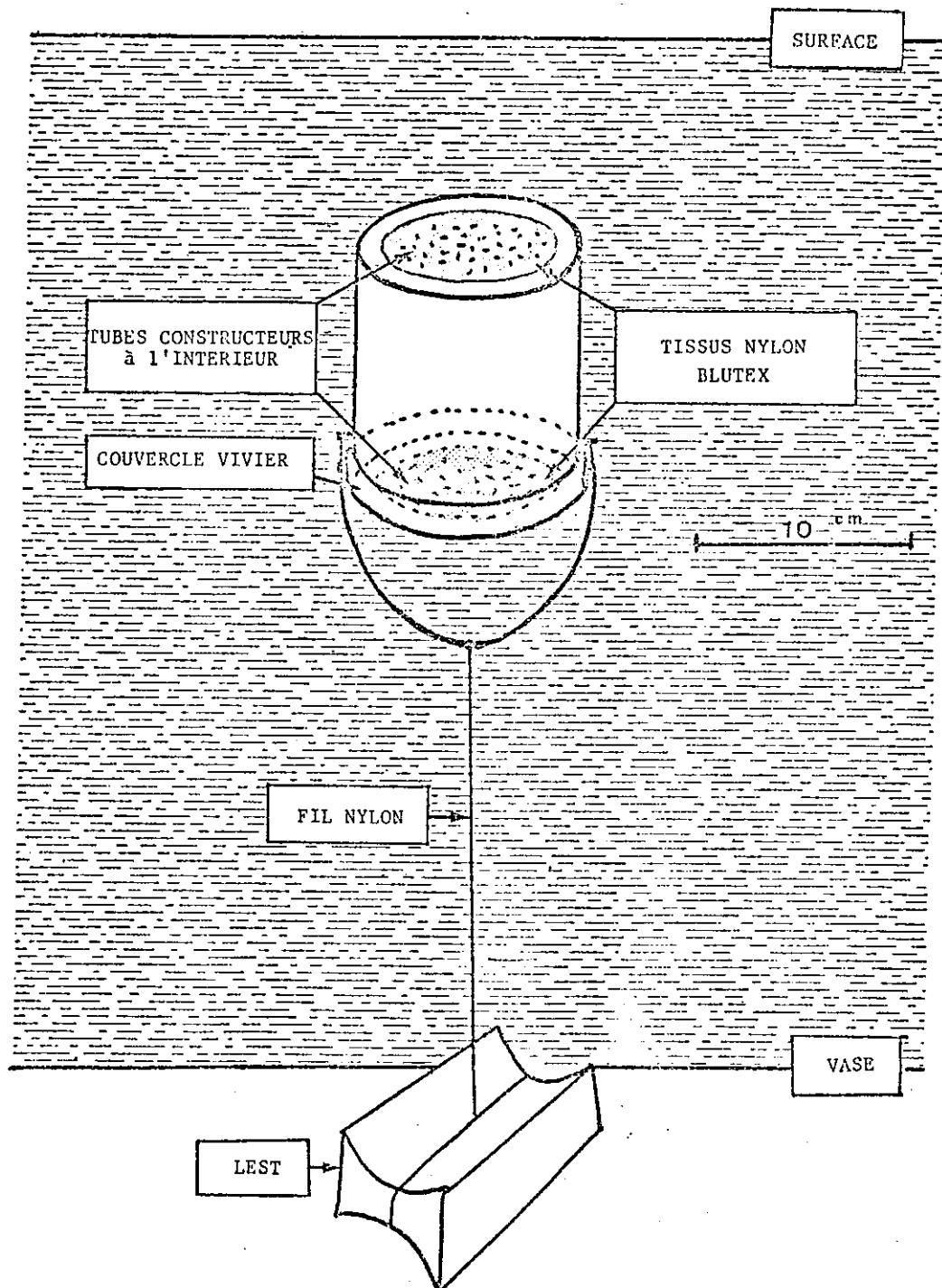


Figure 14 : détail d'un vivier pour élevage contrôlé en milieu naturel.



Dans les viviers, ils construisent leurs tubes sur la trame aérée du filet nylon lui même, mais ne disposent jamais leurs tubes sur les algues ou autres supports qu'on a pu mettre à l'intérieur du vivier. Ils sont donc en contact direct avec l'eau extérieure, puisque la partie ventrale des tubes est aérée, contrairement à ce qui se produit dans les conditions normales de construction.

La seule matière organique, utilisée pour la construction des tubes et la nourriture, est constituée par des particules fines de matière organique provenant de l'extérieur, même si l'on introduit au préalable des algues et de la matière organique. Dans les viviers, la lumière reçue est voisine de celle régnant au sein de la masse d'algues. De même qu'au cours des expériences de laboratoire, on ne remarque pas dans le milieu naturel de phototropisme agissant sur l'orientation de tubes à construire.

Les deux côtés du vivier sont utilisés sauf dans les cas de très grosse putréfaction du fond où le côté inférieur est délaissé. La densité de construction des tubes peut être influencée par l'inclinaison du vivier qui intervient dans l'accumulation de matière organique sur son côté le plus souvent incliné.

La partie externe du treillis n'est pas obturée par des constructions de tubes effectuées à l'extérieur du vivier; ces derniers sont uniquement disposés sur le rebord plastique du vivier.

### C. PROCESSUS DES MANIPULATIONS.

#### a) Immersion

La manipulation et l'immersion des crustacés doivent être faites le plus rapidement possible en raison de leur fragilité extrême et afin d'éviter tout risque d'erreur qui puisse être imputable aux conditions de transfert. Aussi le travail se fait-il sur le terrain même, dans le "zodiac" autant que possible. Les viviers sont préparés à l'avance dans des cuvettes à demi emplies d'eau fraîche de l'étang. Des algues ou tout autre support facile à rincer ( écorce de bois) sont prélevés et passés au tri sur tamis inox à l'eau d'étang . Les *Corophium* se trouvent entraînés par le courant léger et retenus sur divers tamis en fonction du diamètre de leur corps par un procédé analogue à celui utilisé pour l'étude de la composition de la populations ( tamis de 0,2; 0,4; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 et 1 mm de vide de maille).

Les individus recueillis sur les tamis, toujours humides, sont placés dans les viviers à l'aide d'un pinceau fin.

Les individus recueillis sur les tamis de 0,5 de vide de maille ( et plus rarement de 0,6 et 0,7 mm ne se trouvent en général qu'au mois de Mai); ce sont des adultes, et leur sexe; de même que la présence d'embryons dans les lamelles incubatrices des femelles, peut être visible à l'oeil nu, pour un opérateur exercé. Une partie connue de la cohorte retenue sur chaque tamis est donc immergée après comptage des individus et notation de l'état de gestation des femelles, une fraction de la cohorte, est fixé au formol pour vérification au laboratoire.

Les individus recueillis sur les autres tamis ( 0,4; 0,3 et 0,2 de vide de maille) sont également comptés; d'autre part, une fraction connue de la cohorte est prélevée par vérification au laboratoire du nombre d'individus, de leur taille et de leur état de maturité ( montage pour observation au microscope).

Les viviers sont ensuite immergés et fixés avec un lest à 20 ou 30 cm du fond, et flottent entre deux eaux. Le point d'immersion choisi, situé à un mètre de la barrière de la bordigue, est un lieu de prédilection pour les *Corophium* car il est riche en matière organique en suspension dans l'eau.

#### b) Fixation

Les viviers étant prélevés, leur contenu est ensuite passé au tri et recueilli sur différents tamis comme il a été dit précédemment pour l'immersion, mais avec un jet d'eau sous pression . Les individus de chaque catégorie sont ensuite comptés, mesurés et leur état de maturité est déterminé au laboratoire.

### D - AVANTAGES DE LA METHODE,

#### a) Des conditions aussi proches que possible du milieu naturel.

Il faut souligner l'intérêt de la recherche directe des données par cette méthode d'élevage dans le milieu naturel, bien que les exemples en soient rares dans la littérature : malgré la marge d'approximation que cette méthode comporte, les résultats sont plus fiables que ceux obtenus en laboratoire, malgré une précision apparemment plus grande de ces derniers et cela pour trois raisons :

- les conditions d'élevage en laboratoire ne peuvent reproduire exactement, quelque soin que l'on prenne, celles rencontrées en milieu naturel;
- le milieu saumâtre est particulièrement difficile à reconstituer et comporte des fluctuations que l'élevage en laboratoire ne saurait reproduire; les conditions physico-chimiques du milieu naturel réalisent un équilibre dynamique qui tend à évoluer rapidement in vitro, vers des conditions totalement différentes.
- l'élevage en vivier et dans le milieu naturel élimine les traumatismes résultant du transport des sujets mis en expérience.

Il faut noter au surplus, la simplicité d'application et la facilité d'emploi de cette méthode pour un chercheur isolé.

b) Une évolution à l'abri des prédateurs et concurrents :

La différence essentielle entre l'élevage contrôlé et l'évolution normale, semble être le fait que les populations en viviers se développent à l'abri des prédateurs, des concurrents et des accidents divers. Mais cette situation pourra être mise à profit pour une appréciation par comparaison des pertes pouvant résulter de risques que comporte un développement libre dans le milieu naturel.

### TROISIEME CHAPITRE

#### ETUDE DES FACTEURS INTERVENANT SUR LA DYNAMIQUE DE C. INSIDIOSUM

( 1969 - 1970 - 1971 )

Les individus recueillis sur les tamis, toujours humides, sont placés dans les viviers à l'aide d'un pinceau fin.

Les individus recueillis sur les tamis de 0,5 de vide de maille ( et plus rarement de 0,6 et 0,7 mm ne se trouvent en général qu'au mois de Mai); ce sont des adultes, et leur sexe, de même que la présence d'embryons dans les lamelles incubatrices des femelles, peut être visible à l'oeil nu, pour un opérateur exercé. Une partie connue de la cohorte retenue sur chaque tamis est donc immergée après comptage des individus et notation de l'état de gestation des femelles, une fraction de la cohorte, est fixé au formol pour vérification au laboratoire.

Les individus recueillis sur les autres tamis ( 0,4; 0,3 et 0,2 de vide de maille) sont également comptés; d'autre part, une fraction connue de la cohorte est prélevée par vérification au laboratoire du nombre d'individus, de leur taille et de leur état de maturité ( montage pour observation au microscope).

Les viviers sont ensuite immergés et fixés avec un lest à 20 ou 30 cm du fond, et flottent entre deux eaux. Le point d'immersion choisi, situé à un mètre de la barrière de la bordigue, est un lieu de prédilection pour les *Corophium* car il est riche en matière organique en suspension dans l'eau.

#### b) Fixation

Les viviers étant prélevés, leur contenu est ensuite passé au tri et recueilli sur différents tamis comme il a été dit précédemment pour l'immersion, mais avec un jet d'eau sous pression . Les individus de chaque catégorie sont ensuite comptés, mesurés et leur état de maturité est déterminé au laboratoire.

### D - AVANTAGES DE LA METHODE,

#### a) Des conditions aussi proches que possible du milieu naturel.

Il faut souligner l'intérêt de la recherche directe des données par cette méthode d'élevage dans le milieu naturel, bien que les exemples en soient rares dans la littérature : malgré la marge d'approximation que cette méthode comporte, les résultats sont plus fiables que ceux obtenus en laboratoire, malgré une précision apparemment plus grande de ces derniers et cela pour trois raisons :

## TROISIEME CHAPITRE

### ETUDE DES FACTEURS INTERVENANT SUR LA DYNAMIQUE DE C. INSIDIOSUM

( 1969 - 1970 - 1971 )

# I. PHYSICO-CHIMIE DES EAUX DE LA LAGUNE DE BIGUGLIA

Variations locales saisonnières et annuelles

(Années 1969 - 1970 et 1971)

## I. PRINCIPAUX FACTEURS INTERVENANT SUR LES CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX DE LA LAGUNE ET LEURS VARIATIONS ANNUELLES DE 1969 A 1971.

Parmi les nombreux facteurs agissant sur la constitution chimique des eaux de la lagune, nous distinguerons des facteurs primaires ( agissant directement sur les eaux ) comprenant un facteur naturel : le climat, et un facteur artificiel : la communication de l'étang avec la mer, et des facteurs secondaires, dont la végétation.

### A - FACTEURS PRIMAIRES

#### a) Facteur naturel : Le climat.

Ensoleillement et température. Les courbes d'ensoleillement et de température séparent l'année en deux parties : une période sèche de mai à novembre (250 heures d'ensoleillement mensuel et des températures de l'air supérieures à 24°C), et une période de novembre à mai (ensoleillement mensuel inférieur à 200 heures, et moyenne des températures inférieure à 14°C).

Les trois années étudiées ont été respectivement caractérisées pendant la période sèche par :

- 1969 : une insolation estivale moyenne (n'excédant pas 300 h. d'insolation pendant les mois de juillet et d'août) et une température estivale moyenne de 22°5 en juillet et août avec des maxima respectifs de 31° et 31°2.
- 1970 : une insolation estivale moyenne, quoique supérieure à celle de l'année précédente ( moyenne mensuelle supérieure à 300 h en juillet et août) et une moyenne mensuelle des températures de l'air de 22°7 en juillet et août ( maxima respectifs de 34°7 et 30°6).

- 1971 : une insolation exceptionnellement élevée (moyenne mensuelle supérieure à 300 h en juin, juillet et août) et une moyenne mensuelle des températures très élevée : 22°7 en juillet et août (maxima de 34° et 34°7 respectivement).

Evaporation. Ce phénomène est évidemment d'importance considérable pour cet étang de très faible profondeur et de très grande surface.

L'étude précise du phénomène est difficile étant donné les apports d'eau provenant de différentes sources (Golo, stations de pompage, canaux de drainage, précipitations) et la pénétration plus ou moins irrégulière de la mer.

Les précipitations et arrivées d'eau douce (Figures 15 et 17).

Nous considérons comme "précipitations de la période pluvieuse", la somme des précipitations mensuelles de novembre à mai. Celles-ci agissent directement sur l'étang, mais surtout par l'intermédiaire :

- des stations de pompage d'eau douce : au nombre de quatre, localisées sur la rive Ouest de l'étang et branchées sur le grand canal de ceinture, aboutissement du réseau de canaux de drainage de la plaine Marana-Casinca, les stations de pompage rejettent dans l'étang les eaux de cette plaine marécageuse,
- des ruisseaux locaux (Bevinco, Rassignani, Mormorana),
- du Canal de la Canonica; remis en circuit en février 1969, ce canal déverse dans l'étang le trop plein du Golo, en période de crues, ( agissant au moment des fortes précipitations de plaine, mais surtout de montagne où le Golo prend sa source. Les arrivées d'eau douce sont susceptibles d'apporter les modifications suivantes :
  - dilution des éléments minéraux et organiques,
  - turbulence, lessivage de l'étang, avec mise en suspension du matériel organique et forts courants vers la mer, si le chenal de l'étang est dégagé,
  - modifications des rapports ioniques, en particulier du rapport Ca/Cl.

b) Un facteur commandé artificiellement : la communication avec la mer.

La mer peut pénétrer dans l'étang sous l'action des marées et des tempêtes, si le chenal de communication avec l'étang est dégagé. Ce chenal est la plupart du temps ensablé fortement sous l'effet de la houle de S.E.



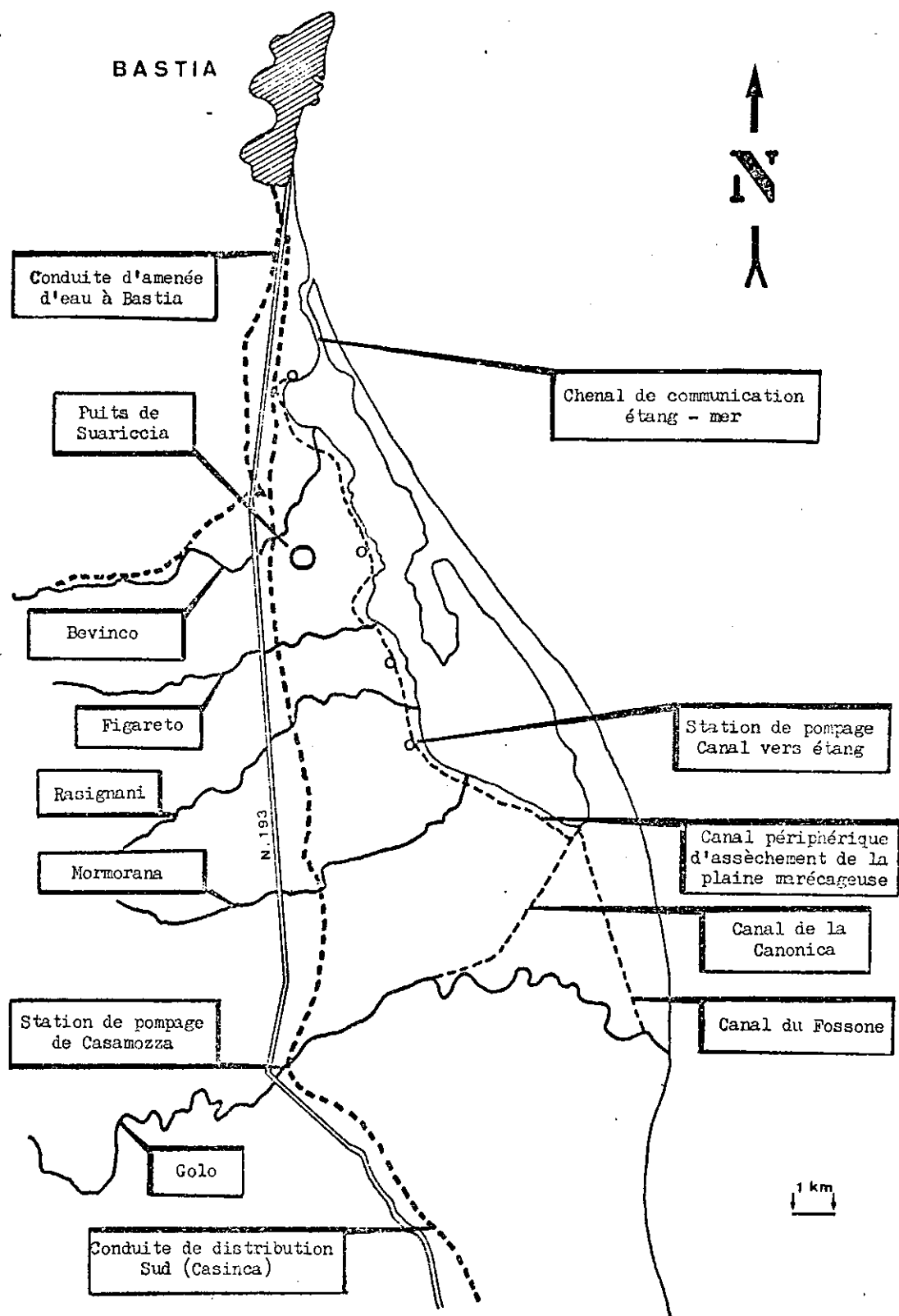


Figure 15 - Réseau hydrographique de l'étang de Biguglia.

La lagune étant propriété privée (exploitée pour la pêche des muges et des anguilles) l'exploitant drague ou laisse le chenal ensablé selon ses besoins ou ses difficultés personnels. Il y a donc là un facteur arbitraire qui se manifeste sans périodicité. Ce manque de régularité n'en a que plus d'intérêt pour l'étude de l'influence marine dans l'étang.

Les précipitations ( facteur naturel) et la communication de l'étang avec la mer ( facteur artificiel ) concourent à conditionner :

- les caractéristiques ioniques des eaux de l'étang,
- le régime de circulation de l'étang,
- les valeurs extrêmes de salinité qui en résultent.

#### Schéma ionique des eaux de l'étang (Figure 16.)

Cette figure indique simultanément le schéma ionique de la mer Tyrrhénienne, celui de l'étang, et celui des arrivées d'eau douce (Golo, Bevinco). Il apparaît nettement que le schéma ionique de Biguglia est très fortement influencé par celui de la mer voisine, dont il est le reflet; les eaux douces, en Corse très déminéralisées, n'interviennent quelque peu qu'au niveau des bicarbonates, les rapports Mg/Cl, Ca/Mg et  $SO_4/Cl$  étant très voisins de ceux de la mer. Notons cependant que le rapport Ca/Cl, maintenu à la valeur de 2, voisine de celle de la mer, de 1964 à 1967 (de CASABIANCA 1967) tend au cours des 4 dernières années (1969 à 1972), où l'influence des eaux douces a été plus accusée, vers une valeur supérieure (3). Il est difficile de rattacher cette évolution à l'influence propre du Golo, plutôt qu'à celles des autres arrivées d'eau douce en général.

#### Régime de l'étang (Figure 17).

D'une manière générale :

- En période hivernale, d'abondantes précipitations déterminent dans l'étang un courant sortant vers la mer, si le chenal est dégagé. Les précipitations violentes facilitent donc le maintien de l'ouverture du chenal qu'elles dégagent, et, paradoxalement, la pénétration de la mer qui suit immédiatement la baisse de niveau de l'étang, en fin de précipitations.
- En période sèche, au contraire, le niveau de l'étang s'abaisse. Le dragage du chenal, plus difficile à entretenir, n'est parfois plus exécuté par l'exploitant de l'étang. La lagune est alors isolée de la mer.

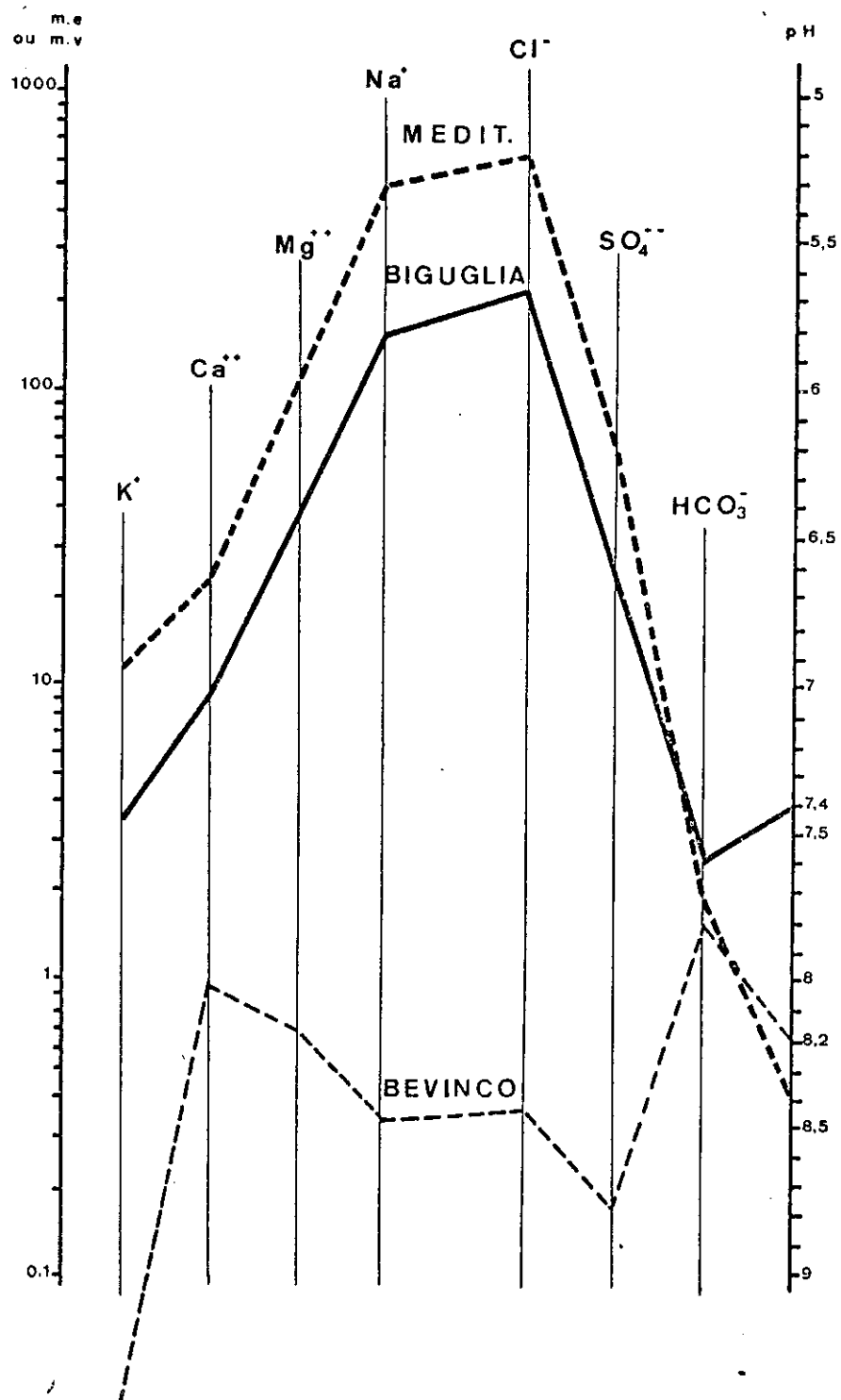


Figure 16 : Schéma ionique de l'étang de Biguglia (Corse) par rapport à celui de la mer Tyrrhénienne et celui d'une arrivée d'eau douce (Bevinco).

Au cours des trois années étudiées :

Les courbes de la teneur en Chlore des eaux de surface (courbe régulière) et des eaux du fond (courbe en dents de scie) permettent d'expliquer le régime de l'étang : le mouvement important des eaux est mis en évidence par le rapprochement des deux courbes, et le sens du courant, par le sens de l'évolution de la teneur en Chlore. (chaque rapprochement des deux courbes comporte une partie descendante due à la courbe du fond, indiquant un courant sortant, et une partie montante de la même courbe, indiquant une pénétration de la mer par le fond). Les périodes de stagnation sont marquées par l'écartement des deux courbes de surface et de fond.

- En 1969, à la suite de la période hivernale très pluvieuse 68/69 (892,4 mm), la communication de l'étang avec la mer a été bien entretenue.
- En 1970, la somme des précipitations de la période pluvieuse n'a été que de 318 mm, la communication de l'étang avec la mer a été en général mal entretenue (sauf en mars et en octobre-novembre).
- En 1971, où les précipitations de la période pluvieuse s'élèvent à 409 mm, le chenal a seulement été dégagé pendant quelques jours en mars, juin et octobre.

L'influence marine se fait naturellement beaucoup moins sentir vers le Sud de l'étang.

#### Valeurs extrêmes annuelles des teneurs en Chlore.

Les valeurs minimales de la teneur en Chlore ont été nettement plus faibles au cours des quatre années 1969 à 1972 (moyenne : 2 g Cl/l) qu'au cours des quatre années précédentes 1964 à 1968 (moyenne de 5,9), où les apports d'eau douce ont été moins importants (637 mm de moyenne annuelle contre 788). Si le canal du Golo est intervenu à partir de 1969, il est impossible de faire la part de l'influence du Golo et des autres apports d'eau douce, car un facteur supplémentaire est intervenu simultanément : l'isolement plus grand de la lagune à partir de 1969, à cause de l'abandon de l'entretien du chenal restreignant la pénétration marine.

Les valeurs maximales de la teneur en Chlore, davantage influencées par la pénétration marine de 1964 à 1968, ont été voisines de 20. Elles aboutissent à une moyenne de 15 gCl/l seulement de 1969 à 1972 avec de gros écarts par rapport à cette moyenne. L'irrégularité des valeurs maximales annuelles, due au caractère sporadique de l'ouverture du chenal de 1966 à 1972 se répercute sur les écarts annuels des valeurs extrêmes de Chlore, qui sont

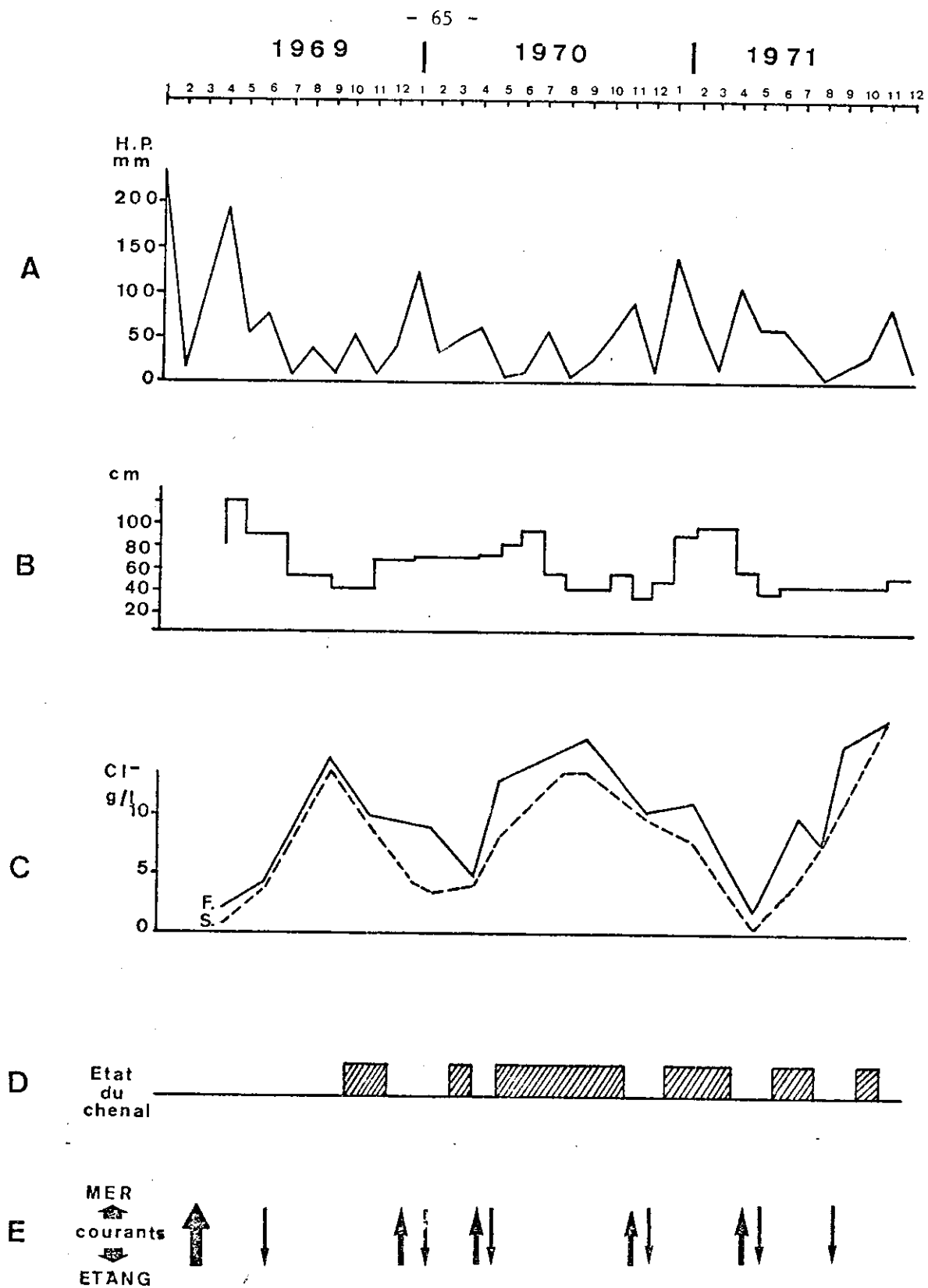


Figure 17 : Régime de l'étang de Biguglia de 1969 à 1972

- A : Précipitations,
- B : Niveaux de l'étang,
- C : Teneur en chlore en surface (S) et sur fond (F) dans la zone étudiée,
- D : Etat du chenal ( en hachuré : fermé),
- E : Courants.

d'une part plus irréguliers, d'autre part moins importants que ceux de 1964 à 1968.

#### B. DIFFERENTS FACTEURS SECONDAIRES, DONT LA VEGETATION.

La nature et l'importance de la végétation dépendent du climat et des caractéristiques des eaux, et réagissent sur celle-ci. Il s'agit là d'un phénomène complexe dont l'importance dans le cas présent est d'autant plus grande que la flore de l'étang est particulièrement abondante.

La salinité agit surtout qualitativement.

En 1969, *Chaetomorpha linum* se développe seule dans la zone Nord ( $6 \text{ kg/m}^2$ ).

En 1970, le maintien d'une salinité, en début d'été, identique à celle de l'année précédente, favorise le développement de *Chaetomorpha linum*, tandis, qu'en fin d'été, se développe sous une salinité plus élevée, *Cladophora vagabunda*.

En 1971, la végétation est essentiellement constituée de *Chaetomorpha linum*, à développement tardif, avec installation d'un rideau superficiel important de *Cladophora vadorum*, à partir de juin, dont la décomposition aura lieu en août.

L'influence de l'espèce de l'algue sur l'importance de l'activité photosynthétique est connue (SACCHI et RENZONI, 1962). Mais il faut souligner le rôle des facteurs primaires (ensoleillement et température) qui agissent quantitativement sur la biomasse végétale, sur son activité photosynthétique, et par suite, sur les effets que cette dernière entraîne dans le milieu. L'importance des variations de l'oxygène et du pH au cours du cycle nycthéral a été mise en évidence par SACCHI (1961 a, b, c, 1971). Ces variations laissent donc présager des fluctuations saisonnières et annuelles de l'activité photosynthétique au cours des phases de développement et de décomposition de l'algue *Chaetomorpha linum*, et des incidences de ces variations sur les facteurs physiques et chimiques des eaux de la lagune.

## 2. RESULTATS DE L'ETUDE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX DE LA LAGUNE (Figure 18 page 68 et annexes 26 et 27).

A. PERIODE DE NOVEMBRE A MAI.

(Pendant laquelle l'étang fonctionne généralement en circuit ouvert avec la mer, avec courants dominants de l'étang vers la mer).

a) Caractéristiques et variations saisonnières.

Au cours de cette période de lessivage, de brassage et d'homogénéisation des eaux, les courbes de surface et de fond de chacun des éléments chimiques étudiés tendent, vers le milieu de cette période, d'une part à s'incurver vers un minimum, et d'autre part à se confondre vers une valeur commune.

- La teneur en Chlore s'abaisse jusqu'à des valeurs allant de 1 à 4 g/l.
- La température des eaux atteint des minima de 7° à 9°.
- L'oxygène, à cause de l'absence de végétation, se maintient à de faibles valeurs ( 8 à 8,5 ppm) malgré de basses températures.
- Les courbes de pH de surface et de fond suivent celles de l'oxygène; les valeurs minimales (7,5 à 7,8) se situent également de décembre à mars. Le pH des eaux du fond est légèrement plus élevé que celui des eaux de surface, car la minéralisation des eaux du fond y est légèrement supérieure ; cette différence est masquée en été par les phénomènes de décomposition anaérobie qui provoquent alors une inversion des courbes de pH de surface et de fond.
- L'équilibre carbonaté se caractérise par :
  - La présence de CO<sub>2</sub> résiduel (25 à 40 ppm); issu de la décomposition de la matière organique et qui se maintient bien dans cette eau peu salée, froide et sans végétation.
  - Les faibles valeurs des bicarbonates ( 100 à 150 ppm). En fin de période hivernale, le pH devient plus basique et la croissance de la végétation favorise la disparition du CO<sub>2</sub> et des bicarbonates (350 ppm en avril).
- Les éléments nutritifs minéralisés des eaux passent par des valeurs minimales ( 0 à 1 µg/l pour les nitrites et nitrates ; 0 à 6 µg/l pour les phosphates). Formés en quantité importante l'été à la faveur de la décomposition végétale importante, ces éléments sont en grande partie entraînés par les courants à la mer et ne réapparaissent, en faible quantité, qu'au printemps, avec les nouvelles conditions de pH (8,5) et de températures (20°).

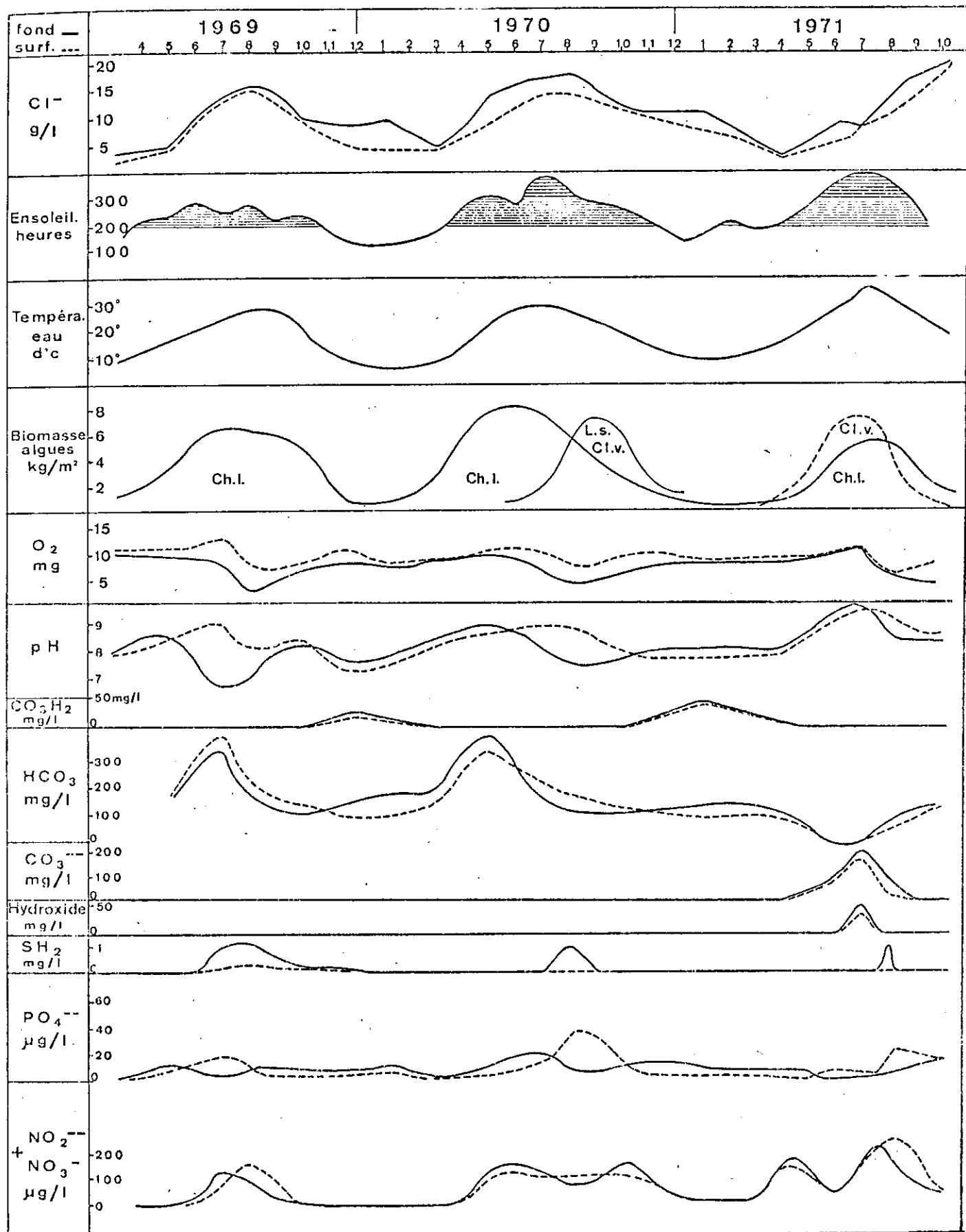


Figure 18 : Variations saisonnières et annuelles des principaux paramètres du milieu.



Ces éléments nutritifs, lessivés par les courants en automne, sont absents en hiver au centre de l'étang et réapparaissent au printemps. A ce moment là, il est difficile de faire la part respective de leur régénération et de leur utilisation par la végétation. Quoiqu'il en soit, on peut noter que leur disparition coïncide avec la baisse de pH, de l'oxygène et de la température de l'eau, et leur réapparition avec le processus inverse au printemps et l'augmentation de l'insolation.

On peut penser, malgré l'afflux des eaux douces hivernales et le lessivage important des éléments nutritifs présents dans l'étang, qu'une partie des éléments nutritifs puisse être stockée ou bloquée dans leur évolution au niveau de la vase, l'hiver dans la lagune, alors que l'influence marine ne se fait pas sentir. En effet, un processus de blocage analogue se produit tout l'hiver dans les lacs de montagne ( HUTCHINSON, 1957; MORTIMER, 1941).

Au contraire, des cycles très brefs s'observent en mer ( HAYES et PHILLIPS, 1958; HAYES et al. 1958; HEPHER, 1966) où la température hivernale est nettement plus élevée que dans les étangs côtiers).

Cette apparition des éléments nutritifs au printemps, ne semble pas pouvoir être attribuée à un phénomène de " vivificazione marina" (VATOVA, 1960).

#### b) Variations annuelles.

Il y a peu de différence entre les trois périodes hivernales. Le jeu annuel des précipitations et des ouvertures sur la mer conduit à des valeurs extrêmes inférieures voisines au cours des trois années.

#### B. PERIODE DE MAI A NOVEMBRE.

(Période de stagnation pendant laquelle l'étang est généralement isolé de la mer).

##### a) Caractéristiques et distinction de trois phases.

Cette période s'oppose à la période précédente:

- Tout d'abord c'est une période sèche, qui comporte une élévation de la concentration minérale des eaux.
- Ensuite c'est une période chaude, à forte insolation, où se produit, dans

un premier temps, un développement considérable de la flore, et, dans un deuxième temps, la décomposition du matériel organique végétal avec les conséquences que cela entraîne.

- Enfin c'est une période de forte stratification qui aboutit à des évolutions différentes des couches de surface et de fond.

Il semble, d'après les résultats des trois étés considérés, que l'on puisse diviser la période estivale en trois phases chimiquement distinctes (Figure 18).

Une première phase de printemps, qui se caractérise par l'augmentation parallèle du pH des eaux de surface et de fond, pour atteindre des valeurs de 8 à 8,5 environ. Cette augmentation coïncide avec l'accroissement d'activité photosynthétique de la végétation en pleine croissance jusqu'à son maximum de biomasse. Les courbes des bicarbonates et celles des éléments nutritifs suivent, en surface et sur le fond, une ascension parallèle aux courbes de pH.

Une deuxième phase qui se manifeste par la forte hétérogénéité du milieu. Elle est marquée par la coexistence de phénomènes à action antagoniste : oxygénation en surface et décomposition sur le fond. Ceci se traduit par une dissociation progressive, puis l'inversion des courbes de surface et de fond des principaux paramètres chimiques.

- la teneur en Chlore atteint des valeurs allant de 16 à 20 g Cl/l, la différence entre les courbes de Chlore de surface et de fond pouvant atteindre 4 g Cl/l.
- les valeurs de la température varient entre 30 et 34°.
- les teneurs en oxygène présentent alors des valeurs de 6 à 13 ppm de surface et de 0 à 5 ppm sur le fond.
- les courbes de pH de surface et de fond présentent des valeurs de 6,6 à 8 sur le fond et de 7,6 à 9,3 en surface, l'acidité due aux phénomènes de décomposition masquant très largement l'élévation de pH que provoquerait, seule, la minéralisation des eaux du fond :

L'inversion des courbes de pH à cette période s'explique par le calcul des corrélations simples effectuées chaque fois sur 18 couples de valeurs, provenant des observations directes sur le terrain (Figure 19.).

1°) Corrélation entre les courbes de surface :

En été :  $\text{pH/O}_2 = 0,85$   
 $\text{pH/Cl} = 0,55$

En hiver :  $\text{pH/O}_2 = 0,74$   
- :  $\text{pH/Cl} = 0,53$

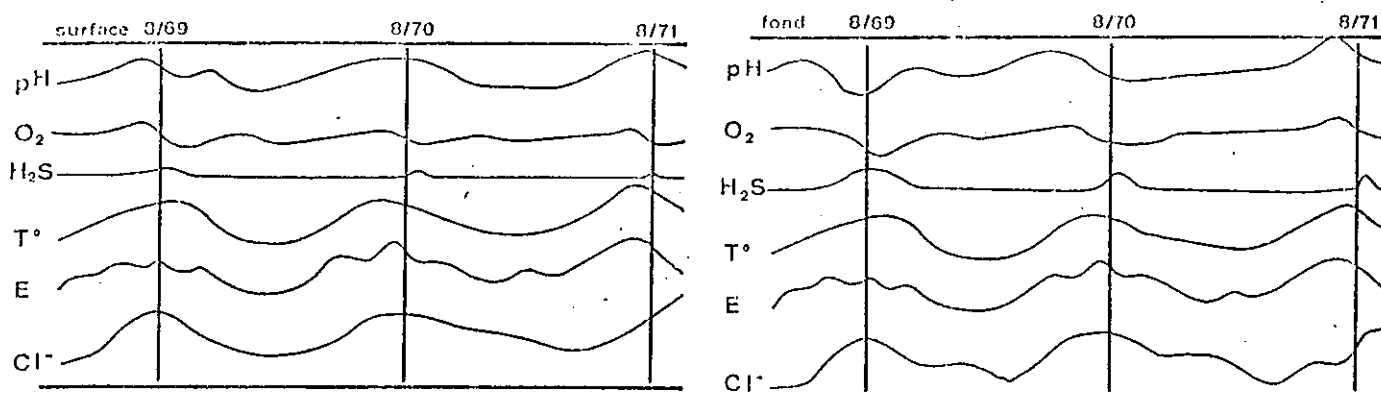


Figure 19 : Corrélations entre les courbes des éléments chimiques de surface et de fond :

le pH et l'oxygène sont en bonne corrélation en toute saison. La corrélation est meilleure en surface que sur le fond, et en été qu'en hiver.

le pH et le chlore, sont en mauvaise corrélation, sauf en hiver et la corrélation est meilleure sur le fond qu'en surface.

## 2°) Corrélation entre les courbes de fond :

En été :  $\text{pH}/\text{O}_2 = 0,74$

en hiver :  $\text{pH}/\text{O}_2 = 0,54$

$\text{pH}/\text{Cl} = 0,24$

$\text{pH}/\text{Cl} = 0,60$

Les bicarbonates s'élèvent, à cette période, également jusqu'à 350 ou 400 ppm.

Enfin cette phase comporte la régénération d'éléments nutritifs: tandis que sur la vase se décompose la végétation à un pH acide les produits de cette dégradation tendent à s'oxyder en surface, à un pH basique, en éléments nutritifs, conduisant à des conditions eutrophes<sup>+</sup> (20 à 40  $\mu\text{g}/\text{l}$  de phosphates en surface et 0 à 10  $\mu\text{g}/\text{l}$  de phosphates sur le fond ; 150 à 200  $\mu\text{g}/\text{l}$  de nitrites-nitrates en surface et 80 à 120 sur le fond).

L'apparition de ces éléments nutritifs lors de cette 2ème phase estivale correspond donc au maximum d'activité cellulolytique. GANNING (1969) observe des micropointes du même type au cours des périodes d'activité cellulolytique de phytoplancton. A Biguglia, le même phénomène s'observe donc en ce qui concerne les algues macrophytes, avec une ampleur telle que les phénomènes de micropointes seraient ici relativement sans importance. Le temps total où ces phénomènes se manifestent dans l'ensemble de la zone par

<sup>+</sup> Note-"eutrophe" se dit d'une étendue d'eau présentant deux couches différentes du point de vue de l'oxygénation et aboutissant à la formation d'éléments nutritifs (HUTCHINSON 1957; LEMEE 1967; SACCHI 1971) Par opposition, "distrophe" : terme désignant un milieu acide, dépourvu d'oxygénation et par suite d'éléments nutritifs (SACCHI 1971, LEMEE 1967).

des pics non simultanés et dispersés est au maximum de 20 jours. Ces résultats sont voisins de ceux rencontrés en mer, au large, et s'écartent des valeurs trouvées dans les estuaires et les étangs soumis à une forte pollution humaine (PERES et DEVEZE, 1963); GANNING, 1959; VACELET, 1963; MOMMERTS, 1969; VATOVA, 1960; SCHACHTER et al., 1954; CARRADA et SACCHI, 1964). L'importance relative des phosphates par rapport aux nitrates s'explique, dans ce milieu semi-clos, où les phosphates utilisés en moindre quantité, constituent une réserve relativement importante; on peut noter aussi que la plupart des détritivores rejettent une forte proportion de phosphates dans leurs excréments (JOHANNES et SATOMI, 1968).

Une troisième phase, d'homogénéisation, en fin d'été, où les courbes de niveaux de surface et de fond des paramètres chimiques tendent de nouveau à se rejoindre vers des valeurs moyennes.

#### b) Variations annuelles.

Les périodes estivales de 1969 et 1970 présentent de fortes analogies tant au point de vue climatique qu'à celui des caractères physico-chimique du milieu, avec cependant une légère différence concernant les valeurs de pH, plus élevées en 1970, aussi bien en surface qu'en profondeur (7,4 et 8,9 en 1970 contre 6,6 et 8,5 en 1969 au cours de la dernière phase). Ces différences proviennent d'une activité photosynthétique supérieure en 1970 et liée à une insolation plus forte : ces résultats sont en parfait accord avec ceux de GENOVESE et al. (1963) qui ont suivi l'activité de la flore sulfato-réductrice sur le Lago di Faro, parallèlement aux valeurs du pH et de l'oxygène, mais elles ne peuvent s'expliquer à Biguglia par une augmentation de l'activité de la flore sulfato-réductrice sous l'effet de la température, comme cela apparaît dans d'autres milieux où ce facteur prend une importance primordiale (VACELET, 1971).

On note aussi une légère différence concernant les valeurs des nitrates en fin d'été; celle-ci est la conséquence de l'explosion tardive en 1970 d'algues supplémentaires (*Lophosiphonia subadunca*, *Cladophora vagabunda*) résultant d'une salinité relativement plus élevée qu'en 1969.

L'été 1971 se caractérise, par contre, par une évolution nettement différente des première et deuxième phases estivales.

- Première phase estivale 1971 - Cette phase a présenté, cette année là, une durée et une amplitude exceptionnelles. En effet, du point de vue climatique, elle s'est caractérisée par :

- 1/ Une saison pluvieuse prolongée ( jusqu'à fin mai) entraînant :
  - Une augmentation du rapport Ca/Cl, et donc des bicarbonates.
  - Une teneur en chlore faible (10 gCl/l en juillet), entraînant le développement d'un rideau superficiel de *Cladophora vadorum* (Figure 22) dont l'activité photosynthétique est supérieure à celle de *Chaetomorpha linum*.
- 2/ Une insolation exceptionnelle en juin et juillet ( plus de 300 heures par mois, maintenant la lagune jour et nuit à des températures supérieures à 30° (30° - 34°) et installant en juillet, dans cette faible épaisseur d'eau envahie de végétation des conditions de type équatorial.

Cette situation a provoqué les phénomènes exceptionnels suivants : l'activité photosynthétique est telle que le pH augmente jusqu'à 9,4 au début de juillet, l'équilibre carbonaté se déplaçant progressivement vers la formation de bicarbonates, puis de bicarbonates avec des carbonates, puis de carbonates en présence d'hydroxydes. L'étude des variations nycthémerales (Figure 20) montre que cette dernière étape, proche de la précipitation est atteinte aux environs de 17 h. avec 200 ppm d'alcalinité dus aux carbonates, 50 ppm d'alcalinité dus aux hydroxydes et 0 pour celle des bicarbonates; le reste de la journée, cet équilibre tend à se déplacer en sens inverse corrélativement à des valeurs de pH plus faibles.

(La stratification maximale concernant les valeurs de salinité et de température se produit le matin; l'activité photosynthétique passe par un maximum en surface en fin de matinée, mais le maximum d'oxygénation pour toute l'épaisseur de l'eau se situe dans l'après-midi. A 11h. l'oxygénation n'intervient que sur la zone d'eau se trouvant immédiatement au contact de l'algue; il en résulte, une forte différence entre la surface et le fond. Dans l'après midi, l'oxygénation a gagné toute l'épaisseur de l'eau, sous l'effet d'un léger vent, et les valeurs de température, d'alcalinité et de pH sont identiques quel que soit le niveau. A ce moment, le pH atteint la valeur maximale de 9,4 en présence d'hydroxydes. Dans la soirée, l'homogénéité des valeurs de surface et de fond se maintient, mais, avec la baisse de l'insolation, les taux d'oxygène, des carbonates et du pH diminuent, les hydroxydes disparaissent et les bicarbonates réapparaissent.).

Ces phénomènes sont du même type que ceux observés par DUNN (1967) dans un étang tropical oxygéné. Rencontrés également dans les mers tropicales avec des précipitations calcaïques, ces manifestations sont exceptionnelles dans les étangs saumâtres tempérés d'après SACCHI (1971), sauf dans le cas de crise dystrophique où le pH augmente sous l'effet des bactéries. Ce dernier cas semble être celui des " précipitations calcaïques d'origine bactériennes" décrites par PETIT et GAY (1969) dans l'étang du Canet. Mais à Biguglia, aucune trace d'ammoniaque n'est décelée dans les eaux durant cette période, et, d'autre part, les valeurs des nitrites et nitrates correspon-

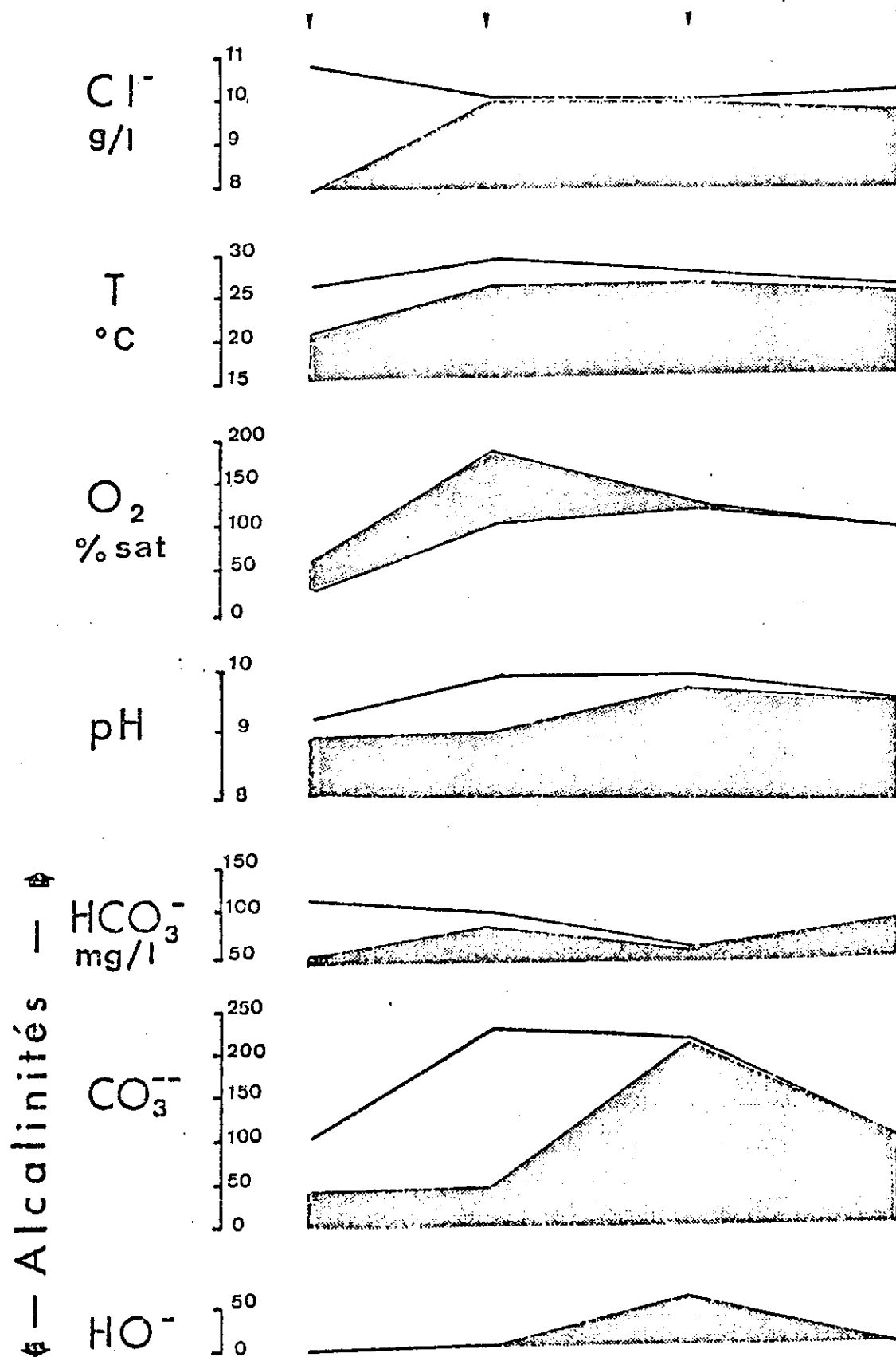


Figure 20 : Lagune de Biguglia, zone des bordigues, Juin 1971 ; variations nycthémérales du pH et des alcalinités des bicarbonates, carbonates et hydroxydes, en fonction des principaux facteurs en présence (teneur en Chlore, température, oxygénation). Les éléments  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}_2$ , éléments nutritifs et l'ammoniaque sont absents.

dent également à un minimum estival.

Ainsi, dans des cas d'insolation exceptionnelle aboutissant à une température très élevée (34°), et à une activité photosynthétique intense (due à des espèces végétales particulièrement productives), dans une eau pratiquement dessalée où le rapport Ca/Cl est voisin de 3, la lagune peut évoluer, dans des conditions quasi-équatoriales, vers une phase " oligotrophique - alcalinotrophe" <sup>+</sup> avec formation d'hydroxydes.

Cette phase de photosynthèse intense semble bien correspondre à une forte minéralisation due à la forte oxygénation du milieu en même temps qu'à une utilisation intense des éléments minéralisés et du matériel organique par la végétation; elle correspond parallèlement à un appauvrissement de l'eau en matériel organique particulaire décomposé utilisable par les crustacés constructeurs.

- Deuxième phase estivale, 1971.- Au gradient physico-chimique surface-fond caractéristique des trois années considérées se superpose en 1971 une hétérogénéité très grande, dans le sens horizontal, due à des phénomènes locaux : il s'agit du développement et de la décomposition du rideau superficiel des Cladophores qui entraîne une évolution inégale des masses de Chaetomorphes sous-jacentes (Figures 21, 22, 23, 24, 25).

---

+ Note

Phase Oligotrophique : sans éléments nutritifs en réserve dans l'eau, pH basique,

Alcalinotrophe : pH très basique.

( d'après la terminologie de SACCHI en vigueur pour les eaux saumâtres et les lacs : 1971 )

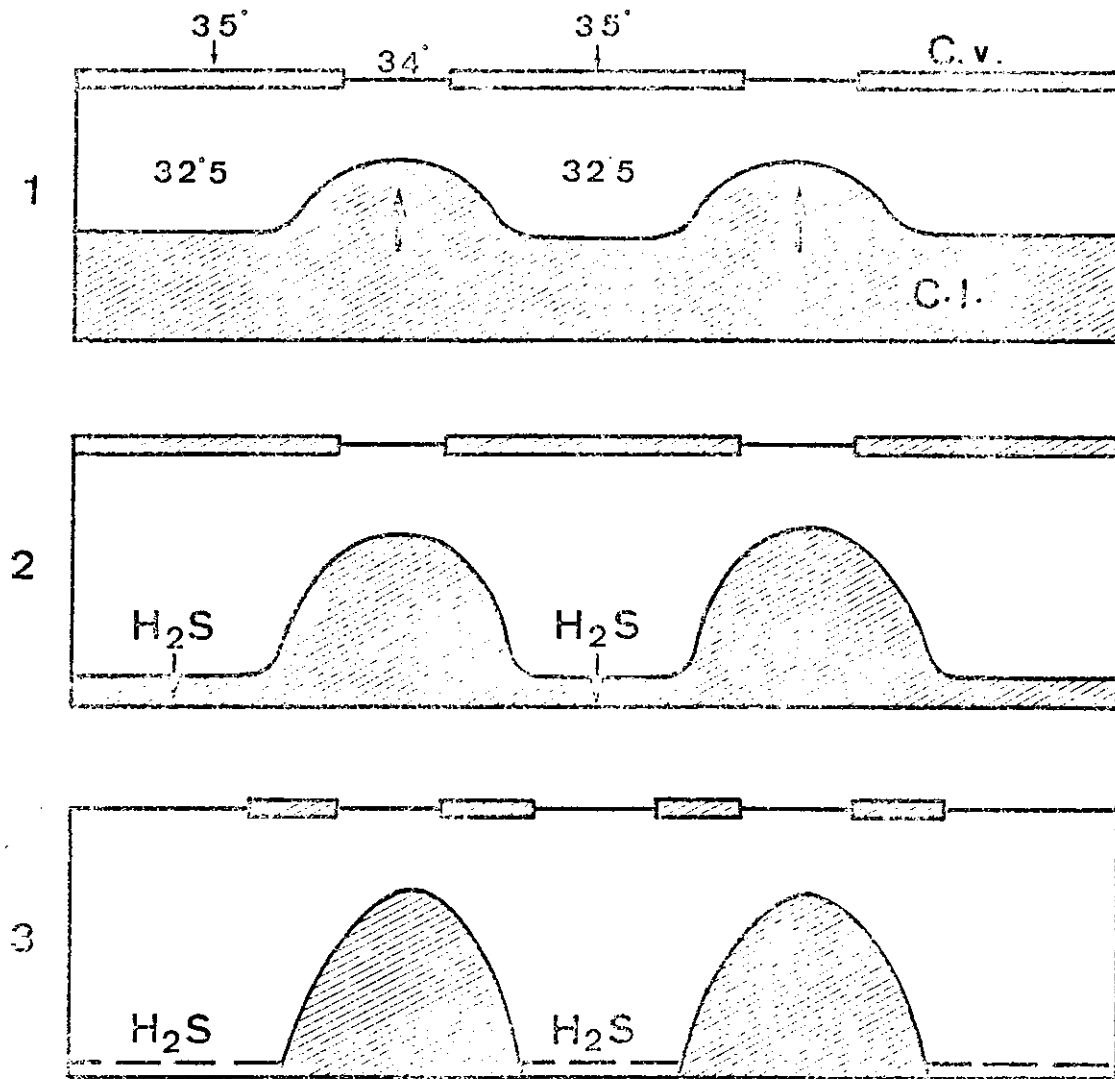


Figure 21 : Hétérogénéité d'apparition et évolution des phénomènes de décomposition dans les amas de l'algue *Chaetomorpha linum* (lagune de Biguglia, Corse. Été 1971) coupe verticale.

