



HAL
open science

ÉLÉMENTS DE PROSPÉRITÉ DES BIOTOPES DES SÉDIMENTS MEUBLES INTERTIDAux ET ÉCOLOGIE DE LEURS POPULATIONS EN MICROFAUNE ET MACROFAUNE

Jeanne Renaud-Debyser, Bernard Salvat

► **To cite this version:**

Jeanne Renaud-Debyser, Bernard Salvat. ÉLÉMENTS DE PROSPÉRITÉ DES BIOTOPES DES SÉDIMENTS MEUBLES INTERTIDAux ET ÉCOLOGIE DE LEURS POPULATIONS EN MICROFAUNE ET MACROFAUNE. *Vie et Milieu*, 1963, pp.463-550. hal-02932301

HAL Id: hal-02932301

<https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-02932301v1>

Submitted on 7 Sep 2020

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

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

ÉLÉMENTS DE PROSPÉRITÉ DES BIOTOPES DES SÉDIMENTS MEUBLES INTERTIDAU ET ÉCOLOGIE DE LEURS POPULATIONS EN MICROFAUNE ET MACROFAUNE

par Jeanne RENAUD-DEBYSER et Bernard SALVAT

SOMMAIRE

INTRODUCTION	464
CHAPITRE I. — <i>Les Biotopes</i>	466
A. Les plages	466
B. Etude physico-chimique des sédiments	470
CHAPITRE II. — <i>Données faunistiques qualitatives et quantitatives.</i>	483
A. Compte-rendus des comptages. Liste de faune	485
B. Données faunistiques quantitatives ramenées à un même volume de sédiment	491
C. Biovolume et poids en cendres de la faune.	494
CHAPITRE III. — <i>Étude écologique de chaque station</i>	497
A. Stations de la Manche	501
B. Stations de l'Atlantique : Bassin d'Arcachon.	504
CHAPITRE IV. — <i>Écologie dynamique des peuplements</i>	510
A. Influence du mode	511
B. Influence du niveau	517
C. Influence de la salinité	520
D. Les peuplements et leur nourriture	527
E. Comparaison de la richesse faunistique des sédiments meubles intertidaux avec d'autres milieux	535
RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS	539
BIBLIOGRAPHIE	540

INTRODUCTION

Les auteurs du présent travail qui étudiaient les sédiments sableux intertidaux, l'un du point de vue de la faune interstitielle, et l'autre, de la macrofaune endogée, ont pensé que ces domaines généralement séparés d'une manière arbitraire devaient faire l'objet d'une seule et même étude écologique. A leur connaissance, peu de travaux traitant à la fois de la microfaune et de la macrofaune contenues dans un même volume de sédiment, et accompagnés d'études physico-chimiques du milieu, ont été effectués sur les estrans sableux intertidaux.

REES en 1940 a fait une étude quantitative des groupes composant la faune d'un estran vaseux de l'estuaire de l'Exe, avec des mesures portant sur la granulométrie, la salinité et le pH.

MARE en 1942 dans un travail presque exclusivement faunistique a dénombré le « microbenthos » (Bactéries, Algues et êtres unicellulaires), le « méiobenthos » (faune interstitielle et petite macrofaune) et enfin le « macrobenthos » (macrofaune) d'un fond vaseux de 45 m de profondeur. Seule la surface de la vase fut prospectée, le sédiment étant réduit dès les premiers centimètres.

Dans le domaine *intertidal sableux* les études faunistiques ont presque toujours été effectuées séparément selon la taille des individus récoltés.

En ce qui concerne la *microfaune*, on trouvera dans les travaux de REMANE (1925 à 1955), dans l'ouvrage de DELAMARE DEBOUTTEVILLE (1960) et le travail de RENAUD-DEBYSER (1963) des bibliographies complètes concernant des plages de mers sans marées ou à marées.

Pour la *macrofaune*, DAVANT et SALVAT (1961) ont donné un historique des travaux quantitatifs effectués dans l'intertidal sableux. Nous nous référerons à ces différents articles au cours de cette étude.