1. L'inégalité de la répartition du rideau superficiel de *Cladophora vadorum* entraîne le développement inégal du matelas de Chaetomorphes sous-jacents :
  - . aux points où l'épaisseur est faible ou interrompue, l'effet de l'insolation est plus élevé, et le matelas de *Chaetomorpha* situé sur le fond, tend à se développer vers la surface de l'eau;
  - . au contraire, aux points où le rideau présente une épaisseur plus importante les Chaetomorphes sous-jacents, font preuve d'une activité réduite.
2. Il en résulte que les phénomènes de décomposition vont débiter aux points où l'activité des Chaetomorphes est la plus réduite et la température de l'eau la plus faible (favorisant l'activité de la flore sulfato-réductrice).
3. Ce n'est que dans un dernier temps que l'activité dystrophique de ces zones détruit totalement les Chaetomorphes avant de gagner finalement la surface pour asphyxier le rideau de Cladophores qui tend à se décomposer par plaques (Figures 22-23-24). En fin de décomposition on peut apercevoir, à travers les trouées ainsi formées, le fond, où la végétation semble avoir été brûlée, laissant des débris cendreaux rose-blanchâtres, tandis qu'aux alentours se maintient une végétation en pleine activité.



Rideau superficiel de *Cladophora vadorum* ( Août 1971 )  
Vue générale de la zone étudiée ( Photo Infra rouge noir et blanc ).

Détail - en surface ; décomposition de *Cladophora vadorum*  
sur le fond ; amas de l'algue *Chaetomorpha linum*  
(photo tirée à partir de négatif I.R. fausse couleur).

Figure 22.

Figure 23 : Zone située au Nord des bordigues de pêche de Biguglia en août 1971. Photo infra-rouge en fausse couleur avec écran de polarisation et écran jaune mettant en évidence l'hétérogénéité du milieu : zones colorées en rouge : algues vivantes; zones colorées en blanc : algues en décomposition ; zones bleues : trouées dans les Cladophores qui forment un rideau superficiel.

Figure 24 : Le début de décomposition très localisé du rideau de Cladophores apparaît en blanc laiteux, sur la partie droite de la photo (I.R. fausse couleur avec écran de polarisation et écran jaune. Août 1971 ).

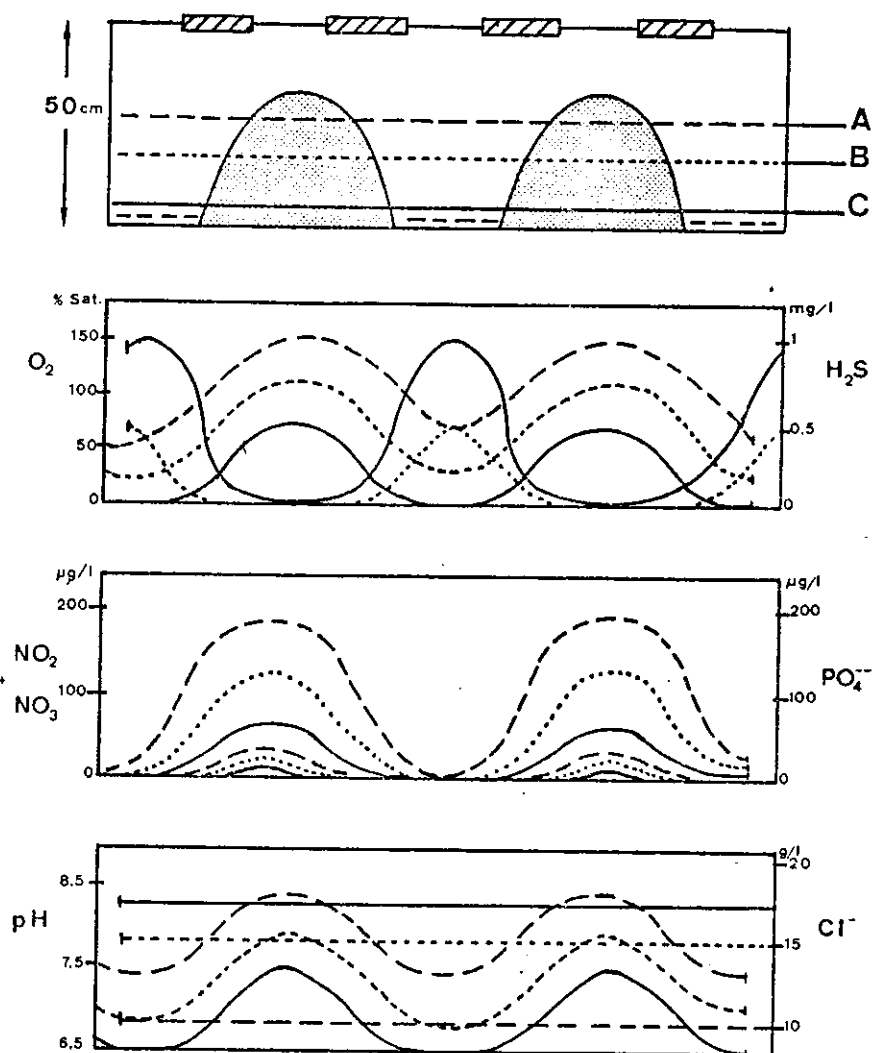


Figure 25 : Variations locales des éléments physico-chimiques (oxygène, H<sub>2</sub>S et éléments nutritifs) au cours de la dernière phase estivale de l'été 1971 dans l'étang de Biguglia : au gradient surface-fond habituel (niveaux A, B, C) se greffent des variations dans le sens horizontal :

- 1.) Dans les zones oxygénées des Chaetomorpha vivantes (parties en grisé), le pourcentage d'oxygène oscille entre 65 et 120%; le pH atteint des valeurs comprises entre 8 et 8,5; l'ammoniaque peut être présent et les valeurs des nitrites et nitrates oscillent de 100 à 200 µg/l, celles des phosphates pouvant atteindre très localement jusqu'à 30 µg/l.
- 2.) Dans les zones détruites intermédiaires, le pH varie de 6,5 à 7,5; une chute brutale de la teneur en oxygène s'enregistre au fur et à mesure que l'on s'approche du fond où le SH<sub>2</sub> est présent.

Les paramètres du milieu dépendant directement des facteurs externes ou facteurs primaires.

La température de l'eau, qui est sous la dépendance essentielles de l'insolation;

La salinité totale, et les courants, dépendant principalement des arrivées d'eau douce et de la pénétration marine.

- Les variations saisonnières et annuelles de la salinité sont étroitement liées aux facteurs climatiques qui interviennent directement par les apports d'eau douce, et indirectement par l'influence que ces derniers présentent sur la communication de l'étang avec la mer, communication qui dépend également de certaines contingences humaines.
- La composition ionique résultant du mélange des eaux douces et marines, montre un schéma comparable à celui de la mer avec cependant une légère augmentation du pourcentage de bicarbonate de calcium due à l'importance grandissante des arrivées d'eau douce de 1969 à 1971.

B. LE CYCLE DES ELEMENTS BIOCHIMIQUES INFLUENCANT LE pH.

(Figure 26).

le pH dépend d'un certain nombre de facteurs :

- a) Il est le reflet d'une certaine minéralisation des eaux de la lagune ayant une composante ionique déterminée et résultant des influences des arrivées d'eau douce et marine.
- b) Le pourcentage de  $\text{CO}_3\text{H}^-$ , plus accusé qu'en mer, intervient sur le pH, dans une certaine mesure, et ce dernier a, d'autre part, une action très nette sur l'équilibre carbonaté (GREEN, EMERSON, 1966). Les effets de cette action apparaissent exceptionnellement, dans les conditions naturelles, à Biguglia en juin 1971.
- c) Le pH est sous la dépendance de l'activité photosynthétique des algues macrophytes dont l'encombrement joue un rôle déterminant dans la lagune.
  - Ces algues interviennent sur l'équilibre carbonaté en absorbant le  $\text{CO}_2$ ; en hiver, on observe ainsi une grande quantité de  $\text{CO}_2$  résiduel.

Rideau superficiel de *Cladophora vadorum* ( Août 1971 )  
Vue générale de la zone étudiée ( Photo Infra rouge noir et blanc ).

Détail - en surface : décomposition de *Cladophora vadorum*  
sur le fond : amas de l'algue *Chaetomorpha linum*  
(photo tirée à partir de négatif I.R. fausse couleur).

---

Figure 23 : Zone située au Nord des bordigues de pêche de Biguglia en août 1971. Photo infra-rouge en fausse couleur avec écran de polarisation et écran jaune mettant en évidence l'hétérogénéité du milieu : zones colorées en rouge : algues vivantes; zones colorées en blanc : algues en décomposition ; zones bleues : trouées dans les Cladophores qui forment un rideau superficiel.

---

Figure 24 : Le début de décomposition très localisé du rideau de Cladophores apparaît en blanc laiteux, sur la partie droite de la photo (I.R. fausse couleur avec écran de polarisation et écran jaune. Août 1971 ).

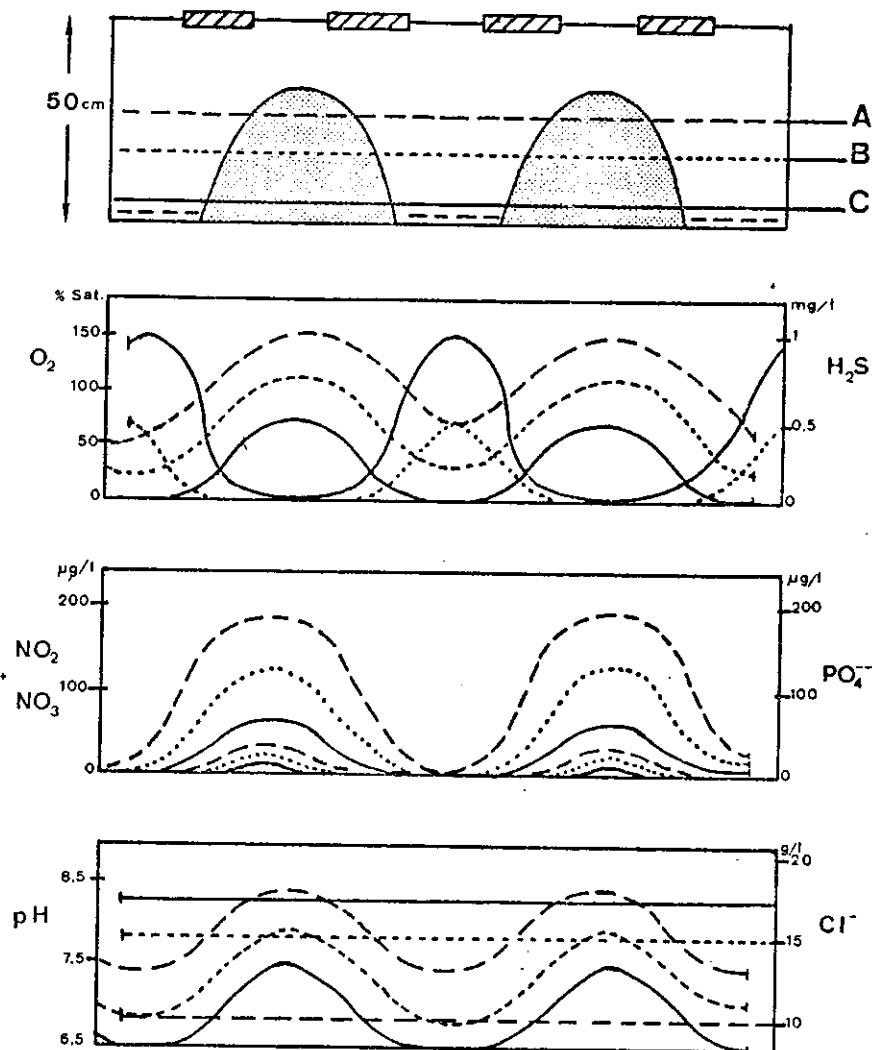


Figure 25 : Variations locales des éléments physico-chimiques (oxygène,  $H_2S$  et éléments nutritifs) au cours de la dernière phase estivale de l'été 1971 dans l'étang de Biguglia : au gradient surface-fond habituel (niveaux A, B, C) se greffent des variations dans le sens horizontal :

- 1.) Dans les zones oxygénées des Chaetomorphes vivantes (parties en grisé), le pourcentage d'oxygène oscille entre 65 et 120%; le pH atteint des valeurs comprises entre 8 et 8,5; l'ammoniaque peut être présent et les valeurs des nitrites et nitrates oscillent de 100 à 200  $\mu g/l$ , celles des phosphates pouvant atteindre très localement jusqu'à 30  $\mu g/l$ .
- 2.) Dans les zones détruites intermédiaires, le pH varie de 6,5 à 7,5; une chute brutale de la teneur en oxygène s'enregistre au fur et à mesure que l'on s'approche du fond où le  $SH_2$  est présent.

Les paramètres du milieu dépendent directement des facteurs externes ou facteurs primaires.

La température de l'eau, qui est sous la dépendance essentielles de l'insolation;

La salinité totale, et les courants, dépendant principalement des arrivées d'eau douce et de la pénétration marine.

- Les variations saisonnières et annuelles de la salinité sont étroitement liées aux facteurs climatiques qui interviennent directement par les apports d'eau douce, et indirectement par l'influence que ces derniers présentent sur la communication de l'étang avec la mer, communication qui dépend également de certaines contingences humaines.
- La composition ionique résultant du mélange des eaux douces et marines, montre un schéma comparable à celui de la mer avec cependant une légère augmentation du pourcentage de bicarbonate de calcium due à l'importance grandissante des arrivées d'eau douce de 1969 à 1971.

#### B. LE CYCLE DES ELEMENTS BIOCHIMIQUES INFLUENCANT LE pH.

(Figure 26).

le pH dépend d'un certain nombre de facteurs :

- a) Il est le reflet d'une certaine minéralisation des eaux de la lagune ayant une composante ionique déterminée et résultant des influences des arrivées d'eau douce et marine.
- b) Le pourcentage de  $\text{CO}_3\text{H}^-$ , plus accusé qu'en mer, intervient sur le pH, dans une certaine mesure, et ce dernier a, d'autre part, une action très nette sur l'équilibre carbonaté (GREEN, EMERSON, 1966). Les effets de cette action apparaissent exceptionnellement, dans les conditions naturelles, à Biguglia en juin 1971.
- c) Le pH est sous la dépendance de l'activité photosynthétique des algues macrophytes dont l'encombrement joue un rôle déterminant dans la lagune.
  - Ces algues interviennent sur l'équilibre carbonaté en absorbant le  $\text{CO}_2$ ; en hiver, on observe ainsi une grande quantité de  $\text{CO}_2$  résiduel.



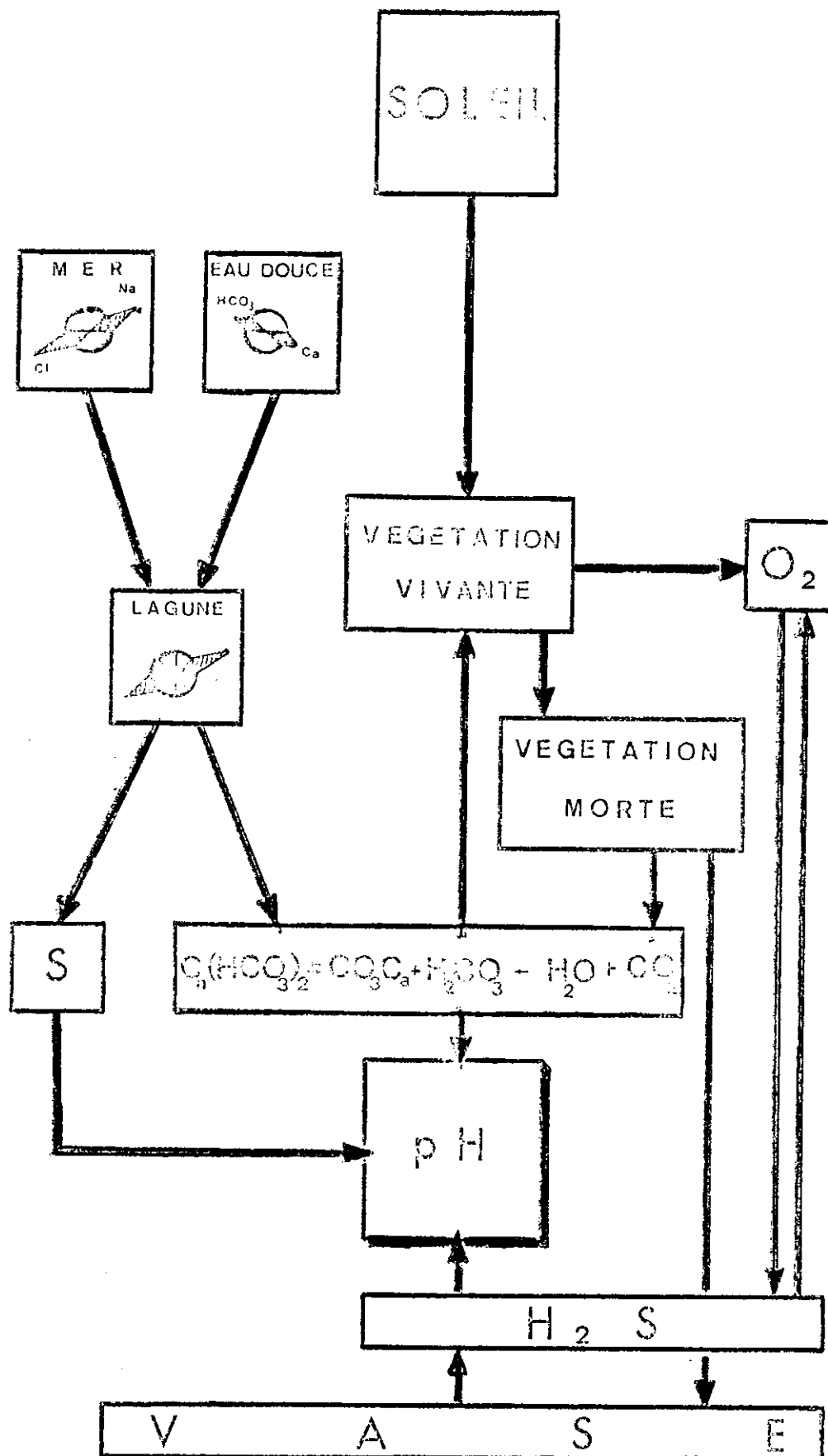


Figure 26 : Principaux facteurs intervenant sur le pH d'une lagune saumâtre Biguglia (Corse) :

En dehors de la salinité générale (S) et des pourcentages ioniques des eaux de la lagune qui interviennent sur le pH (schématisés dans la partie gauche de la figure) et de la phase de décomposition (partie droite), le pH est essentiellement ici sous la dépendance de l'activité photosynthétique (schématisée dans la partie centrale, en grisé, de la figure).

- La matière organique provenant de l'accumulation et de la décomposition des algues agit, par l'intermédiaire des germes bactériens, au niveau du fond, en acidifiant le milieu (libération de  $H_2S$  et  $CO_2$ ). Ce  $SH_2$ , qui présente une corrélation inverse avec le pH, a des variations inverses de celles de l'oxygène qui suffisent à l'explication.

Bien que le pH soit à un instant donné, le reflet d'une certaine minéralisation des eaux, qui ont une composition ionique déterminée, spécifique de la lagune, les variations générales des courbes de pH sont sous la dépendance essentielle de l'activité photosynthétique. Par suite, le pH du fond est, en été, fortement acide et très différent de celui de la surface malgré le fort gradient salin surface/fond. En hiver seulement, quand les valeurs d'oxygène sont semblables à tous les niveaux, l'influence du "gradient salinité" apparaît par l'inversion des courbes de pH.

#### C. ETUDE DU CYCLE DE LA MATIERE ORGANIQUE A BIGUGLIA

(Figure 27).

a) La matière organique se trouve à Biguglia sous plusieurs formes :

- la matière organique végétale vivante, principalement sous forme d'algues macrophytes ( fraction mesurée, Annexe 38).
- les éléments nutritifs minéralisés : nitrites, nitrates, phosphates, ammoniacque, qui ont été analysés.
- la matière organique décomposée qui comporte :
  - la matière organique acide., en suspension dans l'eau et dans la vase: elle ne peut pas être dosée.<sup>+</sup>
  - la matière organique basique, principalement en suspension dans l'eau. Elle ne peut être dosée.<sup>+</sup> Cette matière basique retient particulièrement l'attention car elle sert à l'alimentation des populations étudiées. Au cours de l'établissement du cycle annuel de la matière organique à Biguglia, nous essayerons cependant de déterminer son importance et

---

<sup>+</sup> Note : Difficulté d'isoler cette fraction des autres et de séparer notamment les deux parties acide et basique. Même dans le cas où ces deux parties seraient isolées, elles présenteraient des valeurs fragiles du fait de transformations rapides, mais aussi du fait des variations locales et de l'intervention de facteurs annexes, comme l'agitation des eaux, qui peuvent entraîner des erreurs d'interprétation, même dans le cas d'analyses journalières.

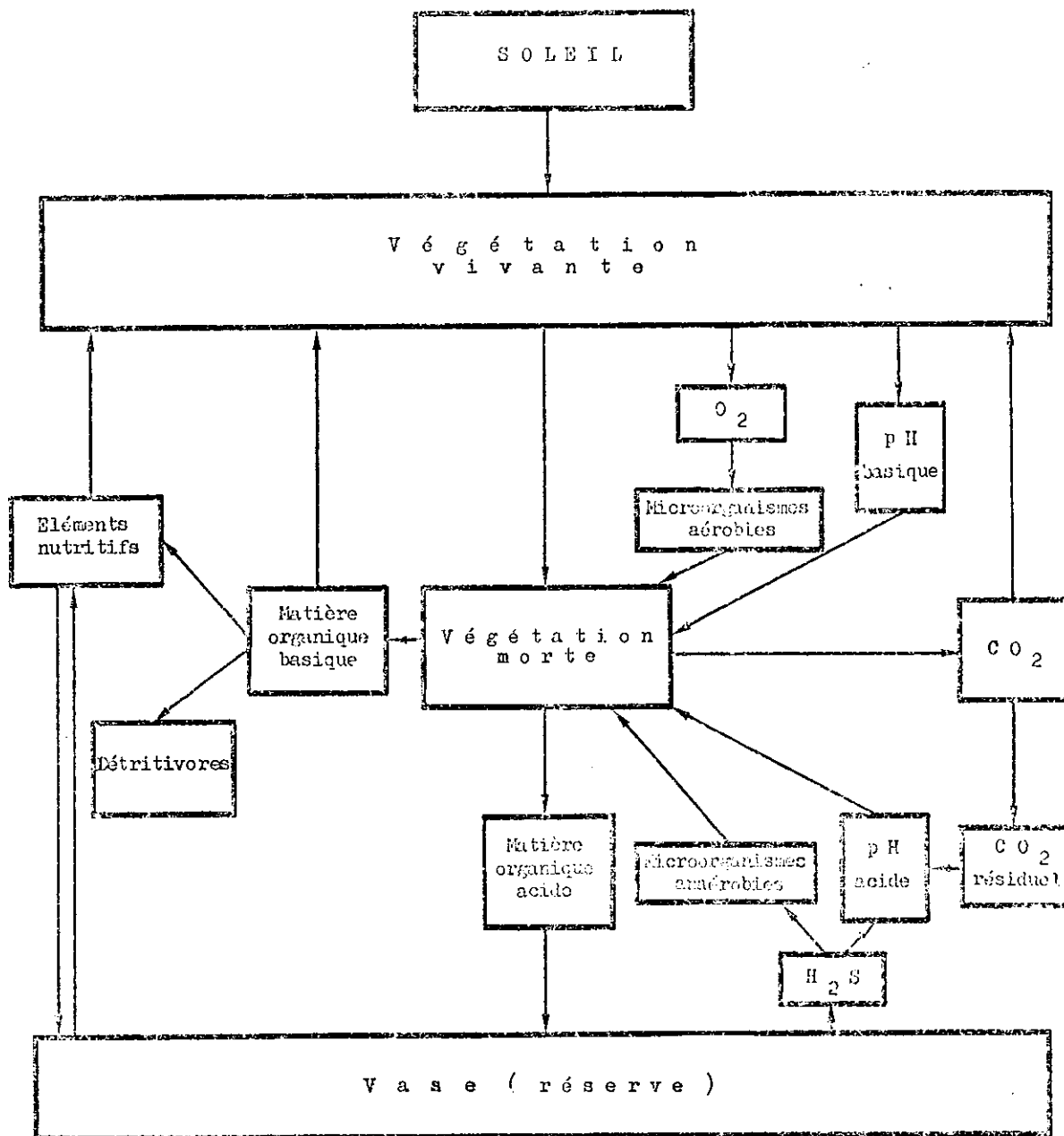


Figure 27 : a/ En milieu aérobie et à une température élevée, la matière organique se transforme en matière organique basique. Cette matière organique basique peut être utilisée :

- Pour la transformation en nitrates, utilisables par la flore.
- Par les détritivores microphages.
- Directement par les Chlorophytes (Chaetomorphes).

b/ En milieu réducteur anaérobie :

- A une température suffisamment élevée (Plus de 15°), la matière organique basique se décompose pour donner de la matière organique acide. Il s'agit d'un stockage d'énergie inutilisable (utilisable seulement par les bactéries anaérobies)
- Si la température est basse, la matière organique se trouve bloquée à un stade acide, généralement sur le fond de l'étang (vase).

son évolution saisonnière par la confrontation de la dynamique des différents paramètres du milieu qui peuvent intervenir.

b) Cycle annuel à Biguglia :

1°/ Période hivernale.

La végétation vivante est pratiquement absente. L'important lessivage entraîne une forte proportion de matériel décomposé hors de l'étang, tandis que se produit un léger apport externe. La matière organique décomposée est essentiellement représentée dans la vase où l'énergie se trouve bloquée pendant l'hiver.

2°/ Période estivale. Deux phases :

Première phase estivale : Deux évolutions :

- Evolution 1969 et 1970 : L'augmentation du pH permet la libération des éléments organiques stockés, minéralisés ou non; ils sont absorbés par une série d'organismes végétaux et bactériens (BIANCHI, 1964; JEFFERIES, 1972). Le matériel en suspension, alors alcalin, peut être absorbé par les détritivores microphages.
- Evolution 1971 : L'activité photosynthétique intense provoque, d'une part, une tendance à l'oxydation et à la minéralisation, d'autre part une tendance à l'absorption intense par la végétation sous forme de matière organique basique ou sous forme minéralisée ( nitrates ).

Deuxième phase estivale.

- Le niveau acide de décomposition des algues sur le fond conduit la matière organique à l'état d'éléments acides et par suite inutilisables par les détritivores microphages .
- Le niveau basique d'oxydation en surface amène la matière organique particulière à l'état alcalin ( assimilable par les populations qui nous intéressent) ou poursuit la minéralisation en sels minéraux. D'autre part les particules tombant sur la vase deviennent acides.

c) Cette évolution de la matière organique, au regard des autres paramètres du milieu, apporte les enseignements suivants en ce qui concerne les fractions de matière basique et acide :

Les éléments nutritifs ne peuvent apporter que des enseignements limités par rapport aux autres fractions, du fait de leur nature même: fraction instable dont chaque valeur est la résultante d'autant de mécanismes d'absorption, de rejet, de transformation.

Le pH reflète assez bien la situation, en ce qui concerne, par exemple, les niveaux acide et basique au cours de l'année. D'autre part, il est

un indice de l'activité photosynthétique du milieu ( Figure 26 ). Or cette activité est liée à l'équilibre carbonaté.

L'évolution de l'équilibre carbonaté reflète donc bien les différentes étapes de la transformation de la matière organique :

La présence de bicarbonates avec  $\text{CO}_2$  résiduel l'hiver et pH à tendance acide, correspondent à un stockage de la matière organique.

La situation printanière, avec l'augmentation des bicarbonates parallèle à l'augmentation du pH (1969-1970), correspond à la présence de matière organique basique disponible.

L'oxygénation intensive de juin 1971, avec présence de bicarbonates et d'hydroxydes, avec aussi un pH exceptionnellement élevé, correspond à une absorption intense des éléments nutritifs par la végétation et à une baisse de matière organique particulaire basique utilisable par les détritivores microphages.

#### D. LE CYCLE DE LA MATIERE ORGANIQUE A BIGUGLIA PAR RAPPORT AUX AUTRES MILIEUX SAUMATRES EN GENERAL.

D'une manière générale, dans les eaux saumâtres, l'équilibre eutrophique du milieu apparaît instable et sous la dépendance immédiate de la végétation :

- a) L'équilibre eutrophique estival peut basculer dans le sens de la dystrophie, c'est-à-dire dans le sens de l'accumulation de matériel organique en forte proportion, ce matériel se trouvant stocké en matière organique acide et en milieu acide, asphyxique et pauvre. L'oxygénation est alors faible, la productivité mauvaise, car une forte proportion d'énergie se trouve bloquée à ce niveau. Cet état se retrouve sur les fonds de Biguglia, l'été, mais il est alors compensé par l'oxygénation de la couche de surface.
- b) Au contraire, si la vitesse de minéralisation est trop rapide, en milieu trop oxygéné par exemple, tandis que la vitesse de décomposition est faible, il y aura carence en éléments nutritifs utilisables ( exemple : juin 1971).
- c) Cette accumulation d'énergie peut aussi se produire en milieu alcalinotrophe. L'énergie correspondant aux éléments azotés, par exemple, est alors bloquée au stade de l'ammoniaque ou des nitrates. Quand il y a accumulation d'ammoniaque ( milieu oligotrophe), celui-ci peut constituer un frein à la

nitrification, soit à cause des valeurs élevées d'ammoniaque, soit à cause des valeurs élevées de pH intervenant sur l'activité bactérienne (flaques du littoral de la Baltique: GANNING 1969). Quand il y a accumulation de nitrates sans utilisation parallèle par la végétation, on dit que le milieu est organiquement pollué. En réalité, les éléments nutritifs minéralisés ne devraient être considérés comme des indices de pollution organique que dans la mesure où leur vitesse d'utilisation est pratiquement nulle et n'équilibre pas leur vitesse de production.

#### 4. RESUME ET CONCLUSIONS

##### A. - VARIATIONS PHYSICO-CHIMIQUES SAISONNIERES ET ANNUELLES.

La lagune est soumise à un rythme saisonnier cyclique, essentiellement lié au climat local, divisant chaque année en 2 périodes :

a) Une période hivernale, d'octobre à mai, où de forts apports d'eau douce établissent, dans l'étang, un courant dominant vers la mer. Les eaux de surface et de fond sont homogènes, les valeurs de salinité ( 1 à 5 g Cl/l), de température ( 5° à 15°), d'oxygène et de pH sont faibles, le CO<sub>2</sub> est présent et les éléments nutritifs absents des eaux.

b) Une période estivale, généralement eutrophique, de mai à octobre, caractérisée par l'augmentation de la salinité (5 à 15 g Cl/l) , de la température (15° à 33°), et par l'isolement de la lagune de la mer. La stagnation y entraîne une forte différenciation des courbes de surface et de fond des éléments chimiques. Cette période peut elle-même être subdivisée en trois phases :

- 1°) Une phase de printemps où la végétation envahit le milieu; le pH et la température augmentent et les éléments nutritifs apparaissent.
- 2°) Une phase estivale où coexistent les phénomènes de décomposition sur le fond en milieu dystrophique, tandis qu'en surface les éléments nutritifs se forment en milieu oxygéné.

3°) Une phase d'homogénéisation de fin d'été.

- En 1969 et 1970, des conditions climatiques sensiblement analogues (insolation estivale proche de la moyenne) entraînent des résultats généraux très voisins, mis à part quelques petites différences citées.
- En 1971, l'insolation exceptionnelle détermine dans la lagune des conditions quasi-équatoriales (température de 34° et forte activité photosynthétique) avec une salinité exceptionnellement basse (Ca/Cl = 3, avec 7 à 11 g Cl/l.).

- la première phase eutrophique de printemps évolue vers une phase oligotrophe de fort pH (9,3) avec dissociation de l'équilibre carbonaté vers la formation de carbonates, en présence d'hydroxydes.

- la deuxième phase estivale, est caractérisée par une décomposition en taches de la végétation (due à la forte hétérogénéité du milieu algal) : aux gradients verticaux habituels des deux années précédentes, s'ajoutent des gradients physico-chimiques horizontaux.

- la troisième phase de fin d'été est marquée par l'augmentation de la salinité (20 g Cl/l.).

#### B.- CYCLE DE LA MATIERE ORGANIQUE A BIGUGLIA.

Le pH des eaux de Biguglia, s'il subit l'influence de la minéralisation des eaux correspondant à une composition ionique propre à la lagune, est essentiellement fonction de l'activité photosynthétique des algues macrophytes, qui existent.

La matière organique végétale passe à Biguglia par quatre formes successives :

- les algues vivantes,
- la matière organique décomposée acide, inutilisable dans cet état (vase et matière en suspension),
- la matière organique décomposée basique (en suspension et plus rarement dans la vase) utilisable par les algues vivantes et les détritivores microphages ,
- les éléments minéralisés (en suspension dans l'eau), utilisables par la végétation.

L'importance relative de ces fractions est sous la dépendance principale de facteurs climatiques et de l'activité photosynthétique qui y est liée. Cette dernière se traduit soit par le pH, soit par la dissociation de l'équilibre carbonaté:

L'hiver, la matière organique, non lessivée, se trouve bloquée au sein d'une vase acide.

L'été, la première phase estivale peut subir deux évolutions :

- une évolution dite normale ( en 1969 et 1970) présentant une activité photosynthétique moyenne, avec une certaine disponibilité d'énergie, soit sous forme de matière organique à l'état basique, soit sous forme d'éléments minéralisés.
- une évolution dite accélérée ( en 1971) présentant une activité photosynthétique intense avec diminution de la matière organique basique particulière disponible.

La deuxième phase estivale se traduit par la coexistence de deux niveaux avec matière organique basique et éléments minéralisés en surface, et matière organique acide sur le fond.



## II. DYNAMIQUE ET PRODUCTION DE LA FLORE.

Il ressort de l'étude de la physico-chimie des eaux de la lagune et de ses variations saisonnières et annuelles, que les algues macrophytes jouent un rôle essentiel sur le pH et les principaux équilibres chimiques : il était par suite nécessaire d'étudier ces algues en fonction des données relatives aux facteurs ambiants. Contrairement aux lagunes plus profondes, où cette flore se réduit à une ceinture périphérique, à Biguglia, la faible profondeur de l'ensemble de l'étang, contribue à l'envahissement de sa superficie totale par les algues macrophytes, et augmente considérablement l'impact de la flore sur les cycles biologiques et chimiques de l'étang (qu'ils soient nycthéméraux, saisonniers ou annuels).

Dans cette lagune, les fortes variations de facteurs du milieu éliminent une forte proportion des éléments classiques du peuplement lagunaire euryhalien et eurytherme et rendent le reliquat de la biocénose essentiellement tributaire des premiers éléments de captage de l'énergie solaire que sont les algues macrophytes et les phanérogames. Cette flore constitue un support et un abri pour la faune essentiellement vagile et pour la flore résiduelle épiphyte, en même temps qu'elle est la base de l'alimentation de la faune principalement détritivore et limivore.

Les algues macrophytes sont sous la dépendance des facteurs primaires (ensoleillement et température) donc de leurs variations saisonnières et annuelles, mais également des facteurs physico-chimiques du milieu qui dépendent eux-mêmes des facteurs primaires. Elles apparaissent dans le cycle des transferts d'énergie de la lagune, par rapport aux populations de crustacés détritivores et microphages, à la fois comme un producteur de matière organique, et dans une certaine mesure comme un consommateur, donc comme un concurrent.

Etant donné l'intervention constante de ces algues au cours de leur phase d'activité et de décomposition, et compte tenu de leur position et de leur rôle par rapport aux populations de crustacés qui nous intéressent, il a paru essentiel d'étudier séparément leur dynamique et leur production.

### 1. VARIATIONS QUALITATIVES SAISONNIERES ET ANNUELLES DE LA FLORE.

On sait que les lagunes saumâtres, sujettes à de fortes variations de milieu, sont soumises à des modifications de leur flore (PETIT et ALEEM, 1952, DUBOIS 1971).

A Biguglia, l'étude des variations qualitatives de la flore de 1968 à 1972, parallèlement à l'évolution de la salinité, apporte les résultats suivants :

#### A. VARIATIONS SAISONNIERES DES DIFFERENTES ESPECES.

(Figure 28 A.)

De 1968 à 1971, la zone étudiée se trouve régulièrement envahie par l'algue *Chaetomorpha linum*, et en bien moindre importance, par *Cladophora vagabunda* et *Lophosiphonia subadunca* en 1968 et 1970, par *Ulva lactuca* en 1969, et *Cladophora vadorum* en 1971. L'importance de *Chaetomorpha linum* diminue nettement en 1972.

En ce qui concerne les phanérogames l'herbier à *Cymodocea nodosa* et *Zostera noltii*, abondant en 1968, tend à disparaître en 1969 et 1970, pour être remplacé, en 1971, par l'herbier à *Ruppia maritima*, jusqu'alors limité à la partie sud de la lagune.

Ces diverses transformations correspondent à la diminution générale de la salinité du début de l'été, à partir de 1969 (teneur en chlore inférieure à 10 g Cl/l).

#### B. PREFERENDUM DES ESPECES

(Figure 28.B.)

Parmi les algues macrophytes :

<i>Ulva lactuca</i>	se développe bien de 1 à 5 g Cl/l
<i>Cladophora vadorum</i>	de 5 à 10 g Cl/l
<i>Chaetomorpha linum</i>	de 5 à 20 g Cl/l
<i>Cladophora vagabunda</i>	) de 10 à 20 g Cl/l
et <i>Lophosiphonia subadunca</i>	

Parmi les phanérogames *Cymodocea nodosa* et *Zostera noltii* se développent bien de 10 à 20 g Cl/l, et *Ruppia maritima* de 1 à 7,5 g Cl/l.

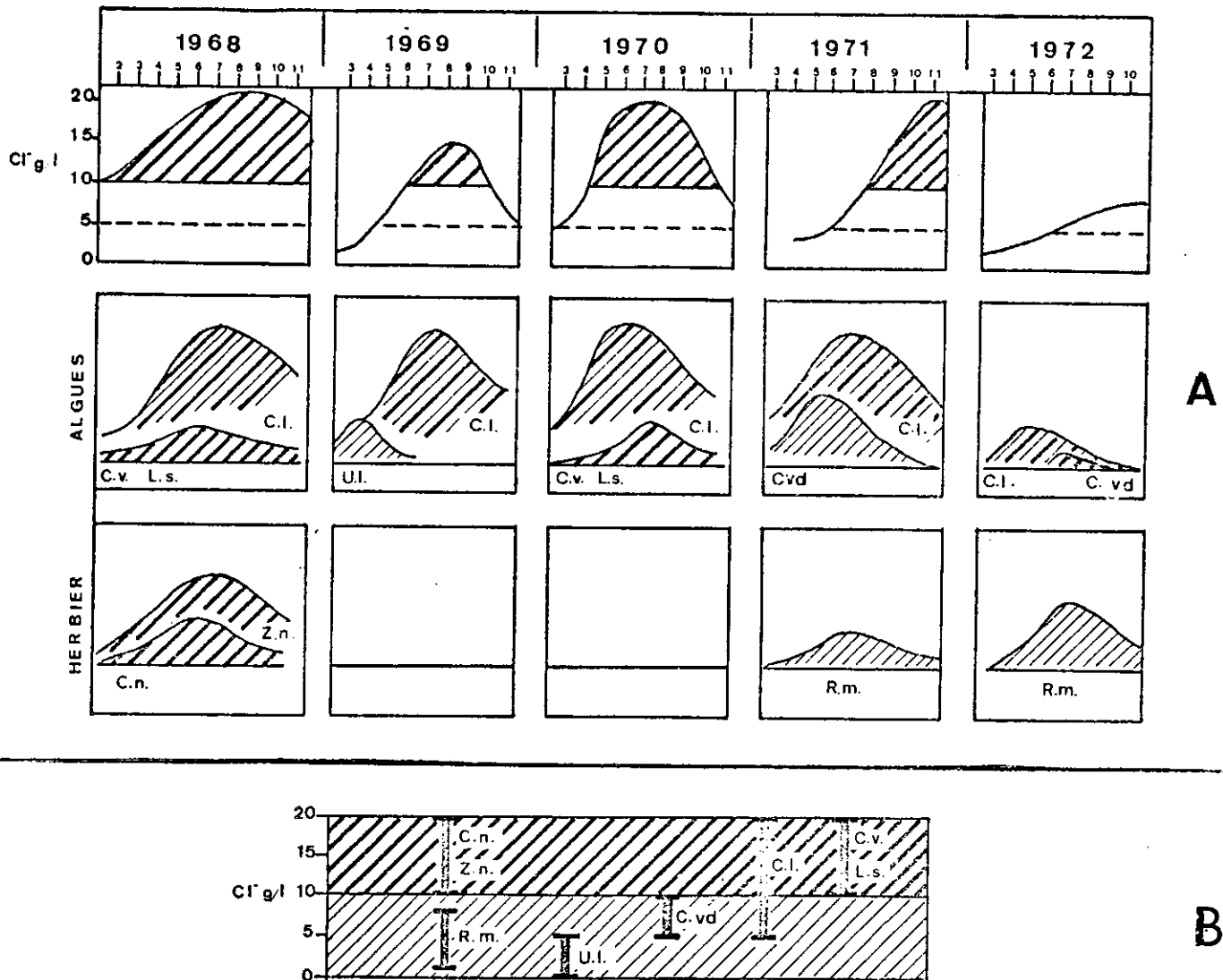


Figure 28 :

A : Variations qualitatives saisonnières et annuelles de la flore de 1968 à 1972 dans l'étang de Biguglia

B : Preferendum des espèces.

Algues

- C.l. *Chaetomorpha linum*  
 C.vd. *Cladophora vadorum*  
 C.v. *Cladophora vagabunda*  
 L.s. *Lophosiphonia subadunca*  
 U.l. *Ulva lactuca*

Phanérogames

- C.n. *Cymodocea nodosa*  
 Z.n. *Zostera noltii*  
 R.m. *Ruppia maritima*

## C. DOMINANCE ET CYCLE DE CHAETOMORPHA LINUM.

*Chaetomorpha linum* est donc le seul élément de la flore qui soit présent en abondance au cours des étés 1969, 1970 et 1971. L'observation, à égale distance des bordigues, de divers amas de l'algue, colorés de façon différente, et colonisés de façon plus ou moins accusée par la faune suivant leur état de vieillissement, permet de classer les teintes successives que peut prendre *C. linum* au cours de son développement : vert pâle, presque blanc; vert franc, vert sombre, légèrement jaune; vert très sombre. Le pourcentage des diverses catégories a été noté à chaque prélèvement.

Le cycle de *Chaetomorpha linum* a pu être observé nettement au cours de l'année 1969, car les précipitations exceptionnelles de la période pluvieuse 1968-1969 avaient provoqué de forts courants sortants déblayant considérablement la zone étudiée. La poussée progressive des algues à partir des amas résiduels de l'année précédente a pu être observée régulièrement, *Chaetomorpha linum* ayant pu se développer seule dans un milieu absolument libre. En mai 1969, les anciens amas vert sombre de cette algue persistant contre les pieux des bordigues, ne formaient plus que 1/60 de la végétation globale. La végétation, par la suite, s'est tassée sur les fonds où elle a formé en fin d'été, un matelas vert sombre. La croissance de l'algue s'effectue donc à partir des anciens amas qui ont passé l'hiver. En mai et juin, l'algue envahit généralement toute l'épaisseur de l'eau. A partir de fin juillet, elle marque un début de décomposition et un affaîssement sur les fonds. La croissance de *Chaetomorpha linum* semble très nette jusqu'à la mi-août. Il semble y avoir un léger ralentissement par la suite, ou, du moins, la croissance est-elle masquée par une forte mortalité.

## 2. VARIATIONS QUANTITATIVES SAISONNIERES ET ANNUELLES DE LA FLORE ET FACTEURS RESPONSABLES DE CES VARIATIONS.

### A RESULTATS QUANTITATIFS.

Les résultats des évaluations de biomasse de l'algue *Chaetomorpha linum*, obtenus à partir des prélèvements effectués à l'aide de la faucheuse

rotative; ainsi que les résultats concernant la croissance contrôlée en vivier de jeunes éléments de cette algue sont indiqués dans l'annexe 38.

B) FACTEURS RESPONSABLES DES VARIATIONS QUANTITATIVES DE L'ALGUE

C. LINUM .

a) Période hivernale.

Pendant la période pluvieuse de novembre à mai, les algues sont en grande partie entraînées vers la mer par les courants violents qui se produisent dans l'étang au moment des précipitations maximales (Figure 29).

b) Période estivale.

La figure 30, représentant les variations de biomasse végétale de la même algue, en fonction des variations de la salinité, de l'ensoleillement et de la température, de 1969 à 1971, fait apparaître la concordance des courbes de biomasse végétale avec celles de température et d'ensoleillement. Les valeurs de la biomasse végétale par  $m^2$  sont en bonne corrélation avec les valeurs de la température de l'eau, celles de l'ensoleillement ; ces corrélations sont relativement moins bonnes après que soit atteinte la biomasse maximale (  $r$  : 0,90 au lieu de 0,95, avec 12 couples de valeurs relatives à la biomasse végétale et à l'ensoleillement ).

Les facteurs responsables des variations de la biomasse de l'algue sont étudiés successivement au cours de chacune des phases précédant et suivant la biomasse maximale.

1°) Phase précédant le pic de biomasse ( ou phase de croissance pure ).

La biomasse trouvée est la résultante de deux causes : la croissance de l'algue et sa mortalité.

Or, le maximum d'activité photosynthétique ( production d'oxygène, exprimée en mg/l, figure 29) se produit toujours avant que soit atteint le maximum de biomasse ( généralement un mois avant ); ceci tendrait à prouver qu'il n'y a pas de décomposition au cours de cette première phase. Nous sommes donc amenés à faire les remarques suivantes sur les facteurs intervenant sur la croissance de l'algue :

Agissent d'abord directement sur cette croissance les facteurs

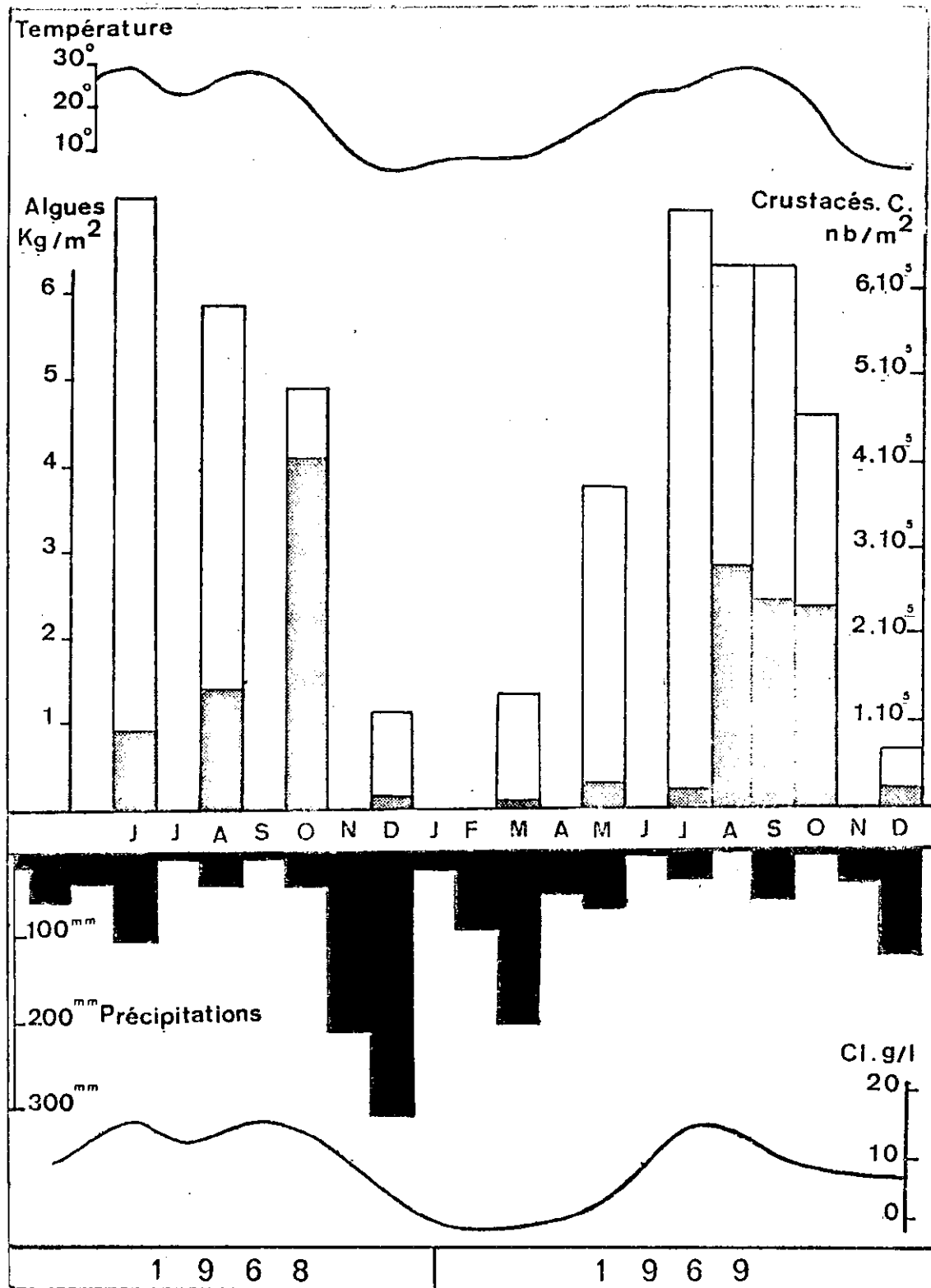


Figure 29 : Incidence des apports d'eau douce ( en noir) sur les variations globales de la biomasse des algues (en blanc) dans la zone nord de l'étang de Biguglia (en grisé : la densité des crustacés constructeurs).

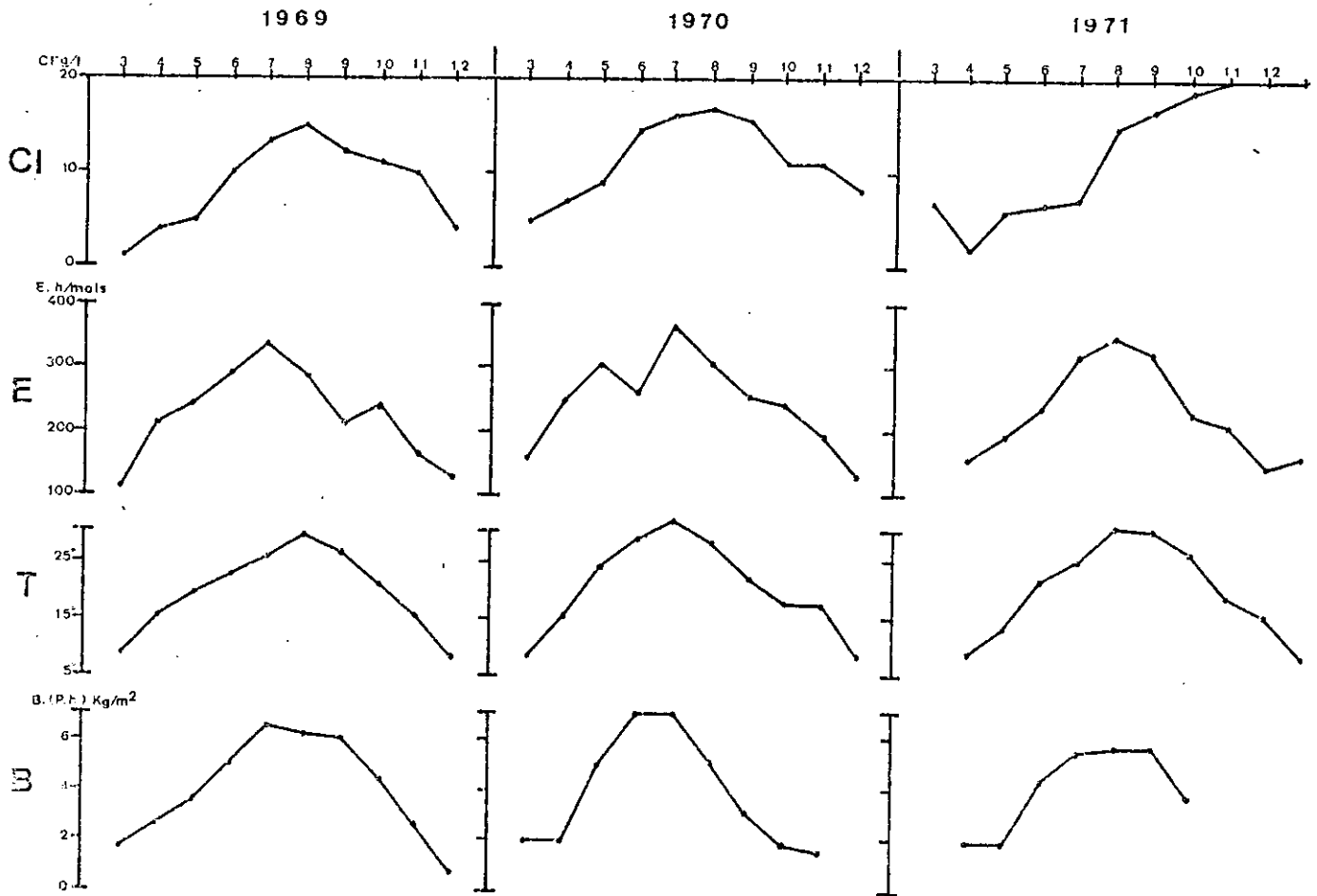


Figure 30 : Variations saisonnières et annuelles de la biomasse de l'algue *Chaetomorpha linum* ( en Kg/m<sup>2</sup> poids humide) en fonction de la teneur en chlore (g Cl/l) de l'ensoleillement ( en heures par mois et de la température de l'eau (d° C.).

primaires c'est-à-dire l'ensoleillement et la température; l'ensoleillement est aussi responsable de la libération des éléments nutritifs par son intervention sur le pH, (par l'intermédiaire de l'activité photosynthétique), et la température peut jouer le rôle de facteur limitant pour des valeurs inférieures à 15°C.

La salinité favorise la croissance de l'algue pour les teneurs correspondant au préférendum de l'espèce, mais peut en même temps déterminer le développement de végétaux venant en concurrence avec elle pour l'ensoleillement, les éléments nutritifs et l'espace disponible.

La croissance de l'algue peut enfin être " auto freinée" en fin de phase de croissance par l'accumulation de l'algue elle-même.

2°) Phase suivant le pic de biomasse ( Figure 31).

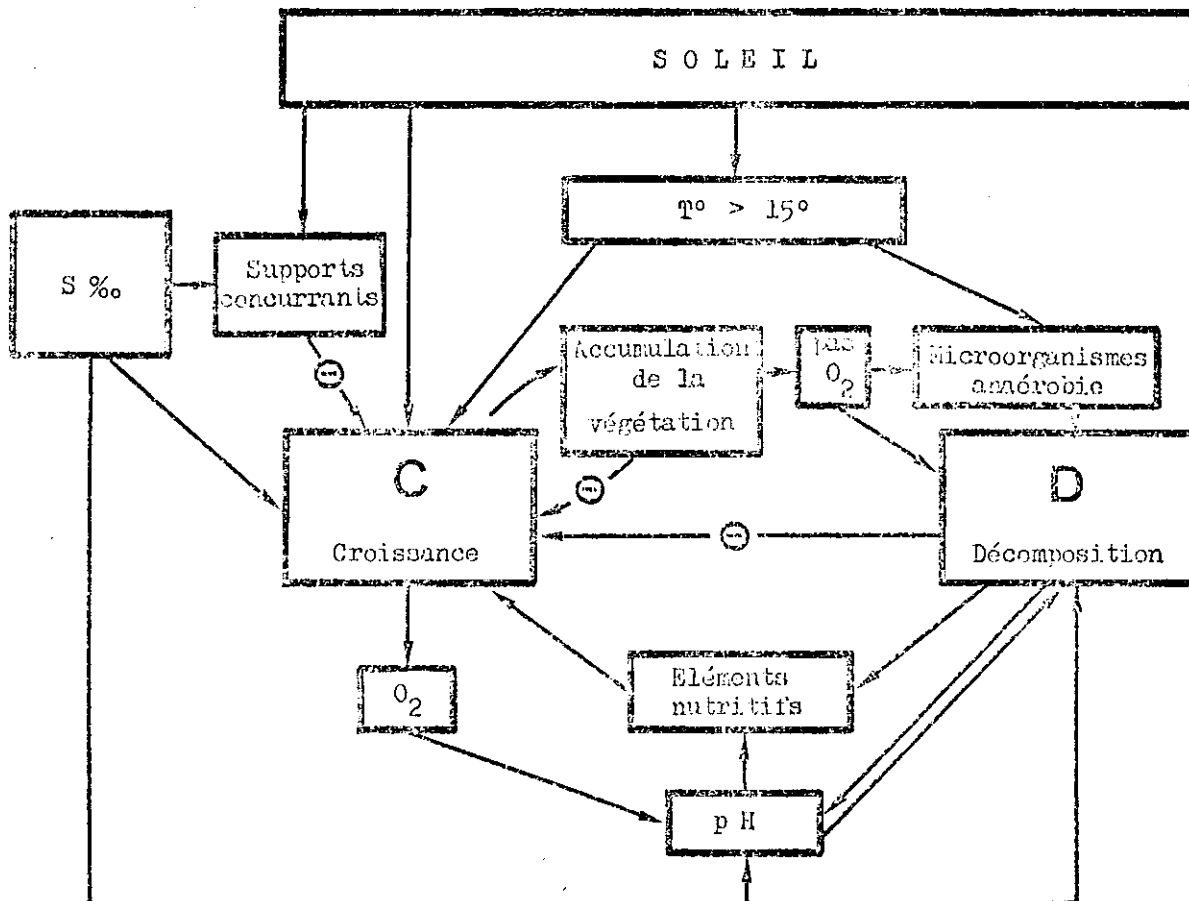


Figure 31 : Facteurs intervenant sur la croissance de la végétation au cours de la 2ème phase estivale :

Aux facteurs intervenant au cours de la 1ère phase ( croissance pure : C ), s'ajoutent les facteurs dépendant de la décomposition de la végétation ( D ) et de l'accumulation de la végétation. Toute action négative est indiquée par le signe moins.

Au cours de cette deuxième phase, la biomasse végétale évaluée à chaque prélèvement est la résultante des deux phénomènes : la croissance d'une part, la mortalité d'autre part. Non seulement la mortalité apparaît effectivement, mais les facteurs agissant sur la croissance au cours de cette phase (les mêmes que ceux agissant au cours de la première phase), se trouvent limités par :

- le phénomène de tassement des algues, qui s'accroît à partir de la fin juillet et se trouve alors aggravé par la baisse du niveau de



l'étang, sous l'effet de l'évaporation; ainsi est freiné le développement des algues situées dans la partie basse du matelas d'algues.

- les processus de décomposition : le milieu acide du fond de l'étang inhibe la croissance des algues vivantes; ceci a été vérifié pour les algues placées en viviers et immergées près des sédiments; dans un deuxième stade, ces algues sont soumises à un processus de décomposition.

Il faut noter que la décomposition est favorisée par le tassement, qui conduit à la formation d'un milieu anaérobie, favorable au développement d'une flore bactérienne.

### 3. PRODUCTION

#### A. METHODES DE CALCUL.

##### a) Méthodes générales.

La production primaire se définit comme étant la quantité de matière organique produite par unité de surface; le taux de production primaire ou productivité, comme la production de matière organique rapportée à l'unité de temps; la production brute est égale à la quantité de matière totale produite; la production nette est égale à la production brute, diminuée des pertes dues à la respiration ( ODUM et ODUM, 1959).

Différentes techniques ont été définies pour une évaluation de la production primaire ( TAYLOR, 1969, WOLLENWEIDER, 1969).

En ce qui concerne les algues benthiques, certaines techniques sont des techniques de laboratoire , non destructrices : mesures de longueur, comptage du nombre de cellules, mesures portant sur les gaz libérés et mesures des surfaces colonisées par les algues ( BOALCH, 1961; COLINUAUX et al. 1965, MOUNTFORD, 1969; NEUSHUL et HAXO, 1963) ou encore sur milieu " reconstitué" (ABBOTT, 1966; Mc CONNEL, 1962). Ces méthodes, si elles aboutissent à une connaissance du potentiel de production de l'espèce testée, ne peuvent être extrapolées à l'évaluation de la production en milieu naturel.

D'autres méthodes sont fondées sur des mesures effectuées sur le terrain ( mesures de poids, ou de volume). Ces techniques, qui sont généralement destructives aboutissent de façon générale, uniquement à des résultats relatifs à la biomasse, c'est-à-dire à une sous-estimation de la production (BLINKS, 1955; EFFORD, 1967; Mc FARLAND and PRESCOTT, 1959; MOELLER, 1964;

ODUM, 1959; PIGNATTI, 1968).

Les évaluations relatives à la production des algues, effectuées à partir des teneurs en oxygène du milieu, et exprimées en carbone et en azote sont intéressantes (SEELEY, 1969) mais ne sont pas applicables dans un milieu présentant entre la surface et le fond un gradient d'oxygénation, indicateur d'importants processus de décomposition.

b) Méthodes particulières utilisées à Biguglia.

Dans le cas de l'étude de l'étang de Biguglia, la collecte des données en milieu naturel présentait plus d'intérêt, pour un examen écologique de l'ensemble des phénomènes qui se produisent dans la lagune et interviennent également sur la faune, que toute autre méthode.

Le principe du calcul de la production P entre deux périodes  $t_0$  et  $t_1$ , à partir de résultats de biomasse peut se définir ainsi :

$$P = B_1 - B_0 + B_m \quad \text{ou } B_0 = \text{Biomasse au temps } t_0$$
$$B_1 = \text{Biomasse au temps } t_1$$
$$B_m = \text{Biomasse produite et éliminée entre } t_0 \text{ et } t_1.$$

En admettant que  $B_1 = B_0$ , la production primaire brute d'une végétation présentant une évolution cyclique pourrait être ramenée à la somme de la matière organique morte au cours d'un cycle. Elle pourrait également être considérée comme étant la somme de la matière vivante produite au cours d'un cycle, si la mortalité était supposée égale à zéro.

La première possibilité d'évaluation, apparemment la plus simple en théorie, présente de grosses difficultés en milieu naturel où la mortalité est toujours difficile à évaluer. Aussi le calcul de la production primaire de *Chaetomorpha linum* à Biguglia a-t-il été orienté dans le sens d'une évaluation de la production de matière vivante tout au long du cycle de vie, en se basant sur les valeurs successives de la biomasse.

B. PRODUCTION ANNUELLE DE CHAETOMORPHA LINUM.

La production annuelle de *Chaetomorpha linum* peut être considérée comme égale à la somme de la biomasse végétale produite par croissance au cours des deux phases estivales précédant et suivant respectivement le maximum de biomasse. Ceci, correspond, en fait, à un laps de temps de 6 mois au cours desquels la température de l'eau est supérieure à 15°.

a) Calcul de la production au cours de la phase précédant le pic de biomasse maximale.

Le calcul au cours de cette période où la croissance seule intervient peut être effectué en considérant la biomasse printanière de départ (en mars)  $B_0$ , comme une cohorte (c'est-à-dire comme un ensemble d'individus,  $N_0$ , nés au même instant  $t_0$  et dont le taux de mortalité et le taux de croissance individuelle sont identiques) dont la mortalité s'effectuerait après la biomasse maximale ( $B_1$ ).

$$P_1 : B_1 - B_0$$

$$\text{en 1969 } P_1 \approx 5 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{en 1970 } P_1 = 5 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{en 1971 } P_1 = 3 \text{ Kg/m}^2 \text{ (poids humides).}$$

b) Calcul de la production au cours de la phase suivant le pic de la biomasse maximale et calcul de la production annuelle.

Si les facteurs de milieu, après passage par le maximum de biomasse végétale, étaient réellement identiques à ceux correspondant à la première phase de croissance, la biomasse végétale serait aussi, dans cette deuxième phase, en corrélation avec les valeurs de température et d'ensoleillement; il suffirait alors de dresser la courbe de biomasse végétale, en calculant par exemple les valeurs en corrélation avec la courbe de température de l'eau. En fait, les courbes d'ensoleillement et de température étant symétriques de part et d'autre du pic de biomasse maximale, la production de la 2ème phase, serait, dans ces conditions, identique à celle de la 1ère phase, et la production annuelle serait égale à son double.

Or, il n'en est pas ainsi : les conditions de milieu qui prévalent après que la biomasse ait atteint son maximum ne sont pas en tous points symétriques de celles de la première phase. Des facteurs supplémentaires absents au cours de la 1ère phase font leur apparition ( Figure 31).

On peut donc en conclure, que la production de la deuxième phase estivale est nettement inférieure à celle de la première phase, et donc que la production annuelle se situe entre la valeur de la production de la 1ère phase et le double de cette valeur.

La valeur de la production annuelle peut donc être évaluée ainsi, en poids humide : en 1969 : elle est supérieure à  $5 \text{ Kg/m}^2$  et inférieure à  $10 \text{ Kg/m}^2$  (alors qu'un seul support est présent).

En 1970 : elle est supérieure à  $5 \text{ kg/m}^2$  et inférieure à  $10 \text{ kg/m}^2$  ( avec supports concurrents mais forte insolation).

En 1971 : elle est supérieure à  $3 \text{ kg/m}^2$  et inférieure à  $6 \text{ kg/m}^2$ .

La production en poids sec a donc oscillé au cours des trois années de 200 à  $900 \text{ g/m}^2$ .

La production de carbone de  $14,2 \text{ g}$  à  $63,9 \text{ g/m}^2$ .

La production d'azote de  $3 \text{ g}$  à  $13,5 \text{ g/m}^2$ .

Ces valeurs de production, sont difficilement comparables à celles connues pour l'étage infralittoral marin, car les résultats sont généralement données en poids humide, ce qui ne représente pas grand'chose. Les valeurs de biomasse de Laminaires amassées sur le littoral californien sont de l'ordre de  $4,4 \text{ kg/m}^2$  (BLINKS, 1955), de  $10 \text{ kg/m}^2$  en Ecosse (Inst. of Seaweed Research, 1953), en Californie, (WILLIAM et Mc FARLAND, 1955), obtiennent  $4,35$  à  $5,78 \text{ kg/m}^2$  de *Macrocystis pyrifera*, valeur correspondant à une biomasse située entre la surface et  $- 1,50 \text{ m}$  : PIGNATTI, 1968, trouve  $3 \text{ kg/m}^2$  de *Cystoseira*, *Ulva*, *Cladophora* et *Fucus*, dans le Golfe de Trieste.

C. MATIERE ORGANIQUE ENTRAINEE ANNUELLEMENT PAR LES COURANTS HORS DE L'ETANG ET MATIERE ORGANIQUE RESTITUEE AUX SEDIMENTS DE L'ETANG.

Biomasse de printemps mars Poids humide 'm <sup>2</sup>	Ensoleillement global fév./mars (heures)	Température de l'eau novembre à mars	Somme des précipitations période pluvieuse précédente nov. à mars.	Biomasse en octobre	Evaluation biomasse emportée par les courants (poids humide/m <sup>2</sup> )
1968:2,5kg	523	10°	287,7	4,8	68/69:3,3 kg.
1969:1,5kg	383	10°	638,3	4,5	
1970:2 kg	421	12° à 10°	261,3	2,5	69/70:1,5 kg
1971:2 kg					70/71:0,5

La biomasse résiduelle en mars, dépend essentiellement de l'importance des courants de la période pluvieuse précédente. En effet, les températures de l'eau de novembre à mars, toujours inférieures à  $15^\circ$ , ne favorisent ni la décomposition, ni la croissance de l'algue ( essais effectués au laboratoire et dans les viviers en milieu naturel).



Par suite, il semble que la biomasse entraînée par les courants vers la mer, pendant la période hivernale se situe entre 0,5 et 3,3 kg de poids humide d'algues/m<sup>2</sup> d'étang suivant l'importance des courants, c'est-à-dire qu'elle oscille donc entre 1/9 et 1/2 de la production annuelle. Parallèlement il faut retenir la perte d'une certaine quantité de carbone et d'azote, correspondant au lessivage des sédiments lagunaires.

On peut en définitive estimer que la proportion de carbone apportée par la flore aux sédiments de l'étang varie annuellement de 7,1 à 56,8 g/m<sup>2</sup> et celle de l'azote de 1,5 à 12 g/m<sup>2</sup>.

#### 4. RESUME ET CONCLUSIONS.

Le calcul de la production primaire a été effectué de 1969 à 1971 dans la lagune de Biguglia, sur l'algue *Chaetomorpha linum*, la seule à s'être développée en abondance au cours des trois années dans une marge de salinité de 9 à 35 ‰ (1 à 20 g Cl/l), algue qui joue un rôle essentiel dans les cycles chimiques et qui intervient, d'autre part, dans l'alimentation des populations de crustacés détritivores auxquels elle sert de support.

Le calcul de la production est basé sur des mesures mensuelles de biomasse et sur la connaissance du cycle de l'algue qui comporte :

- une période de développement estival de 6 mois (mai à octobre) à une température supérieure à 15°, dans la lagune isolée de la mer, et comporte deux phases : l'une de croissance pure précédant la biomasse maximale, l'autre de croissance et de mortalité située après.
- une période de quiescence hivernale, où les apports d'eau douce établissent dans la lagune des courants sortant vers la mer et provoquent le lessivage des algues.

La production annuelle de *C. linum* peut être considérée comme égale à la somme de matière vivante produite au cours des deux phases estivales et estimée à une valeur comprise entre la valeur de production de la première phase et le double de cette valeur. Au cours des trois années étudiées les valeurs s'étendent de 3 kg/m<sup>2</sup> à 10 kg/m<sup>2</sup> (en poids humide), soit 200 g à 900 g/m<sup>2</sup> d'étang en poids sec, soit 14,2 g à 63,9 g/m<sup>2</sup> de carbone et 3 à 13,5 g/m<sup>2</sup> d'azote par an.

La biomasse des algues entraînées varie de 1/2 à 1/9 de la production annuelle selon l'importance des courants. On peut estimer de 7,1 à 56,8 g C/m<sup>2</sup> et de 1,5 à 12 g N/m<sup>2</sup>, la proportion de carbone et d'azote apportée par an aux sédiments de l'étang.

### III. DYNAMIQUE DES ESPÈCES ANIMALES DE LA BIOCÉNOSE.

Parmi les facteurs du milieu agissant sur la dynamique des populations de *T. bacciformis* ont été étudiés les paramètres se rattachant à la physique chimie des eaux et ceux liés à la flore vivante et morte. Les aspects écologiques de la biocénose ont d'autre part une certaine évidence par cette étude. Nous étudierons successivement : les populations de vertébrés, arthropodes et mollusques, les populations d'invertébrés, principalement les crustacés.

#### 1. LES VARIATIONS DE DENSITÉ DES POPULATIONS DE CRUSTACÉS

Les variations de densité des populations de crustacés dans certaines zones sont intéressantes pour *T. bacciformis* dans que l'on peut trouver des données pour l'étude de mesure et évaluer la relation de ces crustacés avec *T. bacciformis* par d'autres procédés (comptage, etc.). L'étude des populations dans le milieu avec leur évolution à l'abri des prédateurs et concurrents.

#### 2. LES VARIATIONS DE DENSITÉ DES POPULATIONS D'INVERTÉBRÉS

(1971-1972).

Les données relatives à l'évolution de la densité des crustacés dans les zones d'étude sont intéressantes dans l'étude de la relation de ces crustacés avec *T. bacciformis*.

Les données relatives à l'évolution de la densité des crustacés dans les zones d'étude sont intéressantes dans l'étude de la relation de ces crustacés avec *T. bacciformis*.

Les données relatives à l'évolution de la densité des crustacés dans les zones d'étude sont intéressantes dans l'étude de la relation de ces crustacés avec *T. bacciformis*.

Les données relatives à l'évolution de la densité des crustacés dans les zones d'étude sont intéressantes dans l'étude de la relation de ces crustacés avec *T. bacciformis*.

Les crustacés détritivores constituent, en nombre et en biomasse, les populations les plus importantes des invertébrés de la biocénose.

Les fluctuations des autres espèces peuvent se résumer de la manière suivante :

Ostracodes et Copépodes Harpacticoïdes ( *Nitroca typica* ).

Leur maximum a été observé en 1969, année qui a présenté la salinité la plus basse des années étudiées et une température moyenne.

Larves de Chironomes ( *Cricotopus* ).

La période maximale de densité de ces larves se situe chaque année entre le mois de juillet et le mois de novembre.

Larves d'Annélides ( *Platynereis massiliensis* )

Elles apparaissent quand la salinité est relativement basse ( 5 à 15 g Cl/l ).

Mollusques.

*Hydrobia acuta* présente une très grande euryhalinité couvrant les extrêmes des trois années étudiées; il est toujours abondant.

*Brachydontes marioni* et *Cardium glaucum* montrent des pics élevés généralement au printemps et en automne ( quand la teneur en Chlore et la température coïncident avec les valeurs de 10 g Cl/l et de 22° ).

Crustacés Isopodes.

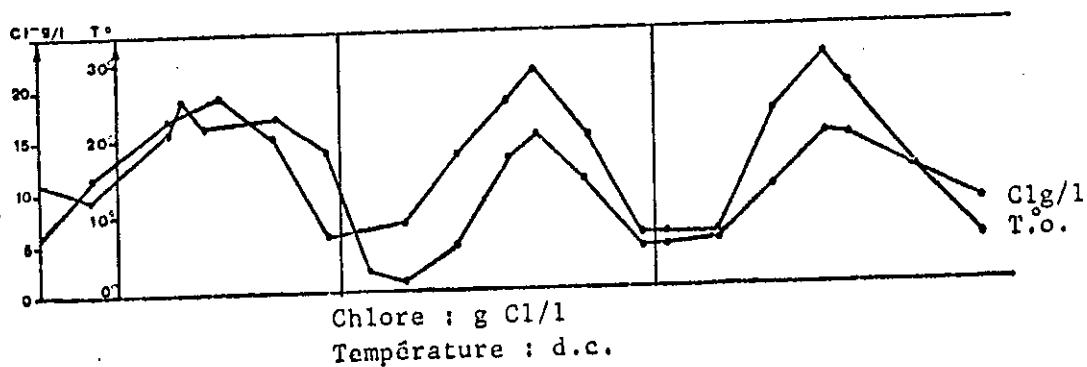
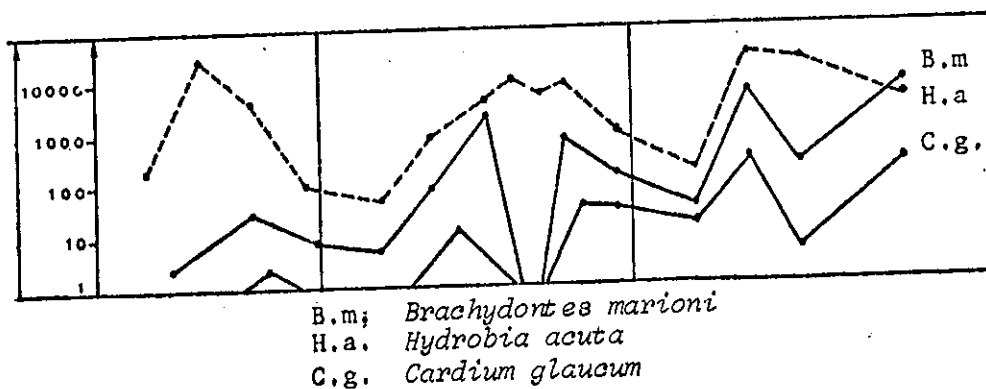
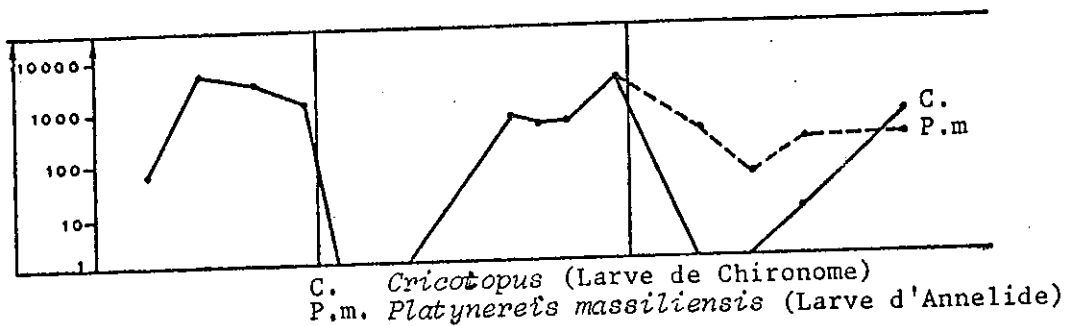
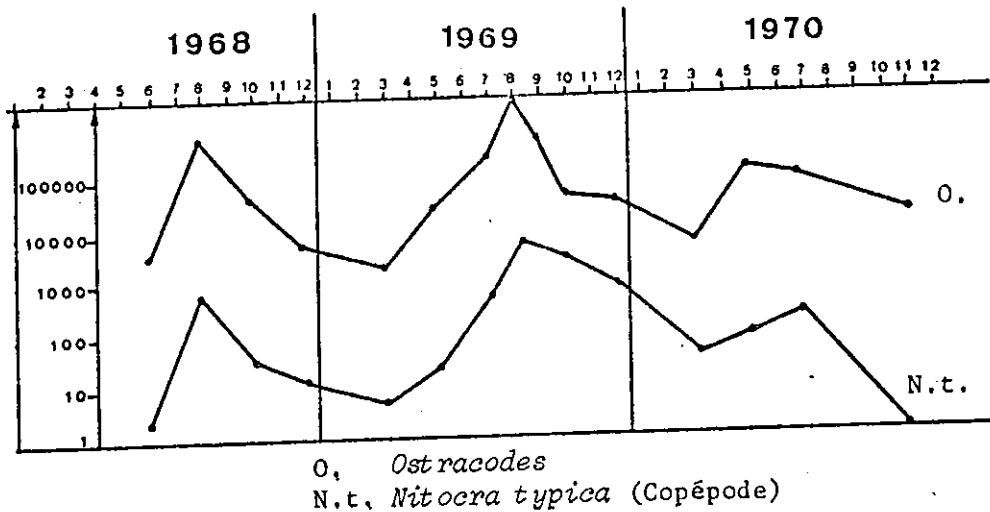
*Sphaeroma hookeri* et *Idotea viridis* sont très adaptés au milieu. *Sphaeroma hookeri*, malgré sa forte euryhalinité pour l'ensemble des gammes de salinité de 1 à 22 g Cl/l, semble particulièrement adapté aux basses valeurs de salinité ( 5 à 15 g Cl/l ).

*Idotea viridis* présente une très forte euryhalinité pour l'ensemble de la gamme des salinité observée à Biguglia de 1965 à 1972 ( 1 à 22 g Cl/l ).

Crustacés Amphipodes.

*Gammarus aequicauda* est une espèce très euryhaline et très adaptée aux variations de milieu, mais présentant de fortes concentrations locales (STOCK, 1952).

*Idotea viridis*, *Gammarus aequicauda*, *Sphaeroma hookeri*, *Hydrobia acuta* et les larves de *Cricotopus* sont les espèces les mieux adaptées à ce milieu et ont présenté des populations denses au cours des trois années d'étude. Leur répartition dans d'autres milieux saumâtres corses ( étang de Palo et étang d'Urbino à la base nord de la presqu'île ) présentant des valeurs extrêmes annuelles de divers paramètres souvent plus accusées qu'à Biguglia, le confirment. De toutes ces espèces, *Idotea viridis* et *Gammarus aequicauda*, montrent une euryhalinité particulièrement remarquable; en fait, il





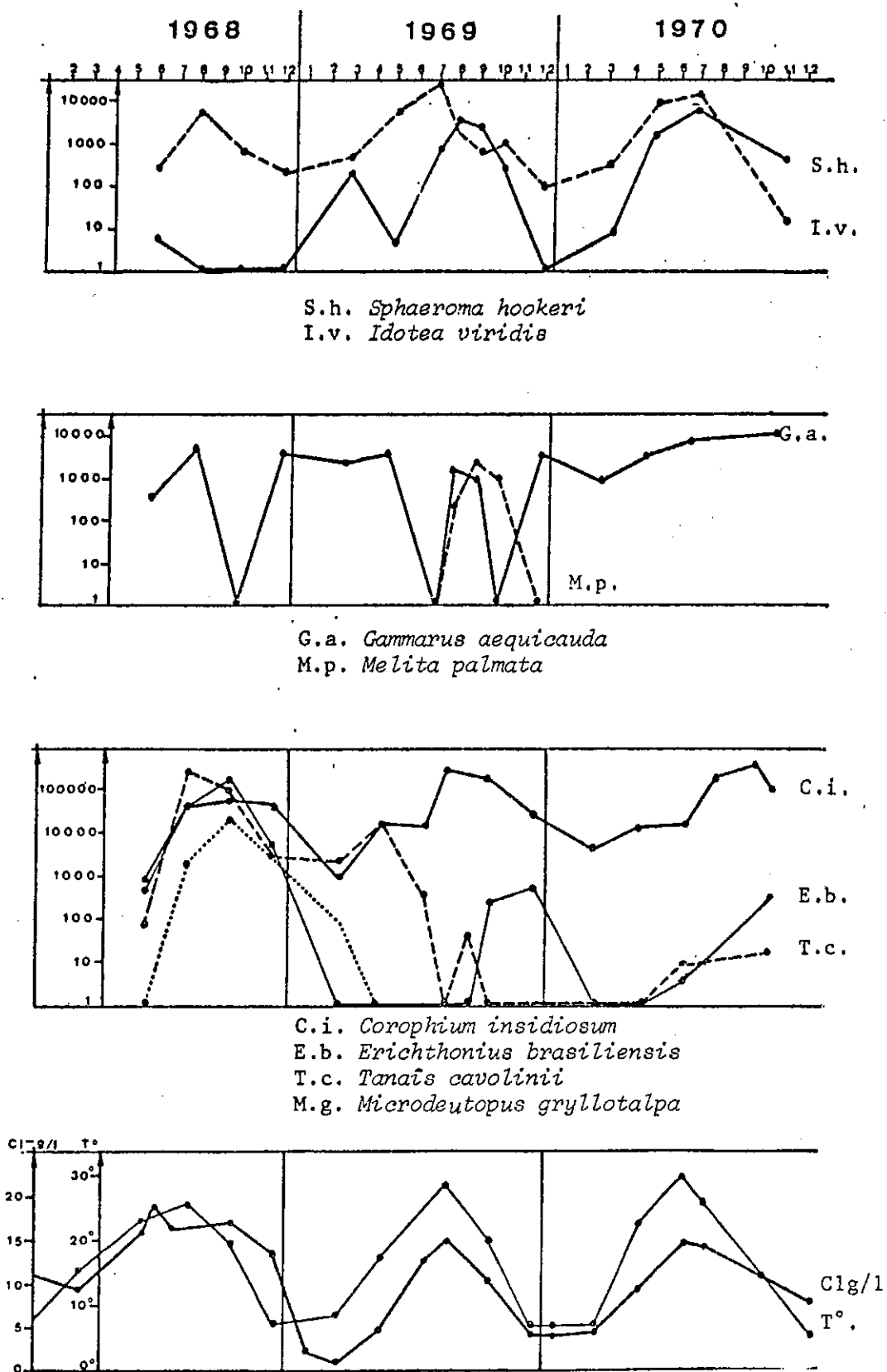


Figure 32 : Variations de densité des invertébrés de la biocénose de Biguglia, zone des bordigues de pêche.  
(Résultats exprimés en nombre d'individus/m<sup>2</sup> d'étang - Evaluation sur 1 000 m<sup>2</sup>).

semble que l'on puisse admettre que ces espèces font partie d'une biocénose commune à l'ensemble des étangs méditerranéens dont elles représentent ici le reliquat ultime vivant dans un biotope qui paraît proche de celui que PETIT (1962) désigne sous l'appellation de " Climax préléta1". Ces deux espèces, dont la densité se maintient constamment au cours des années étudiées, et dont la nourriture est voisine de celle des crustacés constructeurs, sont destructrices et voraces et constituent par là des concurrents constants pour les populations de crustacés constructeurs détritivores.

Les crustacés constructeurs : (*Erichthonius brasiliensis*, *Microdeutopus gryllotalpa*, *Tanaïs cavolinii* ) très abondants lors de la première année d'étude, (1968), ont été progressivement, et presque complètement, éliminé du milieu au cours des années 1969 et 1970, pour céder la place à *Corophium insidiosum* dont nous nous proposons d'étudier en détail la dynamique.

Il nous a paru intéressant de présenter cette dynamique en parallèle avec celles des autres crustacés constructeurs jusqu'à l'époque de la disparition de ces derniers.

## QUATRIEME CHAPITRE

DYNAMIQUE ET PRODUCTION DES POPULATIONS

DE COROPHIUM INSIDIOSUM.

## I. DYNAMIQUE.

Nous étudierons successivement les densités locales et les variations saisonnières et annuelles des populations de *C. insidiosum* en fonction des variations des paramètres du milieu.

### 1. DENSITES LOCALES DES POPULATIONS.

L'analyse des prélèvements quantitatifs effectués en 1969 dans la zone d'étude, d'une part dans trois bandes de végétations définies parallèlement aux bordigues vers le nord de la zone, et d'autre part, dans la partie supérieure et inférieure du matelas d'algues, montre des différences de trois sortes :

- entre les bandes de végétation,
- à l'intérieur de chaque bande,
- entre les niveaux de surface et de fond.

#### A. DIFFERENCES ENTRE LES BANDES DE VEGETATION.

Les différences observées entre bandes de végétation apparaissent dans l'annexe 30 qui donne les moyennes, les variances et les intervalles de confiance du nombre de *C. insidiosum* adultes et juvéniles par colonne d'étang de 100 cm<sup>2</sup>, et par bande de végétation.

Deux facteurs agissent dans le même sens pour déterminer les gradients horizontaux de densité : - les courants provoqués par les arrivées d'eau douce, en direction de la mer, - la concentration de matière organique plus forte vers les bordigues et diminuant vers le nord de la zone.

##### a) Influence des courants sortants.

La figure 33 montre simultanément, pour l'ensemble de l'année, les variations de densité des populations dans les algues situées au voisinage immédiat des pieux des bordigues (résultats exprimés en nombre de

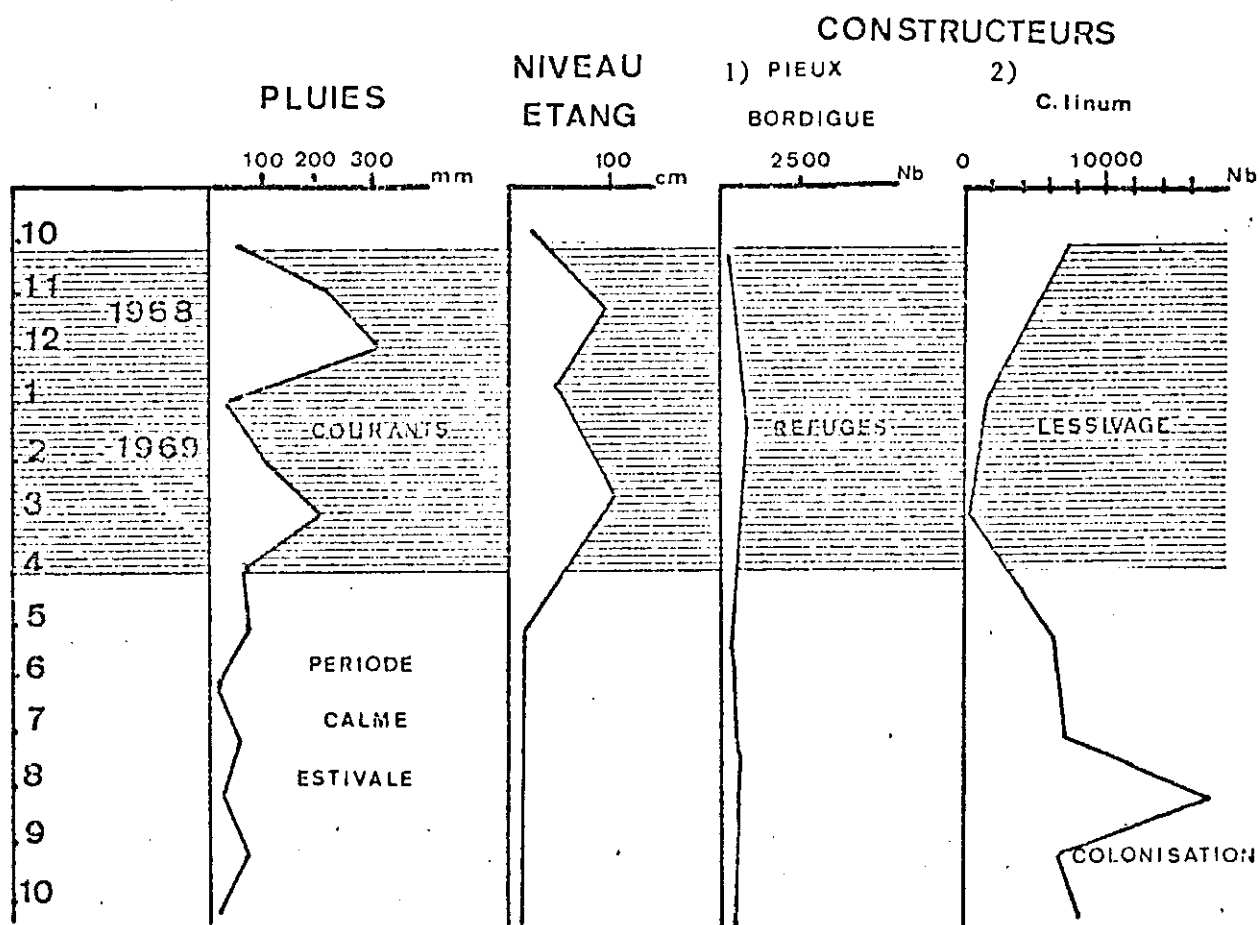


Figure 33 : Influence des courants sortants sur les densités locales des populations de crustacés constructeurs :

- 1) évaluation du nombre des crustacés présents dans les abris des bois des bordigues (nombre de crustacés pour 500 cm<sup>3</sup> d'écorce).
- 2) variations du nombre des crustacés présents dans les algues situées au voisinage immédiat des bois (nombre de crustacés par colonne d'étang de 100 cm<sup>2</sup>).

de crustacés par colonne d'étang de 100 cm<sup>2</sup> de surface), et les variations de densité des crustacés présents dans les abris des bois des bordigues (abris situés entre l'aubier et l'écorce des pieux, et abris situés entre et dans les tubes de *Mercierella enigmatica* fixés aux pieux et dans les intervalles entre ces tubes).

Ces derniers résultats sont exprimés en nombre de crustacés pour 500 cm<sup>3</sup> de morceaux d'écorce. Les variations de pluviosité (moyennes mensuelles des précipitations en mm) sont indiquées parallèlement.

Ce graphique fait ressortir les trois points suivants :

1°) Il se produit un véritable lessivage des crustacés présents dans les algues au moment des forts courants consécutifs aux abondants apports d'eau douce hivernaux, et, en sens inverse, une augmentation, à la belle saison, de la densité des crustacés dans les algues situées contre les pieux.

2°) Il existe une certaine constance des valeurs de densité des crustacés situés dans les abris des bois, relativement aux valeurs trouvées dans les algues.

Au début de la saison hivernale, cette densité des populations semble augmenter quelque peu quand s'élève le niveau de l'étang d'une part, et en présence de *Mercierella enigmatica* d'autre part, ces deux facteurs étant susceptibles d'augmenter le nombre des abris; la diminution de la salinité agit également en favorisant le développement des *Mercierella*. Les pieux jouent ainsi le rôle de milieu refuge au moment où les conditions de vie deviennent catastrophiques.

La densité des populations sur les pieux tend à diminuer avec la baisse du niveau de l'étang, à la belle saison, période qui est celle de la reproduction.

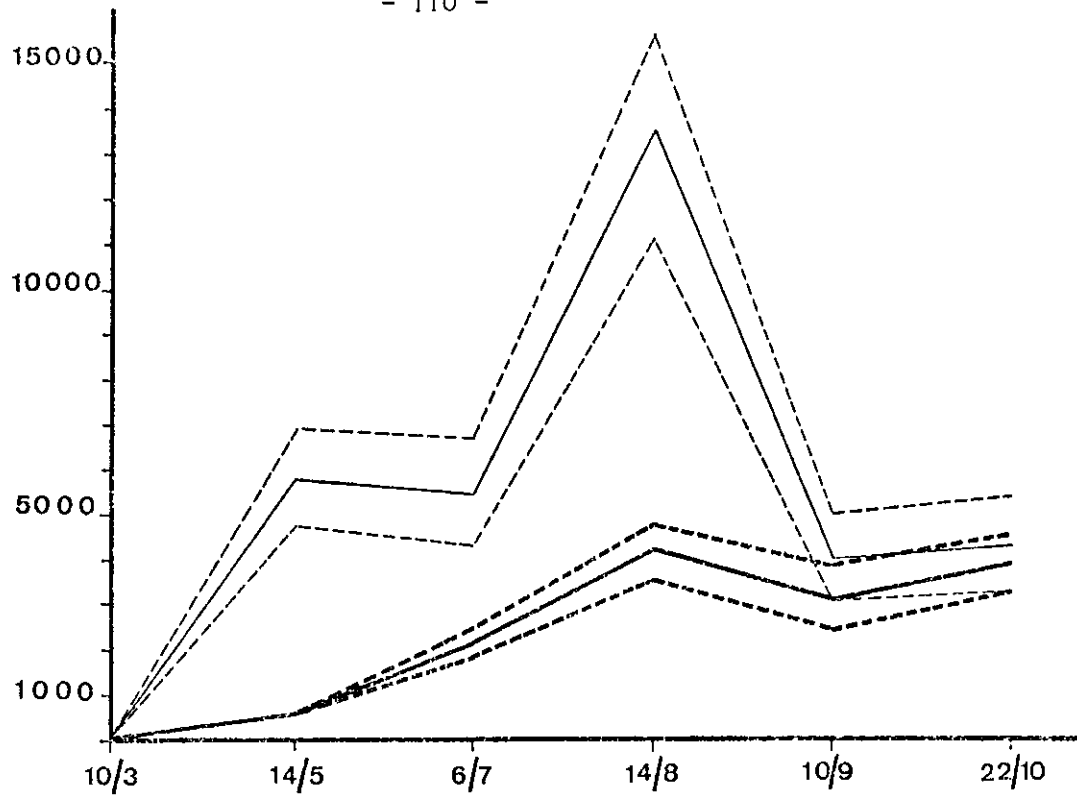
3°) La colonisation des algues se fait à partir de crustacés ayant subsistés dans les refuges des bois et par leur descendance.

b) Influence du gradient horizontal de matière organique, maximum près des bordigues.

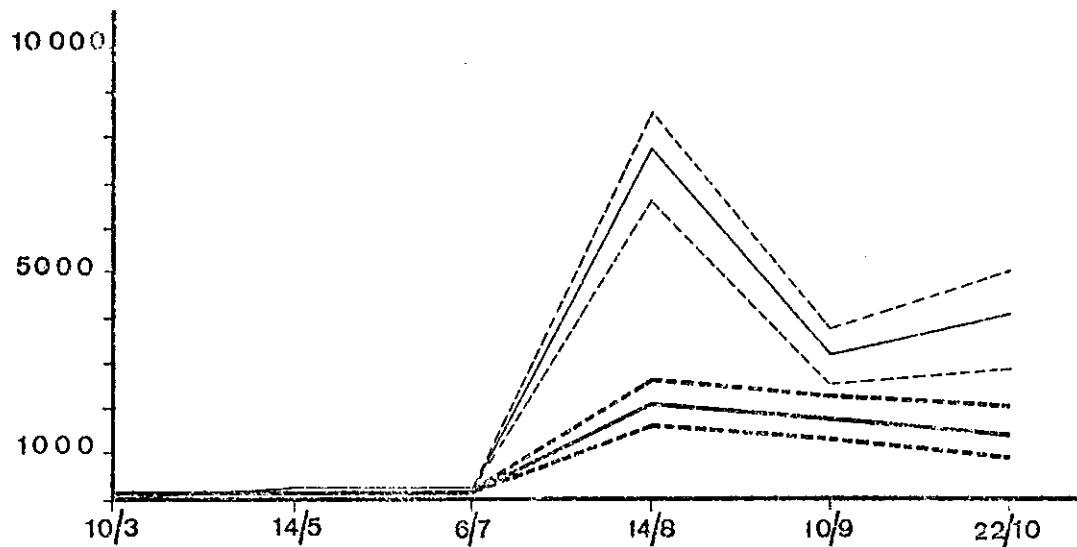
La figure 34 montre pendant la période estivale de stagnation de l'étang, les variations de densité des crustacés constructeurs présents dans les trois bandes de végétation parallèles aux bordigues.

En période estivale, malgré l'importance de la colonisation des algues à partir des bordigues, la densité des crustacés demeure cependant maximale dans les algues situées au voisinage immédiat des bois. Ceci est à attribuer à la forte concentration de matériel organique qui se trouve retenu et accumulé à ce niveau et remis doucement en suspension dans l'eau contre les bois. Ce matériel organique diminue considérablement au fur et à mesure qu'on s'éloigne vers le Nord de la zone, où les sédiments changent de nature et passent de la vase (64 % de particules inférieures à 0,05 mm) au sable vaseux (20 % de particules inférieures à 0,05 mm), comme en témoigne l'installation

1



2



3

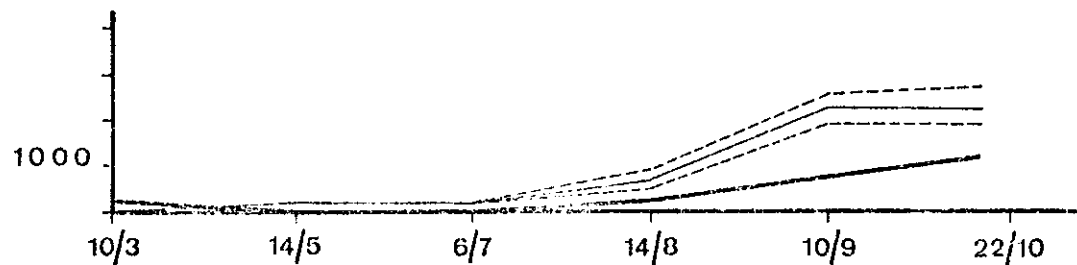


Figure 34 : Colonisation et densités locales de *C. insidiosum* en fonction du gradient de matière organique au Nord des bordigues. Nombre moyen et intervalle de confiance pour  $p = 0,05$  du nombre de *C. insidiosum* adultes, (en trait épais) et juvéniles, (en trait fin) par colonne de  $100 \text{ cm}^2$  d'étang dans chacune des 3 bandes de végétation parallèles aux bordigues (1ère bande de 20 cm ; 2ème bande, des 3 mètres suivants ; 3ème bande des 6.80 mètres suivants)

progressive vers le Nord de l'herbier à *Zostera noltii*

L'annexe 30 donne des coefficients de variations du nombre de *C. insidiosum* par colonne d'étang de 100 cm<sup>2</sup> et par bandes de végétation parallèles aux bordigues au cours de l'année 1969 :

Dans la première bande qui contient le plus fort pourcentage de matière organique et qui est la plus peuplée, ce coefficient présente des valeurs relativement basses ( 1,8 à 17); ce coefficient est plus élevé dans les deux autres bandes, colonisées en dernier lieu, et par suite irrégulièrement, puis sa valeur diminue quand la colonisation progresse vers le nord de la zone. En fin d'été, où apparaît une hétérogénéité du milieu du fait de la décomposition estivale, le coefficient a tendance à augmenter dans l'ensemble de la zone étudiée.

Au cours de l'année 1969, où ces observations ont été faites, *C. insidiosum* était le seul crustacé constructeur présent dans la zone et habitant une seule algue : *Chaetomorpha linum*.

#### B. DIFFERENCES A L'INTERIEUR DE CHAQUE BANDE, ( Annexe 30).

La forte marge de variation constatée à l'intérieur de chaque bande témoigne de l'hétérogénéité du milieu, et semble pouvoir être attribuée à deux causes principales : la présence de supports végétaux variés et se trouvant à différents stades de développement ou de décomposition, et la présence de populations concurrentes.

Pour faire apparaître de façon plus nette l'influence respective de chacun de ces facteurs, les époques mentionnées ici sont celles où la présence de supports différents et de populations variées de crustacés constructeurs ont permis des observations utiles ( figures 35 et 36).

#### 20.7.67 ( figure 35)

La zone délimitée pour l'observation est envahie de Chaetomorphes : à son extrémité nord, commence l'herbier à *Zostera noltii*. Des Zostères arrachées et blanchies sont amassées le long des pieux de la bordigue.

On y note :

- une abondance de *C. insidiosum* et de *T. cavolinii* dans l'ensemble de la zone à Chaetomorphes;
- une abondance de *E. brasiliensis* dans l'herbier de Zostères;



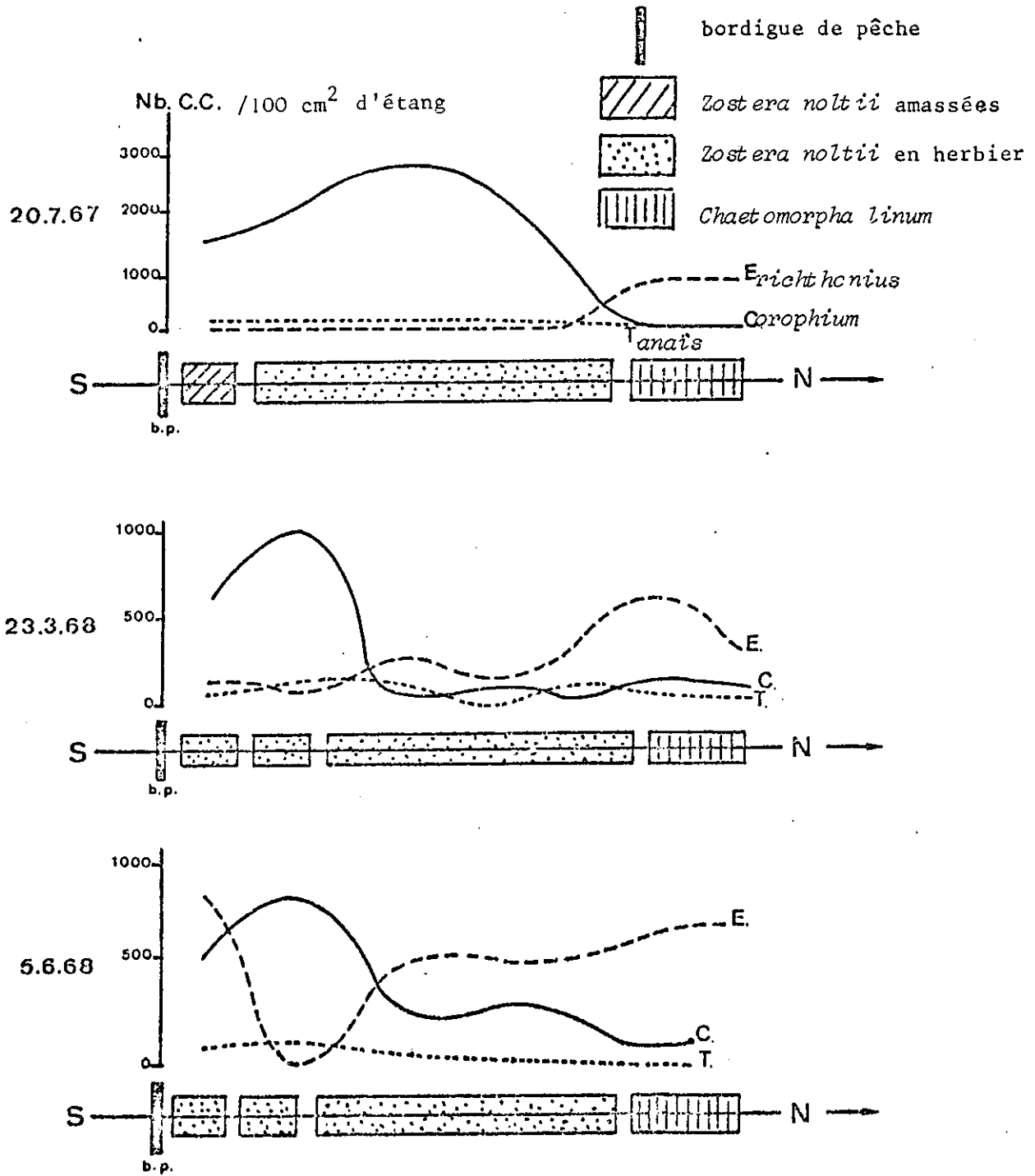


Figure 35 : Variations saisonnières de la densité des populations de crustacés constructeurs dans la zone nord de Biguglia sur différents supports végétaux. Coupe Sud-Nord, à partir de la bordigue de pêche, montrant l'invasion de la zone de *Chaetomorpha linum* à *C. insidiosum* et *T. cavolinii* par *E. brasiliensis* localisé au départ sur les *Zostera noltii* situées en limite nord de la zone.

- la présence de *C. insidiosum* et *T. cavolinii* dans les Zostères accumulées.

23.3.68 (figure 35)

La zone étudiée montre des Chaetomorphes à divers états de vieillissement, des noyaux de *Cladophora vagabunda* et de *Lophosiphonia subadunca* vieilles, et un herbier de Zostères.

*C. insidiosum* domine toujours dans la zone de Chaetomorphes, tandis que *E. brasiliensis* domine dans la zone de Zostères, mais on observe l'invasion progressive de *E. brasiliensis* dans la zone des Chaetomorphes et celles de *C. insidiosum* et *T. cavolinii* dans les Zostères. Il s'établit donc une sorte d'équilibre des espèces respectives sur leurs anciens supports avec invasion dans le support des autres. La variations de densité des constructeurs en fonction du degré de vieillissement des Chaetomorphes est nette, et est comparable à l'occupation progressive d'un objet immergé depuis un temps plus ou moins long.

La concentration des populations sur les *Cladophora* est considérable et peut être attribuée non seulement à leur degré de vieillissement, mais aux larges possibilités d'abris qu'offre ce support ramifié dans tous les plans (Cf. Ethologie page 12).

5.6.68 (figure 35)

Le milieu se présente de façon très similaire à ce qui a été observé le 23.3.68.

L'invasion par *Erichthonius* de la zone à Chaetomorphes se manifeste, l'espèce dominant en tous points de la zone, mis à part sur les supports anciens tels que les Cladophores, où les *Corophium* se trouvaient en majorité et en grande quantité, et qui constituent alors, des sortes d'îlots. Le graphique représente, à cette époque, des courbes de répartition de densité symétriques et inversées pour les deux espèces *C. insidiosum* et *E. brasiliensis*. *T. cavolinii* semble réagir indépendamment, sans doute à cause de sa mobilité plus faible et des soins exceptionnels que nécessitent les jeunes *Tanaïs* à leur naissance.

4.10.68 (figure 36 )

C.C. nbs

4.10.68

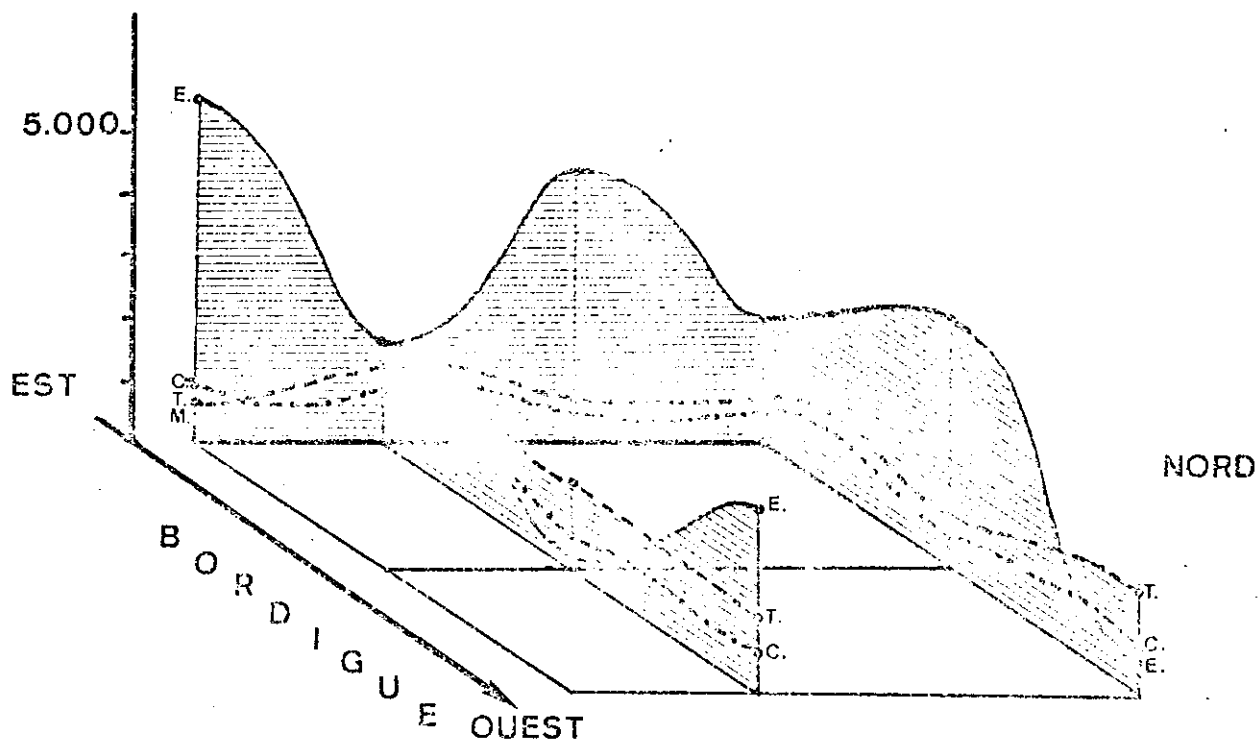


Figure 36 : Densités locales des crustacés constructeurs (*C. insidiosum*, *E. brasiliensis*, *T. cavolinii*, *M. gryllotalpa*) dans la zone Nord de Biguglia.  
Coupe Sud-Nord et Est-Ouest dans les Chaetomorphes montrant la distribution continue mais hétérogène des crustacés constructeurs.

Le peuplement de la zone est constitué uniquement de Chaetomorphes.

Cette époque est marquée par la dominance des *Ericht honius* par rapport aux *T. cavolinii* et aux *C. insidiosum* quoique chacune de ces deux dernières espèces puissent tout à tour, en certains points, présenter les concentrations les plus élevées.

14.8.69

La population de *C. insidiosum* résiste seule sur les Chaetomorphes; dans les deux premières bandes de végétation, la densité n'est que de  $7900 \pm 1100$  individus par colonne d'étang de  $100 \text{ cm}^2$ .

Les variations les plus accusées de densité correspondant à la nature du support, sont donc celles déterminées par le taux plus ou moins élevé de matière organique que le support peut ou libérer ou contenir, et par les dispositifs morphologiques qu'il peut offrir pour faciliter la construction et permettre une multiplicité plus ou moins grande d'abris.

Les variations des densités locales sur les supports reflètent en fait, les fluctuations globales de densité des diverses espèces dans l'ensemble de la zone; ainsi, de 1967 à 1968, on constate l'invasion de la zone de Chaetomorphes occupée jusque là par *C. insidiosum* et *T. cavolinii*, par *E. brasiliensis*, auparavant limité à l'herbier de Zostères. Quoique la répartition des constructeurs soit en général continue sur les algues, il se produit une répartition en îlots de densité plus grande, l'espèce dont le territoire tend à être colonisé, dominant sur les supports anciens.

#### C. DIFFERENCES SURFACE-FOND ( Annexe 31 )

De la figure 37, on peut dégager les constatations suivantes :

En août, septembre et octobre, la densité des populations est plus élevée dans la partie supérieure du matelas d'algues dans sa partie inférieure. Cette différence entre ces niveaux de surface et de fond est progressive et se manifeste aussi bien pour les adultes que pour les jeunes, quoique la densité des populations demeure identique en surface comme en profondeur, dans les algues situées au voisinage immédiat des bordigues.

Ceci peut conduire à l'interprétation suivante :

Au printemps, la densité des crustacés constructeurs est uniforme dans toute l'épaisseur des algues, qui envahissent l'étang de bas en haut. Parallèlement, les caractères physico-chimiques des eaux (température, éléments nutritifs et teneur en oxygène ) sont très voisins en surface et sur le fond ( figure 18 page 68 ).

Dès le début de l'été les crustacés ont tendance à se rassembler à la partie supérieure des algues, quand ces dernières se tassent sur les fonds alors peu oxygénés et putrides (augmentation de l'acidité des fonds, libération d'hydrogène sulfuré et diminution d'oxygène); on les retrouve en septembre, presque tous en surface du matelas d'algues.

Cependant, la très forte densité observée à tous niveaux des algues

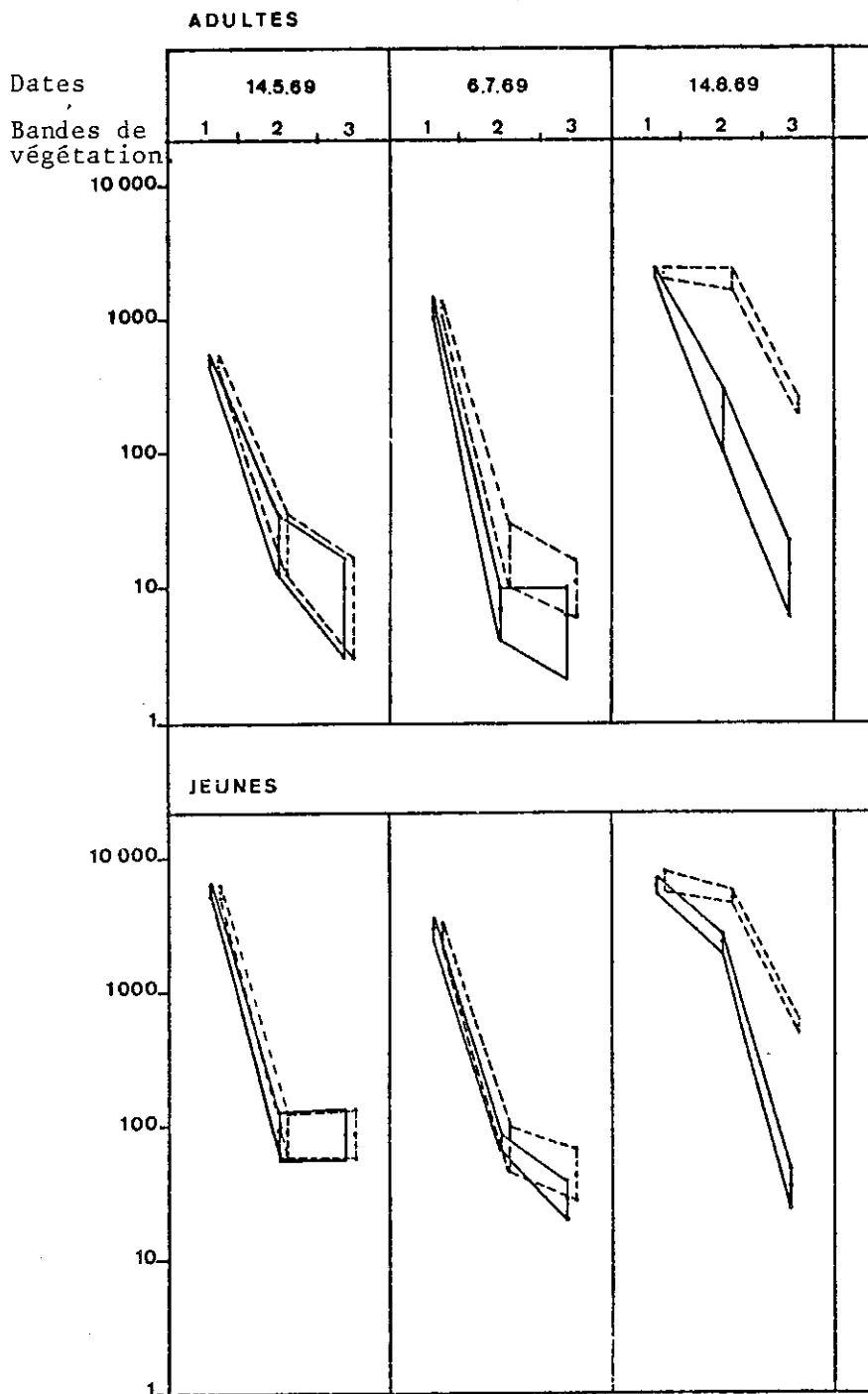


Figure 37 : Migrations verticales ; Valeurs moyenne pour P : 0,05 du nombre d'adultes ( $\phi$  s juvéniles, de *C. insidiosum* ( $\phi$  compris surface et en profondeur, dans chacune tation parallèle aux bordigues (moyenne de surface, et sur 5 prises de fond de *linum* essorée. ( Année 1969).

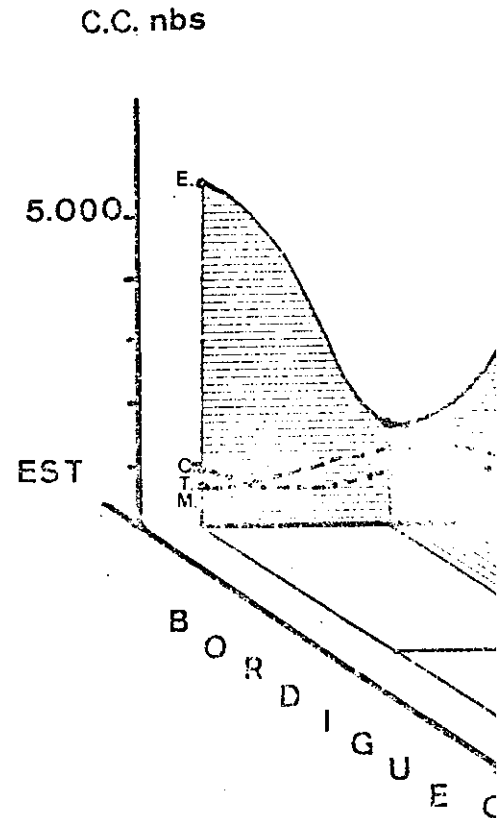


Figure 36. : Densités locale *E. brasiliensis* Nord de Bigugli Coupe Sud-Nord la distribution tructeurs.

Le peuplement de l  
Celle époque est m  
port aux *T. cavolinii* et aux  
res espèces puissent tout  
tions les plus élevées.

14.8.69

La population de (  
dans les deux premières ban  
± 1100 individus par colonn

situées près des pieux, où la matière organique végétale est abondante, confirme l'importance primordiale de ce dernier facteur qui entre en jeu pour l'alimentation et la construction des nids; les crustacés constructeurs paraissent résister quelque temps à de faibles teneurs en oxygène, comme semblent le démontrer les valeurs observées à 05 heures et à 23° : 0 à 3 mg/l d'oxygène.

Problème particulier - Répartition des jeunes et des adultes en surface et en profondeur.

En août : dans la 2ème bande de végétation, sur 7908 jeunes contenus en moyenne dans une colonne d'étang de 100 cm<sup>2</sup> de section, 31 % sont sur le fond, tandis que sur 2140 adultes contenus dans la même colonne, 10% seulement sont sur le fond. Le test T, de comparaison de deux pourcentages montre une valeur de 22, indiquant une différence significative entre ces deux pourcentages, dans cette bande la plus peuplée.

Dans la 3ème bande, en août également, 6 % des jeunes de l'ensemble de la colonne sont sur le fond; 6 % des adultes également; cette bande est très peu colonisée.

En septembre : dans la 2ème bande, 41 % des jeunes se trouvent sur le fond (sur 3146) et seulement 29 % des adultes (sur 1749); la comparaison des deux pourcentages donne un  $t = 8,5$ .