Notre but étant d'étudier en équipe, la richesse faunistique en microfaune et macrofaune des sédiments meubles intertidaux, en rapport avec une analyse physico-chimique du milieu, le choix et les limites du travail ont été précisés ainsi :

A) Choix des faciès

Sur la Manche et sur l'Atlantique (Bassin d'Arcachon), des biotopes présentant des différences de mode (battu, semi-abrité et calme) ont été choisis; des stations ont été prospectées à des niveaux

différents. Enfin certaines plages présentant un caractère particulier ont été traitées plus en détail, soit à cause de l'abondance d'une espèce intéressante, soit à cause de la présence d'un facteur écologique se manifestant d'une manière plus ou moins marquée.

A ce large éventail de faciès intertidaux sableux ont été appliquées les mêmes mesures physico-chimiques de milieu, qui seules permettent de donner une base solide à une étude écologique.

B) *Limites des études faunistiques*

Le « microbenthos » de MARE (1942) c'est-à-dire les Bactéries, les Algues microscopiques et les Protozoaires, n'a pas été dénombré, mais nous en avons déterminé le poids sec qui se trouve inclus dans nos calculs de teneur en matière organique et de richesse animale du sédiment.

La faune présente a été séparée en microfaune et macrofaune à la fois par la taille et, par voie de conséquence, par les méthodes qui permettent les récoltes.

La *microfaune* comprendra donc la faune interstitielle (meïobenthos de MARE, 1942 et mesopsammon de REMANE, 1951) dont la taille des espèces varie de 2 500 μ à 100 μ .

La *macrofaune* incluera les Invertébrés de taille toujours supérieure à 1 mm et essentiellement constitués ici par des Annélides, Mollusques, Isopodes, Tanaïdacs et Amphipodes.

C) *Méthodes*

Le présent travail n'a pas fait l'objet de techniques nouvelles. Nous avons conservé nos méthodes respectives d'extraction totale de la faune du sédiment, exposées dans nos travaux précédents (DAVANT et SALVAT, 1961 et RENAUD-DEBYSER, 1963). Mais il nous a fallu adapter les quantités de sable prospectées à une mesure commune, pour qu'il nous soit possible de les incorporer dans des résultats d'ensemble.

Enfin on verra dans les chapitres suivants comment nous avons pu relier nos études physico-chimiques de milieu à nos recensements faunistiques et en déduire ainsi une meilleure connaissance de l'écologie des peuplements des estrans sableux intertidaux.

Nous remercions Monsieur le Professeur WEILL, Directeur de l'Institut de Biologie Marine d'Arcachon, d'avoir bien voulu mettre à notre disposition les moyens matériels qui nous permirent de mener à bien ce travail, grâce à l'aide efficace de tout le personnel.

Nos remerciements vont également à Monsieur le Professeur DEFRETTIN, Directeur de la Station de Biologie Maritime de Wimereux, à partir de laquelle les stations de la Manche furent prospectées. L'un de nous exprime sa reconnaissance à Monsieur le Professeur FISCHER, du Muséum

d'Histoire Naturelle, pour l'avoir autorisé à travailler sur le terrain grâce aux crédits attribués par la bienveillance du C.N.R.S.

Nous remercions Monsieur P. DAVANT, du Laboratoire d'Anatomie Comparée de la Faculté des Sciences de Bordeaux d'avoir bien voulu déterminer pour nous, les Annélides Polychètes de la macrofaune.

LES BIOTOPES

A. LES PLAGES

I. PLAGES DE LA MANCHE

a) *Wissant*

A 23 km au Nord de Boulogne, Wissant est une plage rectiligne de sable blanc, au mode battu, entre les Caps Gris Nez et Blanc Nez. Un estran de plus de 500 m découvre aux plus fortes marées.

Marnage par coefficient 100 (1) : 7,00 m.

Niveau moyen : 4,15 mètres.

Deux stations ont été prospectées

— Station A : 4,20 m c'est-à-dire approximativement le niveau moyen.

— Station B : 2,10 m, c'est-à-dire Niveau de Basse Mer de Morte Eau moyenne (BMME) de coefficient 45.

b) *Wimereux*

A 7 km au Nord de Boulogne, le biotope étudié se situe devant l'ancienne station biologique de Wimereux (Pointes aux Oies). La plage de sable gris découvre sur près de 300 m en vives eaux. Mode battu.