Dans la 3ème bande, 32 % des jeunes sont sur le fond (sur 2331) et 28 % des adultes ( sur 771). La comparaison des pourcentages donne un  $t = 1,48$ , non significatif.

En octobre : Aussi bien dans la 2ème que dans la 3ème bande, la différence de répartition des jeunes et des adultes sur le fond est très significative ( $T = 10^4$  et  $10^6$ ); il y a des jeunes dans la couche d'algues près du fond.

Il y a donc, dans les cas de forte densité, plus de jeunes *Corophium* que d'adultes dans les algues situées près des fonds acides; ceci pourrait être rattaché au comportement de suprématie des adultes à l'égard des jeunes, ou, au fait que les mères libèrent les jeunes à la nage, et que ceux-ci ont tendance, à tomber vers le fond et à y demeurer plus ou moins longtemps, avant de commencer à nager. Compte tenu du peu de résistance des jeunes vis-à-vis des faibles teneurs en oxygène (GAMBLE, 1970 et 1971) ce phénomène pourrait éventuellement expliquer les cas de fortes mortalités du premier âge.

D. RESUME et CONCLUSIONS.

L'analyse , dans la zone d'étude, des populations de *Corophium insidiosum* à partir de prélèvements quantitatifs effectués dans les masses de l'algue *Chaetomorpha linum*, d'une part dans trois bandes définies parallèlement aux bordigues, et d'autre part en surface et sur le fond, met en évidence des différences de densité locales.

a) Les différences entre les bandes sont à attribuer :

- 1°) aux courants de l'étang vers la mer, qui, en période hivernale, entraînent les crustacés de la zone, hormis ceux situés dans les abris des bois des bordigues; il en résulte, en période estivale, une migration horizontale des crustacés des bois vers le nord de la zone.
- 2°) au fort gradient de matière organique, décroissant des bois vers le nord de la zone, qui est responsable d'un gradient similaire de densité des populations, en période calme estivale.

b) Les différences à l'intérieur des bandes sont à attribuer :

- 1°) à la diversité des algues et phanérogames qui servent de support aux populations et peuvent offrir différentes possibilités d'abris, ou manifester divers états de vieillissement.
- 2°) aux différentes populations de crustacés constructeurs pouvant exister dans la zone, l'espèce la plus anciennement installée et dont l'évolution globale est en régression, dominant sur les supports anciens et formant des îlots dans la zone.

c) Les différences surface-fond.

Au cours de l'été la migration générale des populations vers la surface, dans l'épaisseur du matelas d'algues, suit le gradient des paramètres physico-chimiques qui tend à s'établir dans le milieu du fait de la stagnation des eaux. En cas de forte densité, le pourcentage des jeunes est toujours supérieur à celui des adultes dans la couche d'algues située au voisinage des fonds acides.

## 2. DYNAMIQUE DES POPULATIONS DANS L'ENSEMBLE DE LA ZONE ETUDIEE.

Mis à part le domaine strictement marin, pour lequel PERES (1970) a souligné les difficultés concernant les études quantitatives de la dynamique et de la production de " populations " à nombre d'individus réduit et faisant partie de biocénoses complexes, les études de dynamique de populations en milieu naturel sont relativement rares. Citons, dans le domaine limnique, les travaux d'EGGLETON (1952) et de SEGESTRALE (1971) sur l'Amphipode *Pontoporeia affinis*, de HARGRAVE (1970 a et b) sur l'Amphipode *Hyaella azteca*, de HALL (1964), TAPPA (1965), MULLAN (1969) sur *Daphnia*, et, dans le domaine saumâtre, essentiellement les études des GANNING (1966, 1970), et de MATHENY et HEINRICHS (1970).

L'exploitation de ces résultats par les calculs de production, peuvent éclairer les questions de dynamique des populations en fonction du milieu. Citons en particulier en ce qui concerne les travaux effectués sur les crustacés : GREZE (1951 et 1968), ANDERSON et HOOPER (1956), COMITA (1956), BEKMAN et MENSCHUTKIN (1964), HALL (1964) GREZE et BALDINA (1964), PECHEN et SHUSHKINA (1964), COOPER (1965), WINBERG, PECHEN et SHUSHKINA (1965), WRIGHT (1965), KORINEK (1966), KAJAK et RYBAK (1966), SUSHCENJA (1967), SHUSHKINA, ANISIMOV et KLEKOWSKI (1968) et MATHIAS (1971).....

Les expériences contrôlées dans de petits étangs d'élevage donnent une approche intéressante des problèmes de nutrition et de prédation : HAYNE et BALL (1956), GERKING (1962), WINBERG (1964), MACAN (1965 et 1966) WELCH et BALL (1966), BERGLUND (1968), HALL, COOPER et WERNER (1970), tandis que les expériences contrôlées " in situ " sont également le fruit de l'empirisme qui est de règle chez les exploitants.

S'il est risqué de tenter une étude quantitative dans un milieu en perpétuelle évolution, on peut cependant miser sur le fait qu'un milieu qui engendre des " catastrophes " difficilement prévisibles, mais variées, peut permettre par l'importance des fluctuations de ses paramètres et le jeu de leurs combinaisons, de saisir le rôle de certains facteurs sur la dynamique des populations, rôle qui peut difficilement être mis en évidence dans un milieu plus stable.

A Biguglia, les résultats concernant l'évolution des paramètres du milieu au cours des années 1969, 1970 et 1971 sont indiqués dans le troisième Chapitre, tandis que les évaluations de densité de l'espèce *C. insidiosum* dans l'ensemble de la zone d'étude, effectuées suivant la méthode



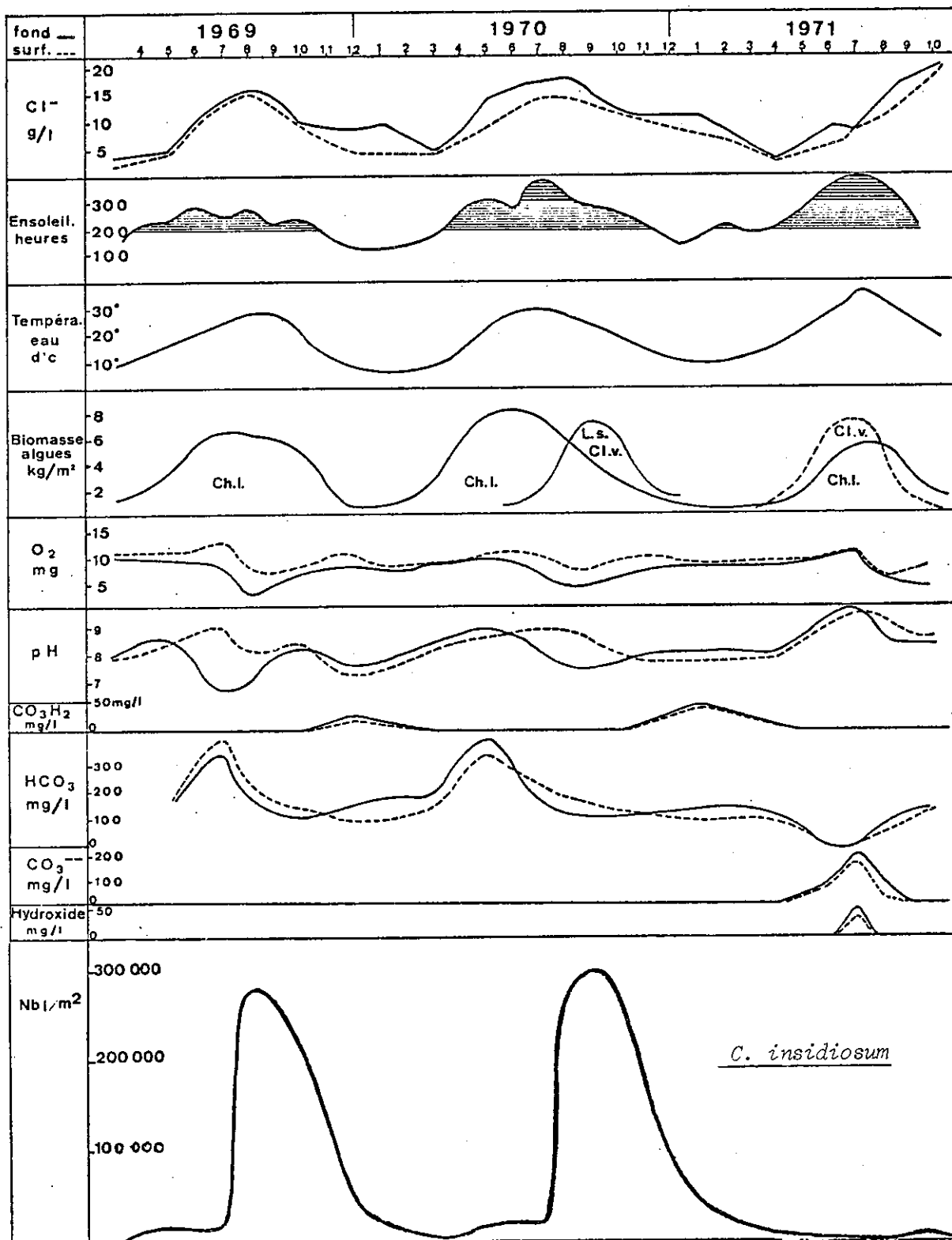


Figure 38 : Fluctuations des populations de *C. insidiosum* en fonction des paramètres du milieu.

indiquée page 51, sont présentées respectivement dans les annexes 32 et 33 pour les années 1969 et 1970 et dans l'annexe 40 pour l'année 1971 ( où seule la première bande de végétation située le long des pieux a été colonisée par les crustacés).

La figure 38 représente, en fonction des divers paramètres du milieu et pour l'ensemble de la zone d'étude, les fluctuations d'abondance de l'espèce *C. insidiosum*, au cours des années 1969, 1970 et 1971.

Il s'agit donc de préciser les facteurs essentiellement responsables de l'évolution et de l'importance de ces variations globales de densité, qui se produisent soit en présence d'autres populations de crustacés constructeurs ( année 1968), soit pratiquement seules ( années 1969, 1970 et 1971), et qui passent par un minimum hivernal et un pic estival plus ou moins tardif et d'une amplitude extrêmement variable, puisqu'il peut atteindre près de 300 000 individus/m<sup>2</sup> au cours des étés 1969 et 1970, contre seulement 5 000 en 1971.

Pendant la période hivernale, les principaux paramètres agissant pour limiter la densité des populations sont : les apports d'eau douce qui déterminent d'importants courants vers la mer et une baisse générale de la salinité, ainsi que les températures basses.

Pendant la période estivale, de reproduction de l'espèce, les paramètres ayant une action directe sur la dynamique des populations sont essentiellement : la salinité, la température, l'alimentation (présence de particules de matière végétale décomposée en suspension), la pression de prédation et la concurrence interspécifique.

Etant donné l'action conjuguée des facteurs du milieu sur les populations, nous nous efforcerons de mettre en évidence l'action de chaque paramètre par élimination progressive. Nous étudierons d'abord l'action des apports d'eau douce sur les populations, en dissociant, pendant la période hivernale, les effets dus à l'action propre des courants de ceux dus à la baisse de la salinité. Nous poursuivrons l'étude de l'action de la salinité, et différencions ensuite l'action de la température, pendant la période estivale. Il restera à établir, durant les différentes phases de la période estivale, l'influence de la matière organique disponible pour l'alimentation des populations étudiées.

Les " preferenda " vis-à-vis de chaque paramètre et groupe de paramètres seront donnés pour un développement idéal des populations, tandis que la rentabilité correspondant aux valeurs de ces paramètres sera précisée ultérieurement par les calculs de production.

#### A. INFLUENCE DES COURANTS ET DE LA SALINITE.

Pendant la période 1967-1968, quatre espèces de crustacés constructeurs vivent dans la zone étudiée : *Corophium insidiosum* C., *Microdeutopus gryllotalpa* C., *Erichthonius brasiliensis* D. et *Tanaïs cavolinii* M.E.

Au cours de l'année 1968-1969, caractérisée par des précipitations hivernales exceptionnelles ( 1161 mm contre une moyenne annuelle de 657 mm pendant les 15 années précédentes) déterminant d'importants courants vers la mer et une baisse concomitante de la salinité ( jusqu'à 1 g Cl/l), trois espèces disparaissent ( *M. gryllotalpa*, *E. brasiliensis* et *T. cavolinii*) tandis que l'espèce restante *C. insidiosum* prolifère ( de CASABIANCA, 1972). L'année suivante 1970, voit un épanouissement analogue des populations de *C. insidiosum*, tandis que 1971, montre le déclin indiscutable de cette dernière espèce de crustacé constructeur dans la zone d'étude.

Il sera intéressant de dissocier, dans l'influence des apports d'eau douce hivernaux sur chacune des populations, la part imputable à l'action mécanique de lessivage des courants, et celle qui aura résulté de l'abaissement momentané de la salinité, deux facteurs responsables d'une action décisive à court terme sur ces populations : disparition ou survie des espèces et, d'apprécier, dans un deuxième temps, le rôle des valeurs de la salinité sur la dynamique de ces espèces au cours de leur période estivale de reproduction.

Aussi l'étude des fluctuations effectuée au cours de l'année 1968-1969 a été complétée, pendant la même période, par des expériences menées simultanément en laboratoire sur les limites de survie et les "preferenda" respectifs des espèces à l'égard des valeurs de salinité en ce qui concerne la reproduction.

##### a) Pourcentages des différentes espèces de crustacés constructeurs au cours d'une période de pluviosité moyenne ( 1967 - 1968 )

Quelques prélèvements et examens de populations non quantitatifs ont été effectués avant notre période régulière d'étude; nous en faisons état par l'analyse du pourcentage des différentes populations dans les Chaetomorphes ( fig. 39).

L'hiver 1966-1967 a été un hiver pluvieux (712,4 mm) entraînant des teneurs en chlore relativement basses (4,2 g Cl/l en mars 1967 et 17 g Cl/l

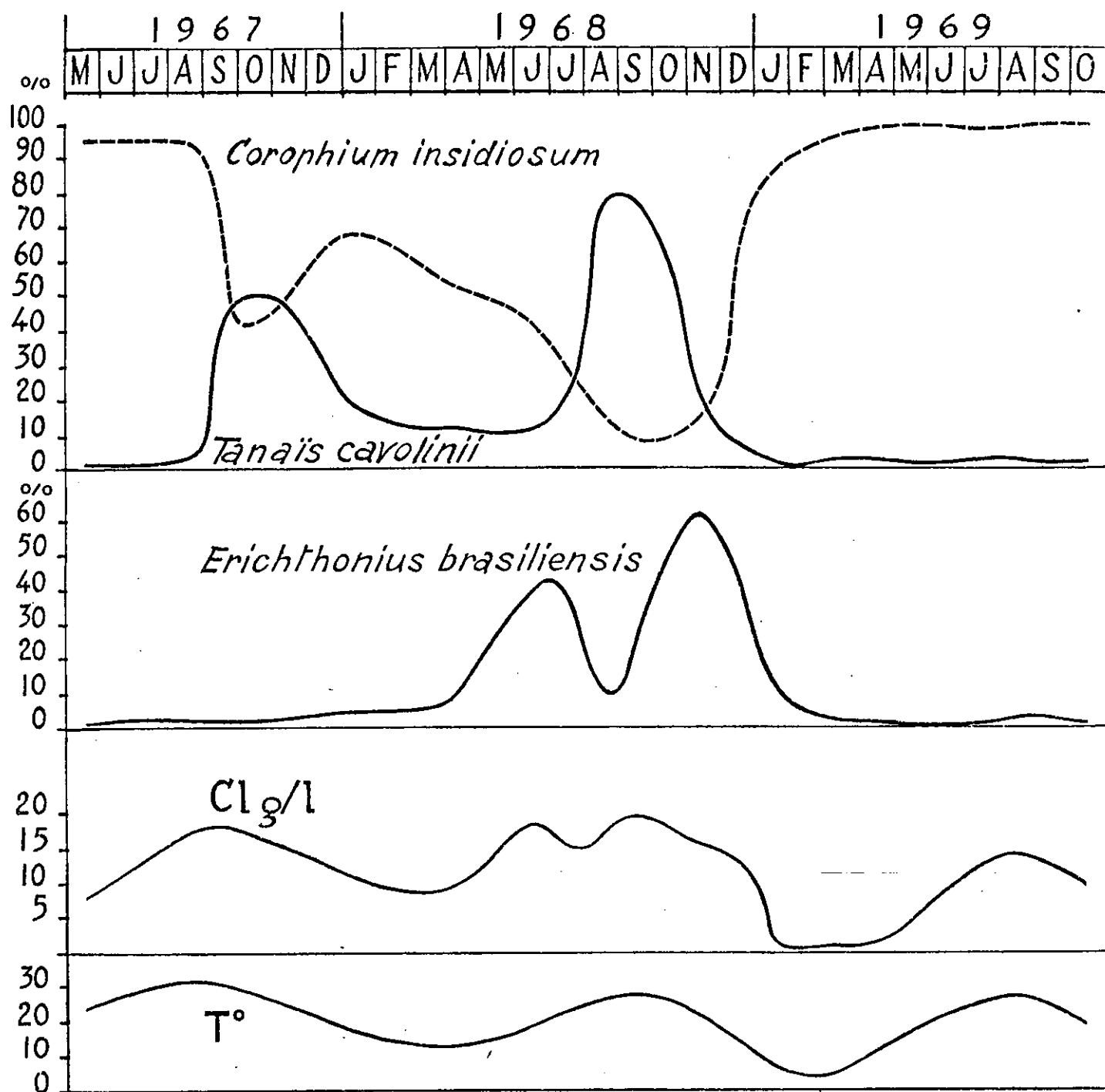


Figure 39 : Variations du pourcentage des crustacés constructeurs *Corophium insidiosum*, *Tanaïs carolinii* et *Erichthonius brasiliensis* dans l'étang de Biguglia

en juillet); les populations de *Corophium insidiosum* ont alors supplanté les autres et représentaient en juillet 1967, 97 % de l'ensemble des constructeurs.

L'hiver 1967-1968 fut au contraire un hiver très sec (509 mm de précipitations annuelles); la teneur en chlore de l'étang était alors relativement élevée (10 g

Cl/l au minimum), et montra au cours de l'été suivant deux pics dépassant 17,5 g Cl/l l'un en Juillet - Août ( 18 g Cl/l) l'autre en Septembre-Octobre ( 19,5 g Cl/l).

*Microdeutopus gryllotalpa* ne fait qu'une seule apparition d'Août à Décembre 1968, montrant un maximum de densité en Octobre 1968 pour une teneur de 19,5 g Cl/l. Les populations d'*Erichthonius brasiliensis* colonisèrent la totalité de la zone en 1968 et marquèrent deux pics importants, correspondant tous deux à une teneur en chlore supérieure à 17,5, pour atteindre la densité de 250.000/m<sup>2</sup> en Octobre 1968. La densité des *Tanaïs cavolinii* présentait également deux pics, l'un en Septembre 1967, l'autre en Août - Septembre 1968, correspondant tous deux à des reproductions répondant aux teneurs supérieures à 15 g Cl/l ( 15,5 à 17,5 en 1967 et 15,5 à 19,5 en 1968).

Il semble en définitive, que l'on puisse considérer comme acquis les résultats suivants, en ce qui concerne les variations de densité des diverses espèces en fonction de la salinité :

- *Microdeutopus gryllotalpa* apparaît quand la teneur en chlore est supérieure à 18 g Cl/l.

- *Erichthonius brasiliensis* envahit la zone en 1968, quand la salinité se maintient plus de quatre mois à une valeur supérieure à 10 g Cl/l au cours des étés 1967 et 1968. *E. brasiliensis* montre un accroissement marqué de densité chaque fois que la teneur du milieu dépasse 17,5 Cl/l. Première espèce à disparaître après la chute de salinité de Novembre-Décembre 1968, ses fluctuations de densité suivent assez fidèlement celles de la salinité.

- les populations de *Tanaïs cavolinii* montrent une nette poussée pendant leur phase de reproduction correspondant à la période chaude, si la teneur en chlore est supérieure à 15 g Cl/l ( étés 1967 et 1968 ). Si la teneur en chlore est égale ou inférieure à 15 g Cl/l ( été 1969 ), la population accuse une chute de densité après échec de sa reproduction estivale.

- *Corophium insidiosum* présente des fluctuations de densité pratiquement inverses de celles de *Tanaïs cavolinii*. C'est une espèce assez fortement euryhaline qui se développe bien à des salinités de 2 à 21 g Cl/l quand il n'y a pas d'espèce concurrente; elle résiste mieux que les autres espèces étudiées aux faibles valeurs de salinité, comme l'indiquent les pourcentages maxima observés en 1967 et en 1968-69.

Les fluctuations annuelles de ces différentes populations de crustacés constructeurs sont donc surtout liées aux variations de la salinité, et particulièrement aux valeurs de salinité correspondant à la période de reproduction, qui semble soumise, pour chaque espèce, à des marges de salinité

beaucoup plus étroites que la simple survie. La compétition interspécifique apparaît ici comme un phénomène secondaire entre *C. insidiosum* et *E. brasiliensis*.

b) Résultats obtenus au cours d'une période de pluviosité exceptionnelle ( 1968 - 1969 ).

1°) Variations de densité des différentes espèces ( figure 40).

Avant la période des pluies, en automne 1968, les espèces de crustacés constructeurs présentaient une densité considérable au m<sup>2</sup>, respectivement :

250 000 unités pour les *Erichthonius*,  
94 000 - pour les *Tanaïs*,  
40 000 - pour les *Corophium*,  
22 000 - pour les *Microdeutopus*.

La teneur en Chlore était alors de 17 g Cl/l (soit 30,72 %).

A la fin de la saison pluvieuse ( mars 1969 ), la densité au m<sup>2</sup> était réduite à :

2 000 unités pour les *Corophium*,  
4 700 - pour les *Tanaïs*.

Les *Erichthonius* et les *Microdeutopus* avaient pratiquement disparu.

La teneur en Chlore était de 1 g Cl/l ( 1,84 %).

La période estivale suivante de Mai à Octobre, sans courants, fut caractérisée par une salinité encore basse par rapport à l'été précédent : 15 g Cl/l au lieu de 17 g Cl/l en 1968 ( soit 27% au lieu de 31 %).

En Mai 1969, les deux populations restantes présentent une évolution inverse : le nombre des *Corophium* au m<sup>2</sup> augmente considérablement (19 000 au m<sup>2</sup>) tandis que celui des *Tanaïs* décroît ( 400 au m<sup>2</sup>). Le mois de juillet 1969 correspond à un état relativement stationnaire où les densités respectives des espèces se maintiennent. Août montre une accentuation du phénomène observé en mai : l'accroissement des *Corophium* (270 000/m<sup>2</sup>) et la disparition quasi-totale des *Tanaïs*. En septembre et octobre 1969, la population des *Corophium* se maintient seule à des valeurs très élevées ( 210 000/m<sup>2</sup>); quelques *Erichthonius* réapparaissent ( 400/m<sup>2</sup>).

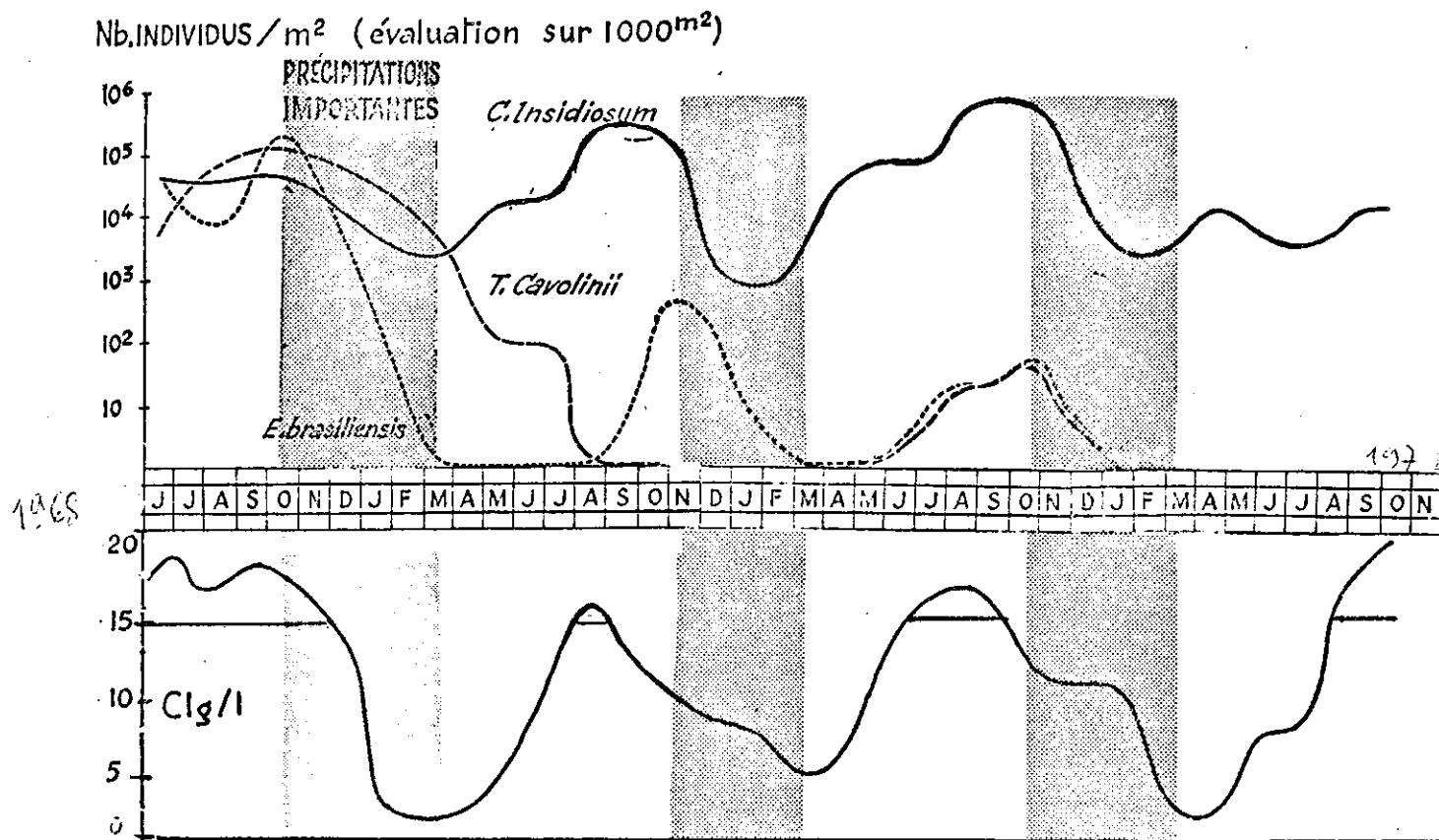


Figure 40. Fluctuations annuelles des populations de Crustacés constructeurs : *Corophium insidiosum*, *Tanaïs cavolinii* et *Erichthonius brasiliensis*, dans l'étang de Biguglia.

Il importe d'essayer d'apprécier si les grandes variations constatées dans la composition des populations des diverses espèces sont imputables à l'intensité anormale des courants ou à l'abaissement de la salinité, et quelle que soit la réponse, d'établir les limites de tolérance des espèces.

#### Cas des *Erichthonius* et des *Microdeutopus* :

Si comme le montrent les observations, les *Erichthonius* et des *Microdeutopus* ont disparu aussi bien de la végétation que des abris des bois en mars 1969, alors que, dans les mêmes conditions environ 5 % des *Corophium* et des *Tanaïs* ont résisté, cela incline à penser que la baisse de la teneur en Chlore ( de 17 à 1 g Cl/l ) a eu raison des *Erichthonius* et des *Microdeutopus* qui avaient pu résister au courant, et est responsable de l'élimination totale de ces deux espèces, à affinités marines plus marquées.

Cas des *Corophium* et des *Tanaïs* :

Variations de densité des deux espèces dans les bois et sur la végétation.

Dans la figure 41, les variations de densité des espèces sur les bordigues et sur la végétation au nord des bordigues sont représentées par des courbes en trait plein, pour les populations situées dans les bois, et par des courbes en pointillé pour les populations fixées sur la végétation. Les points des courbes correspondent aux moyennes obtenues chaque fois sur cinq prélèvements ( moyennes de cinq prises de 500 cm<sup>3</sup> d'écorce prélevés sur les bois des bordigues et moyennes surface-fond de cinq échantillons de 500 cm<sup>3</sup> de *Chaetomorpha linum* essorés, prélevés dans la deuxième bande de végétation parallèle aux bordigues ).

- D'octobre 1968 à mars 1969, le nombre des *Tanaïs* l'emportant toujours sur celui des *Corophium*, les courbes montrent une diminution du nombre des *Tanaïs* presque aussi sensible dans les écorces que sur la végétation. A contraire, dans le même temps, le nombre des *Corophium* augmente dans les abris, et diminue dans la végétation. Les *Tanaïs* résistent donc plus facilement aux courants que les *Corophium*, probablement à cause de la morphologie des pinces de leurs chélicères et des crochets, directs ou inversés, de leurs pattes thoraciques.

- A partir de mai 1969, période calme, le nombre des *Corophium* l'emportant sur celui des *Tanaïs*, la densité de ces derniers diminue plus vite sur la végétation que dans les abris situés sous l'écorce: *T. cavolinii* semble donc mieux résister, dans les micromilieus des refuges, aux faibles teneurs de salinité. Au contraire, dans le même temps, les *Corophium* colonisent la zone de végétation.

- En août 1969, le recul des *Tanaïs* devient aussi net dans les bois que dans la végétation; la diminution de la salinité 15 g Cl/l (27‰), a éliminé les *Tanaïs* situés dans les refuges.

Pourcentages des jeunes et des adultes ( représentés par des cercles sur la figure 41 ).



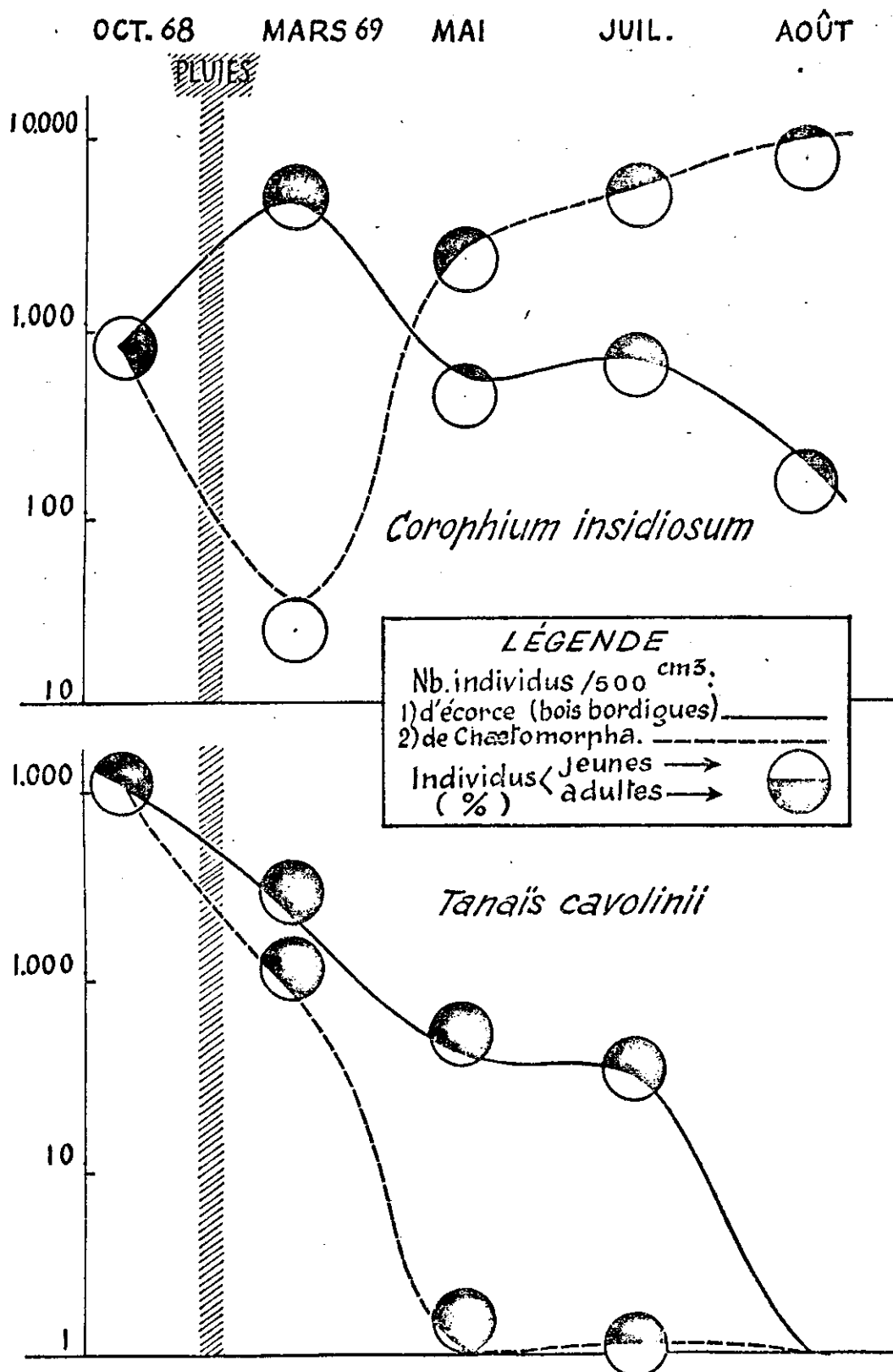


Figure 41 : Réaction des deux espèces à l'action du courant et de la baisse de salinité (échantillons provenant des bois des bordigues et de la végétation).

En mars 1969 ( après les pluies) les pourcentages des jeunes et des adultes de *Tanaïs* sous les écorces et dans la végétation sont sensiblement les mêmes; en ce qui concerne les *Corophium*, au contraire, les individus de grande taille se trouvaient en majorité dans les bois et les rares sujets présents dans la végétation étaient jeunes; ceci confirme la plus grande résistance aux courants des *Tanaïs* : les *Corophium* adultes exposés aux mouvements des eaux ont été emportés, et la végétation se repeuple de jeunes.

Au cours de la période qui suit, les pourcentages de jeunes *Corophium* demeurent élevés et chaque augmentation de ces pourcentages correspond aux périodes importantes de reproduction de mai et d'août qui entraînent la recolonisation des algues vers le nord de la zone. Pour les *Tanaïs*, le pourcentage de jeunes demeure faible, dans toute la zone, jusqu'à leur disparition totale, ce qui semble indiquer que leur reproduction n'est pas alors réellement efficace.

2°) Comparaison de ces observations aux résultats des expériences de laboratoire effectuées pendant la même période.

Notons ici que, si les études de dynamique de populations basées sur des mesures quantitatives sont rares en milieu saumâtre, de nombreux travaux de laboratoire traitent de l'adaptation des crustacés aux variations de salinité. Citons les expériences de Mc LUSKY 1967 et 1968 a) et b), et de MORGAN 1965 sur *Corophium volutator* et ceux de PORA 1949, MATHIAS et RAZARIELISOA 1958, ZUBOV 1962, KINNE 1963, 1964 a) et b), 1967, SUTCLIFFE et SHAW 1967, KRISTENSEN 1971, sur d'autres crustacés d'eaux saumâtres.

PROTOCOLE. Trois séries d'expériences ont été menées sur ces populations pour préciser leur écologie par rapport à la salinité. Les dates de début des expériences correspondent aux dates des prélèvements sur les populations naturelles ( 31 janvier 1968, 25 Avril et 10 juillet 1969). Les élevages ont été conduits dans des cristallisoirs contenant des eaux de salinité échelonnée de 1/4 à 2 fois la salinité de l'eau de mer ( les concentrations inférieures à la salinité de l'eau de mer ont été obtenues par dilution d'eau de mer avec de l'eau distillée; les concentrations supérieures, par évaporation d'eau de la Méditerranée occidentale à Marseille. Des expériences ont également été faites avec de l'eau douce). Les élevages aux différentes salinités ont été menés sans accoutumance progressive. Toutes ces expériences ont été effectuées à la température du laboratoire; pour les expériences du mois de juillet, une série supplémentaire a été faite à 15°

dans une enceinte réfrigérée.

RESULTATS ( Tableau page 131 ). La salinité dans laquelle vivait l'individu avant son prélèvement détermine l'emplacement dans l'échelle de salinité de la plage de variation supportable par cet individu. Ceci est en accord avec les résultats concernant les variations du métabolisme respiratoire de crustacés placés à différentes salinités ( SCHACHTER, de CASA-  
BIANCA, TALIN 1966).

Plages de survie en élevage :

*C. insidiosum* présente une tolérance plus marquée aux salinités plus basses; *T. cavolinii* aux salinités plus élevées.

Les plages de survie et de reproduction déterminées en élevage sont les suivantes :

*M. gryllotalpa* résiste plus de 15 jours à des teneurs en chlore de 17,2 à 27 g Cl/l ( 30,8 à 46 %). Il résiste plus d'un mois à des valeurs de 21,6 g Cl/l ( 29 %). Il se reproduit dans cette gamme de salinité .  
*E. brasiliensis* résiste plus de 15 jours à des teneurs en Chlore s'étendant de 16,1 à 21,6 g Cl/l (29 à 39 %). Il résiste plus d'un mois de 17,2 à 21,6 g Cl/l. Il se reproduit dans cette gamme de salinité .  
*T. cavolinii* résiste plus de 15 jours à des teneurs en chlore allant de 5,4 à 43 g Cl/l (10 à 76 %). Il résiste plus d'un mois entre 10,3 et 27 g Cl/l ( 19 à 46 %). Il se reproduit de 16,1 à 27 g Cl/l (28 à 46 %).  
*C. insidiosum* résiste plus de 15 jours à des teneurs en Chlore allant de l'eau douce à 21,6 g Cl/l ( 38 %). Il résiste plus d'un mois entre 5,4 et 21,6 g Cl/l ( 18 à 38 %) Il se reproduit de préférence entre 10,3 et 21,6 g Cl/l (18,5 à 38 %).

En conclusion les marges d'euryhalinité de *C. insidiosum* qui correspondent aux valeurs extrêmes normalement rencontrées dans l'étang de Biguglia, font de cette espèce la mieux adaptée à ce milieu. Elles expliquent l'expansion de ses populations en mars 1967 et en 1969, Les résultats des élevages en laboratoire expliquent aussi clairement le déclin des populations d'*E. brasiliensis*, de *M. gryllotalpa* et de *T. cavolinii* en 1969. D'autre part les conditions de salinité exigées par *T. cavolinii* pour se reproduire sont en accord avec les deux phases d'accroissement numérique d'août 1967 et de 1968 et expliquent le déclin de cette espèce dans les conditions d'août 1969.

Tableau : Plages de survie et de reproduction obtenues au laboratoire pour différentes salinités.

Dates	Salinité	d'origine	Température	Salinité - Elevages									
				g Cl/l:	5,4	10,3	14,3	16,1	17,2	21,6	27	31,8	43
début élevage	g Cl/l	élevage	douce	1/4 M	1/2 M	2/3 M	3/4 M	4/5 M	Mer	M 1/4	M 1/2	2 M	
			ville										
<i>MICRODEUTOPUS GRYLLOTALPA</i>													
31.1.1968	11,2	14°							X	XX	XXXX	XX	
<i>ERICHTHONIUS BRASILIENSIS</i>													
31.1.1968	11,2	14°							X	XX	XXXX	XXXX	
<i>TANAIS CAVOLINII</i>													
31.1.1968	11,2	14°											
15.4.1969	9	20°			XX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX			
10.7.1969	15	26° à 28°5				XX	XXXX	R	R	R	R	XX	XX
10.7.1969	15	15°				XX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XX	XX
<i>COROPHIUM INSIDIOSUM</i>													
31.1.1968	11,2	14°		XX	XXXX	XXXX							
25.4.1969	9	20°		X	XXXX	R	R	R					
10.7.1969	15	26° à 28°5				XXXX	XXXX	XXXX					
10.7.1969	15	15°				X	XX	R	R	R			

Légende : X : Résistance 1 semaine      XXXX : Résistance 1 mois ou plus  
 XX : Résistance 15 jours      R : Reproduction

c) Résultats concernant les variations de densité de l'espèce restante  
*C. insidiosum* pendant la période 1970 - 1971 (Figure 40)

En 1969, où la teneur en chlore se maintient pendant quatre mois à des valeurs supérieures à 10 g Cl/l, la courbe de densité des populations de *C. insidiosum* subit une évolution parallèle et il en est de même en 1970, où les mêmes valeurs persistent pendant plus de cinq mois.

En 1971, teneur de 10 g Cl/l n'apparaît que vers la mi-juillet; l'augmentation des valeurs est plus tardive et aboutit à 18 - 21 g Cl/l en octobre, alors que les autres paramètres du milieu suivent une évolution nettement distincte (figure 38). La densité des populations de *C. insidiosum* subit une augmentation tardive, comme la courbe de teneur en chlore/l.

Les variations quantitatives de densité des populations dépendent donc, dans leur évolution générale, des variations de la teneur en chlore qui rend compte à la fois des fluctuations des différentes populations en période estivale.

Cependant, l'importance des variations d'abondance n'est pas strictement proportionnelle aux variations du chlore. ( Comme le montrent par

<u>Espèces</u>	<u>Survie supérieure à 15 jours</u>	<u>Reproduction possible</u>
<i>E. brasiliensis</i>	16,1 à 21,6 g Cl/l	17,2 à 21,6 g Cl/l
<i>M. gryllotalpa</i>	17,2 à 27 g Cl/l	21,6 g Cl/l
<i>T. cavolinii</i>	5,4 à 43 g Cl/l	16,1 à 27 g Cl/l
<i>C. insidiosum</i>	0 à 21,6 g Cl/l	10,3 à 21,6 g Cl/l

La salinité de l'étang étant tombée à 1 g Cl/l, puis remontée à 15 g Cl/l pendant la période de reproduction éventuelle, il en est résulté que :

- les rares *E. brasiliensis* résistants au courants, ont été victimes de la salinité de 1 g Cl/l,
- les rares *M. gryllotalpa* résistants au courant, ont été victimes de la salinité de 1 g Cl/l,
- les 5 % de *T. cavolinii* résistants au courant, ont bien supporté la salinité de 1 g Cl/l mais n'ont pu se reproduire pendant l'été avec une salinité de 15 g Cl/l, plus faible que le minimum exigé par l'espèce (16,1 Cl/l),
- les 5 % de *C. insidiosum* résistants au courant ( grâce à l'abri des bois) ont très bien supporté 1 g Cl/l et se sont reproduits ensuite dans d'excellentes conditions ( salinité de 15 g Cl/l située dans leur marge de 10,3 à 21,6 Cl/l, puis ont recolonisé seuls la zone étudiée, donnant une population aussi importante que l'année précédente par suite de l'absence des concurrents.

Ces résultats sont en accord avec l'étude des variations des pourcentages des différentes espèces de crustacés constructeurs de 1966 à 1968 et sont confirmés par l'étude des variations quantitatives de densité des populations de *C. insidiosum* de 1970 à 1971:

En 1970, l'évolution de la densité est analogue à celle de 1969, alors que la salinité suit la même tendance.

En 1971, au contraire, où une teneur en chlore inférieure à 10 g/l s'est maintenue jusqu'en Août, la densité des populations de l'espèce est nettement plus faible.

CONCLUSION. En cas d'apports d'eau douce exceptionnels *Corophium insidiosum* possède un avantage certain sur les trois autres espèces, par son aptitude à se réfugier dans les bois morts et sa marge étendue d'euryhalinité, spécialement en ce qui concerne la reproduction, qui correspond aux conditions généralement rencontrées dans l'étang, contrairement à ses concurrents à tendance plus marine qui sont, soit décimés par le courant,

et "achevés" par la baisse de salinité (*E. brasiliensis* et *M. gryllotalpa*), soit dans l'impossibilité de se reproduire, malgré une euryhalinité forte (*T. cavolinii*) mais ne correspondant pas, aux conditions particulières du milieu, ce qui entraîne leur disparition.

B. INFLUENCE DE LA TEMPERATURE SUR LA DYNAMIQUE DES POPULATIONS DE  
C. INSIDIOSUM.

Les résultats concernant l'influence de la température sur la dynamique de l'espèce qui nous occupe, sont le produit de l'examen et de la confrontation de deux séries de recherches, suivant deux méthodes différentes, poursuivies simultanément pendant les mêmes périodes, sur la lagune de Biguglia, dans des conditions physico-chimiques connues. Ces deux méthodes ont consisté : - la première, dans l'examen de prélèvements régulièrement opérés sur les populations naturelles, de 1969 à 1971; - la seconde, dans l'étude d'élevages contrôlés, en viviers placés en milieu naturel.

Signalons pour mémoire, que l'évolution de la composition par classes d'âge de ces populations, le déroulement de leur cycle de vie et les variations de ce cycle, ont été aussi étudiés pour *C. insidiosum*, au cours des deux années ayant précédé la période qui nous occupe (de CASABIANCA, 1968), les particularités biologiques concernant cette espèce (de CASABIANCA, 1966), étant rappelées p. 8 à 12.

Il est à remarquer que les expériences concernant l'influence de la température sur la biologie des crustacés en milieu naturel sont rares. Le rôle de la température, comme celui des autres paramètres du milieu, a souvent été mis en évidence par d'autres procédés. Citons en particulier les milieux reconstitués artificiellement (GANNING et WULF 1966, GANNING 1967, KAJAK et DUSOGE 1969) et les expériences de laboratoire de EMBODY 1911, DEEVEY 1960, HALL 1964, HALL et COOPER 1965, GRAS et ST JEAN 1969, SALMEOTO 1969, CECCALDI 1972.....

a) Résultats apportés par l'examen des populations naturelles ( 1969 à 1971 ).

On distingue, au cours de chaque année, deux périodes :

- une période hivernale ( de novembre à mars-avril environ) où la reproduction est pratiquement nulle et pendant laquelle la majorité de la population se trouve entraînée par les courants ;

- une période estivale ( de mai à novembre) correspondant à une température du milieu supérieure à 15°C, pendant laquelle la reproduction est intensive; c'est au cours de cette période, sans courants violents, que l'influence de la température sur la dynamique des populations sera spécialement étudiée.

#### 1°) Variations saisonnières de la composition des populations.

Les annexes 34, 35 et 36 donnent, pour les années 1969, 1970, 1971 les pourcentages des différentes catégories de la population, par stades (définis par tamis), suivant le sexe et le degré de maturité.

Ces pourcentages permettent d'établir, avec les valeurs en densité au m<sup>2</sup>, la composition de l'ensemble de la population ( figures 42, 43 et 44), qui met en évidence une reproduction continue pendant la période estivale.

Le figure 45 représente, par rapport à la population totale, les variations des pourcentages des différentes catégories de femelles définies suivant leur âge et leur état de maturité. On y distingue une génération d'hiver et plusieurs générations d'été.

La génération d'hiver, est responsable de la reproduction de printemps, qui débute, suivant les années, de mars à mai et qui est réalisée par les femelles nées en octobre-novembre de l'année précédente. La taille moyenne de ces femelles est élevée. En effet, elles sont recueillies sur les tamis d'au moins 0,6 mm de vide de maille, leur taille moyenne variant de 3,6 à 4 mm (Annexe 37 A) et leurs tailles extrêmes de 3,1 et 4,9 mm; ces femelles, pourvues de lamelles incubatrices courtes et munies d'ébauches de soie, effectuent au début du printemps leur première ponte et sont totalement éliminées en juin, époque à laquelle on ne retrouve plus, comme pendant le restant de l'année d'ailleurs, de tailles comparables. Leurs portées sont importantes, (Annexe 37 B); les femelles de 3,2 à 3,7 mm ( tamis 0,6) libèrent en moyenne 16 jeunes et celles de taille supérieure ( tamis 0,7) en libèrent en moyenne 20.

Les générations d'été. Au cours de l'été, la succession des pontes s'accélère et les générations se chevauchent très rapidement. Le pourcentage des jeunes s'élève dans la population ( tamis de 0,2 mm.).

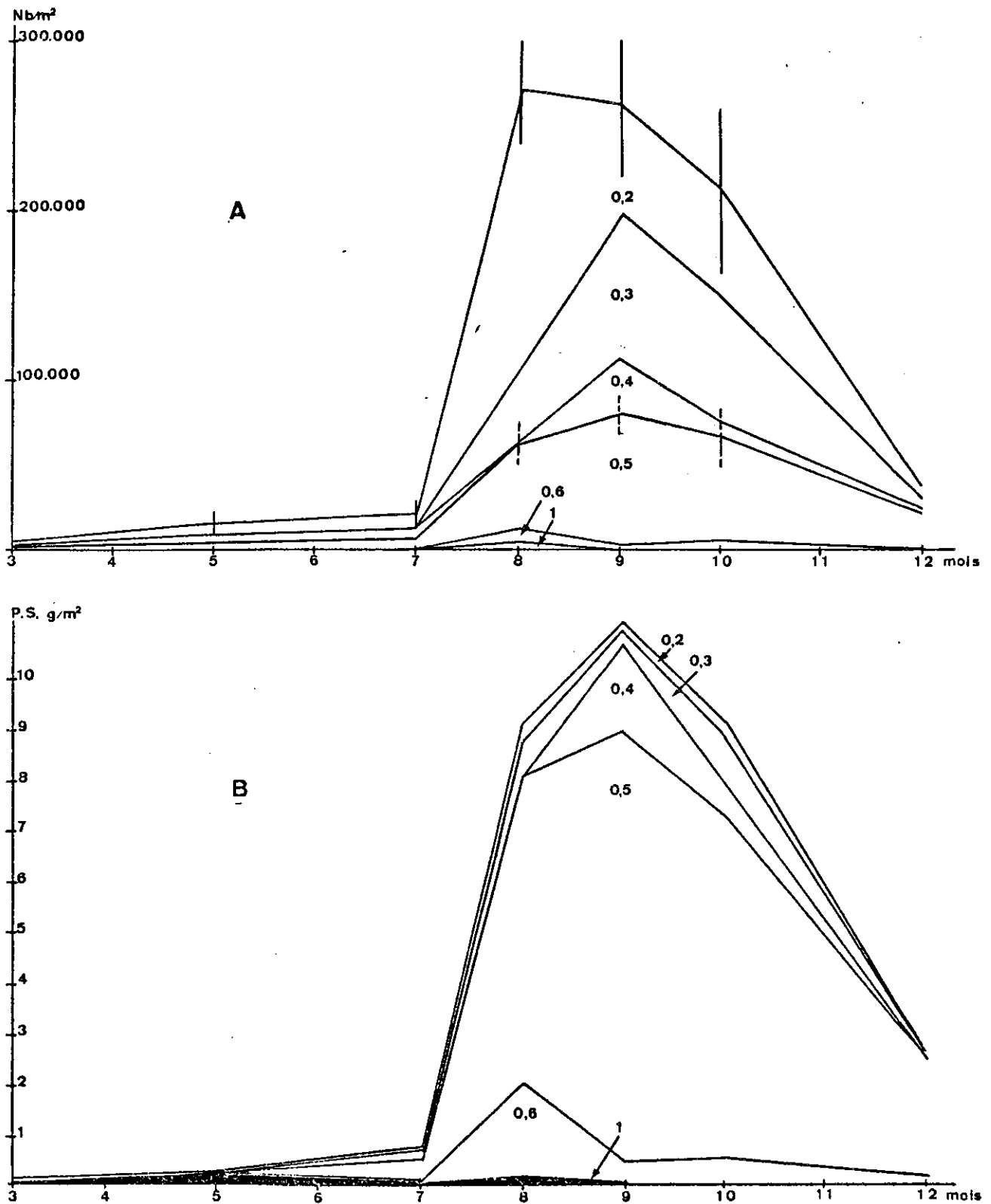


Figure 42 : 1969 - Variations de la composition saisonnière de la population de *C. insidiosum*, les différents stades étant sélectionnés par tamis de divers vide de maille ( 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 mm).

A - nombre d'individus/m<sup>2</sup>

B - Biomasse en grammes/m<sup>2</sup> d'étang (poids sec).



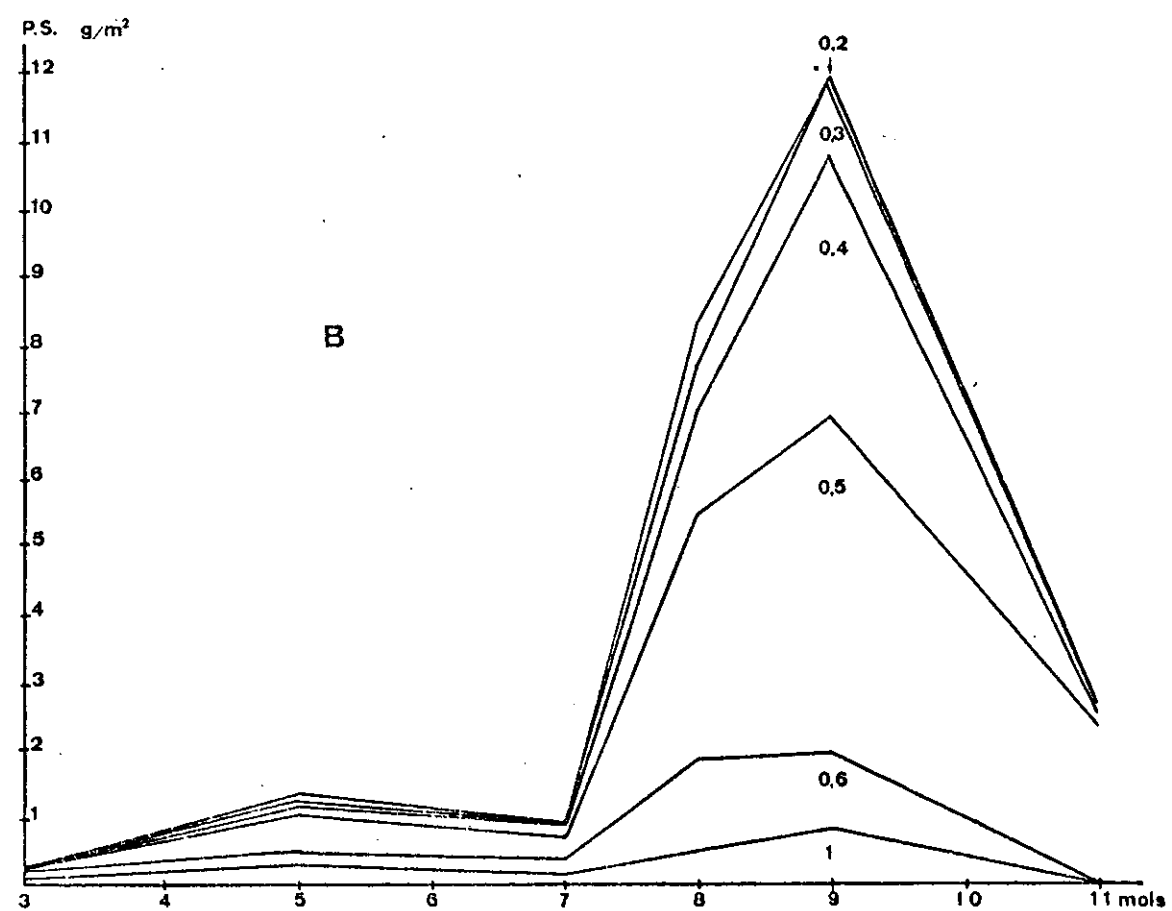
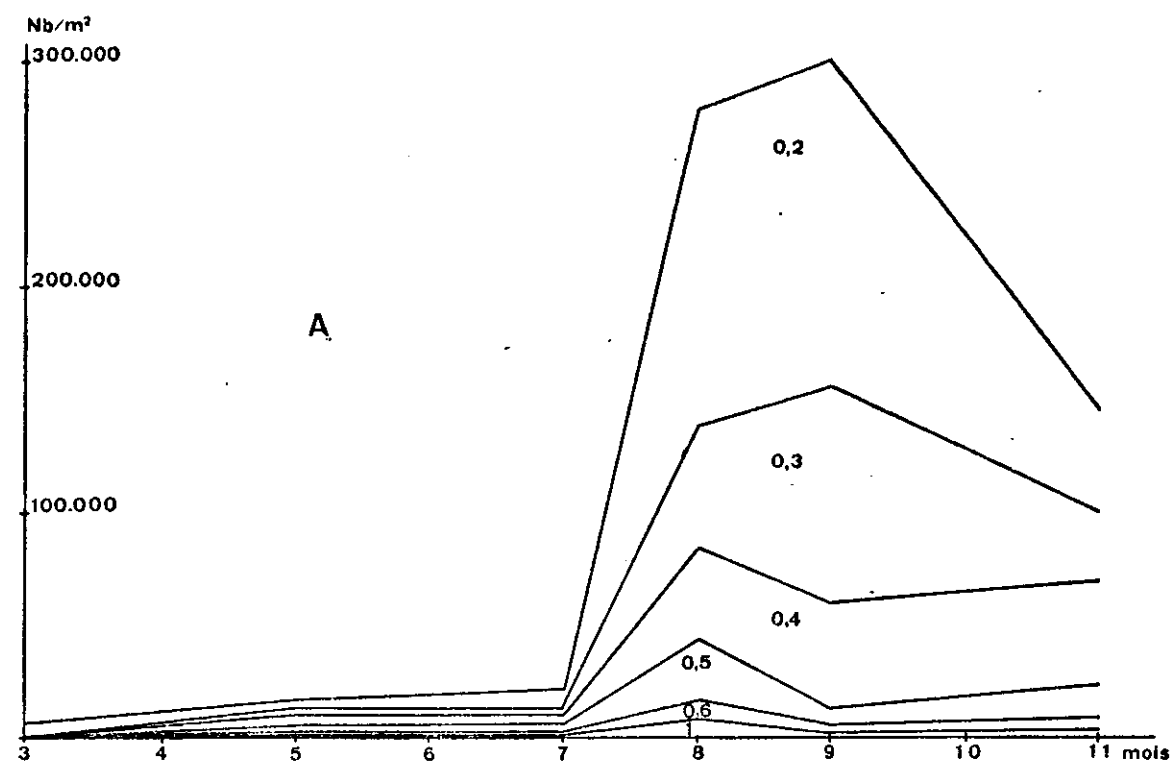


Figure 43 : 1970 - Variations de la composition saisonnière de la population de *C. insidiosum*, les différents stades étant sélectionnés par tamis de divers vide de maille ( 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 mm).

A - nombre d'individus /m2

B - Biomasse en grammes/m2 d'étang (poids sec).

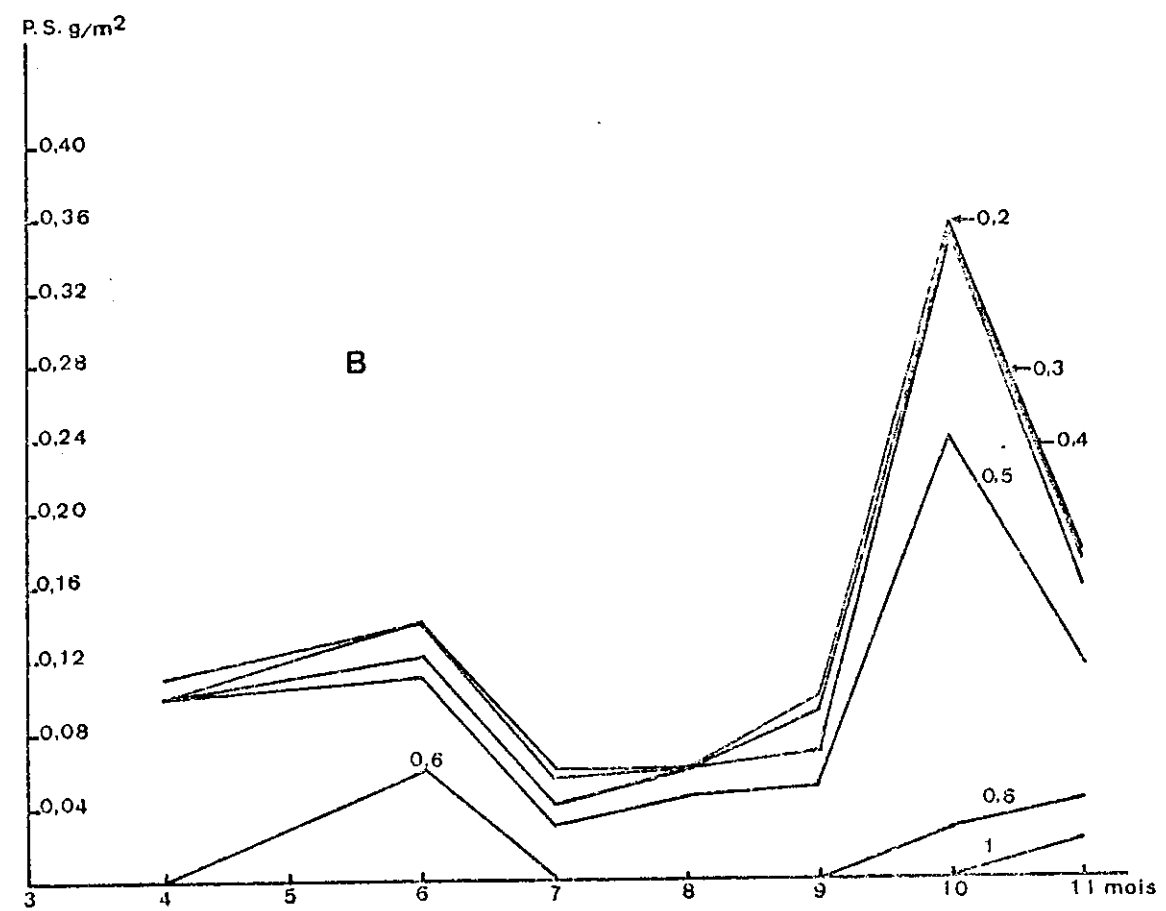
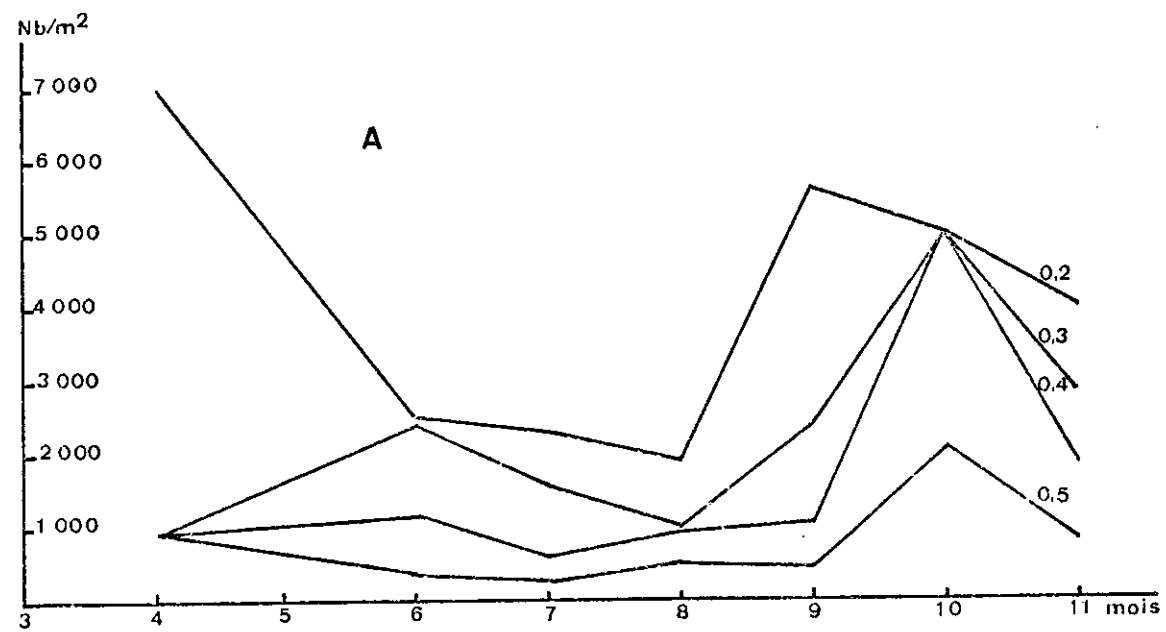


Figure 44 : 1971 - Composition saisonnière de la population.  
 A - nombre d'individus/m² et par stades ( tamis ).  
 B - biomasse/m² et par stades ( tamis ) ; en grammes/m²  
 d'étang ( poids sec ).  
 ( Echelle 30 fois plus importante que celles des figures 42 et 43 )

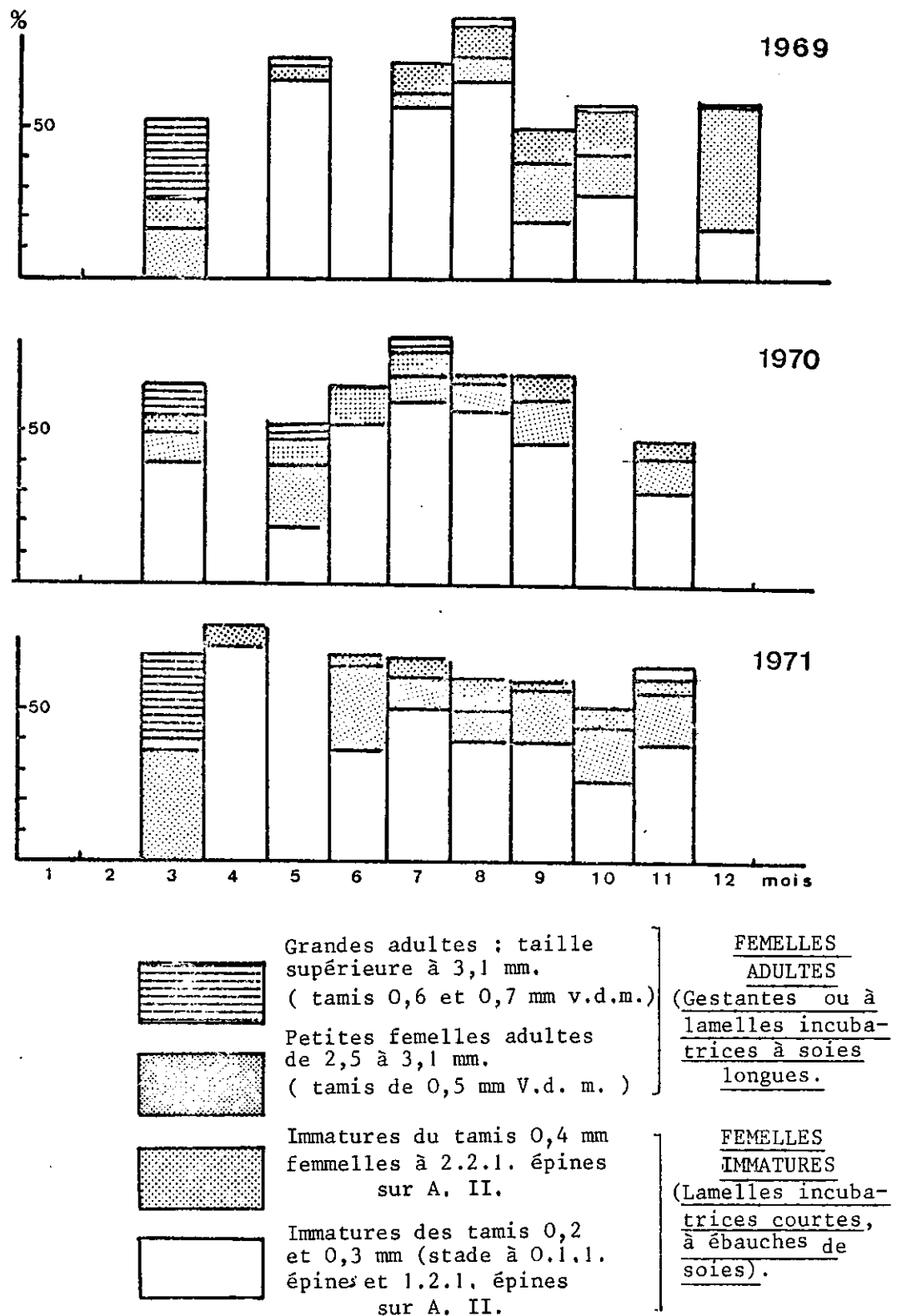


Figure 45 : - Variations de l'état de maturité des femelles. (1969, 1970, 1971).  
Différence entre la composition de la génération de printemps et de celle des générations d'été.

En septembre-octobre, ce pourcentage diminue cependant, au profit des stades plus avancés, laissant apparaître un vieillissement de la population, qui suit la diminution de température de l'eau. Le pourcentage des stades juvéniles laisse apparaître une légère augmentation en octobre-novembre qui intéresse les sujets devant passer la mauvaise saison. A partir de novembre, les pourcentages des femelles gestantes et des stades juvéniles tendent vers zéro.

La taille moyenne des femelles gestantes diminue. Ces femelles, recueillies seulement sur le tamis de 0,5 de vide de maille, ont une taille moyenne (Annexe 37 A) variant de 2,56 à 3 mm, qui se trouve en corrélation inverse avec la valeur de la température du mois du prélèvement ( $r = 0,75$  avec 8 couples de valeurs) ainsi qu'avec la moyenne de l'ensoleillement du mois en cours et du mois précédent ( $r = 0,73$ ).

L'importance des portées est faible. Les femelles de 2,5 à 3 mm (tamis 0,5) libèrent en moyenne 5 larves par femelle. Ainsi, quand la taille de la femelle gestante passe de 3 mm à 4 mm, le nombre des jeunes, libérés par portée, est environ quatre fois plus élevé.

L'observation de l'annexe 37 B, présentant les variations saisonnières du nombre d'embryons contenus dans les lamelles incubatrices des femelles, conduit aux mêmes conclusions, quoique l'on puisse considérer ces derniers chiffres comme légèrement sous-estimés par rapport au nombre des larves réellement libérées (résultats sur viviers).

Il résulte de l'ensemble des observations qui précèdent que l'élévation de la température entraîne une diminution du temps nécessaire pour parvenir à la maturité et de la longévité des femelles adultes; ceci se traduit par une diminution de la taille moyenne des femelles adultes, du nombre d'embryons par femelle gestante et aussi par une accélération de la succession des générations.

## 2°) Variations annuelles et déclenchement de la reproduction de printemps.

La figure 46 (pourcentages des différentes catégories de femelles gestantes recueillies sur différents tamis au cours des périodes de reproduction des années 1969, 1970, 1971) montre une succession de générations plus rapide en 1971, année pendant laquelle la température a été plus élevée, qu'en 1970 et 1969. Quel que soit le moment du déclenchement de la reproduction de printemps (c'est en 1970 qu'il s'est montré le plus précoce) l'élévation de la température, au cours de l'été, apparaît comme le facteur véritablement

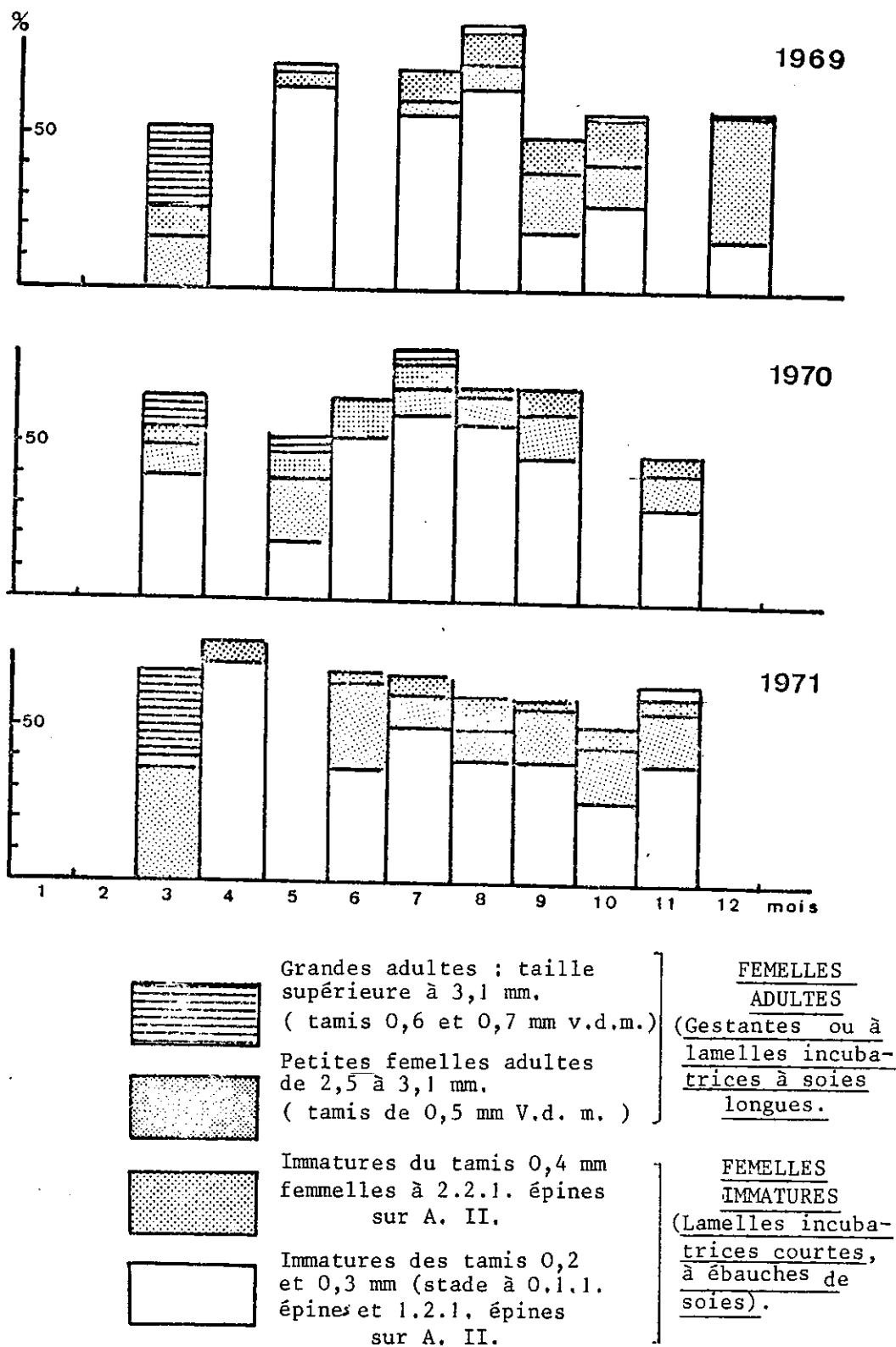


Figure 45 : - Variations de l'état de maturité des femelles. (1969, 1970, 1971).  
Différence entre la composition de la génération de printemps et de celle des générations d'été.

En septembre-octobre, ce pourcentage diminue cependant, au profit des stades plus avancés, laissant apparaître un vieillissement de la population, qui suit la diminution de température de l'eau. Le pourcentage des stades juvéniles laisse apparaître une légère augmentation en octobre-novembre qui intéresse les sujets devant passer la mauvaise saison. A partir de novembre, les pourcentages des femelles gestantes et des stades juvéniles tendent vers zéro.

La taille moyenne des femelles gestantes diminue. Ces femelles, recueillies seulement sur le tamis de 0,5 de vide de maille, ont une taille moyenne (Annexe 37 A) variant de 2,56 à 3 mm, qui se trouve en corrélation inverse avec la valeur de la température du mois du prélèvement ( $r = 0,75$  avec 8 couples de valeurs) ainsi qu'avec la moyenne de l'ensoleillement du mois en cours et du mois précédent ( $r = 0,73$ ).

L'importance des portées est faible. Les femelles de 2,5 à 3 mm (tamis 0,5) libèrent en moyenne 5 larves par femelle. Ainsi, quand la taille de la femelle gestante passe de 3 mm à 4 mm, le nombre des jeunes, libérés par portée, est environ quatre fois plus élevé.

L'observation de l'annexe 37 B, présentant les variations saisonnières du nombre d'embryons contenus dans les lamelles incubatrices des femelles, conduit aux mêmes conclusions, quoique l'on puisse considérer ces derniers chiffres comme légèrement sous-estimés par rapport au nombre des larves réellement libérées (résultats sur viviers).

Il résulte de l'ensemble des observations qui précèdent que l'élévation de la température entraîne une diminution du temps nécessaire pour parvenir à la maturité et de la longévité des femelles adultes; ceci se traduit par une diminution de la taille moyenne des femelles adultes, du nombre d'embryons par femelle gestante et aussi par une accélération de la succession des générations.

## 2°) Variations annuelles et déclenchement de la reproduction de printemps.

La figure 46 (pourcentages des différentes catégories de femelles gestantes recueillies sur différents tamis au cours des périodes de reproduction des années 1969, 1970, 1971) montre une succession de générations plus rapide en 1971, année pendant laquelle la température a été plus élevée, qu'en 1970 et 1969. Quel que soit le moment du déclenchement de la reproduction de printemps (c'est en 1970 qu'il s'est montré le plus précoce) l'élévation de la température, au cours de l'été, apparaît comme le facteur véritablement

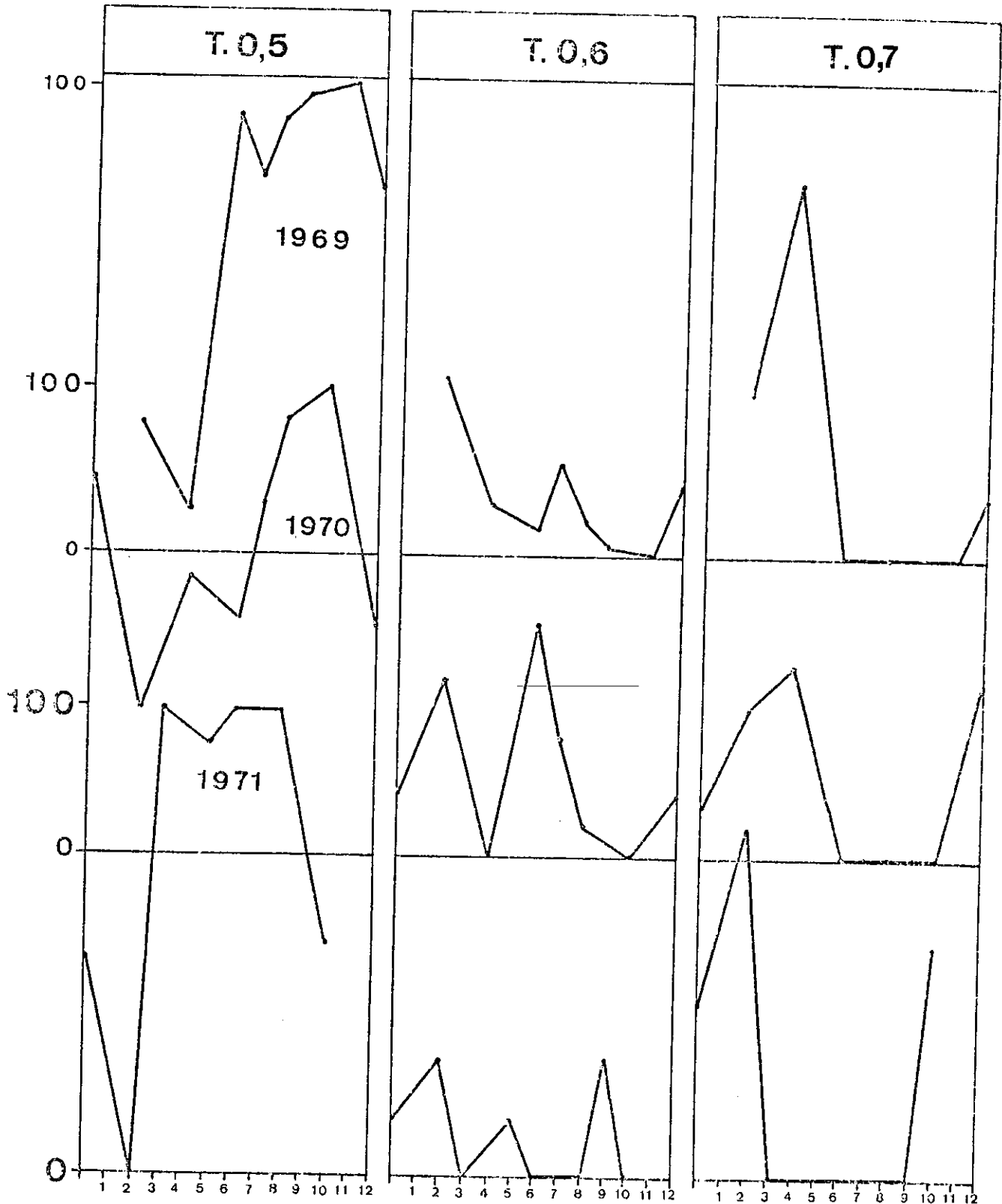


Figure 46 : Pourcentages des différentes catégories de femelles gestantes  
(Recueillies sur tamis de 0,5 - 0,6 et 0,7 mm de vide de maille)  
Cette figure met en évidence :

- 1/ L'influence de l'élévation de la température sur la taille des femelles gestantes, taille qui passe par des valeurs minimales au milieu de l'été, période durant laquelle la reproduction est surtout assurée par les jeunes femelles adultes (tamis 0,5 mm)
- 2/ Les variations annuelles de la période de reproduction estivale, précocité d'apparition plus grande en 1970 et 1971 et succession plus rapide des générations en 1971.

déterminant de la succession plus ou moins rapide des générations.

On peut cependant se demander, d'une façon plus précise, s'il existe un élément particulier qui déclenche la reproduction printanière. De l'examen de la figure 47, on peut tirer les observations suivantes : mise à part l'année 1969, qui a présenté un printemps perturbé par de fortes précipitations et de violents courants vers la mer, se traduisant par un retard dans les mécanismes de reproduction, les deux années 1970 et 1971 sont marquées par des périodes de reproduction commençant normalement entre les mois de mars et d'avril, mais débutant plus précocement en 1970 à une température inférieure à 15°C.

Or le seul paramètre différenciant quelque peu les deux années au moment des premières reproductions est l'ensoleillement; il semble, au surplus, que le déclenchement puisse avoir lieu à une température inférieure à 15°C, quand la courbe d'ensoleillement atteint sensiblement une cote correspondant à 200 heures d'ensoleillement mensuel. La teneur en chlore, présente, à cette période, des valeurs très différentes pour les deux années considérées ( 10 g Cl/l en mars 1970, 15 g Cl/l en avril 1971) si bien que ces teneurs ne paraissent pas devoir être retenues à l'intérieur de cette marge, comme des éléments plus ou moins actifs de ce déclenchement.

### 3°) Variations du pourcentage des mâles et mortalités différentielles des sexes. ( Figure 48).

Mises à part les " micro-fluctuations", la courbe du pourcentage des mâles passe par deux maxima, d'une valeur de 50 %, situés l'un à l'automne, l'autre au début du printemps, marquant dans l'année, le début et la fin d'une période hivernale, au cours de laquelle le pourcentage des mâles s'abaisse jusqu'à 40 et même 30 %. Les deux maxima se situent avant la reproduction de l'ensemble des femelles, et, au cours de la période estivale, la courbe du pourcentage des mâles est sensiblement inverse de celle de la température de l'eau.

Il importe d'élucider ces variations, en précisant parallèlement le rôle de la température.

Différenciation des sexes. Cette différenciation s'effectue très rapidement chez cette espèce, le sex-ratio un jour après la naissance étant de 1/5 à 1/4; mais, le tamis de 0,2 de vide de maille, qui isole des individus de moins d'un jour ayant une apparence de femelle, peut amener une légère erreur



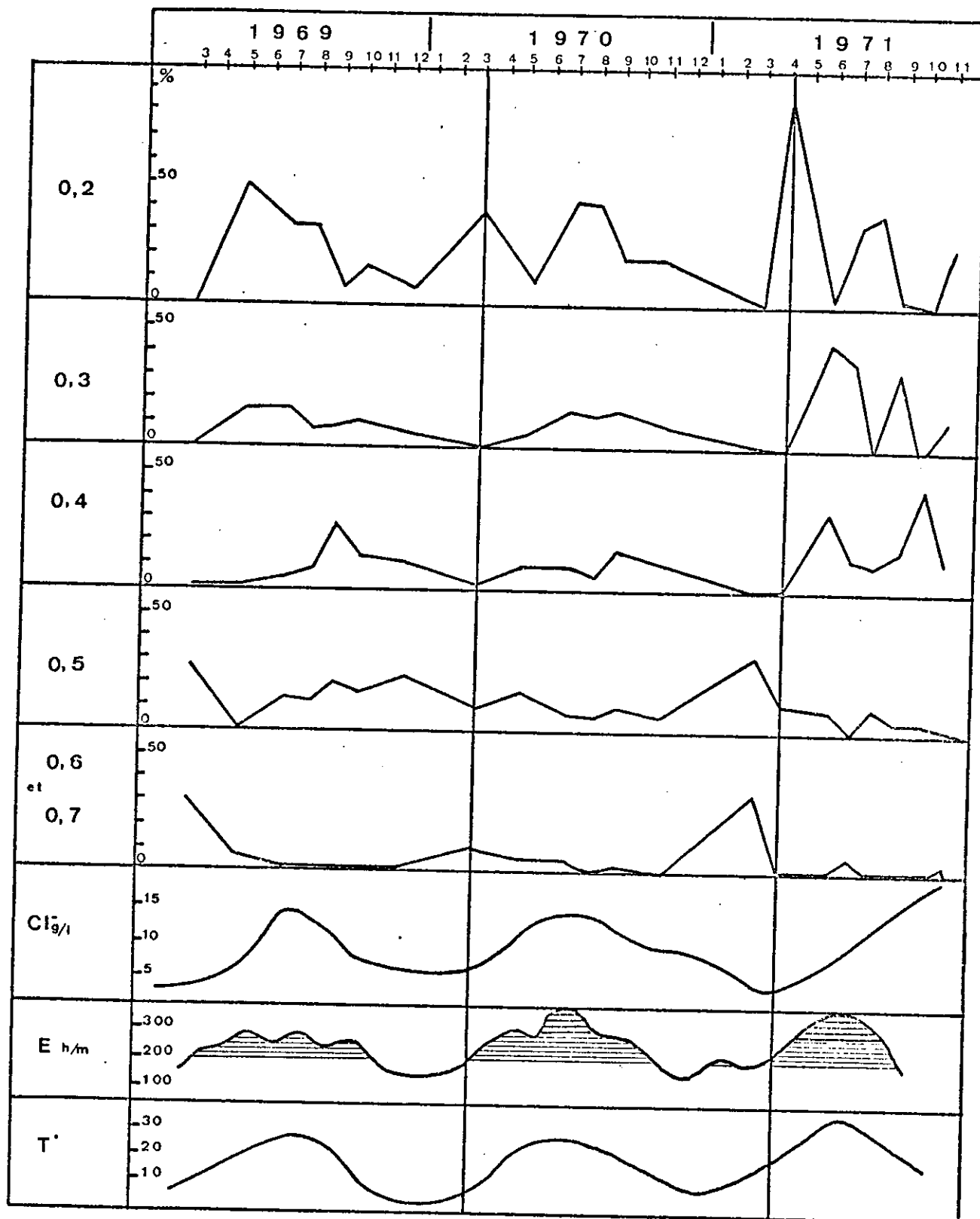


Figure 47 : Pourcentages des différentes catégories de femelles recueillies sur les tamis de 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 de vide de maille au cours des années 1969, 1970, 1971, en parallèle avec la teneur en Chlore, l'ensoleillement et la température de l'eau. Il semblerait y avoir un déclenchement de la reproduction de printemps sous l'effet de l'ensoleillement en 1970 et 1971, quand la courbe de l'ensoleillement atteint la cote de 200 heures d'ensoleillement mensuel malgré une température inférieure à 15°C.

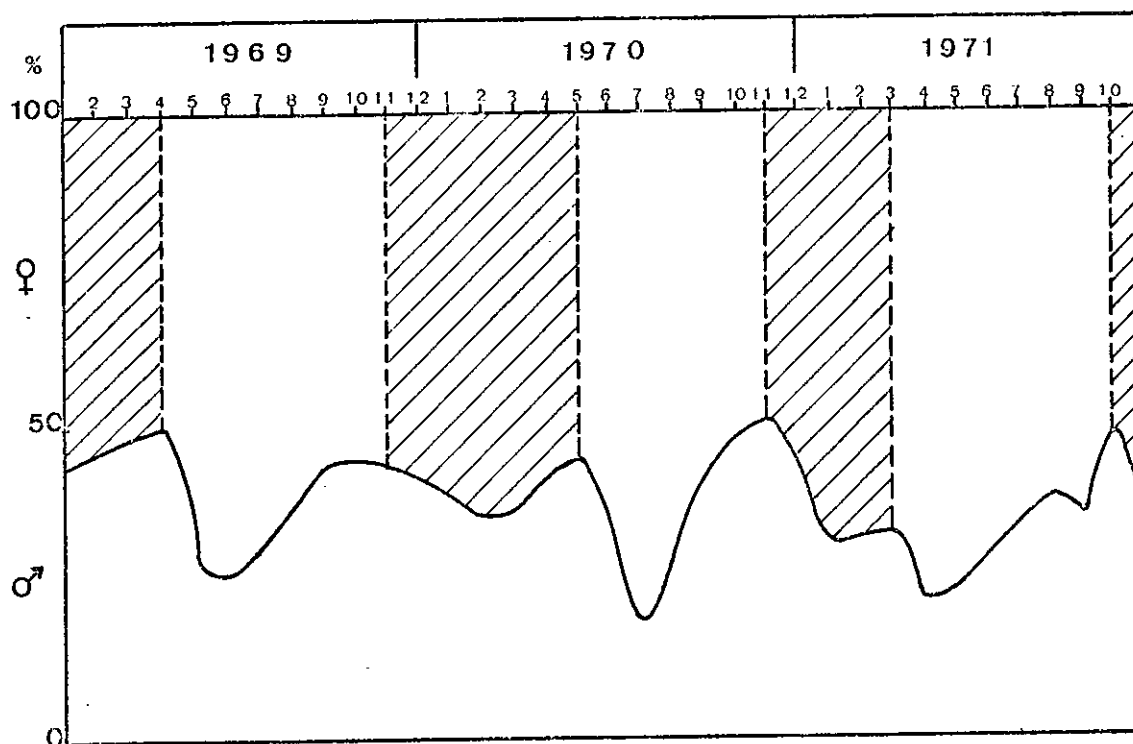


Figure 48 - Variations du pourcentage des mâles de *Corophium insidiosum* à Biguglia.

dans la différenciation des sexes au profit des femelles.

Absence de phénomène d'inversion des sexes. L'inversion des sexes ne peut être retenue pour expliquer les variations saisonnières du pourcentage des mâles, ce phénomène n'ayant jamais été observé chez *C. insidiosum*. Il est exclu d'ailleurs que la diminution de ce pourcentage de mai à novembre puisse être attribué à une inversion des sexes alors que la température augmente, et que le même phénomène, attribué à la même cause, puisse être retenu de novembre à mai, alors que la température diminue.

Mortalités différentielles des sexes et rôle de la température. L'analyse des populations naturelles permet d'établir les faits suivants :

- Lorsque l'on est en présence d'une population jeune le pourcentage des mâles est faible; Quand la population est âgée, il est au contraire élevé.
- Dans une même population, le pourcentage des femelles tend à diminuer lorsque l'on passe du tamis de vide de maille le plus faible au suivant ( 0,2; 0,3; 0,4; 0,5.....).

De la même façon, au fur et à mesure du vieillissement d'une cohorte

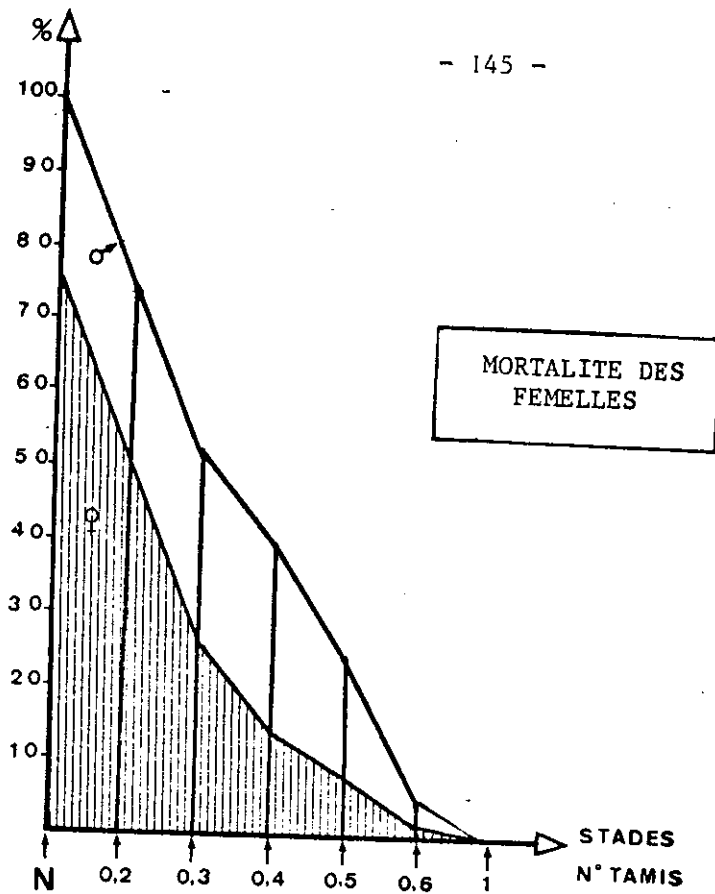
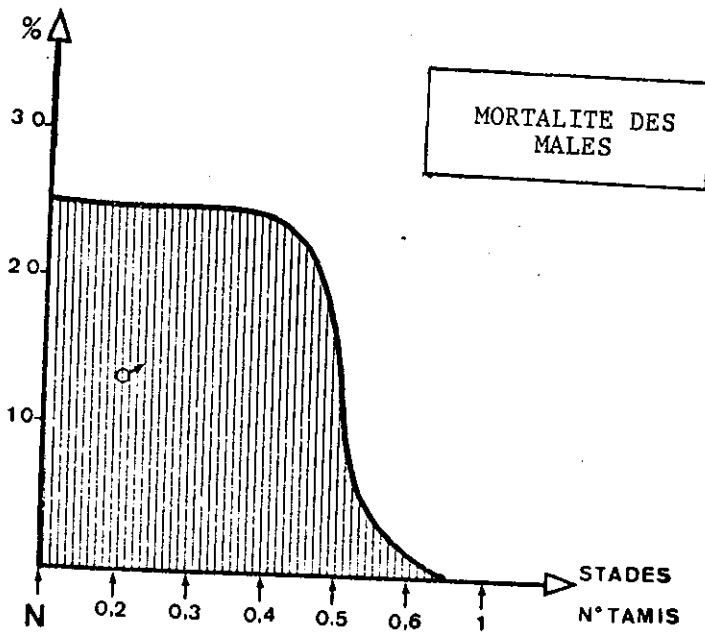


Figure 49 : Mortalités différentielles des populations mâles et femelles de *C. insidiosum*.



(figure 49), le pourcentage des mâles par rapport aux femelles passe de 1/5 ou 1/4 à 1/1. D'autre part quand on arrive à un certain stade de vieillissement (qui est atteint plus vite si la température s'élève) le pourcentage des mâles d'une populations décroît brusquement tandis que la mortalité des femelles est progressive. Tout se passe comme si les mâles, après avoir résisté un certain temps aux conditions du milieu, étaient frappés de mort

après la fécondation des femelles chez qui, au contraire, la mortalité est progressive. Cela se trouve vérifié par les élevages en laboratoire à 25° portant sur un grand nombre de larves libérées le même jour et dont on a périodiquement fixé un même nombre. ( figure 49).

Ces taux de mortalité des mâles et des femelles est un fait indiscutable, car : vérifié sur les populations naturelles par la méthode de calcul de la mortalité exposée au quatrième chapitre § II qui donne au cours de l'année, la mortalité par stade, ce qui permet ensuite de dresser des courbes de mortalité en pourcentage, du type de celle de la figure 49. Les courbes sont en effet analogues à celle de la figure 49.

Une fois admise, dans cette espèce, les mortalités différentielles des sexes, et du fait, d'une part, que la longévité diminue quand la température s'élève, mais que d'autre part, la fréquence des mues ( de CASABIANCA 1966) s'accroissant la durée des stades diminue avec la température, la proportion des mâles et des femelles de deux populations se trouvant à un même degré de vieillissement devrait être identique quelles que soient les valeurs de la température; il y a seulement, dans ce cas, une égalisation plus précoce du nombre d'individus de chaque sexe ( qui se produit au stade 0,3 sur la figure 49) et une diminution de la partie droite de la courbe. Ceci se trouve compensé dans la population totale par le fait, qu'en été, le pourcentage de très jeunes individus est très élevé et tend à augmenter la proportion des femelles.

Une évaluation rapide de la mortalité d'une population entre deux dates pourrait être établie par une méthode uniquement basée sur cette mortalité intrinsèque de l'espèce en connaissant la densité et la composition de la population lors du deuxième prélèvement seulement : il suffit de reconstituer, pour chaque classe d'âge de cette population, la proportion des femelles mortes en admettant que le sex-ratio à la naissance était de 1/5 et que les mâles ne meurent pas avant le tamis 0,5. ( Mais cette méthode qui, présente l'inconvénient de ne pas être généralisable à toutes les autres espèces, est en pratique très compliquée; elle est, de plus, discutable dans les cas de très forte mortalité).

Une autre utilisation de ces courbes de mortalité différentes consisterait, à connaître rapidement l'effet des facteurs du milieu chaque fois qu'on le désire sans recourir aux courbes de croissance . En dressant la courbe de la structure mâle et femelle de la population, on peut constater une égalisation de sexes plus ou moins précoce.

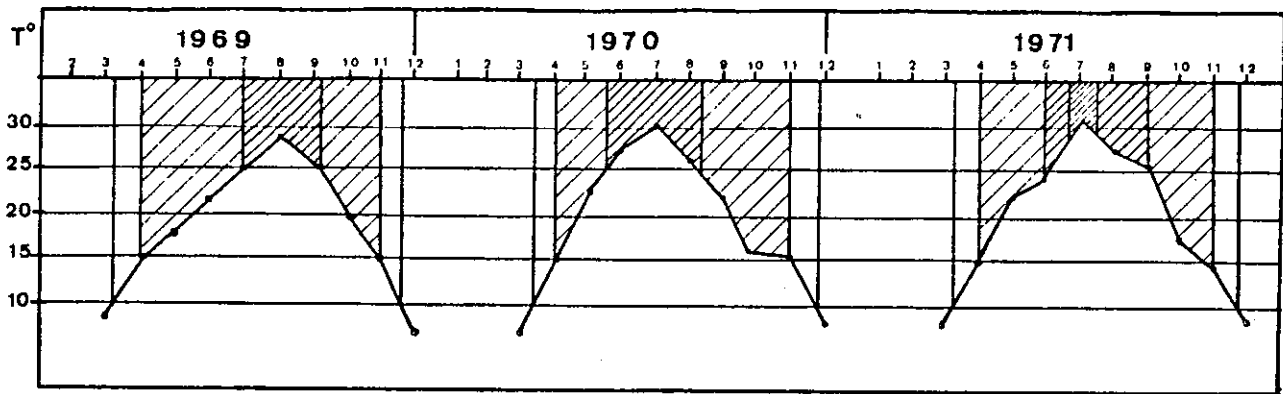


Figure 50 : Répartition des marges de températures d'élevage  $15^{\circ} - 25^{\circ}$ ,  $25^{\circ} - 30^{\circ}$ ,  $30^{\circ} - 33^{\circ}$ , au cours des périodes estivales ( 7 mois) 1969, 1970, 1971 .

b) Résultats des élevages contrôlés en viviers, dans le milieu naturel.

La méthode appliquée ici a été décrite et discutée p. 53 à 58. Les élevages contrôlés en milieu naturel ont été effectués sur des cohortes de *C. insidiosum* en provenance de différents tamis ( 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 ). Les temps d'immersion utilisés ont été de 10 et 20 jours. Les résultats concernant l'évolution des différentes cohortes dans les trois marges de températures choisies (  $15^{\circ} - 25^{\circ}$ ;  $25^{\circ} - 30^{\circ}$ ;  $30^{\circ} - 33^{\circ}$  ) ont été regroupés, aucune différence significative n'ayant été observée au cours de la même année, ou de deux années consécutives, dans les mêmes marges de température.

Les marges de température ont été élargies vers les températures les plus faibles, qui, dans la nature, sont distribuées sur des périodes plus longues (Figure 50). Les résultats concernant les températures au dessus de  $30^{\circ}$  proviennent du seul été 1971, le plus chaud, et qui seul a permis ces mesures. Nous avons eu peu de résultats concernant les périodes de  $10^{\circ}$  à  $15^{\circ}$  à cause des fortes perturbations du milieu.

Les résultats concernant l'évolution des cohortes aux trois marges de température ainsi définies apportent, pour chacune de ces marges, les renseignements suivants, tous obtenus en milieu naturel :

1°) Croissance et durée des stades ( figure 51 et 52 et tableau p. 151 )

Les figures 51 et 52 représentent respectivement les courbes moyennes de croissance en taille et en poids de cohortes élevées en viviers dans le milieu naturel.

Sur la figure 51 sont indiquées les tailles moyennes, minimales et maximales des femelles gestantes des populations naturelles ayant évolué dans chacune des trois marges de température ( Annexe 37 ).

Il en résulte que l'accélération de la fréquence des mues qui se pro-

duit avec l'élévation de la température ( de CASABIANCA, 1966), se traduit ici par une accélération de la succession des stades, par une maturité plus précoce, une longévité plus réduite, et une diminution du temps de reproduction :

Ainsi, (tableau p.151), la durée des deux premiers stades ( correspondant à 0.0.1. et 0.1.1. épines sur l'antenne II de la femelle) varie de 2,5 jours entre 30° et 33° à 6 jours entre 15 et 25°.

- La durée du 3ème stade ( correspondant à 1.2.1. épines sur l'antenne II de la femelle) varie de 3 jours entre 30° et 33° à 7 jours entre 15° et 25°.
- La durée du 4ème stade ( correspondant à 2.2.1. épines sur l'antenne II de la femelle) varie de 3 jours de 30° à 33° à 13 jours entre 15 et 25°.

En conséquence :

- Le temps d'arrivée à maturité varie de 8,5 jours entre 30° et 33°, à 26 jours entre 15° et 25°.
- La longévité moyenne d'une femelle varie d'environ 20 jours entre 30° et 33°, à 71 ou 86 jours entre 15° et 25°.
- Le temps de reproduction varie d'environ 12 jours entre 30° et 33°, à 45 ou 60 entre 15° et 25°.

La figure 52 visualise la prise de poids en fonction du temps des mêmes cohortes (A). Il s'en dégage le fait paradoxal suivant : Bien que la prise de poids par unité de temps augmente avec l'élévation de la température, le poids moyen des femelles ayant évolué à températures élevées ( 30-33° ) est deux fois plus faible que celui des femelles qui se sont développées à une température de 25 - 30°, et quatre fois plus faible que celles qui ont vécu entre 15° et 25°.

Ainsi, l'effet de l'élévation de la température sur le vieillissement des crustacés est en fin de compte beaucoup plus important que celui occasionné par le même facteur sur la prise de poids par unité de temps. Il semble donc y avoir une certaine compensation des deux phénomènes.

En (B) sont indiquées les variations du taux d'accroissement (G) pour différentes températures et différents stades : G est en général plus élevé pour les stades juvéniles que pour les stades adultes et cette différence

N°  
Tamis

- 149 -

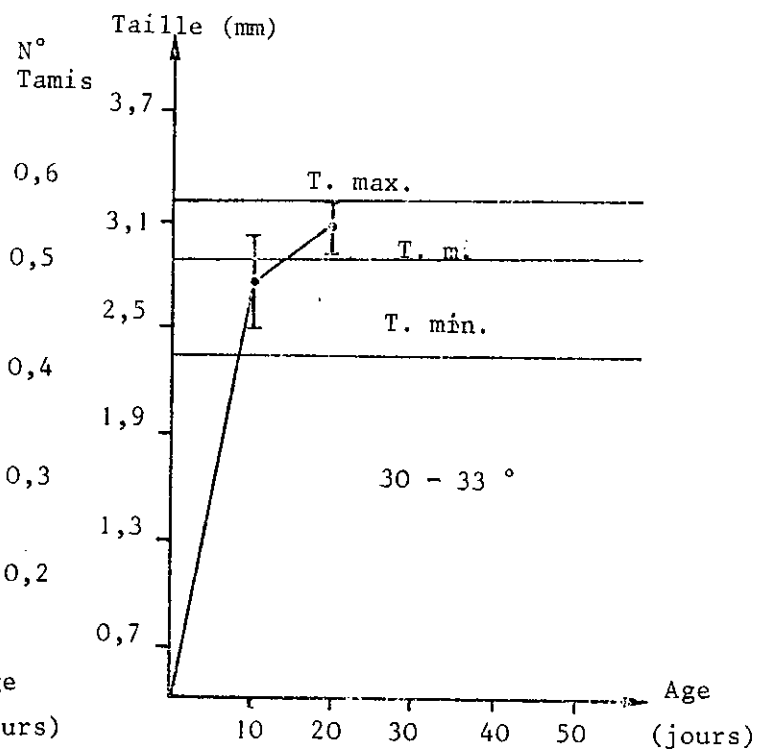
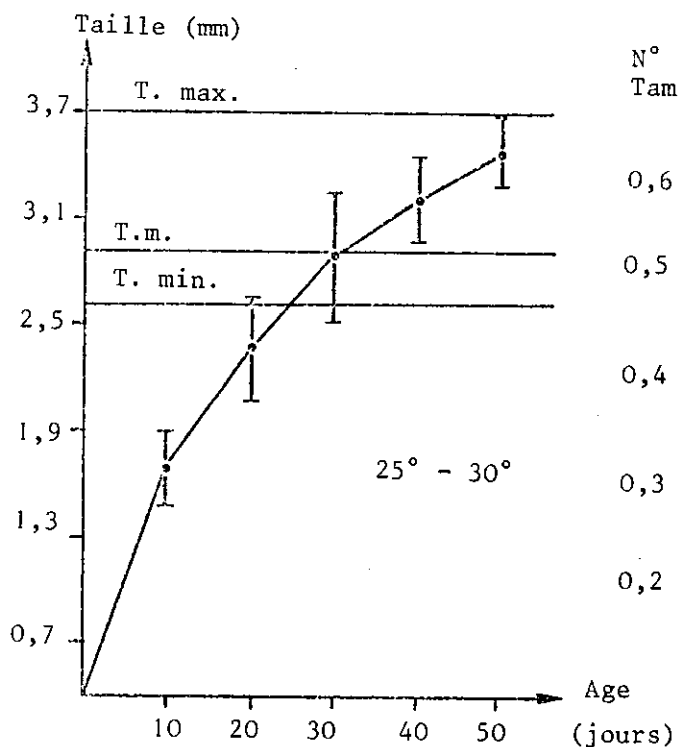
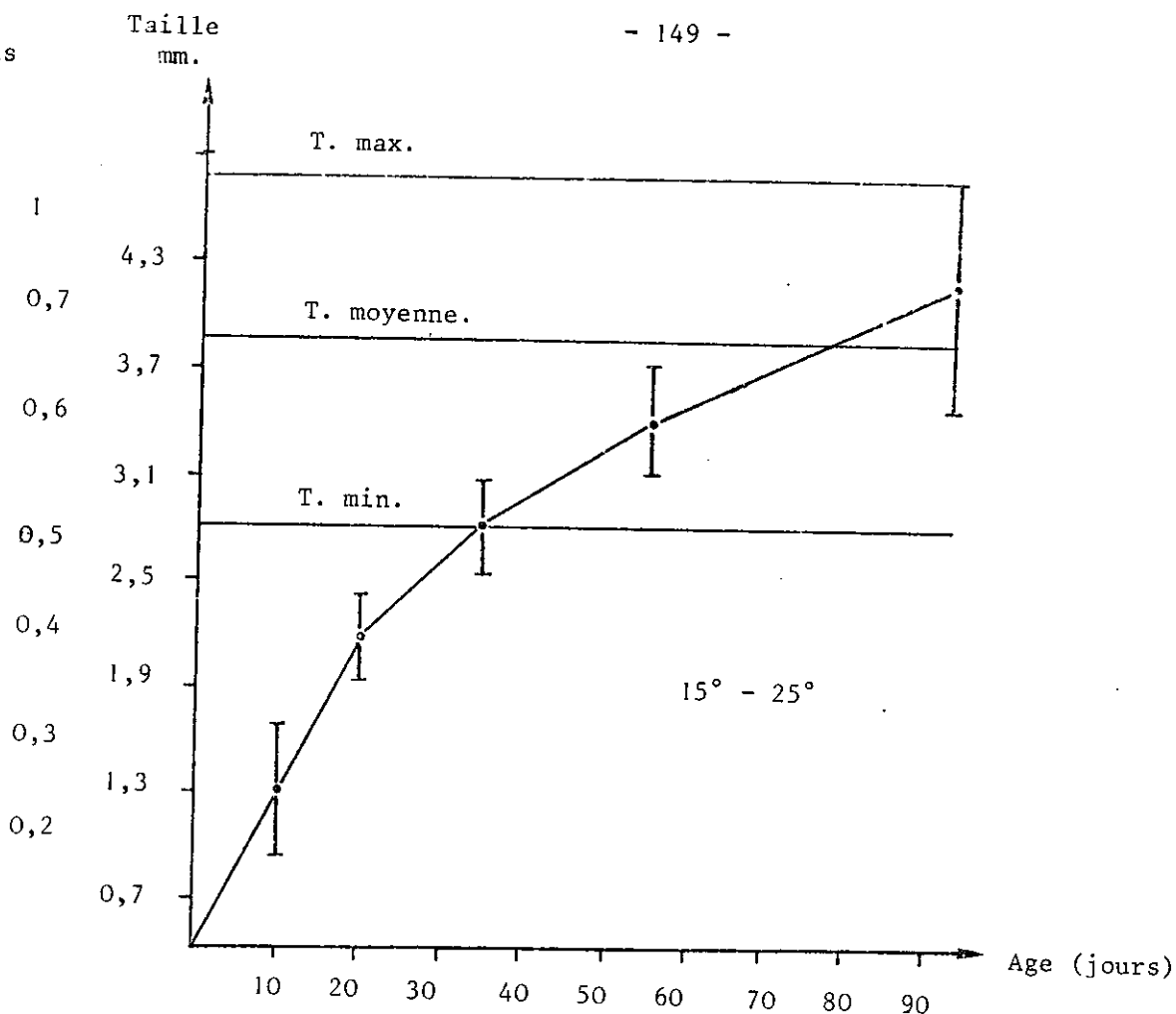


Figure 51 : Courbes de croissance obtenues à partir d'élevages de cohortes en viviers et en milieu naturel. Indication pour chacune des trois marges de température des points individuels moyens et des tailles moyenne (T.m.) minimale (T.min.) et maximale (T.max. des femelles gestantes).

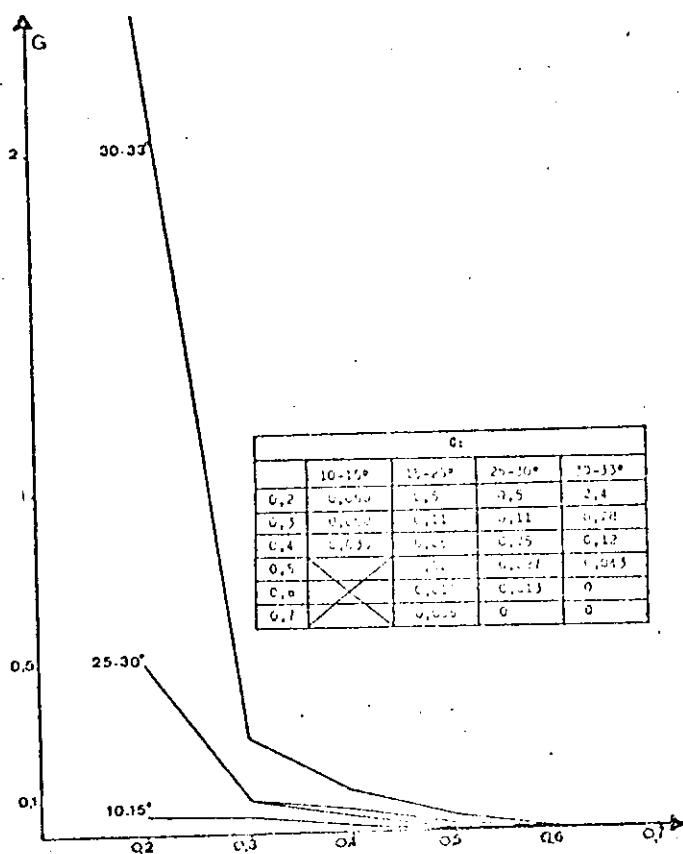
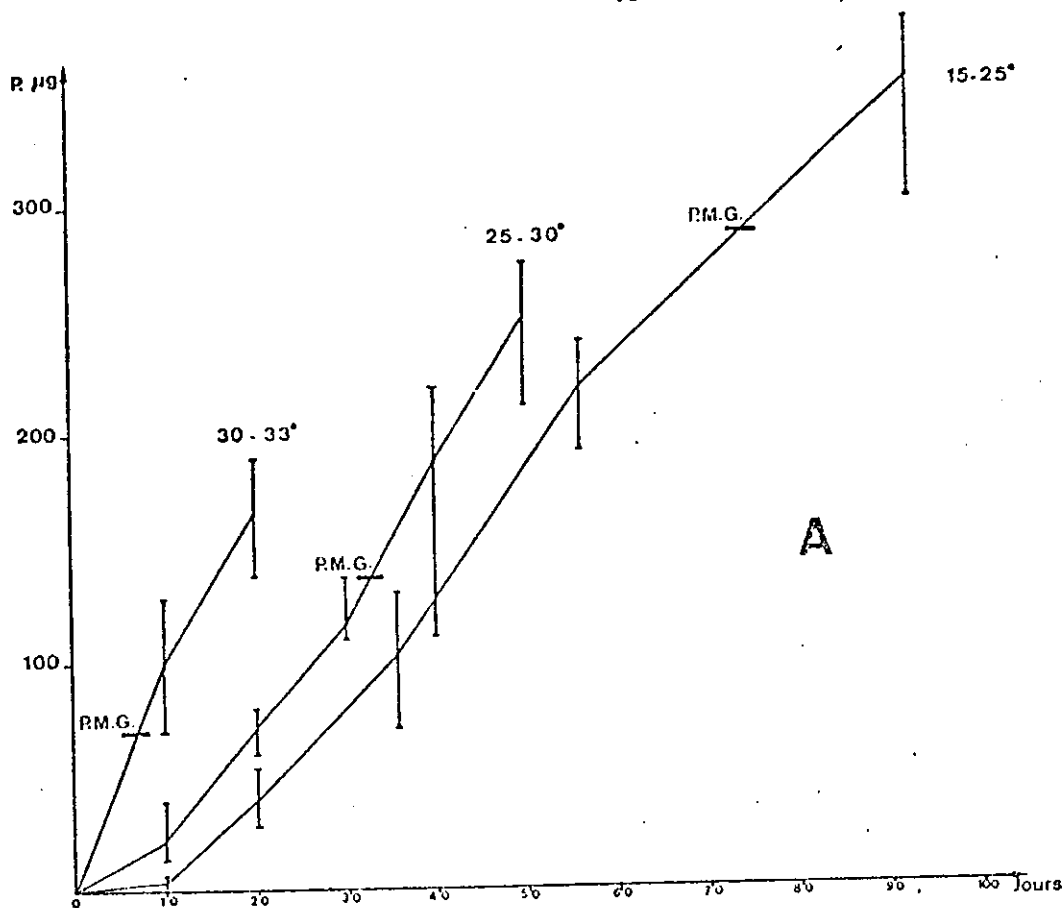


Figure 52 : A - Courbes moyennes de prise de poids en fonction du temps obtenues à partir d'élevage de cohortes en viviers (indications des poids moyens et des extrêmes). L'élévation de température détermine une augmentation de la prise de poids par unité de temps, mais diminue d'autre part considérablement le temps d'arrivée à maturité et la longévité; elle aboutit, en définitive à une diminution du poids moyen des femelles gestantes (P.M.G.).

B - Taux d'accroissement G des différentes cohortes.



T a b l e a u

Caractères distinctifs des stades			Durée des stades en jours		
N° Tamis en vide de maille(mm)	Longueur du corps moyenne extrême	Epines AII T° = 25°	15°- 25°	25°- 30°	30°- 33°
0,2	0,7 1,084 1,3	0. 0. 1. 1° mue 0. 1. 1. 2° mue	6	5	2,5
0,3	1,35 1,9	1. 2. 1. 3° mue	7	6	3
0,4	1,44 2,5	2. 2. 1. 4° mue	13	9	3
0,5	2,89 3,1	2. 2. 1. 5° mue	15	14	11
0,6	3,57 3,7	2. 2. 1. 6° mue	15	14	
0,7 et 1		2. 2. 1. 7° et 8° mue	15 à 30		
Temps d'arrivée à maturité			26	20	8,5
Temps d'arrivée aux tailles maximales			71 à 86	48	20
Temps moyen de la gestation et de l'incubation			15 - 20	12 - 15	8 - 12
Nombre de pontes possible			2 - 3	2	1 - 2
Durée d'une génération			41 - 46	32 - 35	16,5-20,5

est plus marquée pour les hautes températures.

2°) Durée de la gestation et de l'incubation. Nombre de portées.  
Durée et nombre des générations. (Tableau p. 151 )

Le temps moyen entre deux libérations de portées ( gestation et incubation)  
effectuées par une même femelle est de :

- 15 à 20 jours de 15 à 25°,
- 12 à 15 jours de 25 à 30°,
- 8 à 12 jours de 30 à 33°.

Etant donné la longévité moyenne observée pour les femelles, le nombre de pontes effectuées aux marges de température considérées peut être évalué pendant la vie d'une femelle à :

- 2 à 3 de 15 à 25°,
- 2 de 25 à 30°
- 1 à 2 de 30 à 33°.

La durée d'une génération peut être évaluée en moyenne à :

- 41 à 46 jours entre 15 et 25°
- 32 à 35 jours entre 25 et 30°
- 16 à 20 jours entre 30 et 33°

Le nombre des générations a été évalué ainsi qu'il suit : (les trois périodes estivales envisagées - 1969, 1970, 1971 - ont présenté chacune 7 mois où la température s'est révélée supérieure à 15°C).

Le classement des marges de température et le nombre de générations pour chacune de ces marges et pour l'ensemble des sept mois donne les résultats suivants :

- 1969 : 5 mois de 15 à 25° ) 4,9 à 5,2 générations pour les sept mois.  
2 mois de 25 à 30° )
- 1970 : 4 mois de 15 à 25° ) 5 à 5,7 générations pour les sept mois.  
3 mois de 25 à 30° )
- 1971 : 4 mois de 15 à 25° ) 5,8 à 6,5 générations pour les sept mois.  
2 mois de 25 à 30° )

Le nombre annuel des générations a donc varié d'environ 5 à 7 pendant les trois années d'étude, le chiffre le plus élevé correspondant à la période d'été la plus chaude.

c) Résumé et Conclusions.

L'influence de la température sur la dynamique des populations de *Corophium insidiosum*, a été mise en évidence dans la lagune de Biguglia au cours des années 1969, 1970, 1971 en utilisant deux méthodes qui se contrôlent et se complètent mutuellement, fondées :

- la première, sur l'examen de prélèvements régulièrement opérés sur les populations naturelles;
- la seconde, sur l'élevage contrôlé, en viviers placés en milieu naturel, de cohortes à différents stades.

1°) L'examen de prélèvements réguliers opérés sur les populations naturelles fait apparaître dans cette population à structure complexe :

- une génération d'hiver, assurant la reproduction de printemps, caractérisée par une taille élevée ( pour la femelle : 3,6 à 4 mm ), par des portées importantes ( 16 à 20 larves par portée ).
- des générations d'été, issues d'une reproduction continue et dont la température accélère la succession; elles sont caractérisées par une petite taille ( taille moyenne des femelles 2,56 à 3 mm), par des portées d'importance réduite ( 5 larves en moyenne par portée), et par la diminution du pourcentage des mâles, bien que la mortalité différentielle des sexes, propre à l'espèce épargne les mâles durant les cinq premiers stades.

2°) Les élevages contrôlés en viviers expliquent ces faits :

Quand la température passe de 15 - 25° à 30 - 33°, on constate les faits suivants : la succession des stades est accélérée ( du fait de l'augmentation de la fréquence des mues ) et leur durée diminue en conséquence :

- le temps d'arrivée à maturité est plus bref : 8,5 jours au lieu de 26
- la longévité diminue : 20 jours au lieu de 71 - 86 jours.

Il en résulte que le nombre de générations tend à augmenter ( 5 en 1969, et 7 en 1971 où l'été s'est montré le plus chaud ).

Le temps de la gestation et de l'incubation diminue ( 15 - 20 à 8 - 12 jours ) mais le temps de reproduction diminuant aussi ( 45 - 60 à 12 jours ), il s'ensuit que le nombre de pontes par unité de temps augmente, mais que le nombre de pontes obtenues dans la vie d'une femelle diminue ( 2 à 1 ).

La prise de poids par unité de temps augmente, mais il se produit une compensation du fait de la diminution du temps d'arrivée à la maturité : ( le poids moyen des femelles gestantes ayant évolué à 30 - 35° est ainsi quatre

fois plus faible que celui de celles ayant évolué entre 15 et 25° ).

### C. INFLUENCE DU COUPLE SALINITE - TEMPERATURE EN PERIODE ESTIVALE.

Tout au long des été 1970 et 1971, nous avons procédé à l'immersion en viviers dans le milieu naturel, et pendant des durées voisines (35 jours), de "cohortes" de différents stades sélectionnées par des tamis de vide de maille de 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 et 0,6 mm. Nous avons calculé, pour chaque période d'immersion et pour chaque type de cohorte, l'accroissement brut apparent moyen en biomasse de 100 individus par jour, soit :

$$\frac{B_F - B_I \times 100/j}{N_I} \quad \text{où } N_I \text{ et } B_I \text{ représentent le nombre d'individus et la biomasse des individus immergés. } B_F \text{ la biomasse de fin d'immersion ( correspondant à la fois à la croissance des individus immergés, et à celle de ceux nés en cours d'immersion).}$$

Etant donné que nous cherchons à déterminer l'influence des facteurs température et salinité sur la dynamique, nous avons éliminé dans le calcul de l'accroissement, certains viviers qui, au cours de leur période d'immersion, se sont trouvés aplatis sur le fond et donc soumis à la dominance essentielle de la décomposition du fond et à de l'hydrogène sulfuré, conduisant à la mortalité totale du contenu du vivier.

Des résultats indiqués en annexe 39 et représentés dans la figure 53, on peut déduire les faits suivants :

- a) Malgré l'importance des variations individuelles de chaque vivier, traduisant en période estivale la forte hétérogénéité du milieu qui résulte de la progression irrégulière des processus de décomposition des algues (p.76 à 79), les variations globales d'accroissement de l'ensemble des cohortes suivent la progression des valeurs de la salinité.
- b) Un accroissement équivalent est obtenu au cours des deux été 1970 et 1971 :
  - soit avec une température de 25° à 30° et une teneur en chlore de 10 à 15 g Cl/l ( période du 25.5. au 25.7.1970),
  - soit à une température de 20° et une teneur en chlore de 15 à 20 g Cl/l ( période du 6.9 au 14.10.1971.)
- c) L'accroissement maximal obtenu au cours des deux étés est réalisé pour des valeurs de température de 25 à 30° et des teneurs en chlore supérieures

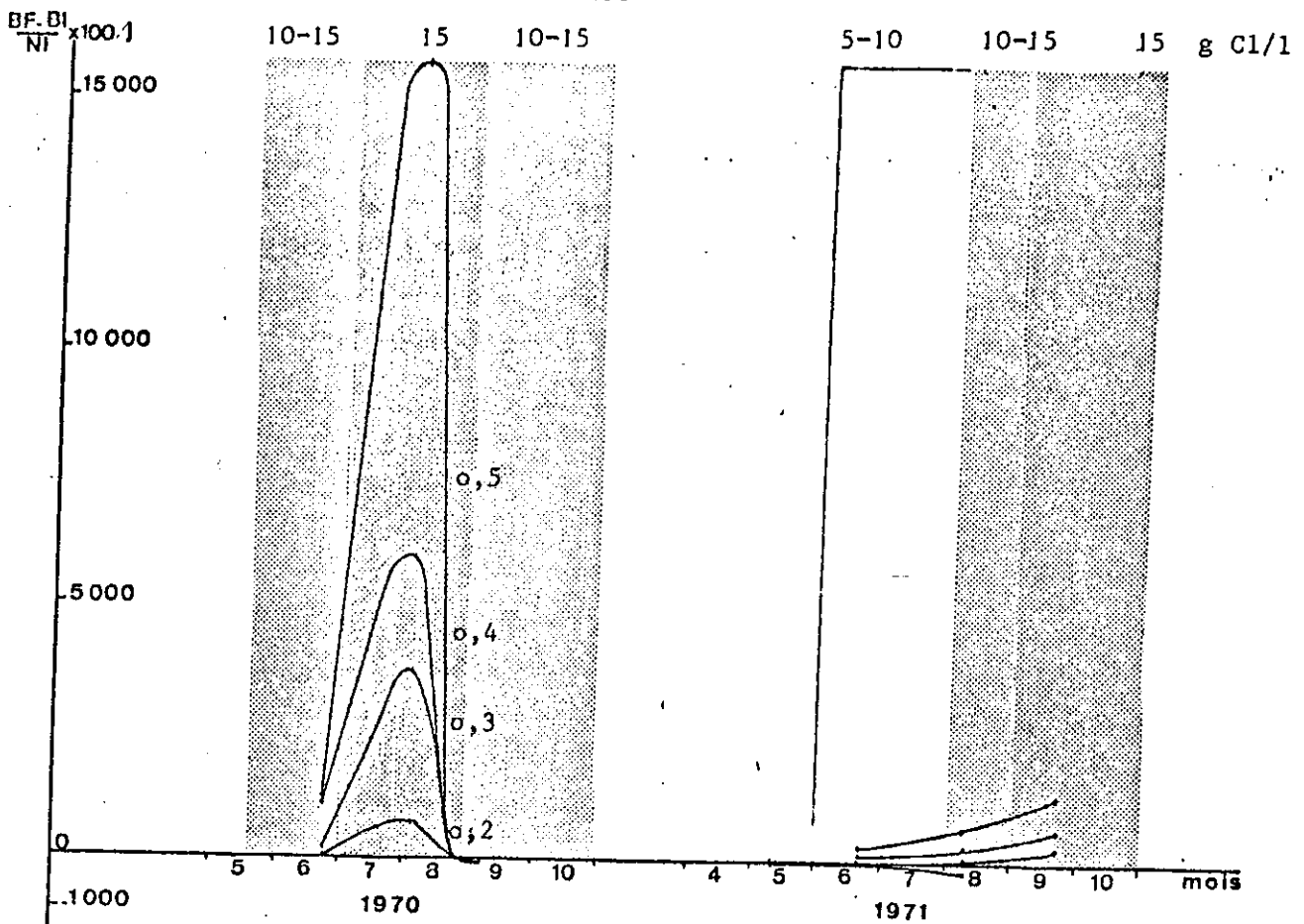


Figure 53 : Courbes de l'accroissement par jour ( en  $\mu g$ ) de cohortes de différents stades sélectionnées au tamis ( 0,2 - 0,3 - 0,4 - 0,5 et 0,6 mm de vide de mailles).

$$\frac{Bf - BI}{NI} \times 100/j = \frac{\text{Biomasse de fin d'immersion} - \text{Biomasse départ} \times 100/j}{\text{Nombre d'individus immergés.}}$$

Bonne corrélation avec la teneur en chlore g Cl/l du milieu :

trame blanche : 5 à 10 g Cl/l

gris pâle : 10 à 15 g Cl/l

gris soutenu : teneur supérieure à 15 g Cl/l

à 15 g Cl/l ( période d'immersion du 25.7. au 17.8.1970).

Le couple salinité - température a donc une action dominante sur la dynamique des populations de la lagune de Biguglia, l'été, et le jeu des différentes combinaisons des deux paramètres permet d'expliquer :

- les variations saisonnières habituelles de densité des populations, comme : la montée estivale et la diminution automnale de 1969 et 1970, qui suivent corrélativement les valeurs de salinité et de température du milieu au cours de l'été;
- les variations exceptionnelles de densité, comme le faible maximum de l'été 1971 par exemple, qui coïncide avec les valeurs de salinité correspondant au *preferendum* de l'espèce ( supérieurs à 15 g Cl/l) atteintes tardivement en octobre alors que les valeurs de température sont inférieures à celles qui correspondent au développement optimal de l'espèce ( 15°).

Cependant le couple salinité - température ne peut expliquer l'amplitude de certaines variations saisonnières exceptionnelles, comme le faible accroissement de densité constaté en début d'été 1971. Il convient, dans ce cas, d'analyser particulièrement l'ensemble des facteurs agissant pendant cette période.

D. INFLUENCE DES HAUTES TEMPERATURES ET DE L'ALIMENTATION EN PERIODE ESTIVALE ( Figure 38 p.120 )

Même sans attribuer aux évaluations quantitatives une valeur absolue, il semble bien que la densité des populations du début du printemps au milieu de l'été 1971, diminue, ou du moins, qu'elle ne subisse aucune augmentation contrairement à ce que l'on observe habituellement à cette période.

En effet, pour une même augmentation de la teneur en chlore : 5 à 10 g Cl/l, on observe :  
en 1970 ( du 15.3 au 15.5), avec une élévation de température de 12 à 22°, une augmentation du nombre d'individus par m<sup>2</sup> qui passe de 5 000 à 20 000;  
en 1971 ( du 15.5 au 30.7), avec une augmentation de la température de 22 à 25°, très favorable au développement pendant la première partie de la période ( du 15.5 au 15.6 ) puis de 25 à 33°, pendant la deuxième partie ( du 15.6 au 30.7. ), une diminution du nombre d'individus par m<sup>2</sup> qui passe successivement de 5 000 à 2 500 puis à 2 300 en moyenne.

Mis à part le couple salinité - température qui ne fournit pas d'explication à cette situation, la première phase estivale 1971 se distingue de celle des deux étés précédents par une évolution nettement différente des paramètres du milieu. Vis-à-vis des populations de *C. insidiosum*, les paramètres susceptibles d'intervenir directement sur la dynamique sont :

- a) l'augmentation anormale de la température de l'eau, qui atteint 34°.
- b) la diminution de l'abondance des particules de matière organique végétale décomposée et basique disponibles pour l'alimentation des crustacés et la construction de leurs abris. Cette diminution progressive d'une part, et exceptionnelle d'autre part, se traduit, en fait, au niveau des paramètres analysés, par l'augmentation excessive du pH ( 9 à 9,4), la diminution des bicarbonates, l'apparition des carbonates, puis celle des hydroxydes, dans le milieu.

On constate aisément que la diminution de la quantité de nourriture disponible se produit, comme la diminution de densité des populations, avant

que soient atteintes les valeurs de température supérieures à 30° que l'on pourrait supposer être défavorables au développement général des populations.

Il apparaît donc qu'une certaine insuffisance alimentaire est en partie responsable de cette stagnation de la densité de population. Difficile à mettre en évidence dans le milieu naturel, cette diminution de la base trophique apparaît ici, à la faveur d'un ensoleillement exceptionnel qui est non seulement responsable des températures anormalement élevées, mais aussi, de l'activité photosynthétique intense de la végétation qui, dans ce cas, loin de jouer le rôle de producteur vis-à-vis de *C. insidiosum*, agit comme un concurrent efficace, dont l'activité excessive apparaît nettement dans le milieu ( par les valeurs du pH, de l'oxygène et de l'équilibre carbonaté). Indirectement, comme on l'a vu p. 66 et 89 la teneur en chlore intervient dans l'installation de *Cladophora vadorum* dont l'activité est supérieure à celle de *Chaetomorpha linum* ce qui contribue à accentuer ce phénomène.

Reste à présent à mettre en évidence l'intervention de ces paramètres dominant sur la mortalité différentielle des divers stades, et à évaluer l'impact de leur action par les calculs de production au cours des trois années 1969, 1970 et 1971.

## II. PRODUCTION

### 1 - DEFINITIONS.

Production. Le mot production sera employé suivant la conception de PETRUSEWICZ et MALFADYEN (1970), WINBERG (1971), EDMONSON et WINBERG (1971) qui admettent la définition de THIENEMANN (1931) :

" La production d'une espèce ou d'une population pendant une période donnée  
" est considérée comme la somme des accroissements de tous les individus  
" existant au début de la période d'investigation et demeurant à la fin de  
" cette période, ainsi que la croissance des nouveaux-nés et de ceux qui, pour  
" différentes raisons ( morts ou consommés), ne font pas partie de la biomasse  
" se finale à la fin de cette période ".

Ceci peut se traduire par la formule générale :

$$P : B_1 - B_0 + B_m \quad \text{ou} \quad \begin{array}{ll} B_1 & \text{est la biomasse du temps } t_1, \\ B_0 & \text{la biomasse du temps } t_0, \\ B_m & \text{la biomasse correspondant à l'accroissement} \\ & \text{des individus disparus.} \end{array}$$

C'est l'équivalent d'après WINBERG (1971) de la " net production " de CLARKE (1946). La production brute ("gross production de CLARKE") incluant dans cette expression la quantité de matière perdue par le métabolisme (respiration et excrétion), en accord avec IVLEV (1945) et LAMOTTE (1972) qui étudient les bilans énergétiques à l'échelle de l'individu.

Nous prendrons donc le mot production en ce qui concerne une population, dans le sens actuellement reconnu par les ouvrages publiés sous l'égide du P.B.I. et nous ne considérerons ni la production des mues, ni celle des tubes de mucus.

Productivité. On appelle productivité : Toute production de matière ou d'énergie effectuée pendant une unité de temps ou une période déterminée et se rapportant à son élément producteur défini : espace ( $m^2$ , ha.....), nombre d'individus, population ou niveau trophique définis ( en accord avec PETRUSEWICZ et MALFADYEN, 1970 ).

Nous parlerons donc de productivité d'un  $m^2$  d'étang ou de productivité d'un individu ou d'une cohorte définie et de production d'une population. Le taux de production  $\frac{P}{B}$  des soviétiques ( ZAIKA, 1968; WINBERG, 1971 ) est



utilisé généralement sur une période d'un an; dans ce rapport, P est la production annuelle et B la biomasse moyenne.

## 2 - METHODES GENERALES.

### A - POPULATIONS A STRUCTURE SIMPLE.

C'est le cas des " cohortes ", des structures simples (BEKMAN et al., 1964), ou des structures qui peuvent leur être assimilées (BOURDILLON 1960) : populations comptant une seule génération ou plusieurs générations, mais distinctes dans le temps, issues d'une reproduction discontinue : chacune de ces générations peut alors être considérée comme une cohorte. Dans le cas des populations à structure simple, l'évaluation de chaque terme de la formule générale,  $P = B_1 - B_0 + B_m$ , est aisée.

Le premier terme  $B_1 - B_0$ , qui représente entre  $t_0$  et  $t_1$ , l'accroissement en biomasse des individus présents peut s'écrire :  $N_1 (W_1 - W_0)$  où  $N_1$  représente le nombre d'individus au temps  $t_1$ ,  $W_1$  et  $W_0$  le poids des individus au temps  $t_1$  et  $t_0$ .

Le deuxième terme  $B_m$ , représente entre  $t_0$  et  $t_1$  l'accroissement des individus ayant disparu pendant la même période peut s'écrire :  $(N_0 - N_1) \left( \frac{W_1 + W_0}{2} \right)$ . Cette méthode, couramment utilisée et qui se traduit par la formule

$$P = N_1 (W_1 - W_0) + (N_0 - N_1) \times \left( \frac{W_1 + W_0}{2} \right) \text{ est celle de BOYSEN JENSEN.}$$

Cette méthode est utilisée par de nombreux auteurs dans les cas de structures simples et de ceux où une évaluation de la mortalité est facile (test, squelette....) : BORUCKIJ 1939, GREZE 1951, ALLEN 1951, ANDERSON et HOOPER 1956, NEES et DUDGALE 1959, RICKER 1968, HYNE et COLEMAN 1968, SAITO 1965 et 1970, HAMILTON 1969, FAGER 1969, MASSE 1968 et 1971, BARBAULT 1971, LAVELLE 1971.....

### B - POPULATIONS A STRUCTURE COMPLEXE.

C'est le cas de populations à reproduction continue, dans lesquelles des générations se chevauchent et où il est impossible de suivre l'évolution d'une cohorte. Les méthodes employées dans les cas de populations à structure simple sont difficilement applicables dans le cas de population à structure complexe, d'après EDMONSON et WINBERG (1971), à cause des difficultés

d'évaluation de la mortalité proprement dite,

Toutes les méthodes utilisées jusqu'ici dans ce cas utilisent un artifice pour annuler le terme  $B_m$  dans la formule générale :  $P = (B_1 - B_0) + B_m$ . Elles considèrent la croissance instantanée de la population; Cette croissance est supposée être calculée pendant un temps très court pendant lequel on admet que la mortalité est égale à zéro.

La production d'un individu est représentée par  $P = \frac{W}{\Delta t}$ ; W étant l'accroissement en poids d'un individu et  $\Delta t$  le temps considéré.

Dans le cas d'une population, la formule devient :

$$P = \frac{N_1 \Delta W_1}{T_1} + \frac{N_2 \Delta W_2}{T_2} + \frac{N_3 \Delta W_3}{T_3} \quad (1)$$

où les indices représentent les différents stades, N, le nombre d'individus, et  $T_1, T_2, T_3$ , la durée des stades successifs.

Cette formule classique a été utilisée par GREZE et BALDINA (1964), PECHEN et SHUSHKINA (1964), WINBERG, PECHEN et SHUSHKINA (1965), SHUSHKINA ANISIMOV et KLEKOWSKI (1968) sur les Copépodes, KAJAK et al. (1966 et 1967) sur les larves de Chironomes, STANCZYKOWSKA et al. (1971) sur les mollusques. WINBERG, PECHEN et SHUSHKINA (1965) utilisent la méthode graphique et insistent sur l'intérêt d'effectuer le calcul sur ces points bruts et non sur des données transformées.

WRIGHT, 1967, propose pour les populations de Daphnies, une formule équivalente, mais dans laquelle le taux d'accroissement G de chaque stade apparaît:

$$\frac{W_2 - W_1}{T_1 \times W_1} \quad (\text{accroissement en poids entre les stades 1 et 2})$$

$$\quad (\text{poids initial} \times \text{durée du stade}).$$

$h_1$  étant la biomasse du stade 1, la production du stade 1 est alors :

$$P_1 = h_1 \cdot G_1 = N_1 \cdot W_1 \times \frac{W_2 - W_1}{T_1 \cdot W_1} = N_1 \frac{\Delta W_1}{T_1}$$

et pour l'ensemble de la population :

$$P = h_1 G_1 + h_2 G_2 + h_3 G_3 \dots \dots \dots (2)$$

La production totale calculée entre deux prélèvements, séparés par une période T est égale à :

$$\text{Production totale} = \frac{P_0 + P_1}{2} \times T$$

Cas particulier de cette méthode : Si l'on possède déjà une courbe de crois-

sance individuelle en poids ( ce qui est le cas de certains travaux effectués sur les mammifères ou les mollusques où la croissance d'un même individu est suivie au cours du temps), le taux de croissance par stade, à un instant donné, peut évidemment être considéré comme la tangente à cette courbe de croissance, et le taux instantané se traduit alors par la formule :

$$G = \frac{\log e B'' - \log e B'}{(t+1) - (t-1)}$$

où B' est la biomasse au temps t-1

et B'' la biomasse au temps t + 1.

Cette variante a été utilisée par BRODY 1945, RICKER 1968, PETRUSEWICZ et MACFADYEN 1970, sur les vertébrés, LEVEQUE 1971, LE FUR 1973, sur les mollusques aquatiques et GILLON 1971 sur les acridiens.

### 3 - METHODE DE CALCUL DE LA PRODUCTION DE COROPHIUM INSIDIOSUM =====

#### A BIGULIA. =====

Les populations de *Corophium insidiosum* ont une structure complexe résultant de l'arrivée rapide à maturité et de la faible durée des temps de gestation et d'incubation, conduisant à une succession rapide des pontes et à un chevauchement continu des générations. Ceci apparaît non seulement dans l'examen des populations naturelles, mais encore, et sans discussion possible, dans l'élevage des cohortes en viviers, expérimenté sur des temps d'immersion plus ou moins longs, de façon continue, pendant la période estivale, d'où il ressort que toute structure simple, mise au départ en élevage, atteint très rapidement une telle complexité que toute interprétation des générations devient hasardeuse en moins de 15 jours d'immersion.

Cette structure complexe entraîne deux conséquences : - toute méthode de calcul de la production applicable aux structures simples est ici inefficace; - toute méthode appliquée aux structures complexes devrait tenir compte de l'évolution continue de la population.

Soit une population, non perturbée par des facteurs externes catastrophiques, dans laquelle on peut admettre que les phénomènes de migration entre la zone de peuplement et l'extérieur, se compensent et dans laquelle on peut admettre que la reproduction est continue. Nous disposons pour exécuter le calcul de la production, de diverses courbes établies à l'aide des mesures faites lors des prélèvements exécutés pendant la saison estivale de production:

- 1°) Courbes globales de *C. insidiosum* en individus/m<sup>2</sup> et en biomasse/m<sup>2</sup>.
- 2°) Courbes de densité par stade/m<sup>2</sup> ( en nombre individus/m<sup>2</sup> et en biomasse/m<sup>2</sup>).
- 3°) Courbes des variations de la température de l'eau.
- 4°) Courbes de croissance de *C. insidiosum* en fonction de la température.
- 5°) Biomasse individuelle par stades <sup>+</sup>

La formule générale de la production étant :

$$P = ( B_1 - B_0 ) + B_m$$

A - METHODE CLASSIQUE BASEE SUR LE CALCUL DE  $B_1 - B_0$ .

La méthode classiquement utilisée, dans le cas des populations à structure complexe est celle de WINBERG et AL., 1965 ( formule 1 ) équivalente à celle de WRIGHT 1967 ( formule 2 ). Elle consiste à ne considérer que le terme  $B_1 - B_0$ , et, en calculant la croissance instantanée des la population, à

---

<sup>+</sup>Note. Définition du stade en production :

Dans la plupart des populations, il y a au cours de la croissance, et quelle que soit la saison, une concordance entre d'une part l'apparence morphologique ( caractères sexuels secondaires, critère d'âge ) qui coïncide généralement avec l'état sexuel et l'âge ( appelé communément stade), et d'autre part la taille et la biomasse de l'individu.

Dans le cas des populations des petits crustacés du type de *C. insidiosum* évoluant en milieu saumâtre à fortes variations, l'évolution du poids et du stade morphologique : physiologique ou sexuel ne coïncide pas dès que la température change ( Quatrième Chapitre 2,B). Une femelle gestante par exemple ayant évolué entre 30 et 33°, présente les mêmes caractères morphologiques qu'une femelle ayant évolué entre 15° et 25°, mais son poids est quatre fois plus faible. D'où l'intérêt en production de définir le " stade " en fonction de la masse de l'individu : cette masse se définissant facilement par les tamis. Par exemple le stade défini comme étant 0,2 correspondra aux individus qui, ayant traversé sous l'effet du lessivage les tamis 0,6; 0,5; 0,4; 0,3, sont retenus par le tamis de 0,2 mm de vide de maille, le diamètre de leurs corps allant de 0,2 à 0,3 mm, leur taille moyenne étant de 1,084 mm, et leur biomasse moyenne de 2 ug (Annexe 25).

négliger  $B_m$ , considéré dans ce cas, comme assez voisin de zéro. Elle nécessite les éléments de base suivants : la composition saisonnière des différents stades de la population exprimée soit en nombre d'individus par  $m^2$  (Annexe 40) soit en biomasse (Annexe 41) et la connaissance de l'accroissement en poids par unité de temps de chaque stade ou du taux d'accroissement de chaque stade (figure 52). Cette méthode ne sera utilisée qu'à titre de comparaison avec la méthode exposée ci-après.

#### B - NOUVELLE METHODE PRINCIPALEMENT BASEE SUR LE CALCUL DE $B_m$ .

En fait, la population de *Corophium insidiosum*, présente comme toute population à évolution cyclique saisonnière la caractéristique suivante : au printemps, comme à l'automne, leur biomasse est faible (figures 42 et 43 p. 136 et 137). Au printemps  $B_0$  est généralement de l'ordre de 200 à 300  $mg/m^2$  et en automne  $B_1$  est généralement de 5 000 à 6 000  $mg/m^2$ . Au contraire, ces populations peuvent atteindre l'été une très forte biomasse : 12 000  $mg/m^2$ ;

Il apparaît donc immédiatement que  $B_1 - B_0$  est d'un ordre de grandeur très petit par rapport à  $B_m$ , et que cette différence  $B_1 - B_0$ , peut même être égale à zéro si  $B_1 = B_0$ .

Il apparaît donc nécessaire de calculer  $B_m$  avec le maximum de précision puisqu'il représente à lui seul, dans ce cas, la quasi totalité de la production. La méthode que nous préconisons ici, contrairement à la méthode précédente sera essentiellement basée sur le calcul de  $B_m$ .

##### a) Calcul de $B_1 - B_0$ .

Il sera donné par la courbe de biomasse globale de *C. insidiosum* au  $m^2$  ( figures 42, 43, 44 p.: 136, 137 et 138 ).

##### b) Calcul de $B_m$ .

Le principe du calcul sera le suivant : Soit un nombre  $N_0$  d'individus de stade X, mesuré lors d'un prélèvement au temps  $t_0$ , ( le stade étant déterminé par le vide de maille du tamis ayant retenu l'individu ). Au temps  $t_1$  nécessaire et suffisant, compte tenu de la température

pour que ces individus aient atteint le stade  $X + 1$ , leur nombre devrait toujours être de  $N_0$ , s'il n'y avait pas de mortalité. En réalité, on trouve un nombre d'individus  $N_1 < N_0$ . La mortalité des individus de stade  $X$  entre les temps  $t_0$  et  $t_1$  est de :  $N_0 - N_1$ .

Si l'on désigne par  $\Delta t$  l'intervalle de temps  $t_1 - t_0$ , la mortalité journalière est de :

$$\frac{N_0 - N_1}{\Delta t}$$

Dans l'ignorance où nous sommes du moment précis de leur mort, on admettra que statistiquement, ils sont tous morts au milieu de l'intervalle de temps  $t_0$  à  $t_1$  et que leur biomasse individuelle était alors la moyenne de leur biomasse aux temps  $t_0$  et  $t_1$ , aux stades  $X$  et  $X + 1$  qui sont connus :

$$\text{Biomasse individuelle moyenne} = \frac{Bi_0 + Bi_1}{2}$$

et la biomasse de mortalité journalière de ces mêmes individus lors du prélèvement au temps  $t_0$  est de :

$$B_{mj} X = \frac{(N_0 - N_1)}{\Delta t} \times \frac{(Bi_0 + Bi_1)}{2}$$

$$B_{mj} X = \frac{(N_0 - N_1) (Bi_0 + Bi_1)}{2 \Delta t}$$

Examinons en pratique comment se fera ce calcul, et prenons comme exemple la mortalité des individus de stade 0,2, dans l'intervalle de temps séparant les prélèvements 1 et 2.

La mortalité des individus de stade 0,2, au prélèvement 1, au temps  $t_1$ , et pendant le temps  $\Delta t$ , nécessaire et suffisant pour qu'ils atteignent le stade 0,3, compte tenu de la température, nous est donnée par les points  $N_A$  et  $N_B$  puis sur les courbes A et B, respectivement au temps  $t_1$  et  $t_1 + \Delta t$ , et la mortalité journalière du stade 0,2 est de :

$$Mj \text{ au temps } t_1 = \frac{N_A - N_B}{\Delta t} \text{ ( figure 54, I ).}$$

Graphiquement, nous décalerons vers la gauche, la courbe B, par rapport

à la courbe A, de  $\Delta t$ , de façon à mettre l'une en dessous de l'autre les densités à soustraire  $N_A - N_B$ . ( figure 54 II ).

Un calcul identique, nous donnera la mortalité journalière du stade 0,2, lors du prélèvement 2 qui est :

$$\frac{N'_A - N'_B}{\Delta t}$$

Si on admettait que les courbes joignant les points relevés lors des prélèvements étaient rectilignes, la mortalité journalière du stade 0,2, entre les prélèvements 1 et 2 serait égale à la moyenne arithmétique des mortalités journalières lors de ces prélèvements :

$$M_j \text{ moyenne } 0,2 = \frac{(N_A - N_B) + (N'_A - N'_B)}{2 \Delta t}$$

Toutefois ces courbes n'étant pas rectilignes, nous ne pouvons admettre cette hypothèse trop simpliste et nous sommes amenés à mesurer sur les courbes décalées, le plus grand nombre possible de couples  $N_A - N_B$  dans l'intervalle des deux prélèvements 1 et 2, et à faire leur moyenne (figure 54 III).

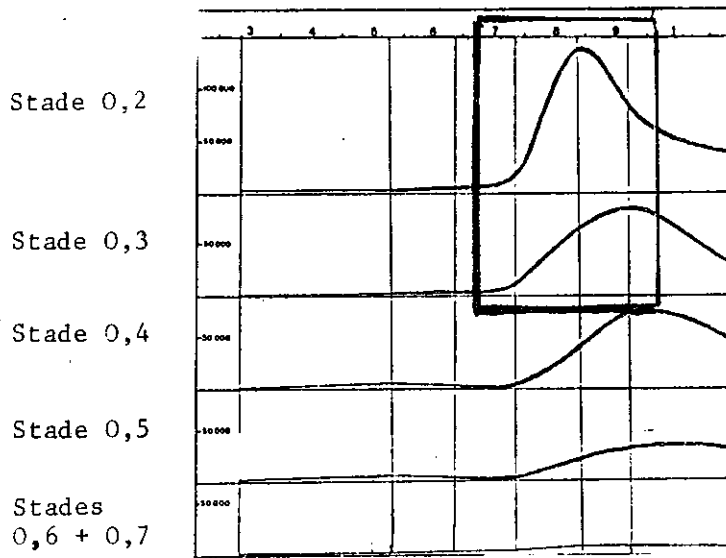
$$\text{Valeur moyenne } N_A - N_B = \frac{\sum (N_A - N_B) + (N'_A - N'_B) + \dots + (N^n_A - N^n_B)}{n}$$

soit :

$$\text{Valeur moyenne } N_A - N_B = \frac{\sum (N_A + N'_A + \dots + N^n_A)}{n} - \frac{\sum (N_B + N'_B + \dots + N^n_B)}{n}$$

Si n tend vers l'infini :

$$\text{Valeur moyenne de } N_A = \frac{\int_{t_1}^{t_2} f_A(t) dt}{t_2 - t_1} \quad \text{et Valeur moyenne de } N_B = \frac{\int_{t_1 + \Delta t}^{t_2 + \Delta t} f_B(t) dt}{t_2 - t_1}$$



Exemple : Année 1970

Courbes de densité (nombre d'individus/m<sup>2</sup>) par stades (tamis)

Prélèvements

1 2 3  
25/7 27/8 22/9/70

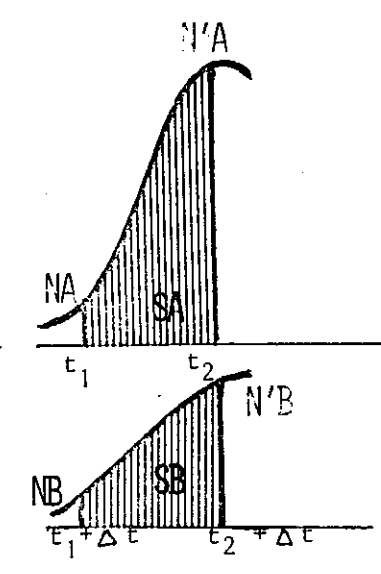
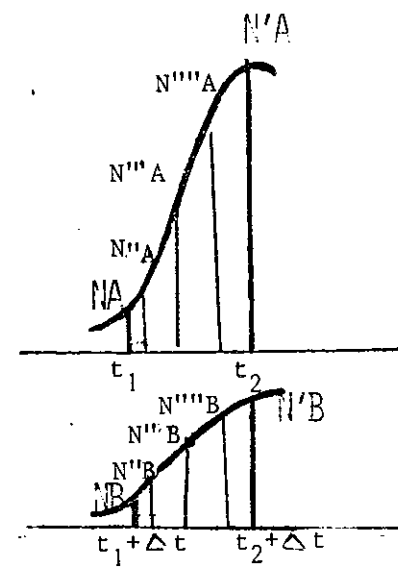
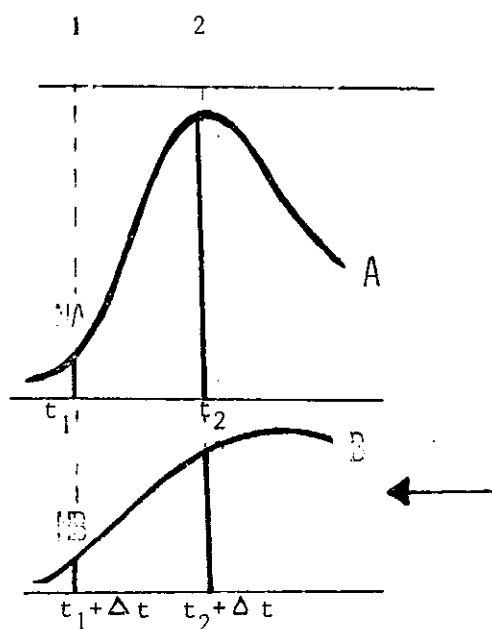
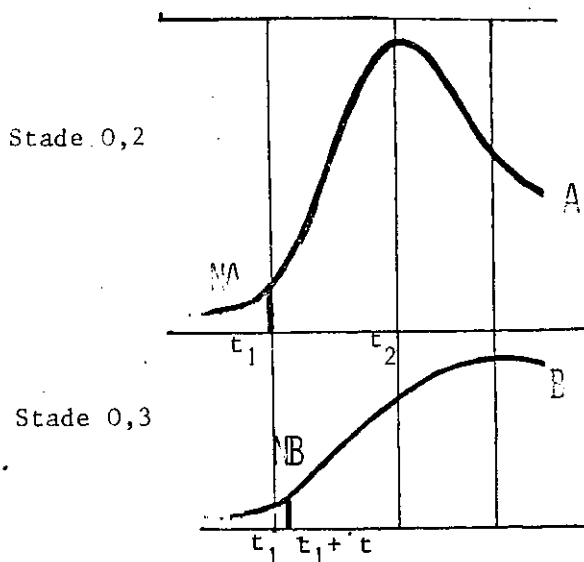


Figure : 54



En remplaçant dans la formule :  $M_j = \frac{N_A - N_B}{\Delta t}$

$N_A$  et  $N_B$  par leurs valeurs moyennes durant l'intervalle  $t_1$  à  $t_2$

on :

$$M_j \text{ moyenne} = \frac{\int_{t_1}^{t_2} f_A(t) dt - \int_{t_1 + \Delta t}^{t_2 + \Delta t} f_B(t) dt}{\Delta t (t_2 - t_1)}$$

soit :

$$M_j \text{ moyenne} = \frac{\int_{t_1}^{t_2} f_A(t) dt - \int_{t_1 + \Delta t}^{t_2 + \Delta t} f_B(t) dt}{(t_2 - t_1) \Delta t} \quad (2)$$

On peut en déduire, la biomasse de la mortalité journalière moyenne des individus de taille 0,2, dans l'intervalle de temps séparant les prélèvements 1 et 2 :

$$B_{mj} \text{ moyenne de } 0,2 = \frac{\int_{t_1}^{t_2} f_A(t) dt - \int_{t_1 + \Delta t}^{t_2 + \Delta t} f_B(t) dt}{(t_2 - t_1) \Delta t} \times \frac{Bi_{0,2} + Bi_{0,3}}{2} \quad (3)$$

On peut passer directement à la biomasse de mortalité totale des individus de stade 0,2 entre les prélèvements 1 et 2 en multipliant  $B_{mj}$  par le nombre de jours séparant les deux prélèvements 1 et 2 :

$$B_m \text{ totale } 0,2 \text{ de } t_1 \text{ à } t_2 = \frac{\int_{t_1}^{t_2} f_A(t) dt - \int_{t_1 + \Delta t}^{t_2 + \Delta t} f_B(t) dt}{2 \Delta t} \times (t_2 - t_1) \times (Bi_{0,2} + Bi_{0,3})$$

$$B_m \text{ totale } 0,2 \text{ de } t_1 \text{ à } t_2 = \frac{\int_{t_1}^{t_2} f_A(t) dt - \int_{t_1 + \Delta t}^{t_2 + \Delta t} f_B(t) dt}{2 \Delta t} \times (Bi_{0,2} + Bi_{0,3}) \quad (4)$$

Toutefois, dans notre cas, les fonctions représentées graphiquement par les courbes A, B... n'étant ni simples ni connues, le calcul de leurs

intégrales  $\int_{t_1}^{t_2} f_A(t) \dots \dots \dots$  se heurterait à des difficultés telles

que nous en remplacerons les valeurs dans la formule théorique précédente (4), par celles mesurées expérimentalement<sup>+</sup>, des surfaces équivalentes :

$$\int_{t_1}^{t_2} f_A(t) = S_A \text{ (en grisé figure 54 IV) ce qui nous donnera la}$$

formule pratique suivante :

$$B_m \text{ totale 0,2 de } t_1 \text{ à } t_2 = \frac{(S_A - S_B) (Bi_{0,2} + Bi_{0,3})}{2 \Delta t} \quad (5)$$

Le même calcul, appliqué aux stades 0,3, puis 0,4, etc... donne la mortalité totale de chacun des stades entre les prélèvements 1 et 2. La mortalité totale de l'ensemble des stades est de :

$$B_m \text{ de } t_1 \text{ à } t_2 = B_{m0,2} + B_{m0,3} + B_{m0,4} \dots \dots \dots$$

Pour calculer la mortalité totale sur une longue période, englobant plusieurs prélèvements, il suffit d'effectuer la somme des mortalités totales calculées dans l'intervalle de ces prélèvements.

$$B_m \text{ annuelle : } B_m t \text{ de 1 à 2} + B_m t' \text{ de 2 à 3} + B_m t'' \text{ de 3 à 4} \dots \dots$$

et

$$P \text{ annuelle} = (B_1 - B_0) + B_m \text{ annuelle.}$$

---

<sup>+</sup> Note : la mesure des surfaces SA, SB... sera effectuée par la méthode classique de " mesure de surfaces complexes par pesée". A cet effet chaque surface SA, SB...(figure IV) sera reportée sur une feuille de métal mince parfaitement homogène (cliquant, épaisseur 0,1 mm), puis soigneusement découpée. Le poids de la partie ainsi découpée nous donnera sa surface, par comparaison avec une surface étalon simple découpée dans le même cliquant.

Evidemment, on peut obtenir une évaluation très rapide de la production annuelle en utilisant les courbes de densité des différents stades globalement, sans les fragmenter, en les décalant d'un  $\Delta t$  moyen : cela supposerait une température constante, ce qui est loin d'être le cas.

Notons l'importance de  $\Delta t$ , qui apparaît dans toutes les formules. D'où l'intérêt d'avoir des  $\Delta t$  (durée de chaque stade) obtenus dans la nature malgré une certaine imprécision due aux difficultés de travail sur le terrain. (Les  $\Delta t$  obtenus au laboratoire semblant beaucoup plus précis mais étant totalement inexacts pour les crustacés).

#### c) Calcul de P/B.

Dans ce calcul P est la production annuelle et B la biomasse annuelle. La biomasse annuelle a été calculée par la même méthode que la mortalité, et CB, étant la courbe des variations de la biomasse au cours de l'année

$$B = \frac{\int_{1969}^{1970} f_{CB}(t) dt}{365} \quad \text{soit en pratique} = \frac{S_{CB}}{365}$$

#### 4 - RESULTATS ET DISCUSSION

( Annexes 42, 43, 44 )

( Figure 55 )

La production annuelle de *C. insidiosum* ainsi que le taux de production annuel du P/B sont évidemment calculés pendant la période de ces sept mois d'été, pendant lesquels existe une production.

Les résultats globaux annuels des calculs effectués d'après la première méthode ( basée sur le calcul de  $B_1 - B_0$  ) et d'après la deuxième (basée essentiellement sur le calcul de  $B_m$ ) sont les suivants :

Production annuelle :

	1969	1970	1971
	-----	-----	-----
1er méthode	33 340 mg PS/m <sup>2</sup>	33 960	1 610
2° méthode	61 937 mg PS/m <sup>2</sup>	53 383	2 850

P/B annuel

1er méthode	6,95	8,2	11
2° méthode	12	12,1	19,5

Conclusions concernant les méthodes.

Les résultats obtenus par les deux méthodes sont du même ordre de grandeur. Cependant, les valeurs obtenus par la première méthode basée sur le taux de croissance instantanée sont nettement inférieures à celles obtenues par la deuxième basée essentiellement sur le calcul de  $B_m$ . En effet, la première méthode représente dans le cas des populations de *C. insidiosum* une sous-estimation assez importante puisque la mortalité n'intervient que par la valeur de densité du prélèvement lui même. Dans notre méthode, au contraire, la mortalité réelle est enregistrée.

La deuxième méthode est également mieux adaptée à ces populations qui représentent une vie extrêmement courte où la mortalité joue un grand rôle, la méthode basée sur l'accroissement s'adaptant mieux aux populations à croissance lente (Mollusques). D'autre part, le calcul de la mortalité étant effectué sur un laps de temps relativement plus long, cette dernière méthode s'adapte également mieux à la fréquence des prélèvements utilisée à Biguglia.

Conclusions concernant les résultats ( figure 55 )

- 1°) Biomasse de mortalité ( Annexe 43 : biomasse journalière de mortalité totale<sup>+</sup>
- 2°) Production annuelle.

La production annuelle des populations de *C. insidiosum* varie de

---

+ Note : Les résultats obtenus en viviers ( Annexe 39 ) permettent d'évaluer, par rapport à la biomasse réelle, la biomasse de mortalité due à la prédation et aux accidents en milieu extérieur ( 1 à 10 % de la mortalité totale ).

50 à 60 g de P.S./m<sup>2</sup> d'étang au cours des deux années 1969 et 1970, qui ont présenté une évolution parallèle des paramètres physico-chimiques, du milieu, tandis que la production est inférieure à 3 g., en 1971, qui a présenté une évolution différente.

Le calcul de la production étant directement lié aux valeurs du nombre initial d'individus, les valeurs de production sont en très bonne corrélation avec celles de la biomasse ainsi que celles du couple salinité - température.

### 3°) Taux de production ou P/B annuel.

Il est lié directement au taux d'accroissement et à la durée de vie des populations. Les P/B annuels généralement trouvés varient donc peu et sont représentatifs de l'espèce considérée. Ils ont toujours été jusqu'ici effectués sur des populations stables évoluant dans des milieux relativement constants. Peu sujets à variations ils présentent pour les crustacés des valeurs voisines de 14.

Le P/B des populations de *C. insidiosum* a varié à Biguglia de 12 à 19,5.

en effet, le P/B étant directement lié aux taux d'accroissement ou à la durée de vie des populations, suit très nettement l'accroissement de la température, dont dépendent directement la longévité, l'arrivée à maturité et le nombre de générations. Ce P/B est donc de 12 au cours des années 1969 et 1970 où la température estivale a varié de 20 à 30°; il est de 19,5 au cours de l'année 1971 pendant laquelle la température estivale indiquait des moyennes de 33°.

ZAÏKA (1970), en comparant plusieurs populations de mollusques émettait l'hypothèse d'une relation inverse entre le P/B et la longévité de l'espèce. A Biguglia, cette hypothèse se trouve vérifiée sur l'espèce *C. insidiosum*, dont la longévité varie en fonction des fluctuations du milieu.

Le P/B journalier des populations de *C. insidiosum* a en effet varié de 0,007 à 0,18 ( le P/B journalier calculé par la première méthode est en fait un

$\frac{A}{B}$  journalier ou  $\frac{\text{Accroissement } j.}{B_{mj}}$  La courbe de mortalité journalière

re  $(\frac{B_{mj}}{B})$  appelé sur le graphique  $\frac{M}{B}$ ) est en parfaite corrélation avec la courbe des P/B journaliers ( Annexe 44 et Figure 55.).

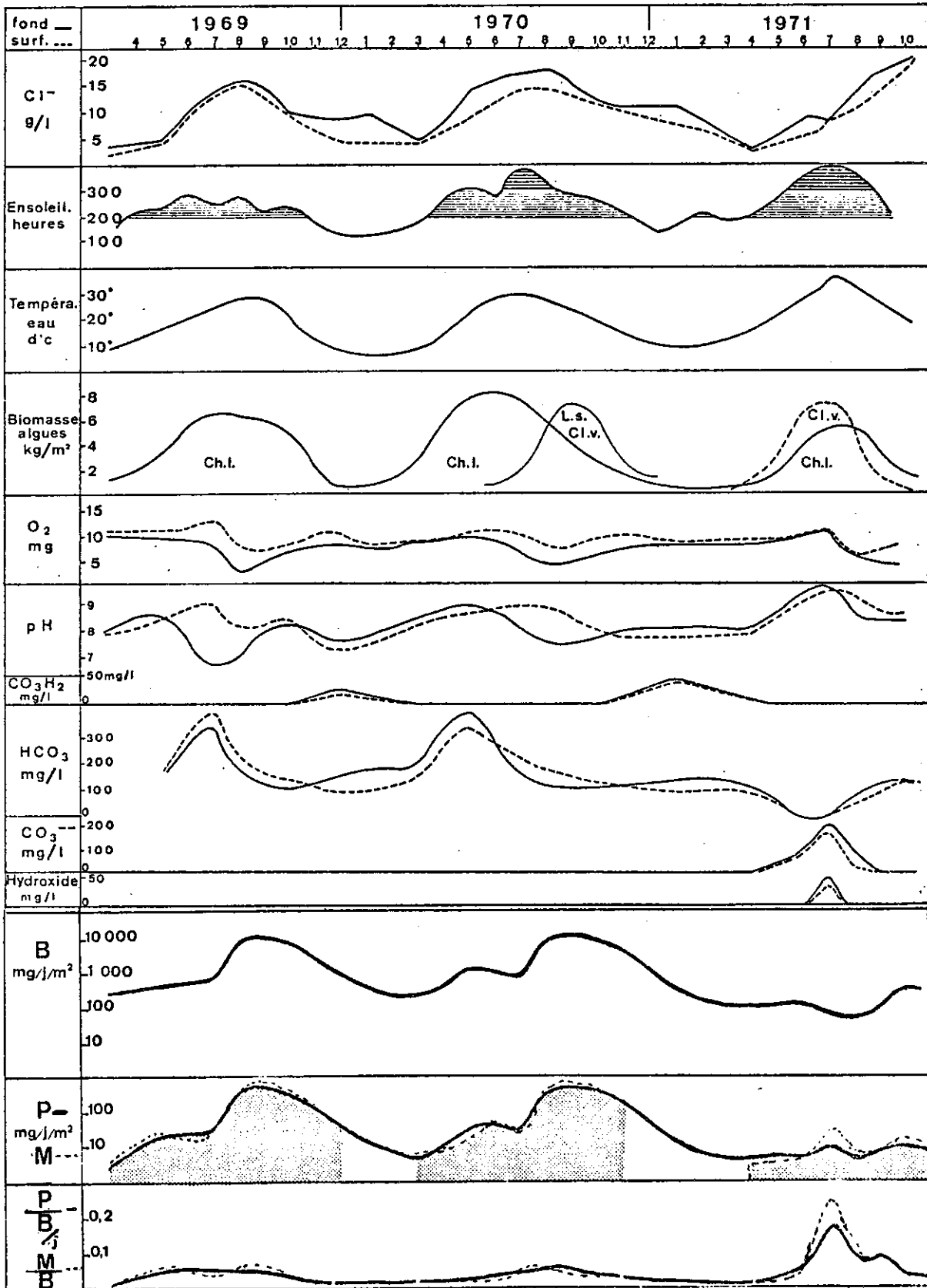


Figure 55.

## RESUME ET CONCLUSIONS GENERALES

## 5 - RESUME ET CONCLUSIONS.

Le calcul à Biguglia de la production annuelle de *C. insidiosum* a été effectué par une méthode basée principalement sur le calcul de la mortalité ( $B_m$ ), qui représente, pendant cette période, la quasi totalité de la production, les résultats obtenus par les méthodes basées strictement sur le calcul du taux instantané de croissance étant dans ce cas sous-estimés.

1°) La production annuelle des populations de *C. insidiosum* a varié à Biguglia dans la zone d'étude de 3 à 60 g de Poids sec/m<sup>2</sup> d'étang, au cours des trois années 1969, 1970 et 1971. Les variations de la production suivant les variations de la biomasse/m<sup>2</sup>, valeurs liées elles-mêmes essentiellement au couple salinité-température. En effet, la production a été respectivement de 61 et de 53 g/m<sup>2</sup> pendant les années 1969 et 1970 alors que la teneur en chlore et la température se sont maintenues pendant plus de quatre mois d'été à des taux de 10 à 15 Cl/l et de 20 à 30°C. Elle n'a été que de 3 g en 1971 où les valeurs de Chlore et de température correspondant au développement optimal de l'espèce ( Température de 25 à 30°C et teneur en chlore supérieure à 15 g Cl/l) n'ont pas coïncidé.

2°) Le taux de production annuel ou P/B a varié de 12 à 19,5 chez cette espèce au cours de trois années envisagées. Les variations du P/B, sont inversement proportionnelles au temps d'arrivée à maturité, à la longévité, et au nombre de générations, éléments dépendant directement de la température de l'eau, elle même liée à l'insolation. Ainsi, le P/B a été de 12 en 1969 et 1970, années correspondant à un ensoleillement mensuel estival de 200 à 250 heures d'insolation maintenant l'eau à des températures n'exédant pas 30°C, et correspondant respectivement à un nombre de générations de 5 et 5,5.

Il est de 19,5 en 1971, alors que l'insolation s'est maintenue plus de 3 mois à des valeurs supérieures à 300 heures mensuelles, la température de l'eau variant de 30 à 34°C, ce qui fait passer par rapport aux deux années précédentes le temps d'arrivée à maturité de 20 à 8,5 jours, la longévité de 48 à 20 jours et le nombre de générations à 6 - 6,5.

Les pics des A/B journaliers ( 0,18 ) et des M/B journaliers ( 0,51 ) coïncident avec le pic de l'insolation, responsable également de l'activité photosynthétique maximale intervenant sur la diminution de la matière organique disponible pour les populations.



Donc si le P/B annuel dépend directement de l'insolation, élément moteur de l'écosystème, la production annuelle des population de *C. insidiosum* dépend d'un couple de facteurs dont l'un ( la température de l'eau) est liée directement au climat et l'autre ( la salinité ) est fonction à la fois du climat et des contingences liées à l'exploitation.

L'étude de la dynamique et de la production des populations naturelles en fonction des variations des facteurs du milieu, nécessitait de choisir comme matériel une espèce à nombre élevé d'individus et qui fût caractéristique d'un milieu offrant une gamme importante de variations et de combinaisons des différents paramètres.

L'étude physique, chimique et faunistique des quatre principaux étangs saumâtres corses ( Biguglia, Diana, Urbino et Palo ) nous a conduite à choisir la lagune de Biguglia dont les valeurs extrêmes annuelles des paramètres étaient suffisamment accusées et variées, cependant que dans la zone Nord de cet étang, la population de l'Amphipode constructeur de tubes *Corophium insidiosum* Crawford, était la plus abondante et la plus constante des populations d'invertébrés.

Vivant sur l'algue libre *Chaetomorpha linum* qui envahit, à la belle saison la totalité de l'épaisseur de l'eau ( 50 cm ) au dessus des fonds vaseux, utilisant pour son alimentation ( et la construction des nids ) la matière organique végétale décomposée et basique en suspension dans l'eau, la population de *C. insidiosum* se situe, dans la pyramide trophique, au niveau immédiatement supérieur à celui représenté par la matière organique décomposée, niveau qui est aussi celui des autres invertébrés détritivores ( essentiellement les populations des autres crustacés constructeurs : *Erichthonius brasiliensis*, *Microdeutopus gryllotalpa*, *Tanaïs cavolinii* ) ainsi que d'autres détritivores-herbivores, susceptibles d'ailleurs d'entrer en concurrence avec *C. insidiosum*, mais aussi des certaines espèces végétales ( Chlorophytes, et probablement certaines Diatomées ), aptes à utiliser de petites molécules organiques comme source de carbone.

La population de *Corophium insidiosum* est donc assez représentative de cette faune essentiellement détritive liée au stock de la matière organique décomposée, les niveaux ultérieurs de transfert d'énergie étant représentés par les grands carnassiers *Dicentrarchus labrax* ( 1 % des pêches ) et *Anguilla anguilla* ( 50 % des pêches ) par trois trajets essentiels : 1) par l'intermédiaire de la végétation, puis des muges : *Mugil cephalus*, *Liza aurata* et *L. capito* ( 40 % des pêches ); 2) par l'intermédiaire des crustacés benthiques détritivores eux-mêmes, puis des petits prédateurs : *Gobius*, *Aphanius*, *Atherina* ( 6 % ); 3) par l'intermédiaire à la fois de la végétation et des crustacés puis des poissons à régime mixte : *Diplodus*, *Sparus* ( 3 % des pêches ).

La production des populations de *C. insidiosum* par son abondance peut donc être, de plus, considérée comme assez représentative de la production secondaire générale de l'étang.

Il était donc nécessaire d'étudier de façon saisonnière et pluriannuelle la

dynamique et la production de *C. insidiosum* simultanément et parallèlement aux variations saisonnières et pluriannuelles des facteurs du milieu susceptibles de l'influencer :

- la physico-chimie des eaux de la lagune,
- la dynamique de la flore,
- la dynamique des populations des espèces concurrentes et des prédateurs.

## I RÉSULTATS ET CONCLUSIONS CONCERNANT LES MÉTHODES.

Cette étude a nécessité une importante mise au point des méthodes de travail, jusqu'alors non adaptées à ce milieu.

- 1°) L'adoption de méthodes permettant la mesure simultanée du plus grand nombre de paramètres physiques et chimiques du milieu et uniformisation des techniques de tri, de pesée et de détermination de la composition de ces populations en vue des calculs ultérieurs de production.
- 2°) La mise au point des élevages contrôlés de cohortes, immergées en viviers dans le milieu naturel permettant une étude de la croissance, de l'accroissement des populations, et une évaluation de l'importance de la prédation.
- 3°) En vue de l'évaluation de la densité des populations dans une zone délimitée de 1 000 m<sup>2</sup>, située au Nord et en limite de la barrière des bordigues de pêche, a été conçue et réalisée une faucheuse rotative verticale pour prélèvements d'algues libres et de faune. Cet appareil permet la coupe franche d'une carotte d'algues cylindrique, de 100 cm<sup>2</sup> de section sur l'épaisseur de la lagune, sans aucune perturbation du milieu et le relevage, sans pertes, de la totalité du prélèvement, la commande s'effectuant entièrement depuis la surface de l'eau et sans aucune visibilité du fond.

Ce prototype, entièrement en acier inoxydable type NSMC, d'un poids de moins de 8 kg, très solide et démontable est constitué par :

- deux cylindres verticaux concentriques terminés à leur partie inférieure par une mâchoire pénétrante et tranchante portant 12 paires de dents et d'interdents, du type faucheuse. La coupe s'effectue lors de la descente de l'appareil dans le milieu, par mouvements rotatifs alternatifs horizontaux, à frottement doux, de la mâchoire du cylindre intérieur par rapport à celle du cylindre extérieur immobile; le tout est commandé par des poignées à la partie supérieure du bloc cylindre,
- d'une broche de guidage amovible,
- d'un couvercle amovible muni d'un tamis, à commande semi-automatique depuis la

surface de l'eau, permettant de fermer le fond de l'appareil et de remonter le prélèvement hors de l'eau.

## II. RÉSULTATS ET CONCLUSIONS CONCERNANT LES PARAMÈTRES DU MILIEU.

### 1 - PHYSICO-CHIMIE DES EAUX DE LA LAGUNE (variations saisonnières et annuelles).

La lagune est soumise à un rythme saisonnier cyclique, essentiellement lié au climat local, qui permet de reconnaître dans l'année deux périodes :

1. UNE PERIODE HIVERNALE, d'octobre à mai, où de forts apports d'eau douce établissent, dans l'étang, un courant dominant vers la mer. Les eaux de surface et de fond sont homogènes, les valeurs de salinité ( 1 à 5 Cl/1 ) de température ( 5° à 15° ), d'oxygène (8ppm) et de pH (7,5) sont faibles, le CO<sub>2</sub> est présent (50 ppm) et les éléments nutritifs absents des eaux.

2. UNE PERIODE ESTIVALE, généralement eutrophe, de mai à octobre, caractérisée par des maxima de salinité ( 15 g Cl/1 ) de température ( 33° ) et par l'importance de la végétation. La stagnation provoque une forte stratification avec différenciation des courbes de surface et de fond relatives à la teneur des éléments chimiques. Cette période peut être subdivisée en trois phases :

a) Une phase de printemps pendant laquelle, la température augmentant, la végétation envahit la totalité des eaux, et y provoque par absorption de CO<sub>2</sub> (et sursaturation en oxygène ), une élévation du pH (8,5) avec libération de sels minéraux nutritifs provenant de la vase.

Dans le cas d'ensoleillement exceptionnel et prolongé (température de l'eau de 33°C), l'activité photosynthétique est telle que cette phase eutrophe peut évoluer vers une phase oligotrophe de fort pH (9,3) avec déplacement de l'équilibre du système de CO<sub>2</sub> vers la formation de carbonates, en présence d'hydroxydes, phénomène qui est exceptionnel en climat tempéré. Cette apparition coïncide avec une forte minéralisation fournissant des sels minéraux nutritifs et une absorption du matériel organique minéralisé ou non par les espèces végétales, entraînant alors une forte diminution de la matière basique utilisable par les détritivores.

b) Une phase estivale, où la lagune est isolée de la mer et où coexistent les phénomènes d'oxydation et d'oxygénation en surface et de décomposition de la végétation sur le fond. La stagnation y provoque une forte stratification des eaux. Paradoxalement, malgré une forte minéralisation des eaux de fond par rapport à celles de surface (qui devrait provoquer une remontée du pH) les courbes de pH de surface et de fond s'inversent au contraire, en corrélation avec le gradient d'oxygénation (pH de 6 sur le fond, en milieu dystrophe, de 8,5 en surface au sein des algues vivantes). La matière organique se retrouve dans ce cas : - en surface oxydée sous forme d'éléments nutritifs issus de la minéralisation (40 µg de nitrites et nitrates et 200 µg de phosphates/litre) et de matière organique particulaire basique, - sur le fond : sous forme de vase acide.

Dans le cas de forte hétérogénéité du milieu algal, des gradients horizontaux dus à la décomposition par taches de la végétation, entraînant de fortes différences locales, peuvent se superposer aux gradients physico-chimiques verticaux cités ci-dessus.

c) Une phase d'homogénéisation de fin d'été où les courbes des éléments chimiques correspondant aux niveaux de surface et de fond tendent de nouveau à se rejoindre vers des valeurs communes moyennes.

## 2 - DYNAMIQUE ET PRODUCTION DE LA FLORE.

A. L'ETUDE DES VARIATIONS QUALITATIVES annuelles des différentes espèces végétales en fonction du milieu, conduit à établir les "preferenda" respectifs des espèces et montre la bonne adaptation de *Chaetomorpha linum* aux gammes de salinité rencontrées à Biguglia.

B. LES MESURES SAISONNIERES QUANTITATIVES de biomasse permettent :

a) L'établissement du cycle de l'algue qui comporte :

- une période de développement estival de 6 mois (mai à octobre) à une température supérieure à 15°, dans la lagune isolée de la mer, et comporte deux phases : l'une de croissance pure précédant la biomasse maximale, l'autre de croissance et de mortalité située après le pic de biomasse.

- une période de quiescence hivernale, où les apports d'eau douce établissent dans la lagune des courants sortant vers la mer et provoquent le lessivage des algues.

b) L'évaluation de la production de *C. linum*, en période estivale.

Elle se base sur le calcul des accroissements successifs de biomasse.

La production annuelle de *C. linum* peut être considérée comme étant égale à la somme de matière vivante produite au cours des deux phases estivales. La deuxième phase présentant une production inférieure à celle de la première, la production totale est donc comprise entre la valeur de la production de la première phase et son double. Au cours des trois années étudiées les valeurs se situent entre  $3 \text{ kg/m}^2$  et  $10 \text{ kg/m}^2$  ( en poids humide), soit 200 g à  $900 \text{ g/m}^2$  d'étang en poids sec, soit 14,2 g à 63,9  $\text{g/m}^2$  de carbone et 3 à 13,5  $\text{g/m}^2$  d'azote par an.

c) L'évaluation de la biomasse des algues entraînées vers la mer,  
par les courant pendant la période hivernale.

Celle-ci varie de 1/2 à 1/9 de la production annuelle selon l'importance des courants. Compte tenu des données ci-dessus résumées et notamment de ce qui est entraîné à la mer, on peut évaluer entre 7,1 et 56,8  $\text{g C/m}^2$  et entre 1,5 et 12  $\text{g N/m}^2$ , la quantité de carbone et d'azote apportée par an aux sédiments de l'étang.

### 3.- DYNAMIQUE ET PRODUCTION DE LA FAUNE.

Mise à part la végétation, les espèces en concurrence pour l'utilisation de la matière organique particulaire ( servant à l'alimentation ou à la construction) sont essentiellement représentées par les autres crustacés constructeurs détritivores ( *Erichthonius brasiliensis* D. *Microdeutopus gryllotalpa* C., et *Tanaïs cavolinii* M.E.) quand la teneur en chlore se situe entre 15 et 20 g Cl/l et par les autres crustacés benthiques ( *Gammarus aequicauda* M., et *Idotea viridis* S.) quand cette teneur est inférieure à 15 g Cl/l, pendant la période estivale.

La pression de prédation sur la population de *Corophium insidiosum* représente 0 à 15 % de la mortalité totale.

### III. RÉSULTATS ET CONCLUSIONS CONCERNANT L'ÉTUDE DE LA DYNAMIQUE ET DE LA PRODUCTION DES POPULATIONS DE *C. insidiosum* EN FONCTION DES PARAMÈTRES PRÉCÉDENTS.

#### I - DYNAMIQUE =====

##### A. DIFFERENCES LOCALES DE DENSITE.

L'analyse, dans la zone d'étude, des populations de *Corophium insidiosum* à partir de prélèvements quantitatifs effectués dans les masses de l'algue *Chaetomorpha linum* : - d'une part, dans trois bandes définies parallèlement à la barrière de bordigues ; - d'autre part, en surface et sur le fond, met en évidence des différences de densité locales.

a) Les différences entre les bandes ( de l'ordre de 25 à 100 % ) sont à attribuer :

- 1°) aux courants de l'étang vers la mer, qui, en période hivernale, entraînent les crustacés de la zone, hormis ceux situés dans les abris des bois des bordigues; il en résulte, en période estivale, une migration horizontale des crustacés des bois vers le nord de la zone;
- 2°) au fort gradient de teneur en matière organique gradient décroissant des bois vers le nord de la zone, et qui est responsable d'un gradient similaire de densité des populations, en période calme estivale.

b) Les différences à l'intérieur des bandes ( de l'ordre de 10 à 50 % ) sont à attribuer :

- 1°) à la diversité des algues et phanérogames qui servent de support aux populations et peuvent offrir différentes possibilités d'abris, ou se trouver à divers états de vieillissement;
- 2°) aux différentes populations de crustacés constructeurs pouvant exister dans la zone, l'espèce la plus anciennement installée et dont l'évolution globale est en régression, dominant sur les supports anciens et formant des îlots dans la zone.

3°) aux différences physico-chimiques résultant de l'hétérogénéité de décomposition des algues lors de la 2ème phase estivale.

c) Les différences surface-fond. ( de l'ordre de 0 à 100 %).

Au cours de l'été la migration générale de populations vers la surface, dans l'épaisseur du matelas d'algues, est en conformité avec le gradient de divers paramètres physico-chimiques qui tend à s'établir dans le milieu du fait de la stagnation des eaux. En cas de forte densité, le pourcentage des jeunes est toujours supérieur à celui des adultes dans la couche d'algues située au voisinage des fonds acides.

B. DIFFERENCES SAISONNIERES ET ANNUELLES DE DENSITE DANS L'ENSEMBLE DE LA ZONE D'ETUDE.

Des évaluations quantitatives de la densité des populations ont été effectuées sur l'ensemble de la zone de 1 000 m<sup>2</sup> en fonction des variations saisonnières et annuelles des paramètres du milieu, susceptibles d'intervenir sur ces variations.

a) L'influence des apports d'eau douce sur les populations de crustacés constructeurs a été étudiée au cours d'une année exceptionnellement pluvieuse ( 1161 mm contre une moyenne de 657 mm); ces apports ont eu deux effets principaux sur le milieu : l'établissement d'un courant important de l'étang vers la mer et une baisse catastrophique de la salinité.

1°) Effets du courant : D'octobre à mars, 95 à 100 % des crustacés ont été entraînés par le courant, avec les différences suivantes selon les espèces :

près de 100 % des <i>Erichthonius brasiliensis</i> D.	(sur 250 000 ind./m <sup>2</sup> )
près de 100 % des <i>Microdeutopus gryllotalpa</i> C.	(sur 22 000 ind./m <sup>2</sup> )
<i>Tanaïs cavolinii</i> M.E.	(sur 94 000 ind./m <sup>2</sup> )
<i>Corophium insidiosum</i> C.	(sur 40 000/ind./m <sup>2</sup> )

les quelques p.100 qui ont résisté n'ont pu le faire que parce qu'ils étaient réfugiées dans les abris de bois morts, leur résistance au courant en eau libre, étant à peu près nulle; néanmoins *Tanaïs cavolinii*, qui résiste mieux à l'entraînement, peut être considéré à part.



2°) Effets de la baisse de salinité : Cette baisse de salinité hivernale de 17 à 1 g Cl/l suivie d'une remontée à 15 g Cl/l détermine la disparition totale et rapide des *Erichthobius brasiliensis* D. et des *Microdeutopus gryllotalpa* C., au cours de l'été, la disparition des *Tanaïs cavolinii* en fin d'été, leur reproduction n'ayant pas abouti, et la prolifération des *Corophium insidiosum* (210 000/m<sup>2</sup>).

Les mesures effectuées en élevage sur l'euryhalinité des différentes espèces menées à la même époque, avec des individus prélevés dans la même zone ont en effet permis d'établir les plages suivantes pour une survie supérieure à 15 jours et pour les possibilités de reproduction :

Espèces	Survie supérieure à 15 jours	Reproduction possible
<i>E. brasiliensis</i>	16,1 à 21,6 g Cl/l	17,2 à 21,6 g Cl/l
<i>M. gryllotalpa</i>	17,2 à 27 g Cl/l	21,6 g Cl/l
<i>T. cavolinii</i>	5,4 à 43 g Cl/l	16,1 à 27 g Cl/l
<i>C. insidiosum</i>	0 à 21,6 g Cl/l	10,3 à 21,6 g Cl/l

Ainsi, en cas d'apports d'eau douce exceptionnels, *Corophium insidiosum* possède un avantage certain sur les trois autres espèces par sa capacité de se réfugier dans les bois morts, et sa marge d'euryhalinité élevé, spécialement en ce qui concerne la reproduction, marge qui correspond aux conditions généralement rencontrées dans l'étang. Au contraire, les espèces concurrentes, à tendance plus marine, sont soit décimées par le courant, puis achevées par la baisse de salinité (*E. brasiliensis* et *M. gryllotalpa*), soit dans l'impossibilité de se reproduire, malgré une forte aptitude à résister au courant et une forte euryhalinité (*T. cavolinii*) mais qui ne correspond pas aux conditions de ce milieu particulier, ce qui entraîne leur disparition.

b) L'influence de la température sur la dynamique des populations de *Corophium insidiosum*, a été mise en évidence dans la lagune de Biguglia au cours des années 1969, 1970, 1971, en utilisant deux méthodes qui se contrôlent et se complètent : - la première, basée sur l'examen de prélèvements régulièrement opérés sur les populations naturelles; - la seconde fondée sur l'élevage contrôlé, en viviers placés en milieu naturel, de cohortes à différents stades.

1°) L'examen de prélèvements réguliers opérés sur les populations naturelles fait apparaître dans cette population à structure complexe :

- une génération d'hiver, assurant la reproduction de printemps, caractérisée par une taille élevée ( pour la femelle : 3;6 à 4 mm ) et par des portées importantes ( 16 à 20 larves par portée );
- des générations d'été, issues d'une reproduction continue et dont la température accélère la succession; elles sont caractérisées par une petite taille ( taille moyenne des femelles 2,56 à 3 mm ), par des portées d'importance réduite ( 5 larves en moyenne par portée), et par la diminution du pourcentage des mâles, bien que la mortalité différentielle des sexes propre à l'espèce, épargne les mâles durant les cinq premiers stades.

1°) Les élevages contrôlés en viviers expliquent les observations précédentes :

Quand la température passe de 15 - 25° à 30 - 33°, on constate que : - la succession des stades est accélérée ( du fait de l'augmentation de la fréquence des mues ) et la durée de ces stades diminue corrélativement ;

- le temps nécessaire pour parvenir à la maturité est plus bref : 8,5 jours au lieu de 26;
- la longévité diminue : 20 jours au lieu de 71 - 86 jours.

Il en résulte que le nombre annuel total de générations varient en général de 5 à 7 .

Le temps de la gestation et de l'incubation diminue ( 15 - 20 à 8 - 12 jours) mais le temps de reproduction diminuant aussi ( 45 - 60 à 12 jours), il s'ensuit que le nombre de pontes par unité de temps augmente, mais que le nombre de pontes correspondant à la vie d'une femelle diminue ( 2 à 1 ).

La prise de poids par unité de temps augmente, mais il se produit une compensation du fait de la diminution du temps d'arrivée à la maturité : ( le poids moyen des femelles gestantes ayant évolué à 30 - 35° est ainsi quatre fois plus faible que celui de celles ayant évolué entre 15 et 25°).

C. INFLUENCE DU COUPLE SALINITE - TEMPERATURE.

Il ressort, de l'examen des variations de densité des populations naturelles, ainsi que de celui de l'accroissement brut journalier en biomasse des cohortes de chaque stade élevées en viviers dans le milieu naturel, que le développement optimal de l'espèce se produit pour des températures de l'eau de 25 à 30°C et une teneur en Chlore de 15 à 20 g Cl/l. Un accroissement environ dix fois plus faible est observé, soit avec une teneur en chlore de 15 - 20 g Cl/l

et une température de 20° C, soit avec une teneur en chlore de 10 à 15 g Cl/l et  
et une température de 25 à 30°C.

#### D. INFLUENCE DE L'ALIMENTATION.

Dans le cas d'ensoleillement printanier exceptionnel (valeurs supérieures à 300 heures d'ensoleillement mensuel), la flore, dont l'activité photosynthétique est intense (provoquant une remontée du pH jusqu'à des valeurs moyennes de 9,3 coïncidant avec le déplacement de l'équilibre du système CO<sub>2</sub>-carbonates se trouve en concurrence avec la population de *C. insidiosum* en ce qui concerne la matière organique à l'état basique qui représente la source d'alimentation des populations.

#### 2 - PRODUCTION =====

Dans la formule de la production :

$P = B_1 - B_0 + B_m$ ,  $B_1 - B_0$  représente l'accroissement en poids des individus entre  $t_0$  et  $t_1$  et  $B_m$ , la biomasse correspondant à la mortalité pendant le même temps.

Une méthode d'évaluation de la production, basée sur le calcul de  $B_m$ , qui prédomine chez *C. insidiosum* sur une période annuelle, est proposée.  $B_m$  a été calculée par la somme des mortalités de chaque stade au cours de l'année. Chacune de celles-ci étant déduite de ce qu'une population d'un stade (x) devrait donner dans un temps  $t_0$  à  $t_1$  et de ce qu'elle devient effectivement au stade suivant (y) selon la formule :

$$B_m = \frac{\int_{t_0}^{t_1} f_x(t) dt - \int_{t_0 + \Delta t}^{t_1 + \Delta t} f_y(t) dt}{2 \Delta t} \times Bi_x + Bi_y$$

Elle a été employée à Biguglia pour calculer la production annuelle de *C. insidiosum*, les résultats obtenus par les méthodes basées strictement sur le calcul du taux instantané de croissance étant, dans ce cas, sous-estimés.

La production annuelle des populations de *C. insidiosum* a varié à Biguglia, dans la zone d'étude de 3 à 60 g de Poids sec/m<sup>2</sup> d'étang. Les variations de la production suivent les variations de la biomasse/m<sup>2</sup>, valeurs liées elles-mêmes essentiellement au couple salinité-température. En effet, la production varie de 50 à 60 g /m<sup>2</sup> si la teneur en chlore et la température se maintient pendant plus des quatre mois d'été à des taux de 10 à 15 g Cl/l et à 20 - 30° C; elle peut tomber à 3 g, si la teneur en Chlore et la température correspondant au développement optimal de l'espèce ( Température de 25 à 30° et teneur en chlore supérieure à 15 g Cl/l ) ne coïncident pas ( chenal fermé ).

Le taux de production annuel ou P/B a varié de 12 à 19,5. Les variations du P/B; sont inversement proportionnelles au temps d'arrivée à maturité, à la longévité, et au nombre de générations, éléments dépendant directement de la température de l'eau, elle-même liée à l'insolation. Ainsi un P/B de 12 correspond à un ensoleillement mensuel estival de 200 à 250 heures d'ensoleillement maintenant l'eau à des températures n'excédant pas 30°C, et correspondant respectivement à un nombre de générations de 5 à 5,5. Un P/B de 19,5 correspond à une insolation maintenue plus de 3 mois à des valeurs supérieures à 300 heures d'ensoleillement mensuel, et à des température de l'eau de 30 à 33°C, entraînant une diminution du temps d'arrivée à maturité de 20 à 8,5 jours, de la longévité de 48 à 20 jours et une augmentation du nombre des générations de 5 - 5,5 à 6 - 6,5.

Les pics des A/B journaliers ( accroissement journalier en biomasse / Biomasse moyenne ) et des M/B journaliers ( Biomasse de mortalité journalière / biomasse moyenne ), coïncident avec un pic d'ensoleillement supérieur à 300 h par mois, responsable également de l'activité photosynthétique maximale intervenant sur la diminution de la matière organique disponible pour les populations.

Donc, si le P/B annuel dépend directement de l'insolation, source d'énergie de l'écosystème, la production annuelle des populations de *C. insidiosum* dépend d'un couple de facteurs dont l'un ( la température de l'eau ) est liée directement au climat, et l'autre ( la salinité ) est fonction du climat mais aussi de conditions liées à l'exploitation, et sur lesquelles l'homme peut intervenir,

## BIBLIOGRAPHIE



- ABBOTT W., 1966. Microcosm studies on estuarine waters. I. the replicability of microcosms. *J. Wat. Poll. Contr. Fed.* 38 (2) : 258-270.
- AGRAWAL V.P., 1963. Functional morphology of the stomach of *Corophium volutator* Pallas. *J. Liv. soc.* London. 45 (303) : 47-48.
- ALLEN K.R., 1951. The Horokiwi stream. A study of a trout population. *Fish. Bull. N.Z. Marine Dept.* 10 : 231 p.
- AMANIEU M., 1967. Recherches écologiques sur les faunes des plages abritées et des étangs saumâtres de la région d'Arcachon. *Thèse Fac. Sci.* Bordeaux, 270 p.
- AMBÜHL H. 1959. Die Bedeutung der *Strömung* als ökologischer Factor. *Schweiz Zeitsch für. Hydrol.* 21. : 133-264.
- ANCONA U. (d') 1930. influence des agents chimiques du milieu sur les organismes marins. *Rapp. Comm. int. Mer. Médit. (N.S.)* 5 : 97-121.
- ANDERSON R.O., and HOOPER F.F., 1956. Seasonal abundance and Production of littoral bottom fauna in a Southern Michigan Lake. *Trans. American micr. Soc.* 75 (3) : 259-270.
- BARBAULT R., 1971. Recherches écologiques dans la savane de Lamto (Côte d'Ivoire) : production annuelle des populations naturelles du Léopard *Mabuya buttneri* (Matschie). *La Terre et la Vie.* 25 (2) : 203-217.
- BEKMAN M.J. and MENSCHUTKIN W.W., 1964. Analysis of the production process in the population of simplest structure. (Russ) . *Zh. obshch. Biol.* 25 (3) : 177-187.
- BERGLUND T., 1968. The influence of predation by brown trout on *Asellus* in a pond. *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottning.* 48 : 77-101.
- BIANCHI A., LEPETIT J., DRAGON W., 1964. Evolution de la matière organique en milieu lagunaire marin. *Ann. Inst. Pasteur. Suppl.* 3 : 100-108
- BIRSTEIN J.A., 1945. Annual variation in the benthos of the northern part of the Caspian Sea. *Zool. Zh.* 24 : 138-147.
- BLINKS L.R., 1955. Photosynthesis and productivity in littoral marine algae. *J. Mar. Res.* 14 (4) : 363-373.
- BOALCH G.T., 1961. Studies on *Ectocarpus* . II. Growth and nutrition of a bacteria-free culture. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 41 : 287-304.
- BORUCKIJ E.V., 1939. Dinamika biomassy *Chironomus plumosus profundali* Be-leogo azera (en russe). *Trudy limn. Stanc. Kosino.* 22 : 156.
- BOURDILLON A., 1960. Biologie des crustacés marins xylophages. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume. Fasc. 31, Bull.* 19 : 174 p.
- BRIAN A., 1939. Gli Anfipodi della Laguna di Venezia. *Boll. Ist. Anat. comp. Univ. Genova* (2) 17 (110) : 1 - 8.



- BRODY S., 1945. Bioenergetics and growth. *Reinhol Publishing Corp*, New York, N.Y. 1023 p.
- BRUCE H.E. and HOOD D.W., 1959. Diurnal inorganic phosphate variations in Texas Bays. *Publ. Inst. Mar. Sci. Univ. Texas*. 1 (6) : 133-145.
- CARRADA G.C., SACCHI C.F., TRONCONE RIGILLO C.M., 1965. Ricerche sulla varianza ecologica dei Briozoi salmastri. Significato delle variazioni ritmiche dei fattori ambientali. *Boll. Pesca. Piscic. Idrobiol.* 20 (2) : 153-208.
- CASABIANCA M.L., (de) 1966. a) Sur la biologie de *Corophium insidiosum* C. dans l'étang de Biguglia (Corse) *Bull. Soc. zool. Fr.* 91 (3) : 401-405.  
b) Etude écologique des étangs de la plaine orientale corse et autécologie de l'Amphipode *Corophium insidiosum* Crawford. Thèse 3ème cycle d'Ecologie. Marseille. 88p. 40 Fig.  
1967., Etude écologique des étangs de la côte orientale corse. *Bull. Soc. Sci. Hist. Nat. Corse. Fasc. 1* : 41-74.  
1968. Sur le cycle annuel des populations de *Corophium insidiosum* Crawford dans l'étang de Biguglia (Corse) et ses variations dans des conditions exceptionnelles. *Vie et Milieu*. 19 (1 A) 159-164.  
1972: a) Influence des apports d'eau douce sur la dynamique des populations des crustacés constructeurs de l'étang de Biguglia, Corse (*Corophium insidiosum* C., *Tanaïs cavolinii* M.E., *Erichthonius brasiliensis* D.) *Vie et Milieu*. 23 (1 C) : 38-56.  
b) Faucheuse rotative verticale pour prélèvement d'algues et de faune en milieu lagunaire. *Bull. Soc. Ecologie* : 4 (3) sous presse.
- CASABIANCA M.L., (de) KERAMBRUN P., 1972.  
a) Etude écologique relative à la présence d'une population de *Sphaeroma ghigii* Arc. Crustacé, Isopode flabellifère) dans l'étang d'Urbino (Corse orientale.) *Rapp. Comm. int. Mer. Médit.* 20, 4.  
b) Ecologie comparée de *Sphaeroma ghigii* et de *Sphaeroma hookeri* dans les étangs corses. *Théthys* 4 (4) : 935-946.
- CASABIANCA M.L., (de) KIENER A., 1969.  
a) Niches écologiques de *Gobius* des étangs saumâtres corses. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 17. : 665-668.  
b) Gobiidés des étangs corses : systématique, écologie, régime alimentaire et position dans les chaînes trophiques. *Vie et Milieu. Série A* 20 (3 A) 611-634.



- CASABIANCA M.L. (de), KIENER A., HUVE H., 1972 Biotopes et biocénoses des étangs saumâtres corses : Biguglia, Diana, Urbino et Palo. *Vie et Milieu* (sous presse).
- CECCALDI H.J., 1972. Aspects généraux de la culture des crevettes F.A.O.-G.F.C.M. AQ/72/8 - 24/01/72 : 9 p.
- CHEVAIS S., 1937. Croissance et races locales de *Corophium volutator*. *Trav. - Stat. Biol. Roscoff*. 15 : 103-131.
- CHRYSTENSEN T., 1957. *Chaetomorpha linum* in attached state. *Bot. Tidsskr.* 53 : 311-317.
- CLARKE G.L., 1946. Dynamics of production in a marine area. *Ecol. Monogr.* 16 (4) : 323-337.
- COLE G.A., UNDERHILL J.C., 1965. The summer standing crop of sublittoral and profundal benthos in Lake Itasca Minnesota. *Limnol. Oceanogr.* 10 (4) : 591-597.
- COLINVAUX L.H, WILBER K.M., WATABE N., 1965. Tropical marine algae : Growth in laboratory culture. *J. physiol.* 2 : 69-78.
- COMITA G.W., 1956. A study of Calanoid Copepod population in an arctic lake. *Ecol.* 37 : 576-591.
- COOPER W.E., 1965. Dynamics and production of a natural population of a fresh water amphipod *Hyalella azteca*. *Ecol. Monogr.* 35 (4) : 377-394.
- COREY S., CRAIB J.S., 1966. A new quantitative bottom sampler for meiofauna. *J. Cons.* 30 (3) : 346-353.
- CRAWFORD G.I., 1937. A review of the amphipod genus *Corophium* with notes on the British species. *J. cons.* 21 (2) : 589-630.
- Notes on the distribution of burrowing Isopoda and Amphipoda in various soils of the sea bottom near Plymouth. *J. cons.* 21 : 631-646.
- The fauna of certain Estuaries in West England and South Wales with special references of the Tanaïdacea Isopoda and Amphipoda. *J. cons.* 21 : 647-662.
- DAHL E., 1938. An Amphipod. *Corophium insidiosum* Crawford new to Sweder Förh. *Fysio. Sällsk. Lund Förh.* Bd 8 n° 18 : 190-193.
- DEEVEY G.B., 1960. Relative effects of temperature and food on seasonal variations in length of marine Copepods in some eastern American and western European waters. *Bull. Bingham Oceanogr. Coll.* 17 : 54-86.
- DUBOIS A., 1971. Recherches sur l'écologie des algues peuplant les collections d'eau temporaires à salinité variable du littoral méditerranéen languedocien *Vie et milieu* suppl. 22 : 193-203.



- DUNN I.G., 1967. Diurnal fluctuations of physico chemical conditions in a tropical pond. *Limnol. Oceanogr.* 12 : 151-154.
- ECREMENT F., 1971. Spectrométrie d'absorption atomique appliquée à l'analyse chimique. Les eaux, Tome II, Chapitre 8 : 402-465. Masson.
- EDMONDSON W.T., WINBERG G.G. 1971. A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters. I.B.P. Handbook n° 17:335 p.
- EGGLETON F.E., 1952. Dynamics of interdepression benthic communities. *Trans. Am. micr. Soc.* 71 : 180-228.
- EMBODY G.C., 1911. A preliminary study of the distribution, food and reproductive capacity of some fresh-water Amphipods. *Internat. Revue, Biol.*, Suppl., III. Série 4 : 1-33.
- ENEQUIST P., 1948. Studies on the soft bottom Amphipods of Skagerak. *Zoologiska Bidrag Fran Uppsala* Band 28: 298-493.
- FAGER E.W., Production of steam benthos. A critique of the method of assessment proposed by Hynes and Coleman (1968). *Limnol. Oceanogr.* 14 766-770.
- FELDMANN J., 1971. Rapport sur les travaux récents relatifs au phytobenthos et aux algues benthiques de la Méditerranée de 1966-68. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.* 20 (2) : 75-84.
- FINCHAM A.A., 1971. Ecology and populations studies of some intertidal and sublittoral sand-dwelling amphipods. *J. Mar. biol. Ass. U.K.* 51 (2) : 471-488.
- FINDENEGG I., 1966. Relationship between standing crop and Primary productivity. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol. de Marchi* suppl. 18 : 270.
- FORSBERG C., 1959. Quantitative sampling of subaquatic vegetation. *Oikos* 10 : 233-240.
- GAMBLE J.C., 1970. Anaerobic survival of the crustaceans *Corophium volutator*, *C. arenarium* and *Tanaïs chevreuxi*. *J. Mar. biol. Ass. U.K.* 50 n° 3 : 657-671.
1971. The responses of the marine amphipods *Corophium arenarium* and *C. volutator* to gradients and to choices of different oxygen concentrations. *J. exp. Biol.* 54 (2) : 275- 290.
- GANNING B., 1966. Short time fluctuations of the microfauna in a rockpool in northern Baltic prope *Veröff Inst. Meeresforsch.* 1(2) : 149-154.
1967. Laboratory experiments in the ecological work on rockpool animals with special notes on the ostracod *Heterocypris salinus*. *Helgoland. Wiss. Meeresunters* 15. 27-40,
1970. Population dynamics and salinity tolerance of *Hyadesia fusca* (Lohman) (Acarina, Sarcoptiformes) from brackishwater rock pools, with notes on the micro-environment inside *Enteromorpha*



- tubes. *Oecologia* 5 : 127-137.
- GANNING B., FREDRIK W., 1969. The effects of bird droppings on chemical and biological dynamics in brakish water rock pools. *Oikos* 20 (2) : 274-286.
- GANNING B., WULFF F., 1966. A chamber for offering alternative conditions to small motile aquatic animals. *Ophelia* 3 (12) : 151-160.
- GENOVESE S., 1961. Sul fenomene dell'acqua rossa riscontrate nello stagno salmastre di Faro (Messina). *Atti. Soc. Peloritana.Sci.fis.nat.* 7 (3-4) : 1 - 3.
- GENOVESE S., MAGAZZU G., 1969. *Manuale d'analisi per le acque salmastre*. Editrice Universitaria. Messina : 135 pp.
- GERKING S.D., 1957. A method of sampling the littoral macrofauna and its application. *Ecology*, 38: 219-266.
1962. Production and food utilization in a population of blue-gill sunfish. *Ecol. Monogr.* 32 : 31 - 78.
- GILLESPIE D.M., BROWN C.J.D., 1966. A quantitative sampler for macroinvertebrates associated with aquatic macrophytes. *Limnol. and Oceanogr.* 11 (3) : 404-406
- GILLON Y., 1972. Bilan énergétique de la population d'*Orthochtha brachygnemis* Karsh principale espèce acridienne de la savane de Lamto (Côte d'Ivoire). *Ann. Univ. Abidjan*.
- GRAS R., SAIN -JEAN L., 1969. Biologie des crustacés du Lac Tchad. I. durées du développement embryonnaire et post embryonnaire : premiers résultats. *Cah. O.R.S.T.O.M.Série hydrobiol. Fr.vol. III n° 3/4* : 43-60
- GREZE I.I., 1968. Feedings habits and food requirements of some amphipods in the Black Sea. *Mar. Biol. Germ.* 1 (4) : 316-21.
- GREZE V.V., 1951. Produktsiya *Pontoporeia affinis* i metod ee opredeleniya. *Trudy vsesojuzn. gidrobiol. Obsc.* 3 : 33-43.
- GREZE V.V., BALDINA E.P., 1964. Dinamika populacii i godovaya produktsiya *Acartia clausi* Giesbr. i *Centropages kroyeri* Giesbr. v neriticheskoy zone Chernogo Morya. *Tr. Sevastop. Biol. Stancii*, 17 : 249-261.
- GRONTVED J., 1957. A sampler for underwater macrovegetation in Shallow Waters. *J. Cons.* 22 (3) : 293-297.
- HALL D.J., 1964. An experimental approach to the dynamics of a natural population of *Daphnia galaeta mendotae*. *Ecology* 45 : 94-112.
- HALL D.J., COOPER W.E., WERNER E.E., 1970. An experimental approach to the production dynamics and structure of freshwater animal communities. *Limnol. Oceanogr.* 15 (6) : 839-928.



- HAMILTON A.L., 1969. On estimating animal production *Limnol & Oceanogr.* 14 : 771-782.
- HARGRAVE B.T. 1970 a) The utilization of benthic microflora by *Hyaletella azteca* (Amphipoda) *J Anim. Ecol.* 39 : 427-437.
- b) The distribution, growth and seasonal abundance of *Hyaletella azteca* (Amphipoda) in relation to sediment microflora *J. Fish. Res. Bd. Can.* 27 : 685-699.
- HARGRAVE B.T., GEEN G.H., 1968. Phosphorus excretion by zooplankton. *Limnol. & Oceanogr.* 13 : 332-342.
- HARVEY H.W., 1963. The chemistry and fertility of sea waters. Cambridge University Press. 240 p.
- HAYNE D.W., BALL R.C., 1956. Benthic productivity as influenced by fish predation. *Limnol. Oceanogr.* 1 : 162-175.
- HAYES F.R., PHILLIPS J.E., 1958. Lake water and sediment. Radiophosphorus equilibrium with mud, plants and bacteria under oxidized and reduced conditions. *Limnol. Oceanogr.* 3 : 459-475.
- HAYES F.R., REID B.L., CAMERON M.L., 1958. Lake water and sediment. II. Oxidation - reduction relatives at the mud water interface. *Limnol. Oceanogr.* 3 : 308-317.
- HEPHER B., 1966. Some aspects of the phosphorus cycle in fish ponds, *Verh. Int. Ver. Limnol.* 16 : 1293-1297.
- HOLME N.A., 1964. Methods of sampling the benthos. *Adv. mar. Biol.* 2 : 171-260.
- HUTCHINSON G.E., 1967. A treatise on limnology. I. geographie, Physics and chemistry. *John Wiley and Sons, Inc.*, New York, 1115 p.
- HYNES H.B., COLEMAN M.J., 1968. A simple method of assessing the annual production of stream benthos. *Limnol. Oceanogr.* 13 : 569-573.
- INGLE R.W., 1966. An account of the burrowing behaviour of the amphipod *Corophium arenarium* Crawford. *Ann. Mag. nat. Hist.* 9 (100-102) : 309-317.
- IVLEY U.S., 1945. The biological productivity of waters. *Trans. F.R.B.C.* 394, W.E. RICKER (1966). *J. Fish. Res. Bd Can.* 23 : 1727-175.
- JEFFERIES R.L., 1972. Aspects of Salt-Marsh Ecology with particular reference to Inorganic plant nutrition : in the estuarine environment (p.p. 61-85). *Applied Science Publishers Ltd. London.* 133 p.
- KAJAK Z., RYBAK J.I., 1966. Production and some trophic dependances in benthos against primary production and zooplankton production of several Masurian lakes. *Verh. int. Ver Limnol.* 16 : 441-451.



- KAJAK Z., et DUSOGE K., 1967. Influence of Artificially Increased abundance of *Chironomus plumosus* on the Benthos. *Bull. Acad. polon. Sci.* 15 (1) : 27-33
- KINNE O., 1963. The effects of temperature and salinity on marine and brackish water animals. I. Temperature *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 1 : 301-340.
- 1964 a). The effects of temperature and salinity on marine and brackish water animals. II. Salinity and temperature salinity combinations. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 2 : 281-339.
- 1964 b). Non genetic adaptation to temperature salinity. *Helgol. Wiss. Meeressunters* 9 (1 - 4) : 433-458.
1967. Physiology of Estuarine Organisms with Special Reference to Salinity and Temperature : General Aspects in *Estuaries* (757 pp.), edited by G.H. Lauff. *Amer. Assoc. Adv. Sci.* 83 : 525-540.
- KOH Y., 1968. Effect of nitrogen and phosphorus on algal growth in citrus wastes experimental oxidation pond. *Hydrobiologia* 32 (1-2) : 162-167.
- KOVINEK V., 1966. The production of adult females of *Daphnia pulicaria*. Forbes in a carp pond estimated by direct method. *Verh. Int. Ver. Limnol.* 16 : 386-391.
- KRISTENSEN I., 1971. Preference of euryhaline species for brackish and supersaline waters. 3ème Symposium Européen Biol. Mar., Arcachon, 1968). *Vie et milieu*. suppl. 22 : 811-826.
- KROGH., SPARCK R., 1936. On a new bottom sampler for investigation of the microfauna of the sea bottom. *K. danske vidensk. Selsk. Sker. Biol. Medd.* 13 : 3 - 12.
- LABOURG P.J., 1968. cycle reproducteur annuel à Arcachon de *Corophium insidiosum* C. Amphipode Corophiidae *Actes. Soc. Linn. Bordeaux.* 105.A (4) : 1 - 16.
- LAMOTTE M., 1967. Initiation aux méthodes statistiques en biologie. Masson édit. 131 p.
1972. Bilan énergétique de la croissance du mâle de *Nectophrynoides occidentalis* Angel, Amphibien Anoure. *C.R. Acad. Sc. Paris* 274 : 2074-2076.
- LAVELLE P., 1971. Recherches écologiques dans la savane de Lamto (Côte d'Ivoire) : production annuelle d'un ver de terre *Millsonia anomala* Omodeo. *La Terre et la Vie*, 25 (2) : 240-254.
- LE FUR C., 1973. Etude quantitative et dynamique d'un peuplement intertidal d'une plage tropicale (Sud-ouest de Madagascar). *Thèse de Doctorat de spécialité* 65 p.



- LEVEQUE Ch. 1972., Mollusques benthiques du lac Tchad : écologie, production et bilans énergétiques. *Thèse d'Etat . Fac. Sc. Paris* 225 p., 41 fig. 26 tableaux.
- MACAN T.T., 1965. The fauna in the vegetation of a moorland fish pond. *Arch. Hydrobiol.* 61 (3) : 273-310.
1966. The influence of predation on the fauna of a moorland fish pond. *Arch. Hydrobiol.* 61 (4) : 432-452.
- McCONNEL W.J., 1962. Productivity relations in carboy microcosm. *Limnol. Oceanogr.*, 7 (3) : 335-343.
- Mc FARLAND W.N., PRESCOTT J., 1959. Standing crop chlorophyll content and *in situ* metabolism of a giant kelp community in Southern California. *Publ. Inst. Mar. Sci. Univ. Tex.* 6 : 109-132.
- Mc LUSKY, D.S., 1967. Some effects of salinity on the survival, moulting and growth of *Corophium volutator* (Amphipode). *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 43 (3) : 607-617.
- Mc LUSKY D.S., 1968. Some effects of salinity on the distribution and abundance of *Corophium volutator* in the Ythan estuary. *J. Mar. biol. Ass. U.K.* 48.n° 2 : 443-454.
1968. Aspects of osmotic and ionic regulation in *Corophium volutator* (Pallas) *J. Mar. biol. Ass. U.K.* 48,n° 3 : 769-781.
1970. Salinity preference in *Corophium volutator*. *J. Mar. biol. Ass. U.K.* 50 n° 3 : 747-752.
1971. Ecology of Estuaries. Heinemann Educational Book Ltd. London 144 p.
- MARLOF G.R., 1963. Substrate relation of the burrowing amphipod *Pontoporeia affinis* in Lake Michigan. *Ecology* 46 (5) : 579-592.
- MASSE H., 1968. Evaluation de la production d'un peuplement benthique. *C.R. hebdomadaire Séances Acad. Sci. Paris*, 266 : 713-715.
1971. Etude quantitative d'un peuplement de sables fins infralittoraux de l'Etang de Berre. Evaluation de la production de quelques espèces. *Vie et Milieu*. suppl. 22 : 329-346.
- MATHE I., PRECSENYI I., ZOLYOMI B., 1967. Phytomass investigation in different ecosystems at Ujszentmargita. *Acta bot. Acad. Sci. hung.* 13 : 239-258.
- MATHENY E.L., HEINRICHS E.A., 1970. Seasonal abundance and distribution of benthic fauna within a pond. *Ann. ent. Soc. Amer.* 63, n° 1 : 31-34.
- MATHIAS J.A., 1971. Energy flow and secondary production of the amphipods *Hyaella azteca* and *Crangonyx richmondensis occidentalis* in Marion lake British Columbia. *J. Fish. Res. Bd Can.* 28 (5) : 711-726.



- MATHIAS P., RAZARIHELISOA M., 1958. Résistance de quelques crustacés amphipodes aux variations de salinité de l'eau de mer. *Natur. Mons-pel. Sér. Zool.*, 2 : 172-181.
- MEADOWS P.S., REID A., 1966. The behaviour of *Corophium volutator* Nage. *J. Zool. G.B.* 150 N° 4 : 387-399.
- MEATS A., 1971. The relative importance to population increase of fluctuations in mortality, fecundity and the time variables of the reproductive schedule. *Oecologia Allem.* 6 (3) : 223-237.
- MOELLER H.W., 1964. A standing crop estimate of some marine plants in Barnegat Bay. *The bulletin N.J. Acad. Sci* 9: 27-30.
- MOMMAERTS J.P., 1969. On the distribution of major nutrients and phytoplankton in the Tamar estuary. *J. Mar. biol. Ass. U.K.* 49 :1 - 17.
- MORGAN E., 1965. The activity rhythm of the Amphipod *Corophium volutator* (Pallas) and its possible relation ship to changes in hydrostatic pressure associated with the tides. *J. Anim. Ecol.* 34 (3) : 731-746.
1970. The effect of environmental factors on the distribution of the amphipod *Pectenogammarus planicrurus*, with particular reference to grain size. *J. Mar. biol. Ass. U.K.* 50 n° 3 : 769-85
- MORTIMER, C.H. 1941. The exchange of dissolved substances between mud and water in lakes. *J. Ecol.* (29) : 280-329.
- MOUNTFORD K., 1969. Measuring dissolved oxygen as an indicator of primary productivity. *Chesapeake Sci.* 10 327-330.
- MULLAN J.W., 1969. Ecology of *Daphnia* in Bull Shoals Reservoir. *Res. Rep. US Fish Serv.*, 74 : 1-23.
- MUUS B.J., 1967. Fauna of Danish Estuaire and Lagoons. *Medd. Danm. Fisk. Havindersøg.* 5 (1) : 1 - 316.
- NEES J., DUDGALE C.D., 1959. Computation of production for populations of aquatic midge larvae. *Ecology* 40, 3 : 425-430.
- NISBET M., SCHACHTER D. 1961. Constituants chimiques des eaux de quelques étangs littoraux. *Bull. Inst. Océanogr.* 1207 : 47 p.
- ODUM H.T. 1957. Primary production measurements in eleven Florida spings and a marine turtle grass community. *Limnol. Oceanogr.* 2 (2) : 85-97.
- ODUM E.P., ODUM H.T., 1959. Fundamentals of ecology. W.B.Saunders CO., 546 p.



- OTTMANN F., 1958. Les formations pliocènes et quaternaires sur le littoral corse. Thèse Paris in. Mem. Soc. géol. France, 37 (84) : 178 p.
- PECHEN G.A., SUSHKINA E.A. 1964. Produktiya planktonnykh rakoobraznykh v ozerkh razlichnogo tipa ( Biol. Osnovy Rybnogo Khoz. na Vnutr. Vodoemakh Pribaltiki) Minsk : 249-256.
- PERES J.M., 1970. Production marine et exploitation de la matière vivante. Bull. Soc. Ecologie. 3 : 131-135.
- PETERSEN C.G.J., BOYSEN JENSEN 1911. Animal life of the sea bottom its food and quantity ( in " valuation of the Sea"). Rep. Danish. biol. Sta. 1 (22) cité par GRONTYED 1957.
- PETIT G., 1950. *Corophium insidiosum* Crawford dans les étangs du Roussillon. Vie et Milieu. 1 (4) : 476.
1954. Introduction à l'étude écologique des étangs méditerranéens. Vie et Milieu 4 (4) : 569-604.
1962. Quelques considérations sur la biologie des eaux saumâtres méditerranéennes. Publ. Sta. zool. Napoli. suppl. 32 : 205-218.
- PETIT G., ALEEM A.A., 1952. Caractéristiques et évolution de la végétation d'un étang des Pyrénées orientales. C.R. Acad. Sci. Paris 235 : 632-634.
- PETIT G., GAY F.J., 1969. Fluctuations d'une lagune : l'étang de Canet ou de St Nazaire ( P.O.J. Ann. Soc. Hort. Hist. Nat. Hérault. 108 (4) : 1 - 28.
- PETIT G., SCHACHTER D., 1951. Le problème des eaux saumâtres. Année biol. 27 : 533-543.
- PETRUSEWICZ K., MACFADYEN A., 1970. Productivity of terrestrial animals Principles and methods. IBP handbook n° 13. 190 p.
- PHILLIPS J., 1972. Chemical Processes in Estuaries in : The estuarine environment. ( pp. 33-50) Applied Science Publishers London : 133 p.
- PIGNATTI S., 1968. Recherches sur la productivité de la végétation benthique dans le Golfe de Trieste. Rapp. Comm. int. Mer Médit. 19 (2) : 209-211.
- PORA E.A., 1949. Influence du facteur salinité sur la vie aquatique et spécialement en Mer Noire. Acad. R.P.R. Anale. Sect. St. Série A 2 (10) : 277-326 ( en roumain).
- PRATT D.M., 1950. Experimental Study of the phosphorus cycle in fertilized salt water. J. Mar. Res. 9 : 29-54.



- RAO M.V.L., SHYAMASUNDARI K., 1963. Tube building habits of the fouling amphipod *Corophium triaenonys* Stobbing at Visakhapatnam Harbour. *J. Zool. Soc. India*. 15 (1/2) : 134-140.
- RAWSON D.S., 1930. The bottom fauna of Lake Simcoa and its role in the ecology of the Lake. *Publ. Ont. Fish. Res. Lab.*, 40 : 5-185.
- REMANE A., SCHLIEPER C., 1972. Biology of brackishwater. Traduction de l'ouvrage allemand (1958) Stuttgart 25 : 372 p.
- RICKER W.E., 1968. Methods for assessment of fish production in fresh water. *IBP handbook n°3* Oxford, Blackwell : 326 p.
- SACCHI C.F., 1961 a) Ritmi nittimerali di fattori ambientali et frequenza delle zoobenthos mobile in un micro-ambiente salmastro. *Boll. Zool.* 28 : 13-30.
- b) Note ecologiche sui Briozoi del lago salmastro litoraneo di Patria (Napoli). *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, (n.s.) XV : 25-39.
- c) L'évolution récente du milieu dans l'étang saumâtre dit "Lago di Patria" (Naples) analysée par sa macrofaune invertébrée *Vie et Milieu XII* (1) : 37-65.
1964. Zoobenthos e necton del lago di Patria. 145 p. Estr. "Ricerche ecologiche sul lago litoraneo di Patria. Suppl. al vol. 5 (nuova serie, 1963) di "DELPINO".
- SACCHI C.F., CARRADA. 1961., Rythmes annuels et nycthémeraux des facteurs environnants dans trois stations saumâtres à Bryozoaires. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.* 18 (3) : 698-700.
- SACCHI C.F., RENZONI, 1962. L'écologie de *Mytilus galloprovincialis* (Lam.) dans l'étang littoral du Fusaro et les rythmes annuels et nycthémeraux des facteurs environnants. *Pubbl. Sta. zool. Napoli*. XXXII, Suppl., :255-293.
- SACCHI C.P., TESTARD P., 1971., Ecologie animale. Editions Doin. : 480 p.
- SAITO S., 1965. Structure and energetics of the population of *Ligidium japonicum* (Isopoda) in a warm temperate forest ecosystem. *Jap. J. Ecol.*, 15,2 : 47-55.
- SAITO S., 1970. Methods for the study of production by macro arthropods. *Proceed. of the Paris Symp.* Methods of study ub soil ecology : 215-223.
- SAMEOTO D.D., 1969. Physiological tolerances and behaviour responses of five species of Haustoriidae ( Amphipoda : Crustacea) to five environmental factors. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 26 N° 9 : 2283-2298.
- SANDERS H.L., 1958. Benthic studies in Buzzard Bay. I. Animal sediment relationships. *Limnol. Oceanogr.* 3 : 245-258.
- SCHACHTER D., 1969. Ecologie des eaux saumâtres. *Verh. int. Ver. Limnol.* 17 : 1052-1068.



- SCHACHTER D., CASABIANCA (de) M.L., 1965. Contribution à l'étude écologique des étangs de la plaine orientale de la Corse (note préliminaire). *Rapp. et P.V. C.I.E.S.M.M.* 18 (3) : 661-664.
- SCHACHTER D., CASABIANCA (de) M.L., 1965. Présence de *Corophium insidiosum* Crawford et de *Tanaïs cavolinii* Milne Edwards dans l'étang de Biguglia (Corse). *Vie et Milieu* 16 (1 c.) : 631-632.
- SCHACHTER D., CASABIANCA (de) M.L., KERAMBRUN P., 1965. Contribution à l'étude écologique de *Sphaeroma hookeri* Leach de l'étang de Biguglia. *Ann. Fac. Sci. Marseille* 38 : 51-60.
- SCHACHTER D., CASABIANCA (de) M.L., TALIN M.C., 1966. Etude comparative du métabolisme respiratoire de *Sphaeroma hookeri* Leach des sources thermales et des étangs saumâtres du bassin méditerranéen. *Rev. Roumaine Biol. série Zool.*, 11. (3) : 219-231.
- SCHACHTER D., SENEZ J., LEROUX-GILLERON J., 1954. Note préliminaire sur la dystrophie d'un étang saumâtre du littoral méditerranéen : l'étang de l'Olivier. *Vie et Milieu* 4 (4) : 701-706.
- SCOTT W., HILE R., SPIETH H.T., 1968. A quantitative study of bottom of Lake Wawasee (Tunkey Lake). *Invest. Ind. Lakes* 1 (1) : 5-25.
- SHUSHKINA E.A., ANISIMOV S.I., KLEKOWSKI R.Z., 1968. Calculation of production efficiency in plankton copepods. *Polsk. Arch. Hydrobiol.* 15. 3 : 251-261.
- SEGERSTRALE S.G., 1964. Literature on marine biology in Baltic area published in year 1953-1962. *Comment. biol. Helsinki* 27 (3) : 1-440.
- SEGERSTRALE S.G., 1971. On summer breeding in populations of *Pontoporeia affinis* (Crustacea Amphipoda) living in lakes of North America. *Comment. biol. Helsinki* 44 : 3 - 18.
- SEELEY C.N., 1969. The diurnal curve an estimate of primary productivity *Chesapeake Sci.* 10 322-326.
- SIMI P., 1964. Le climat de la Corse. *Bull. Sect. Géogr. Com. Trav. hist. sci.* 76 : 122 p.
- STANDARD METHODS for examination of water on wastewater : *American Water Works Association, or Water Pollution Control Federation* : 650 p.
- STANŹYKOWSKA A., MAGNIN E., DUMOUCHEL A., 1971. Etude de trois populations de *Viviparus malleatus* (Reeve) (Gasteropods Prosobranchia) de la région de Montréal. *Can. J. Zool.* 49 (11) : 1431-1441.
- STOCK J.H., 1952. Some notes on taxonomy, the distribution and the ecology of four species of Amphipods genus *Corophium*. *Beaufortia* 21 (17) : 1-10.
- STRICKLAND J.D.H., 1965. Sampling organisms and related problems, *Mem. Ist. ital. Idrobiol. de Marchi.* 18 Suppl. : 249-267.



- SUSHCENJA L.M., 1967. The production and energetics in *Orchestia bottae* (Amphipoda Talitroidea) population (Russ). Ed. V.A. VODTANITSKY Kiev : 120-135.
- SUTCLIFFE D.W., SHAW J., 1967. Sodium regulation in the Amphipod *Gammarus duebeni* from brackish-water and fresh-water localities in Britain. *J. Exp. Biol.*, 46 : 529-550.
- Symposium on the classification of Brackish-waters Final resolution. *Arch. Oceanogr. Limnol.* Venezia suppl. 11 : 243-245.
- TAPPA D.W., 1965. The dynamics of the association of six limnetic species of *Daphnia* in Aziscoos Lake, Maine. *Ecol. Monogr.* 35 (4) : 395-423.
- TAYLOR J.E., 1969. Growth rate as a measure of primary productivity in benthic algae. *Chesapeake Sci.* 10 : 299-300.
- THAMDRUP H.M., 1935. Beitrage sur Ökologia der watter fauna auf okoslischen grundlage. *Medd. Komm. Darn. Tisk. Havunders.* Ser. Fisk. 10 : 2 - 125.
- THIENEMANN A., 1931. Production begrift in der Biologie *Arch. Hydrobiol.* 22 : 616-621.
- TURQUIER Y., 1964. Une nouvelle station de *Corophium insidiosum* Crawford avec une remarque sur les espèces françaises du genre *Corophium*. *Bull. Soc. Linn. Normandie* 10 (5) : 133-140.
- VATOVA A., 1960. Condizioni ecologiche e fasi di marea nell'alta laguna veneta *Nota Thalassia.* 2 (9) : 1 - 61.
- VALKOVINSKY V.V., 1967. Use of a two layered system to calculate the primary production of sea water. *Oceanology* 7 : 807-820.
- WATT W.D., HAYES F.R., 1963. Tracer study of the phosphorus cycle in sea water. *Limnol. & Oceanogr.* 9 : 276-285.
- WELCH E.B., BALL R.C., 1966. Food consumption and production of pond fish. *J. Wildlife Mgmt.* 30 (3) : 527-536.
- WINBERG G.G., 1964. Ways of the quantitative study of food consumption and assimilation by aquatic animals. (en Russe). *J. Obshchei Biol.* 25 : 254-266.
- WINBERG G.G., 1971. Methods for the estimation of production of Aquatic animals. *Academic Press, London and New York* : 175 p.
- WINBERG G.G., PECHEN G.A., SUSHKINA E.A., 1965. Produktsiya planktonnykh rakoobraznykh trekh ozerach razlichnogo tipa. *Zool. Zhur.* 5 : 676-687.
- WOLLENWEIDER R.A., 1969. A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments; I.B.P. handbook 12, 224 p.



- WRIGHT J.C., 1965. The population dynamics and production of *Daphnia* in Canyon Ferry Reservoir. Montana. *Limnol. & Oceanogr.* 10 : 583-590.
- ZAIIKA V.E., 1968. Age - structure dependence on the " specific production in zooplankton populations." *Marine Biology*. 1 311-315.
- ZAVODNIK D., 1967. Dynamics of the littoral phytal on the west coast of Istria. *Solv. Akad. Classis IV Hist. nat et Medicina* 10 (4) : 10-67.
- ZUBOV A.N., 1962. Echanges chimiques chez les crustacés II. Réaction sélective vis-à-vis de différentes salinités de *Gammarus oceanicus* Sege. *G. lacustris* Sars. *Tr. Murmansk. Morsk. Biol. Inst.*, 48 : 274-279 ( en russe).

ANNEXES

## LISTE BIOCENOTIQUE DES ETANGS CORSES

## F L O R E

ESPECES	BIGUGLIA	PALO	DIANA	URBINO	OBSERVATIONS
<b>CYANOPHYCEES</b> =====					
<i>Anabaena variabilis</i> Kütz.	X				enchevêtrée dans les algues ou en masses floconneuses libres.
<i>Calothrix confervicola</i> Ag.ex B.Fl.	XXXX	XXXX		XXX	épiphyte des algues et phanérogames.
<i>Lyngbya aestuarii</i> Liebm. ex Gom.	X	X	X	X	très euryhaline; en plaques limicoles, puis flottantes.
<i>Lyngbya infixa</i> Frémy			X	X	épiphyte (sur Codium).
<i>Lyngbya majuscula</i> Harvey	X	X	X	X	sur algues et vase.
<i>Lyngbya semiplana</i> J.Ag. ex Gom.			X	X	sur algues et galets.
<i>Lyngbya sordida</i> Gomont	X			X	sur algues et phanérogames.
<i>Oscillatoria bonnemaisoni</i> Crouan ex Gom.				X	sur algues et vase.
<i>Oscillatoria corallinae</i> (Kütz.)Gom.	X				sur algues.
<i>Oscillatoria limosa</i> Ag. ex Gom.	X	X			zones dessalées; vase.
<i>Oscillatoria nigro-viridis</i> Thw. ex Gom.			X	X	sur algues, pieux, vase.
<i>Oscillatoria subuliformis</i> Kütz.	X				en masses étalées, un peu sous le niveau
<i>Oscillatoria</i> sp.				X	sur algues.
<i>Spirulina subsalsa</i> Oerst. ex Gom.	X		X		en masses sur le fond (Diana); sous plaques flottantes de sédiments (Biguglia).

Par ordre d'abondance croissante : R, X, XX, XXX, XXXX.

## LISTE BIOCENOTIQUE DES ETANGS CORSES

ESPECES	BIGUGLIA	PALO	D'ANA	URBINO	OBSERVATIONS
<i>Spirulina subtilissima</i> Kütz. ex Gom.	X		X		zones dessalées; mêlée aux flocons d' <i>Anabaena variabilis</i> .
<i>Symploca hydroides</i> Kütz.			X		sur bois, sédiment sableux.
RHODOPHYCEES =====					
PORPHYRIDIALES					
<i>Asterocystis ornata</i> (Ag.) Hamel	X	X	X	X	épiphyte.
GIGARTINALES					
<i>Gracilaria</i> cf. <i>arcuata</i> Zanard.			X		sur substrats durs divers.
<i>Gracilaria verrucosa</i> (Huds.) Papenf.			XX		sur galets.
RHODYMENIALES					
<i>Champia parvula</i> (C.Ag.) Harv.			X		sur cordons à moules.
<i>Chylocladia reflexa</i> (Chauv.) Lenorm.	R		R		espèces de milieux portuaires.
<i>Chylocladia verticillata</i> (Lightf) Blid.			R		sur galets et Cystoseires.
CRYPTONEMIALES					
Corallinées					
<i>Jania rubens</i> (L.) Lamour.			X	X	sur <i>Cystoseira barbata</i> .
Mélobésiées					
<i>Dermatolithon littorale</i> Suneson			X	X	épiphyte; notamment sur feuilles Phanérog.
<i>Dermatolithon pustulatum</i> (Lam.) Foslie			R	R	épiphyte

## LISTE BIOCENOTIQUE DES ETANGS CORSES

ESPECES	BIGUGLIA	PALO	DIANA	URBINO	OBSERVATIONS
<i>Melobesia farinosa</i> Lamouroux			XX	XX	épiphyte des feuilles de Phanérogames
Grateloupiacées					
<i>Halymenia floresia</i> (Clem.) J. Ag.				R	embouchure, sur coquille de Murex.
CEREMIALES					
Céramiacées					
<i>Callithamnion corymbosum</i> (Sm.) Lungb.			X		sur feuilles de Cymodocées.
<i>Ceramium diaphanum</i> (Roth) Harv.					
var. <i>strictum</i>	X	X	X	X	sur algues et feuilles de Phanérogames.
var. <i>zostericola</i> Thuret	X	X	XX		sur feuilles de Zostères et Cymodocées.
<i>Ceramium gracillimum</i> Griff. & Harv.					
var. <i>byssoideum</i> (Harv.) G. MAZOY			X	X	sur feuilles de Zostères et Cymodocées
<i>Ceramium petitii</i> G. Feldm.	R				épiphyte.
<i>Ceramium tenerrimum</i> (Mart.) Okam			X	X	épiphyte.
<i>Ceramium tenuissimum</i> (Lyngb.) J. Ag.	X				sur algues et Zostères
<i>Griffithsia barbata</i> (Sm.) C. Ag.			R	R	zones d'embouchure.
<i>Spermothamnion flabellatum</i> Bornet			R		sur feuilles de Cymodocées.
<i>Spyridia filamentosa</i> (Wulf.) Harv.			XX		épiphyte ou enchevêtrée avec algues
Dasyacées					
<i>Dasya pedicellata</i> C. Ag.				R	dans l'herbier



## LISTE BIOGÉOGRAPHIQUE DES ETANGS CORSES

ESPECES	BIGUGLIA	PALO	DIANA	URBINO	OBSERVATIONS
Rhodomélacées					
<i>Alsidium corallinum</i> J. Ag.			XX	X	sur falaises marneuses, rochers, galets.
<i>Alsidium helminthochorton</i> Kütz.					sur falaises marneuses, galets
<i>Chondria tenuissima</i> (Good. & Wood.) J. Ag.	XX		X	X	épiphyte des feuilles de Phanérogames.
<i>Laurencia obtusa</i> (Huds.) Lamour.			X	X	souvent sur feuilles de Phanérogames
<i>Laurencia papillosa</i> (Forsk.) Grev.			X	X	galets et rochers, près du niveau.
<i>Lophosiphonia subadunca</i> (Kütz.) Falk					
var. <i>subadunca</i>	XX	XX	XX	XX	sur substrats divers (galets, coquilles, tiges de roseaux).
var. <i>intricata</i> (Ag.) de Toni	XXX	XX	X	X	flottante ou imbriquée avec Cladophores.
<i>Polysiphonia pulvinata</i> Kütz.	X		X	XX	sur petits substrats durs ou épiphyte.
<i>Polysiphonia spinosa</i> (Ag.) J. Ag.			X	XX	épiphyte des feuilles de Phanérogames.
PHEOPHYCEES =====					
ECTOCARPALES					
<i>Feldmannia irregularis</i> (Kütz.) Ham.			X	X	épiphyte de <i>Cystoseira barbata</i>
SPHACELARIALES					
<i>Sphacelaria furcigera</i> Kütz			X		épiphyte; sur <i>Cystoseira barbata</i> .



## LISTE BIOGÉNOTIQUE DES ETANGS CORSES

ESPECES	BIGUGLIA	PALO	DIANA	URBINO	OBSERVATIONS
<i>Sphacelaria tribuloides</i> Menegh			X	X	sur <i>Gracilaria</i> , <i>Cystoseira barbata</i> ,...
DICTYOTALES					
<i>Dictyota linearis</i> (Ag.) Grev.				X	zone marine (embouchure); épiphyte, sur <i>Cystos. Barbata</i>
<i>Dictyopteris membranacea</i> (Stackh.) Batt.	R				en épave sur souche de Posidonie.
<i>Padina pavonia</i> (L.) Gaillon			X	X	sur galets et falaises marneuses.
DICTYOSIPHONALES					
<i>Stictyosiphon adriaticus</i> Kütz.			X		sur le fond, à - 0,50m
FUCALES					
<i>Cystoseira barbata</i> J. Ag.			XX	X	sur galets, - 0,30m. de profondeur
<i>Cystoseira discors</i> C. Ag. Emend. Sauvageau					
- BACILLARIOPHYCEES =====					
(= DIATOMEES)					
<i>Achnantes</i> spp.					Le gradient d'abondance n'est pas indiqué pour les Diatomées benthiques. Leur nombre est extrêmement élevé en toutes saisons sur tous substrats : sédiment, galets, rochers, algues,... (feutrages denses de <i>Nitzschia lorenziana</i> à Urbino;
<i>Achnantes brevipes</i> Ag.					
<i>Cocconeis</i> spp.					
<i>Grammatophora</i> spp.					
<i>Licmophora</i> sp.					
<i>Melosira</i> spp.					
<i>Navicula</i> spp.					
<i>Nitzschia</i> spp.					

## LISTE BIOCENOTIQUE DES ETANGS CORSES

ESPECES	BIGUGLIA	PALO	DIANA	URBINO	OBSERVATIONS
<i>Nitzschia lorenziana</i> Grun.					boues à <i>Melosira</i> à Biguglia, par ex.)
<i>Rhabdonema adriaticum</i> Kütz.					
<i>Striatella unipunctata</i> Ag.					
<i>Synedra</i> spp.					
<i>Synedra undulata</i> (Bailey) Greg.					
<i>Triceratium antediluvianum</i> Ehr.					
CHLOROPHYCEES =====					
ULOTRICHALES					
Ulotrichacées					
<i>Ulothrix pseudoflacca</i> Wille			X	X	sur pieux (embouchure) ou enchevêtrée avec algues
Chaetophoracées					
<i>Entocladia viridis</i> Reinke	X	X	X	X	endophytes de certaines algues.
<i>Phaeophila dendroides</i> (Cr.) Batt.					
Ulvacées					
<i>Enteromorpha clathrata</i> (Roth) J.Ag.			X	X	sur galets ou imbri- quée avec <i>Spyridia</i> et <i>Cladophora</i>
<i>Enteromorpha</i> du groupe <i>compressa- intestinalis</i>	XX	X	X	X	généralement flottante.
<i>Enteromorpha linza</i> (L.) J.Ag.	X				goulet de l'étang, vers embouchure.
<i>Enteromorpha prolifera</i> (Müll.) J. Ag.	X			R	sur substrat dur.

## LISTE BIOCENOTIQUE DES ETANGS CORSES

ESPECES	BIGUGLIA	PALO	D'ANA	URBINO	OBSERVATIONS
<i>Ulva lactuca</i>	X	XX			souvent flottante; porte de nombreuses <i>Calotrix confervicola</i>
<i>Ulvaria oxysperma</i> (Kütz.) Bliding ( <i>Monostroma oxyspermum</i> (Kütz) Doty	X				en zones dessalée.
SIPHONOCCLADALES					
<i>Chaetomorpha linum</i> (Müll.) Kütz.	XXXX	XXX	XX	XX	en masses flottantes parfois en boules rou- lées, imbriquée avec fibres de feuilles de phanérogames (Bigugl.)
<i>Cladophora dalmatica</i> Kütz.			R	R	épiphyte ou sur sub- strats durs.
<i>Cladophora laetevirens</i> (Dillw.) Kütz.			X	X	fixée; en zone sableu- se.
<i>Cladophora vadorum</i> (Aresch.) Kütz.	X	X			fixée ou en masses spongieuses flottan- tes; zones dessalées.
<i>Cladophora vagabunda</i> (L.) v.d. Hoek	XXX	XXX	XXX	XX	très euryhaline; d'a- bord fixée (feuilles de phanérogames, ga- lets, coquilles), puis flottante.
<i>Lola</i> sp.	R				flottante.
<i>Rhizoclonium implexum</i> (Dillw.) Kütz.	XX	X	X	X	touffes de filaments flottants ou enchevê- trés avec les algues.
<i>Rhizoclinium riparium</i> (Roth) Harv.			X		sur feuilles de Cymo- docées ou flottante et imbriquée avec les autres algues.

## LISTE BIOCENOTIQUE DES ETANGS CORSES

ESPECES	BIGUGLIA	PALO	D'ANA	URBINO	OBSERVATIONS
<b>CODIALES</b>					
<i>Codium fragile</i> (Sur.) Hariot			X		sur galets.
<i>Codium vermilara</i> (Olivi) d.Chiaje				X	sur galets.
<b>DASYCLADALES</b>					
<i>Acetabularia acetabulum</i> (L.) Silva	R		X	XX	sur galets, coquilles
<b>ZYGOPHYCEES</b> =====					
<b>ZYGNEMALES</b>					
<i>Spirogyra</i> sp.	X				zones dessalée; nombreux filaments en conjugaisons; zygospores mûres.
<b>CHAROPHYCEES</b> =====					
<i>Chara</i> sp.	X				zones dessalées; sur sable vaseux.
<i>Lamprothamnium papulosum</i> (Wallr.) J.Groves	X		X		zones dessalées; sur sable vaseux, avec <i>Ruppia</i>
<b>PHANEROGAMES AQUATIQUES</b> =====					
<b>POTAMOGETONACEES</b>					
<i>Cymodocea nodosa</i> (Ucria) Aschers			XXXX	XXXX	en zones sableuses.
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	X				en zones très dessalées.

## LISTE BIOCENOTIQUE DES ETANGS CORSES

ESPECES	BIGUGLIA	PALO	DIANA	URBINO	OBSERVATIONS
<i>Ruppia spiralis</i> Dumont (= <i>R. maritima</i> L.)	XXXX	XXXX	X	X	Absence de <i>Zostera marina</i> et <i>Posidonia oceanica</i> dans les étangs mais présence de nombreux débris (souches et feuilles) de Posidonies transportés par les marées.
<i>Zostera noltii</i> Hornemann (= <i>Z. nana</i> Roth)	XX	X	XX	XX	
NAIADACEES					
<i>Najas major</i> Allioni	X				en zones très dessalées.

## LISTE BIOCENOTIQUE DES ETANGS CORSES

## FAUNE

ESPECES	BIGUGLIA	PALO	DIANA	URBINO	OBSERVATIONS
<p>PROTOZOAIRE</p> <p>=====</p> <p>Foraminifères :</p> <p><i>Quinqueloculena semenulum</i> variété <i>fucosa</i> Cusman</p> <p><i>Rotalia beccarii</i> L.</p> <p>Vorticelles.</p> <p>SPONGIAIRES</p> <p>=====</p> <p><i>Cliona celata</i> Grant</p> <p><i>Dysidea fragilis</i> (Montagu)</p> <p><i>Reniera</i> sp.</p> <p><i>Suberites carnosus</i> (Johnston)</p> <p>COELENTERES HYDROZOAIRE</p> <p>=====</p> <p>Ordre des Gymnoblactiques :</p> <p><i>Podocoryna carnea</i> Sars</p> <p>Ordre des Anthoméduses :</p> <p><i>Cladonema radiatum</i> Dujardin</p> <p>Ordre des Acaléphes :</p> <p><i>Rhizostoma pulmo</i> L.</p>	<p>XXX</p> <p>XX</p>		<p>X</p> <p>XX</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>XXXX</p>	<p>XX</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>XXXX</p>	<p>Benthique. Sur herbiers.</p> <p>Benthique. Sur herbiers</p> <p>Benthique. Sur herbiers et détritus.</p> <p>Parasite huitre.</p> <p>Benthique. Supports rigides : huitres rochers...</p> <p>Grottes et falaises marneuses.</p> <p>Néritique. Sur Coquille Gastéropode.</p> <p>Planctonique et zones herbier.</p> <p>Pélagique</p>

## LISTE BIOGÉNOTIQUE DES ETANGS CORSES

ESPECES	BIGUGLIA	PALO	DIANA	URBINO	OBSERVATIONS
Ordre des Leptoméduses :					
<i>Olindia phosphorica</i> Della Chiage				R	Néritique.
HEXACORALLIAIRES =====					
ACTINIAIRES					
<i>Anemonia sulcata</i> Penn.			XX	XXX	Benthique. Herbier
<i>Diadumene luciae</i> (Verrill)	XX				Benthique. Pieux et herbier.
CERIANTHAIRES					
<i>Cerianthus membranaceus</i> (Spall.)			X	X	Benthique. Sable et sable marneux. hypogé.
VERS =====					
PLATHELMINTHES TURBELLARIES					
<i>Monocelis lineata</i> (Müller)	X				Benthique. Débris organiques et herbier. Sur tubes crustacés constructeurs.
<i>Stylochus pilidium</i> Lang				X	Benthique. Herbier.
<i>Thysanozoan brocchii</i> Grube			X	X	Sur cordons à moules.
POLYCHETES SEDENTAIRES					
<i>Hydroïdes norvegicus</i> Gunn.	X				Benthique. Supports rigides (coquilles, roseaux, pieux).

## LISTE BIOGÉNOTIQUE DES ETANGS CORSES

ESPECES	BIGUGLIA	PALO	DIANA	URBINO	OBSERVATIONS
<i>Mercierella enigmatica</i> Fauv.	XX	X	X	X	Benthique. Pieux bordigue, crabe, coquillages, roseaux.
<i>Pomatoceros triqueter</i> (L.)				XXX	Introduit. Sur <i>Mytilus galloprovincialis</i> .
<i>Serpula concharum</i> Mangerhans			X	X	Benthique. Sur crabe et moule
<i>Spirorbis corrugatus</i> (Montagu)	X		XX		Sur <i>Cymodocea nodosa</i> .
NEMERTES					
<i>Cephalothrix linearis</i> (Rathke)				X	Sable vaseux.
POLYCHETES ERRANTES					
<i>Amphiglena mediterranea</i> (Leudig)				X	Benthique. Herbier.
<i>Brania clavata</i> (Claparède)			X		Benthique. Sur herbier ou sable.
<i>Eunice vittata</i> (delle Chiaje)			XX		Benthique. Herbier et coquilles huitres vivantes.
<i>Glycera convoluta</i> Keferstein				X	Dans sable meuble.
<i>Hesionella pantherina</i> (Risso)	X				Benthique. Herbier
<i>Jasminella elegans</i> St Joseph	X				Benthique.
<i>Notomastus lineatus</i> (Claparède)				X	Benthique. Sable.
<i>Platynereis massiliensis</i> M.	X		XXXX	XX	Benthique. Sable vaseux. Surtout sur racines <i>Cymodocea nodosa</i>
<i>Scolecopsis fuliginosa</i> (Claparède)	X				Benthique.



## LISTE BIOCENOTIQUE DES ETANGS CORSES

ESPECES	BIGUGLIA	PALO	DIANA	URBINO	OBSERVATIONS
<i>Streblospio shrubsolii</i> (Buchanan)	X				Benthique
<i>Terebella lapidaria</i> L.	X				Benthique. Sur bois avec matière organique.
CRUSTACES =====					
COPEPODES					
Calanoïdes					
<i>Calanipeda aquaedulcis</i> Kritschagin		XX			) ) ) Planctonique.
<i>Centropages harmatus</i> Lill.			XXX	X	)
Cyclopides					
<i>Halicyclops neglectus</i> Kiefer	X	X	X	X	Planctonique (néritique).
Harpacticides					
<i>Amphiascus minutus</i> Claus				X	)
<i>Canuella perplexa</i> T et A Scott		X		X	) )
<i>Dactyllopodia tisboïdes</i>	X		E	E	)
<i>Harpacticus littoralis</i> Sars		XXX			) Benthiques ) Néritiques
<i>Mesochra heldti</i> Monrad		X			)
<i>Metis ignea</i> Philippi	X		XX		) )
<i>Nitocra typica</i> Boeck	XX				)
<i>Tisbe longicornis</i> T et A Scott		X			)
ISOPODES LIBRES					
<i>Cyatura carinata</i> Kröyer	X			X	Benthique. Vase. Détritiques organiques.

## LISTE BIOCENOTIQUE DES ETANGS CORSES

ESPECES	BIGUGLIA	PALO	DIANA	URBINO	OBSERVATIONS
<i>Cymodoce spinosa</i> (Risso)			XX	XXX	Benthique. Herbier et détritus. Cordons moules.
<i>Idotea viridis</i> Slabber	XXX	XX	X	XX	Benthique. Herbier.
<i>Leptochelia dubia</i> (Kröyer)				X	Benthique. Falaises marneuses (base.
<i>Leptochelia durbanensis</i> Brown				X	végétation).
<i>Ligia italica</i> Fabr.			XX		Bord de l'eau : avancées falaises marneuses.
<i>Sphaeroma hookeri</i> Leach	XXX	XXX	X	X	Sur bois, herbiers, galets.
<i>Sphaeroma ghigii</i> Arc.				XX	Benthique. Sous bois morts et galets zone littorale.
<i>Tanaïs cavolinii</i> Milne Edwards	XX		X	X	Herbier et bois avec matière organique.
ISOPODES PARASITES					
<i>Motocya epimerica</i> A. Costa	XX	X	X	X	)
<i>Nerocila orbignyi</i> (Schio et Mein)	X	X	X	X	) Sur poissons.
AMPHIPODES					
<i>Caprella acantifera</i> Leach				X	Sur herbier
<i>Caprella aequilibra</i> Say			XX		) Sur
<i>Caprella scaura</i> Templ.			XXXX		) cordons
					) à moules.
<i>Corophium insidiosum</i> Crawford	XXXX	X	XX	X	Sur supports divers.
<i>Corophium sextoni</i> Crawford			X	X	Sur cordons à moules.
<i>Erichthonius brasiliensis</i> Dana	X	X	XX	X	) Sur
<i>Erichthonius difformis</i> M.E.	X				)
					) végétation.

## LISTE BIOGÉOGRAPHIQUE DES ETANGS CORSES

ESPECES	BIGUGLIA	PALO	DIANA	URBINO	OBSERVATIONS
<i>Gammarus aequicauda</i> Martinov	XXX	XXX			) Zone ) ) herbier
<i>Gammarus insensibilis</i> Stock.	X	X	XX	XX	
<i>Jassa falcata</i> (Montagu)			X		Cordons à moules.
<i>Melita palmata</i> (Montagu)	E		XX	XX	Cordons à moules et herbier
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> Costa	X		XX	XX	Zone à herbier.
<i>Stenotoe spinimana</i> M.E.			X	X	Cordons à moules
CIRRIPEDES					
<i>Balanus amphitrite</i> Darwin	XX	X	X	X	Sur pieux bordigues.
<i>Balanus crenatus</i> Brugn.			X		Sur galets et falai- ses marneuses.
<i>Chthalamus stellatus</i> Ranz.	X				Sur pieux bordigues.
<i>Lepas anatifera</i> L.				X	Sur bois flottant.
SCHIZOPODES					
<i>Diamysis bahirensis</i> Sars	XX	X			Planctonique. Néritique. Au-dessus zone herbier.
Ordre des DECAPODES					
Macroures					
<i>Athanas laevirhincos</i> (Risso)	X				Sur débris Possidonies.
<i>Callianassa stebbingi</i> Borra				XX	Dans sables meubles.
<i>Hippolyte gracilis</i> (Heller)			X	X	Zone à herbier.
<i>Hippolyte longirostris</i> Holtluris			X	X	Zones à herbier

## LISTE BIOCENOTIQUE DES ETANGS CORSES

ESPECES	BIGUGLIA	PALO	D'ANA	URBINO	OBSERVATIONS
<i>Hippolyte serratus</i> Fenn	X		X	X	Zone à herbier
<i>Hippolyte squilla</i> L.	X	XX	XXX	XX	Zone à herbier
<i>Penaeus trisulcatus</i> L.			R	R	
Anomoures					
<i>Diogenes pugilator</i> Roux			XXX	XXX	Sur sable nu.
Brachyoures					
<i>Brachynotus sexdentatus</i> Risso			XX		Zone falaises.
<i>Carcinus mediterraneus</i> Cz	XXX	XX	XX	XX	Sur fonds variés; souvent herbier.
<i>Eriphia spinifrons</i> (M.E.)				X	Zone de falaises.
<i>Ilia nucleus</i> L.			X		Zone de falaises et sable.
<i>Pachygrapsus marmoratus</i> Fabr.			XX	X	Cavités. Zone de falaises. Cordons à moules.
<i>Pilumnus hirtellus</i> L.	X		X		Cordons à moules.
<i>Pisa tetraodon</i> Penn.				X	
<i>Xantho hydrophilus</i> (Saviguy)			XX	X	Cavités falaises.
INSECTES =====					
DIPTERES					
Larves de CHIRONOMES					
Orthocladinae					

## LISTE BIOGÉNOTIQUE DES ETANGS CORSES

ESPECES	B'UGLIA	PALO	DIANA	URBINO	OBSERVATIONS
<i>Cricotopus</i> sp.	XX	XX		X	Herbier.
Chironominae					
<i>Chironomus</i> sp.	XX	XX	X	X	Diana Pompugliani et Urbino derrière presqu'île Vase.
Larves d'Héphérides	X				Sur Ruppia
ANISOPTERE	X				Jeune larve indéterminable. Canal eau très peu salée.
COLEOPTERES					
<i>Deronectes moestus</i> Fourm.	X				) Zone
<i>Enochrus melanocephalus</i> Ol.				X	) littorale
<i>Cybister lateralimarginalis</i> Fourm.			X		
<u>ARACHNIDES</u>					
<i>Hydracariens Atractides</i>				R	Falaise nord. Nympe non déterminable.
<u>MOLLUSQUES</u>					
Classe des GASTEROPODES					
<i>Aplysia depilans</i> Leach	R		R		Pélagique.
<i>Bittium reticulatum</i> C.	X		XXX	XX	)
<i>Cerithium vulgatum</i> T.			X	X	)
<i>Conus ventricosus</i> Gmelin				X	) Zone herbier
<i>Cyclonassa neritea</i> A.C.	XX	XX	XX	X	)
<i>Diodora</i> sp. (italica probabl.)	R				)
<i>Gebula adansoni</i> (Payr. )			XX		Sur substrat dur.
					Zone herbier.

## LISTE BIOCENOTIQUE DES ETANGS CORSES

ESPECES	BIGUGLIA	PALO	D'IANA	URBINO	OBSERVATIONS
<i>Asterina gibbosa</i> (Pennant)				XX	Benthique. Sable ou rochers.
<i>Astrospecten bispinosus</i> Otto.			X	X	Fonds sableux.
<i>Holothuria polii</i> Delle Chiage				XXX	Fonds sableux.
<i>Paracentrotus lividus</i> Lam.			XX	XXX	Zone de marnes et de galets.
<i>Phyllophorus urna</i> Grube			X		Sur fonds sablonneux et cordons à moules.
PROCORDES =====					
<i>Amphioxus lanceolatus</i> Costa				XXX	Dans sables littoraux.
Ascidies simples					
<i>Ciona intestinalis</i> Rupr.			XXX	XX	)
<i>Phallusia mamillata</i> (Cuvier)			X	XXX	) sur cordons
<i>Styela plicata</i> (Le Sueur)			X		) à moules.
Ascidies composées.					
<i>Botryllus shlosseri</i> Pallas			XX	XXX	) Sur
<i>Diplosoma listerianum</i> M.E.			XX		) Cymodocée ) et moules.

## LISTE BIOCENOTIQUE DES ETANGS CORSES

ESPECES	BIGUGLIA	PALO	DIANA	URBINO	OBSERVATIONS
<u>POISSONS</u> ( Familles classées suivant BERTIN et RAMBOURG.Vol.13.Collection PP.GRASSE <u>TELEOSTEENS.</u>					
CLUPEIDES					
<i>Alosa finta</i> Duh.	R		R	R	Alose finte. Mig. Anadrome. Pél.
<i>Clupea pilchardus</i> Walb.	R	R	XX	X	Sardine. Grégaire.Mig. Abondance très varia- ble suivant les années.
ENGRAULIDES					
<i>Engraulis enerasicholus</i> (L)	X	R	X	X	Anchois. Grégaire.Dsp.
ANGUILLIDES					
<i>Anguilla anguilla</i> (L)	XXXX	XXX	XX	XX	Anguille.Mig.Dans tous les biotopes.
CONGRIDES					
<i>Conger conger</i> (L)			R	R	Congre.Dsp.Rochers près des embouchures.
SCOMBRESOCIDES					
<i>Belone belone</i> L.	X	X	X	X	Orphie.Dsp.Pél.
SYNGNATHIDES					
<i>Hippocampus guttulatus</i> Cuv.			R	R	Hippocampe.Amené avec les vagues.
<i>Syngnathus abaster</i> Risso	XXX	XX	XX	XX	Petite aiguille. Séd. Z.H.
<i>Syngnathus acus</i> L.			R	R	Aiguille.Dsp.Z.H. près des embouchures.
CYPRINODONTIDES					
<i>Aphanius fasciatus</i> (Val)	XX	XX	XX	XXX	Cyprinodon rayé.Séd. Z.H. et S.

## Observations :

Séd. : sédentaire.

Mig. : migrations saisonnières.

Dsp. : déplacements sporadiques(nourriture)

( S.Plages sablonneuses.

Habitat ( Z.H. Zone herbiers

( Pél.Zone Pélagique.

## LISTE BIOGÉNOTIQUE DES ETANGS CORSES

ESPECES	BIGUGLIA	PALO	DIANA	URBINO	OBSERVATIONS
<i>Gambusia affinis holbrooki</i> Gir.	X		R	R	Gambusie. Dans zone très dessalée. <u>Introduite.</u>
ATHERINIDES					
<i>Atherina boyeri</i> Risso	XXXX	XXX	XXX	XXX	Athérine (ou Joël) Séd. ou Dsp. Grégaire. Tous les biotopes.
MUGILIDES					
<i>Grenimugil chelo</i> (Cuv)	R	R	X	X	Muge à grosses lèvres. ) Mig.
<i>Liza aurata</i> (Risso)	XXX	XX	XX	XX	M. doré )
<i>Liza capito</i> (Cuv.)	XXX	XX	XX	XX	M. ramada. ) Pél.
<i>Liza saliens</i> (Risso)			R	R	M. sauteur. Dsp. Pél.
<i>Mugil cephalus</i> Quense	XXXX	XXXX	XXX	XXX	M. céphale Mig. Pél. (à boutargue ou poutar-que).
SOLEIDES					
<i>Pegusa lascaris</i> Risso	R				Sole pole. Dsp. S.
<i>Solea solea</i> (L)	X	X	XX	XX	Sole commune. Dsp. S.
SERRANIDES					
<i>Dicentrarchus labrax</i> (L)	X	X	XX	XX	Loup (ou Bar). Dsp. Pél. et S.
<i>Dicentrarchus punctatus</i> (Bloch)			X	X	Loup tacheté (idem).
SCIENIDES					
<i>Sciaena cirrhosa</i> L.	R		X	X	Ombrine commune. Dsp.
CARANGIDES					
<i>Trachurus trachurus</i> (L)	R		X	X	Chinchard. Dsp. Pél.



## LISTE BIOCENOTIQUE DES ETANGS CORSES

ESPECES	BIGUGLIA	PALO	D'ANA	URBINO	OBSERVATIONS
MULLIDES					
<i>Mullus barbatus</i> L.	R		X	X	Rouget barbet. Dsp.A Biguglia, cantonné au goulet.
<i>Mullus surmuletus</i> L.			X	R	Rouget de roche.Dsp.
SPARIDES					
<i>Boops salpa</i> (L)	X	X	XX	XX	Saupe. Grégaire. Mig. Z.H.
<i>Charax puntazzo</i> (L)	R	R	X	X	Charax.Dsp.Z.H.
<i>Dentex dentex</i> (L)			R	R	Denté.Dsp.Pél.
<i>Diplodus annularis</i> (L)	XX	X	X	X	Sparaillon.)
<i>Diplodus sargus</i> (L)	X	R	XX	XX	)Grégaire Sargue de )Mig. Rondelet )Presque )partout
<i>Diplodus vulgaris</i> G.St Hil.	R	R	XX	XX	Sargue ) Ordinaire )
<i>Pagellus mormyrus</i> (L)	X	X	XX	XXX	Marbré.Grégaire.Mig.
<i>Oblada melanura</i> L.	R		R	R	Oblade.Dsp.Reste près des embouchures.
<i>Sparus auratus</i> (L)	X	X	XX	XX	Daurade.Mig.Presque partout.
LABRIDES					
<i>Coris julis</i> (L)			R		Girelle.Dsp.Rest près des embouchures
<i>Symphodus ocellatus</i> (Forsk)			X	X	Crénilabre ) ocellé. )
<i>Symphodus tinca</i> (L)			XX	XX	) C.paon ) Séd. )

## LISTE BIOGÉNOTIQUE DES ETANGS CORSES

ESPECES	BIGUGLIA	PALO	DIANA	URBINO	OBSERVATIONS
<i>Symphodus roissali</i> (Risso)			X	X	C. a cinq ) tachés ) Z.H.
<i>Symphodus doderleini</i> Jordan			R	R	C. tranche )
URANOSCOPIDES					
<i>Uranoscopus scaber</i> L.			R		Uranoscope. Dsp. Reste près des embouchures
BLENNIDES					
<i>Blennius sanguinolentus</i> Pall.			XX	X	Blennie palmicorne Séd. Z.H.
<i>Blennius pavo</i> Risso	X		XX	XX	Blennie paon. Séd. Z.H.
GOBIIDES					
<i>Gobius cobitis</i> Pall.	X		X	X	Gobie à grosse tête Dsp. Z.H.
<i>Gobius cruentatus</i> L.	R		R	R	Gobie sanglant (idem)
<i>Gobius niger</i> L.	XX		XXX	XXX	Gobie noir ) ou G. jozo ) ) Séd.
<i>Gobius ophiocephalus</i> Pallas	R		XX	XXXX	Gobie lote. ) ) Z.H.
<i>Gobius paganellus</i> L.	XXX	XXX	XX	XX	Gobie ) paganell. )
<i>Pomatoschistus marmoratus</i> Risso	X		XX	XX	Gobie ) marbré ) Séd.
<i>Pomatoschistus microps</i> Kröyer	R	RR			Gobie ) microps. ) limite Z.H.
SCORPENIDES					
<i>Scorpaena porcus</i> L.			X	R	Rascasse brune. Dsp. Reste généralement près des embouchures.

- Dispersion de la taille ( longueur du corps ) à l'intérieur de chaque tamis. Calcul de la moyenne  $\bar{X}$ , de la variance  $S^2$ , de l'écart type  $S$ , du coefficient de variation  $S/\bar{X}$ , de l'erreur type  $S_m$ .
- Poids secs correspondants.
- Caractères sexuels secondaires de la femelle correspondante ( Nombre d'épines sur A II, sens proximal distal).

N° Tamis (v.d.m.en mm)	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
$\bar{X}$	1,084	1,35	1,44	2,89	3,57	3,65
$S^2$	2,0209	0,93	0,047	0,185	0,174	0,16
$S$	0,1447	0,300	0,210	0,430	0,417	0,40
$\frac{S}{\bar{X}}$	0,1330	0,220	0,150	0,148	0,116	0,109
$S_m$	0,0200	0,043	0,030	0,0608	0,059	0,080
Poids sec $\mu g$	2	17	40	110	220	330
Epines A II o +	0.1.1.	1.2.1.	2.2.1.	2.2.1.	2.2.1.	

Moyennes mensuelles des principaux paramètres physico-chimiques du milieu (Biguglia, zone des bordigues de pêche).

1969

1970

		Mars	Mai	Juillet	Aout	Octobre	Décembre	Janvier	Mars	Mai
Cl <sup>-</sup> g/l	S.	0,9	4,8	12,8	15	10	5	4	4,6	9,1
	F.	2,7	5	13	16	10,3	9,6	9,6	4,7	14
T°	S.	9°	18°	25°	29°	20°	7°	7°	7°	23°
	F.	9°	18°	25°	29°	20°	7°	7°	7°	23°
O <sub>2</sub> %	S.	90 %	95 %	100 %	45 à 54%	80 %	90 %	80%	87%	150%
	F.	90 %	95 %	90 %	29 à 38%	50 %	70 %	75%	87%	50%
O <sub>2</sub> ppm	S.	10,5	10,1	13,12	4 à 4,5	7	10,8	8,8	9,6	12,4
	F.	10	10	8	3,5 - 4	5	8,4	8,5	9,6	4,5
pH	S.	7,8	8,5	8,9	7,6	8,4	7,5	7,5	8,1	8,7
	F.	7,9	8,5	6,6	6,9	8,4	7,8	7,8	8,2	8,9
CO <sub>3</sub> H <sub>2</sub> ppm	S.	11,8	4	0	0	0	16	22	0	0
	F.	11,8	4	0	0	0	24	15	0	0
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ppm	S.	0	150	400	230	160	100	100	150	350
	F.	0	150	360	220	100	150	150	160	370
CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ppm	S.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	F.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OH <sup>-</sup> ppm	S.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	F.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SH <sub>2</sub> ppm	S.	0	0	ε	ε	0,1	0,1	0,1	0	0
	F.	0	0	1	1	0,2	0,1	0,1	0	0
Orthoph ates ug/l	S.	0	6,25	18	4	4	5	5	0	4
	F.	0	6,25	0	5	5	6	6	0	5
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> et NO <sub>2</sub> ug/l	S.	0	E	130	160	3	0	0	0	100
	F.	0	E	90	80	2	0	0	0	130

## Annexe 27

1971

Juillet	Août	Oct-Nov.	Janvier	Avril	Juin	Juillet	Août	Octobre	
14,8	14,5	11,2	8,1	2,2	4,6	7,5	11	18	S. Cl g/l
16	17	11,5	12,4	2,5	10,7	7,5	17,5	20,5	F.
30°	26°	16°	9°	14,5°	24°	32°	30°	18°	S. T°
30°	26°	16°	9°	14,5°	24°	32°	30°	18°	F.
140%	100%	120%	100%	95%	150%	90%	110%	90%	S. O <sub>2</sub> %
95%	60%	90%	100%	90%	150%	90%	75%	80%	F.
10	8,1	11,5	11,2	9,2	12	11	8,5	8,2	S. O <sub>2</sub> ppm
7,3	4,8	11	11,2	8,7	11	10	6,5	7,3	F.
8,85	8,85	7,9	7,7	7,8	9,2	9,3	9,1	8,3	S. pH
8,1	7,3	7,9	8,1	7,9	9,1	9,3	8,45	8,5	F.
0	0	0	40	8	0	0	0	0	S. CO <sub>3</sub> H <sub>2</sub>
0	0	0	40	8	0	0	0	0	F. ppm
210	150	120	100	95	0	0	50	100	S. HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
150	100	100	120	90	0	0	70	100	F. ppm
0	0	0	0	0	100	200	15	0	S. CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ppm
0	0	0	0	0	100	200	40	0	F.
0	0	0	0	0	0	50	0	0	S. OH <sup>-</sup> ppm
0	0	0	0	0	0	50	0	0	F.
0	2	0	0	0	0	0	0	0	S. SH <sub>2</sub> ppm
0	1	0	0	0	0	0	1	0	F.
15	40	5	3	2	2,5	2,5	30	20	S. Orthoph.
17	4	10	4,5	6	2,0	2,5	10	20	F. ates ug/l
100	100	100	1	140	0	200	220	10	S. NO <sub>3</sub> et
100	60	150	1	160	0	200	120	10	F. NO <sub>2</sub> ug/l

Variations de densité des invertébrés de la biocénose  
(lagune de Biguglia, zone des bordigues de pêche)  
Résultats exprimés en nombre d'individus/m<sup>2</sup>  
Evaluation sur 1 000 m<sup>2</sup>.

	Juin 68	Août 68	Oct. 68	Déc. 68	Mars 69
<i>Corophium insidiosum</i> C.	75000	56300	40600	60571	1830
<i>Erichthonius brasiliensis</i> D.	60000	4100	249600	6057	0
<i>Tanaïs cavolinii</i> M.F.	4000	80900	94500	5650	4700
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> C.	0	2957	21760	3771	100
<i>Gammarus aequicauda</i> M.	338	5785	0	4685	2500
<i>Melita palmata</i> M.	0	0	0	0	0
<i>Idotea viridis</i> E.	297	5644	638	228	550
<i>Sphaeroma hookeri</i> L.	6	0	0	0	200
Ostracodes	3657	793414	45782		
Copépodes Harpacticoides <i>Kitocra typica</i> B.	3	642			
<i>Brachidontes marini</i> L.	0	0			
<i>Hydrobia acuta</i> C.	196	29571	480		
<i>Cardium glaucum</i> B.		0			
Larves de Chironomes <i>Cricotopus</i>	68	5567			
Larves d'Annelides <i>Platynodrile maseiliensis</i> M.		0			
Foraminifères <i>Rotalia beccarii</i> L.		771			

## Annexe 29

Mai 69	Juil.69	Août 69	Sept.69	Oct.69	Déc.69	Mars 70	Mai 70	Juil.70	Nov.70
16920	20640	276110	261630	210460	35028	5600	19700	21000	145000
0	0	0	0	345	657	0	0	4	605
420	393	0	60	0	0	0	0	8	17
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4675	0	1905	1060	0	4857	1071	3609	8459	14143
0	0	256	2584	1025	0	0	0	0	0
5880	27447	1668	688	1219	144	317	9523	14860	17
4	658	3620	2504	291	0	8,8	1690	7155	411
30578	306000	2712800	421040	47142	37285	5040	141058	81115	79885
					857	34	80	207	0
	2142	0	0	728	142	34	5684	203	9845
	4032	11716	5632	9714	1257	197	30290	25192	4200
					0	17	335	4	257
		640	592	599	3428	0	0	8	514
					2857	309	40	175	195
					714	0	60	0	0

1966

Variances, valeurs moyennes et intervalles de confiance du nombre de *C. insidiosum* adultes (diamètre supérieur à 0,5 mm) et juvéniles (diamètre compris entre 0,2 et 0,5 mm), extraits des *Chaetomorpha linum* contenues dans une colonne d'étang (100 cm<sup>2</sup> sur la hauteur de la lagune) par bande de végétation.  
(I.C. pour p = 0,05).

ADULTES	Dates de prélèvements	10.3	15.5	5.7	14.8	14.9	21.10.69
1°/ Bande de 20 cm contre les bois	V M	16 57 ± 5	92 315 ± 12	76645 2157 ± 346	225315 4190 ± 534	263169 3010 ± 642	27932 4031 ± 207
2°/ Bande des 3 mètres suivants		16 57 ± 5	77 21 ± 11	64 23 ± 10	82944 2144 ± 350	48576 1748 ± 276	103911 1303 ± 103
3°/ Bande des 6,3 mètres suivants		156 50 ± 15	31 10 ± 7	23 14 ± 6	338 228 ± 23	6400 800 ± 99	124790 124 ± 438
JUVÉNILES							
1°/ Bande de 20 cm contre les bois		0	67732 5975 ± 323	62289 5416 ± 987	611714 13728 ± 1134	609024 4004 ± 676	66084 4240 ± 200
2°/ Bande des 3 mètres suivants		0	829 25 ± 36	1021 140 ± 10	360420 7808 ± 751	201870 3146 ± 562	755602 4600 ± 670
3°/ Bande des 6,3 mètres suivants		0	1600 91 ± 50	108 32 ± 13	3428 606 ± 88	39666 2331 ± 395	58272 2384 ± 234

$$\text{Coefficient de variation} = \frac{e}{m} \times 100$$

ADULTES	Dates de prélèvements	10.3	15.5	5.7	14.8	14.9	21.10
1°/ Bande de 20 cm contre les bois		7	1,8	12,8	11	17	1,1
2°/ Bande des 3 mètres suivants		7	35	34,7	13,4	12,6	24,7
3°/ Bande des 6,3 mètres suivants		25	55,6	32,1	10	10	28,1
JUVÉNILES							
1°/ Bande de 20 cm contre les bois			4,3	4,5	6,6	19,1	10,1
2°/ Bande des 3 mètres suivants			31,3	22,8	7,5	14,3	21,7
3°/ Bande des 6,3 mètres suivants			11,2	12,4	11,0	13,0	11,2



1969

Moyennes et intervalles de confiance du nombre de *C. insidiosum* extraits des *Chaetomorpha linum* contenues dans des prises de 500 cm<sup>3</sup> prélevées dans le matelas d'algues, en surface et sur le fond. (I.C. pour p = 0,05).

JEUNES (diamètre compris en 0,2 et 0,5 mm).

		10.3	15.5	6.7	14.8	14.9	21.10.69
1ère bande	Surface	0	5975 ± 700	3020 ± 506	7035 ± 1010	1964 ± 466	4225 ± 810
	Fond	0	5975 ± 700	3170 ± 622	6693 ± 792	2040 ± 510	4355 ± 962
2ème bande	Surface	0	95 ± 36	80 ± 33	5477 ± 346	1859 ± 946	4150 ± 670
	Fond	0	95 ± 36	80 ± 10	2431 ± 405	1287 ± 216	50 ± 17
3ème bande	Surface	0	91 ± 50	45 ± 16	572 ± 76	1316 ± 349	2253 ± 480
	Fond	0	91 ± 50	30 ± 10	36 ± 12	615 ± 46	25 ± 812

Moyennes et intervalles de confiance du nombre de *C. insidiosum* extraits des *Chaetomorpha linum* contenues dans des prises de 500 cm<sup>3</sup> prélevées dans le matelas d'algues, en surface et sur le fond.

ADULTES : (*C. insidiosum* de diamètre supérieur à 0,5 mm).

		10.3	15.5	6.7	14.8	14.9	21.10.69
1ère bande de végétation	Surface	57 ± 5	516 ± 12	1245 ± 155	2105 ± 200	1721 ± 340	2040 ± 40
	Fond	57 ± 5	516 ± 12	1215 ± 205	2185 ± 244	1289 ± 359	2014 ± 26
2ème bande de végétation	Surface	57 ± 5	24 ± 11	20 ± 10	1926 ± 263	1244 ± 215	1301 ± 338
	Fond	57 ± 5	24 ± 11	7 ± 3	214 ± 99	505 ± 61	2 ± 5
3ème bande de végétation	Surface	50 ± 15	10 ± 7	11 ± 5	214 ± 15	622 ± 25	1240 ± 459
	Fond	50 ± 15	10 ± 7	6 ± 4	14 ± 8	142 ± 42	0 ± 1

1969

Evaluation du nombre de juvéniles de *C. insidiosum* (diamètre compris entre 0,2 et 0,5 mm) par m<sup>2</sup> d'étang sur l'épaisseur de la lagune (évaluation sur 1 000 m<sup>2</sup>).

Dates Prélèvements		10.3	15.5	6.7	14.3	14.9	21.10
Valeurs moyennes et intervalles de confiance du Nbre de <i>C. insidiosum</i> ( $\phi$ 0,5mm) contenus dans une colonne d'étang de 100 cm <sup>2</sup> x hauteur de la lagune, par bande de végétation.	bande de 20 cm	0	5575 ± 323	5116 ± 287	13728 ± 1134	4604 ± 975	4290 ± 976
	bande des 3m suivantes	0	95 ± 36	140 ± 40	7908 ± 751	3146 ± 562	4200 ± 1087
	bande des 6,8m suivantes	0	91 ± 50	32 ± 13	606 ± 88	2331 ± 395	2288 ± 294
Correction apportée pour la surface occupée par les algues dans la zone.		35 %	75 %	90 %	70 %	70 %	50 %
Facteurs de correction par bande.	1) x 2	0	8962 ± 4841	3742 ± 1776	19219 ± 1587	5605 ± 1356	4290 ± 976
	2) x 30	0	2157 ± 810	3740 ± 1080	165063 ± 15771	6666 ± 11802	6300 ± 15305
	3) x 68	0	4641 ± 2550	1958 ± 795	28940 ± 1132	110555 ± 18502	77792 ± 9196
Nbre de <i>C. insidiosum</i> ( $\phi$ compris entre 0,2 et 0,5mm) par m <sup>2</sup> d'étang sur l'épaisseur de la lagune.		0	15760 ± 3844	15196 ± 3551	214277 ± 21516	182626 ± 31970	145032 ± 27277
Nbre de <i>C. insidiosum</i> totaux/m <sup>2</sup> d'étang (évaluation sur 1000 m <sup>2</sup> ).		1828 ± 412	16022 ± 4463	20837 ± 1865	275103 ± 31031	261622 ± 13376	210401 ± 48421

Evaluation du nombre d'adultes de *C. insidiosum* ( $\phi$  0,5 mm) par m<sup>2</sup> d'étang sur l'épaisseur de la lagune (évaluation sur 1 000 m<sup>2</sup>).

Dates Prélèvements		10.3	15.5	6.7	14.3	14.9	21.10
Valeurs moyennes et intervalles de confiance du Nbre de <i>C. insidiosum</i> ( $\phi$ 0,5mm) contenus dans une colonne d'étang de 100 cm <sup>2</sup> x hauteur de la lagune, par bande de végétation.	bande de 20 cm	57 ± 5	516 ± 12	2152 ± 316	4290 ± 541	3010 ± 612	4034 ± 207
	bande des 3m suivantes	57 ± 5	24 ± 11	23 ± 10	2144 ± 310	1746 ± 276	1303 ± 403
	bande des 6,8m suivantes	50 ± 15	10 ± 7	14 ± 6	288 ± 23	800 ± 99	1230 ± 438
Correction apportée pour la surface occupée par les algues dans la zone.		35 %	75 %	90 %	70 %	70 %	50 %
Facteurs de correction par bande	1) x 2	40 ± 3,5	112 ± 18	3873 ± 632	6006 ± 831	4214 ± 894	4034 ± 207
	2) x 30	508 ± 52	510 ± 217	501 ± 325	15034 ± 7860	35708 ± 4716	19545 ± 6015
	3) x 68	1190 ± 357	510 ± 397	387 ± 167	12582 ± 1094	66660 ± 1112	41800 ± 1182
Nbre de <i>C. insidiosum</i> ( $\phi$ 0,5mm) par m <sup>2</sup> d'étang sur l'épaisseur de la lagune (évaluation sur 1000 m <sup>2</sup> ).		1828 ± 412	1162 ± 672	5051 ± 1111	51880 ± 2155	50100 ± 11403	65308 ± 21144
Nbre de <i>C. insidiosum</i> totaux/m <sup>2</sup> d'étang (évaluation sur 1000 m <sup>2</sup> ).		1828 ± 412	1162 ± 672	5051 ± 1111	51880 ± 2155	50100 ± 11403	65308 ± 21144

1970

Evaluation du nombre de juvéniles de *C. insidiosum* (diamètre compris en 0,2 et 0,5 mm) par m<sup>2</sup> d'étang sur l'épaisseur de la lagune (évaluation sur 1 000 m<sup>2</sup>).

Dates Prélèvements		10.3	25.5	25.7	27.8	22.9	11.11
Valeurs moyennes et intervalles de confiance du Nbre de Corophium ( $\phi$ à 0,5 mm) contenus dans une colonne d'étang de 100 cm <sup>2</sup> x hauteur de la lagune, par bande de végétation.	bande de 20 cm	448	1014	4250	13000	12500	7428
	bande des 3 m suivants	00	213	368	6750	8720	6465
	bande des 6,8 m suivants	33,6	35	114	2473	2844	1185
Correction apportée pour la surface occupée par les algues dans la zone.		60 %	75 %	60 %	60 %	50 %	40 %
Facteurs de correction par bande.	1) x 2	537	6721	5100	15600	12500	5042
	2) x 30	1620	4792	6620	12150	130800	77126
	3) x 68	1371	1794	4651	100900	96700	32232
Nbre de Corophium ( $\phi$ de 0,2 à 0,5 mm) / m <sup>2</sup> d'étang sur l'épaisseur de la lagune.		3528	12607	16380	238000	240000	116000
Nbre de Corophium totaux/m <sup>2</sup> d'étang (évaluation sur 1000 m <sup>2</sup> ).		5600	19700	21000	280000	300000	145000

Evaluation du nombre d'adultes de *C. insidiosum* (diamètre supérieur à 0,5 mm) par m<sup>2</sup> d'étang sur l'épaisseur de la lagune (évaluation sur 1 000 m<sup>2</sup>).

Dates Prélèvements		10.3	25.5	25.7	27.8	22.9	11.11
Valeurs moyennes et intervalles de confiance du Nbre de Corophium ( $\phi$ à 0,5 mm) contenus dans une colonne d'étang de 100 cm <sup>2</sup> x hauteur de la lagune, par bande de végétation.	bande de 20 cm	203	2500	2250	4100	4000	3000
	bande des 3 m suivants	55	99	75	1700	1500	1270
	bande des 6,8 m suivants	20,5	22	14	109	985	417
Correction apportée pour la surface occupée par les algues dans la zone.		60 %	75 %	60 %	60 %	50 %	40 %
Facteurs de correction par bande.	1) x 2	244	3750	2700	4920	4000	2400
	2) x 30	990	2727	1350	30600	22500	15240
	3) x 68	848	1115	570	4480	33500	11360
Nbre de Corophium ( $\phi$ > 0,5 mm) / m <sup>2</sup> d'étang sur l'épaisseur de la lagune.		2072	2703	460	12700	60000	20000
Nbre de Corophium totaux/m <sup>2</sup> d'étang (évaluation sur 1000 m <sup>2</sup> ).		6000	19700	11000	280000	300000	145000

Analyse des populations naturelles de  
*Corophium insidiosum* C.

Légende :

QG = femelles gestantes

QLL = femelles à lamelles incubatrices  
à soies longues (ayant libéré une portée).

QLC = femelles à lamelles courtes  
(n'ayant pas reproduit).

14-8-69

	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1
%	40,5	15	21,5	19	3,5	0,5
♀ QG	0	0	0	7	1,75	0
♀ LLL	0	0	0	2,5	0,30	0
♀ LC	32,5	7	9	2,5	0	0
♂	8	8	12,5	7	1,45	0,5

10-3-69

	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1
%	0	00	0	51	29	20
♀ QG	0	0	0	8	11	10
♀ LLL	0	0	0	3	4	3
♀ LC	0	0	0	16	2	0
♂	0	0	0	24	12	7

14-9-69

	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1
%	5	15	47	29	1	0
♀ QG	0	0	0	13,5	1	0
♀ LLL	0	0	0	3,5	0	0
♀ LC	4	9	21	3,5	0	0
♂	1	9	26	8,5	0	0

15-5-69

	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1
%	5	28	0	1,3	1	4,7
♀ QG	0	0	0	0,2	0,25	1,6
♀ LLL	0	0	0	0,3	0,25	2
♀ LC	50	15	0	0	0	0
♂	15	13	0	0,8	0,5	0,9

21-10-69

	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1
%	19	23	27	30	1	0
♀ QG	0	0	0	9,5	0,25	0
♀ LLL	0	0	0	6	0,5	0
♀ LC	14	10,5	13,5	2,25	0	0
♂	5	12,5	14,5	12,25	0,25	0

6-7-69

	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1
%	35	26	5	25,5	0,5	0
♀ QG	0	0	0	8	0,5	0
♀ LLL	0	0	0	2,5	0	0
♀ LC	31	17,4	4,1	4,5	0	0
♂	7	10,5	3,3	10,5	0	0

23-12-69

	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1
%	7	10	18	62,5	2,5	0
♀ QG	0	0	0	1,25	0	0
♀ LLL	0	0	0	1,25	0	0
♀ LC	6	7	11,5	30	1,25	0
♂	1	5	6,5	30	1,25	0

10-3-70

	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1
%	51	1	11	21,25	9,5	6,25
♀ G	0	0	0	3,25	4	3,25
♀ LL	0	0	0	1	1,5	2
♀ LC	40	1	3	6	0	0
♂	11	0	8	11	4	1

25-7-70

	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1
%	45	19	14	14	7	1
♀ G	0	0	0	4	4	0
♀ LL	0	0	0	2	1	0
♀ LC	43	18	10	0	0	0
♂	2	1	4	8	2	1

25-5-70

	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1
%	14,5	16,5	33	30	0,5	5,5
♀ G	0	0	0	5	0	3,5
♀ LL	0	0	0	2,5	0	0,5
♀ LC	10,5	8,5	13	10	0	0
♂	4	8	20	12,5	0,5	1,5

27-5-70

	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1
%	50	20	15	12	2,5	0,5
♀ G	0	0	0	3	1	0
♀ LL	0	0	0	1	0	0
♀ LC	42	15	6	3	0	0
♂	6	5	9	5	1,5	0,5

25-6-70

	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1
%	27,4	24,7	20,4	20,98	4,93	1,59
♀ G	0	0	0	8	1	0
♀ LL	0	0	0	5	0,43	0
♀ LC	22,4	17,7	12	1	0	0
♂	5	7	8,4	6,98	3	1,59

22-9-70

	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1
%	26	28,6	25,4	17	2	1
♀ G	0	0	0	5	1	0
♀ LL	0	0	0	3	1	1
♀ LC	21	18,6	15,4	3	0	0
♂	5	10	10	6	0	0

11-11-70

	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1
%	26	22	32	17	2	1
♀ G	0	0	0	3	0	0
♀ LL	0	0	0	2	1	0
♀ LC	21	11	9	1	0	0
♂	5	11	23	11	1	1

15-3-71

	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1
%	0	0	0	54	26	20
♀ G	0	0	0	0	5	15
♀ LL	0	0	0	3	4	3
♀ LC	0	0	0	30	8	0
♂	0	0	0	21	9	2

23-6-71

	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1
%	45	3	24	28	0	0
♀ G	0	0	0	4	0	0
♀ LL	0	0	0	7	0	0
♀ LC	37	2	12	0	0	0
♂	6	1	12	17	0	0

10-4-71

	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1
%	67	0	0	13	0	0
♀ G	0	0	0	1	0	0
♀ LL	0	0	0	7	0	0
♀ LC	70	0	0	0	0	0
♂	17	0	0	5	0	0

6-9-71

	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1
%	7	45	38	10	0	0
♀ G	0	0	0	4	0	0
♀ LL	0	0	0	2	0	0
♀ LC	6	35	18	0	0	0
♂	1	10	20	4	0	0

5-6-71

	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1
%	4	49	33	13	1	0
♀ G	0	0	0	3	0,4	0
♀ LL	0	0	0	1	0,3	0
♀ LC	3	35	22	4	0	0
♂	1	14	11	5	0,3	0

14-10-71

	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1
%	0	0	88	8,5	2,5	0
♀ G	0	0	0	1,5	0,5	0
♀ LL	0	0	0	5	1	0
♀ LC	0	0	45	0	0	0
♂	0	0	44	2	1	0

21-7-71

	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1
%	32	41	16	11	0	0
♀ G	0	0	0	4	0	0
♀ LL	0	0	0	2	0	0
♀ LC	22	27	10	1	0	0
♂	10	14	6	4	0	0

11-11-71

	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1
%	28	25	27	16	2	2
♀ G	0	0	0	1	0	1
♀ LL	0	0	0	2	2	1
♀ LC	25	15	17	0	0	0
♂	3	10	10	13	0	0

## Annexe 37

A Dispersion de la taille des femelles autour de la moyenne

B Dispersion du nombre d'embryons par femelle

Calcul de la moyenne ( $\bar{X}$ ), de la variance ( $s^2$ ) de l'écart type ( $s$ ), du coefficient de variation  $s/\bar{x}$ , de l'erreur type ( $sm$ ), et intervalle de confiance pour  $p = 0,01$ .

A	$\bar{X}$	$s^2$	$s$	$\frac{s}{\bar{X}}$	$sm$	$\bar{X} \pm tsm$
3/69	3,93	0,175	0,41	0,10	0,053	3,93 $\pm$ 0,17
5/69	4,09	0,326	0,57	0,13	0,126	4,09 $\pm$ 0,34
7/69	2,56	0,160	0,42	0,15	0,054	2,56 $\pm$ 0,14
8/69	3,0	0,110	0,33	0,11	0,044	3,0 $\pm$ 0,11
9/69	2,87	0,064	0,25	0,087	0,031	2,87 $\pm$ 0,08
10/69	2,67	0,078	0,27	0,104	0,044	2,67 $\pm$ 0,12
5/70	2,53	0,229	0,47	0,185	0,082	2,53 $\pm$ 0,22
7/70	3,61	0,167	0,409	0,113	0,0573	3,61 $\pm$ 0,15
7/70	2,8	0,084	0,291	0,103	0,0415	2,8 $\pm$ 0,103
8/70	2,95	0,068	0,258	0,100	0,0358	2,95 $\pm$ 0,09
9/70	2,86	0,103	0,321	0,118	0,0458	2,86 $\pm$ 0,119
11/70	2,99	0,101	0,319	0,106	0,0732	2,99 $\pm$ 0,20
7/71	2,89	0,12	0,43	0,15	0,051	2,89 $\pm$ 0,165

B	$\bar{X}$	$s^2$	$s$	$\frac{s}{\bar{X}}$	$sm$	$\bar{X} \pm tsm$
3/69	7,35	22,00	4,75	0,64	0,76	7,35 $\pm$ 2
5/69	11,0	48,2	6,94	0,63	1,55	11 $\pm$ 4
7/69	5,3	9,54	3,08	0,57	0,59	5,3 $\pm$ 1,35
8/69	7,37	20,08	4,48	0,60	0,70	7,37 $\pm$ 1,8
9/69	5,50	6,46	2,54	0,46	0,40	5,5 $\pm$ 1,07
5/70	8,77	14,83	3,85	0,43	0,55	8,77 $\pm$ 1,26
8/70	6,16	14,01	3,74	0,60	0,53	6,16 $\pm$ 1,42
7/71	4,70	8,45	2,90	0,61	0,41	4,70 $\pm$ 1,65

Evaluation saisonnière de biomasse de l'algue *Chaetomorpha linum* basées sur des prélèvements effectués à l'aide de la " faucheuse rotative ".

1968

Ensoleillement  
(heures par mois)  
Température de l'eau  
(d°c)  
Biomasse des  
*Chaetomorpha* (PH/m<sup>2</sup>)

Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septemb.	Octobre	Novembre	Décembre
241	213	222	278	371	286	233	228	41,4	28,9
15°	16°	20°	23°	28°	26°	25°	20°	18°	7°
2,5	3	4,5	6,8	6	5,8	5,2	4,8		

1969

Ensoleillement  
(heures par mois)  
Température de l'eau  
(d°c)  
Biomasse des  
*Chaetomorpha* (PH/m<sup>2</sup>)

115	216	235	286	336	279	215	239	165	126
9°	15°	18°	22°	25°	29°	26°	20°	15°	7°
1,5	2,5	3,5	5,5	6,5	6	6	4,5		0,8

1970

Ensoleillement  
(heures par mois)  
Température de l'eau  
(d°c)  
Biomasse des  
*Chaetomorpha* (P.H/m<sup>2</sup>)

165	249	304	263	372	305	266	249	187	128
7°	15°	23°	27°	30°	26°	22°	16°	16°	8°
2	2	6	7	7	5	3	2	1,7	

1971

Ensoleillement  
(heures par mois)  
Température de l'eau  
(d°c)  
Biomasse des  
*Chaetomorpha* (PH/m<sup>2</sup>)

151	196	251	329	369	329	245	239,6	141,8	161,9
8°	14°,5	22°	24°	31°	28°	26°	18°	15°	9°
2	2	4,5	5	5	5	3,5			

Résultats concernant la croissance contrôlée de jeunes éléments de *Chaetomorpha linum* en vivier dans le milieu naturel :

- 9 juillet au 24 juillet (15 jours) : biomasse x 1,5 ou 2.
- 9 juillet au 17 août (35 jours) : biomasse x 3
- 24 juillet au 17 août (22 jours) : biomasse x 2
- 17 août au 30 août (23 jours) : biomasse x 0

Croissance des *Chaetomorpha* non perceptible et invasion par les algues *Lophosiphonia subadunca* et *Cladophora vagabunda*. Présence de débris organiques importants.



Accroissement par jour ( en  $\mu\text{g}$ ) de cohortes de différents stades, sélectionnées au tamis ( vide de maille en mm.)

$$\frac{\text{BF} - \text{B I} \times 100/\text{j}}{\text{NI}} = \frac{\text{Biomasse de fin d'immersion} - \text{Biomasse de départ} \times 100/\text{j}}{\text{Nombre d'individus immergés.}}$$

1970

Tamis	25/5 - 25/7	25/7 - 17/8	17 - 27/8	27/8 - 22/9
0,2	+ 50 $\pm$ 45	+ 764 $\pm$ 450	+ 5 $\pm$ 10	- 75 $\pm$ 34
0,3	+ 180 $\pm$ 80	+ 3756 $\pm$ 980	+ 20 $\pm$ 12	- 70 $\pm$ 41
0,4	+1135 $\pm$ 271	+ 5965 $\pm$ 1200	+ 45 $\pm$ 31	- 45 $\pm$ 32
0,5 et 0,6	+1197 $\pm$ 223	+15651 $\pm$ 3500	+ 75 $\pm$ 150	- 32 $\pm$ 75

1971

Tamis	10/4 - 5/6	5/6 - 12/7	25/7 - 23/8	6/9 - 14/10
0,2	2,6 $\pm$ 11	18 $\pm$ 44	48 $\pm$ 26	259 $\pm$ 334
0,3		150 $\pm$ 200	289 $\pm$ 462	615 $\pm$ 334
0,4		359 $\pm$ 1229	650 $\pm$ 700	1239 $\pm$ 333
0,5 et 0,6	- 1,2 $\pm$ 2,2	- 11 $\pm$ 100	- 185 $\pm$ 90	

## Annexe 40

Nombre de *C. insidiosum* par m<sup>2</sup> d'étangComposition de la population par stades délimités par tamis  
( le n° des tamis correspond au vide de maille en mm ).

1969

n° Tamis	10.3	15.5	6.7	14.8	14.9	21.10	23.12
o,2	0	11032	7900	169240	62100	39991	2450
o,3	0	4728	5880	44990	82170	48410	3500
o,4	0	0	1700	0	38350	56830	6300
o,5	1099	216	5300	51836	77000	63144	21875
o,6	529	187	50	9644	2000	2105	875
o,7	200	757	0	401	0	0	0
Total	1828	16922	20840	276100	261630	210480	35000

1970

n° Tamis	10.3	25.5	25.6	25.7	27.8	22.9	11.11
o,2	2856	2856	5550	9450	140000	78000	37700
o,3	56	3250	5000	3990	56000	86000	31900
o,4	616	6501	4130	2940	42000	76000	46400
o,5	1190	5910	4250	2940	33600	51000	24650
o,6	532	100	1000	1470	7000	6000	2900
o,7	350	1083	320	210	1400	3000	1450
Total	5600	19700	20250	21000	280000	300000	145000

1971

n° Tamis	10.4	5.6	21.7	23.8	6.9	14.10	11.11
o,2	6090	100	736	850	3192	0	1120
o,3	0	1225	943	56	1400	0	1000
o,4	0	825	368	453	560	2950	1080
o,5	910	325	254	529	448	1925	640
o,6	0	25	0	0	0	125	80
o,7	0	0	0	0	0	0	80
Total	7000	2500	2300	1888	5600	5000	4000

## Annexe 41

Biomasse de *C. insidiosum* (mg de Poids sec/m<sup>2</sup> d'étang)  
 Biomasse par stades délimités par tamis  
 ( le n° du tamis correspond au vide de maille en mm )

1969

n° tamis	10.3	15.5	6.7	14.8	14.9	21.10	23.12
0,2	0	22,06	15,80	338,48	124,20	79,98	4,90
0,3	0	80,37	99,96	764,83	1396,89	822,97	59,50
0,4	0	0	68,00	0	1534,00	2273,20	252,00
0,5	120,89	23,76	583,00	5701,96	8470,00	6 945,84	2406,25
0,6	116,38	41,14	11,00	2121,68	440,00	463,10	192,50
0,7	55,00	249,81	0	110,27	0	0	0
Total	292	417	778	9037	11965	10585	2915

1970

n° tamis	10.3	25.5	25.6	25.7	27.8	22.9	11.11
0,2	5,71	5,71	11,10	18,90	280,00	156,00	75,40
0,3	0,95	55,25	85,00	67,83	952,00	1462,00	542,30
0,4	24,64	260,04	165,20	117,60	1680,00	3040,00	1856,00
0,5	130,90	650,10	467,50	323,40	3696,00	5610,00	2711,50
0,6	117,04	22,00	220,00	323,40	1540,00	1320,00	638,00
0,7	96,25	359,39	105,60	57,75	385,00	825,00	398,75
Total	375,5	1350,5	1054,4	908,8	8533,0	12413,0	6221,9

1971

n° tamis	10.4	5.6	21.7	23.8	6.9	14.10	11.11
0,2	12,18	0,20	1,47	1,35	6,38	0	2,24
0,3	0	20,82	16,03	0,76	23,80	0	17,00
0,4	0	33,00	14,72	14,40	22,40	118,00	43,20
0,5	100,10	35,75	27,94	46,20	49,28	211,75	70,40
0,6	0	55,00	0	0	0	27,50	17,60
0,7	0	0	0	0	0	0	26,40
Total	112,2	144,7	60,1	62,7	109,7	357,25	176,80

- Accroissement par jour de l'ensemble des *C. insidiosum* de chaque stade (N° tamis) en mg P.S./m2.
- Production mg/jour/m2.

1969

N° Tamis	10.3	15.5	6.7	14.8	14.9	21.10	23.12
0,2	0	11,03	7,90	169,24	62,10	12,35	0,24
0,3	0	9,45	11,76	89,98	164,34	145,00	3,50
0,4	0	0	4,25	0	95,87	20,30	8,82
0,5	1,97	0,51	14,31	155,50	207,90	150,67	39,37
0,6	1,37	0,44	0,13	28,93	5,40	6,28	2,27
0,7	0,36	1,51	0	0	0	0	0
P	3,71	22,96	38,35	443,66	535,61	334,61	54,21

1970

N° Tamis	10.3	25.5	25.6	25.7	27.8	22.9	11.11
0,2	0,28	2,85	5,55	9,45	140,00	78,00	37,70
0,3	0,05	6,50	10,00	7,98	112,00	172,00	63,80
0,4	0,86	13,00	12,39	8,82	126,00	152,00	92,80
0,5	2,14	14,18	12,75	8,82	100,80	122,60	59,16
0,6	1,38	0,24	3,00	4,41	21,00	14,40	6,96
0,7	0,63	2,16	0	0	0	6,00	2,90
P	5,36	38,94	43,69	39,48	499,80	544,80	263,32

1971

N° Tamis	10.4	5.6	21.7	23.8	6.9	14.10	11.11
0,2	6,09	0,10	3,53	0,85	3,19	0	0,11
0,3	0	2,45	4,52	0,11	2,80	0	1,00
0,4	0	2,47	1,76	1,35	1,34	5,90	1,51
0,5	2,18	0,97	1,21	1,58	1,68	4,62	1,15
0,6	0	0,07	0	0	0	0,30	0,20
0,7	0	0	0	0	0	0	0,14
P	8,27	6,07	11,04	3,9	9,01	10,82	4,12

- Biomasse des morts en mg (P.S)/m<sup>2</sup>/jour/stade.
- et biomasse totale des morts en mg par jour.

1969

n° tamis	10.3	15.5	6.7	14.8	14.9	21.10
0,2 <sup>mm</sup>	0	2,1	0,76	43,6	0	0
0,3	0	10,9	12,1	113,3	72,8	0
0,4	0	0	0	0	0	0
0,5	2,2	0	0	314,2	589,2	403,3
0,6et0,7	4,4	15,7	2,85	94,2	62,8	47,1
Total	6,6	28,7	15,7	565,5	724,8	450,4

1970

n° tamis	10.3	25.5	25.6	25.7	27.8	22.9
0,2 <sup>mm</sup>	0,93	0	0,14	0	28	0
0,3	0	0	2,83	0	19,8	24,2
0,4	0	6,76	2,22	0	62,2	92,3
0,5	0	2,2	23,57	47,14	314,1	183,3
0,6et0,7	5,5	9,1	23,57	125,7	157,1	45
Total	6,4	18,00	52,33	172,8	759,5	345

1971

n° tamis	10.4	5.6	21.7	23.8	6.9	14.10
0,2 <sup>mm</sup>	2	0	0,12	1,2	0,6	0
0,3	0	1,13	1,77	0	1,4	0
0,4	0	2,22	0	0	0,4	4
0,5	0	2,35	29,9	3,9	7,85	10,2
0,6et0,7	0	0,49	0	0	0	2,2
Total	2	6,19	31,1	5,1	10,25	16,4

P/B journaliers : A/B  
M/B

$A = (B_1 - B_0)$  journalier  
 $M = (B_m)$  journalier.

1969

	10.3	15.5	6.7	14.8	14.9	21.10
A/B	0,012	0,055	0,049	0,049	0,044	0,031
M/B	0,022	0,068	0,020	0,062	0,060	0,42

1970

	10.3	25.5	25.6	25.7	27.8	22.9
A/B	0,014	0,028	0,041	0,043	0,058	0,043
M/B	0,017	0,013	0,049	0,19	0,08	0,027

1971

	10.4	5.6	21.7	23.8	6.9	14.10
A/B	0,007	0,041	0,18	0,062	0,082	0,040
M/B	0,017	0,042	0,51	0,081	0,93	0,045