Marnage par coefficient 100 : 8,31 m.

Niveau moyen : 4,95 m.

Station étudiée : 3,45 m, c'est-à-dire le niveau de basse mer des plus faibles marées (coefficient 20).

c) *Authie*

La baie d'Authie se trouve à une cinquantaine de kilomètres au Sud de Boulogne. L'Authie traverse la baie par un chenal jusqu'à

(1) Avec le niveau de chaque station étudiée on donnera pour la localité l'amplitude de marée par coefficient 100 et le niveau moyen, ce qui permettra de juger du niveau de la station prospectée.

son embouchure, le reste de la baie émerge pendant le reflux. La station prospectée sur la plage de Groffliers est au pied même du pré salé. C'est un faciès sableux au sédiment réduit dès 10 cm de profondeur, le mode est calme.

Marnage par coefficient 100 : 8,50 m.

Niveau moyen : 5,15 m.

Station étudiée : 8,95 m, atteinte par le flot par coefficient de 85-90, niveau de haute mer de vive eau.

II. PLAGES DE L'ATLANTIQUE : BASSIN D'ARCACHON

Les plages prospectées de la Vigne et du Camp sont situées sur la côte ouest du Bassin d'Arcachon. Plages sableuses et sablo-vaseuses d'un mode semi-abrité protégées de la houle par la présence de parcs à huîtres et de collecteurs (voir DAVANT et SALVAT, 1961). Ceux-ci contribuent d'ailleurs à l'accumulation de débris coquilliers et végétaux en bas de plage. La zone de balancement des marées s'étend en vives eaux sur 40 mètres à la Vigne et sur 65 m au Camp. La nappe d'eau douce qui sourd au milieu de l'estran de cette dernière plage permet l'étude d'un biotope intéressant.

Marnage par coefficient 100 : 4,07 m.

Niveau moyen : 2,15 m.

a) *La Vigne.*

La station prospectée se situe au niveau de basse mer de vive eau d'équinoxe, à la cote approximative de 0,10 m. Ce bas de plage est sablo-vaseux; au niveau de la station prospectée il y a, lorsque la mer découvre à basse mer, un ruissellement continu d'eau de résurgence de la partie haute de l'estran. L'eau interstitielle contient de très nombreuses particules en suspension qui contribuent à sa turbidité (voir DAVANT et SALVAT, 1961).

b) *Le Camp*

Au moment de la basse mer, l'eau infiltrée dans le haut de plage pendant la haute mer, sourd au niveau de l'horizon de résurgence. Au-dessous de celui-ci sourd également une nappe d'eau douce dont le niveau fluctue quelque peu selon l'époque de l'année et le coefficient de la marée. Trois stations ont été étudiées sur cette plage.

La Station A se situe au niveau de l'horizon de résurgence. Elle n'est donc jamais atteinte par l'arrivée d'eau douce. Son niveau est de 1,27 m.

La Station B est au niveau de l'arrivée d'eau douce; sa cote par rapport au zéro hydrographique d'Arcachon est de 1,00 m. La Station C légèrement plus basse est à 0,76 m. Station également perturbée par l'arrivée d'eau douce. La Station D est analogue à la station C (même niveau) mais prospectée au cours de marées précédentes, elle n'a fait l'objet que d'une étude faunistique sans mesures physico-chimiques.

On trouvera plus loin des précisions concernant les salinités de ces différentes stations. Chacun de ces trois biotopes sont équidistants sur le terrain de 6 mètres. Leurs niveaux sont compris entre la plus faible basse mer de morte eau (1,68 m, coef. 20) et le niveau de basse mer moyenne (0,60 m, coef. 70).

c) *Arguin*

Le banc d'Arguin situé à l'entrée du Bassin (entre le Cap Ferret et la Dune du Pylat) est un banc de sable à la morphologie en évolution constante. Sur la côte est de ce banc, une avancée de sédiment haute de plusieurs mètres et remontant vers le nord a isolé presque complètement une lagune, dont la communication avec les passes n'est plus qu'un étroit goulot. La station étudiée, dans la lagune, au niveau de basse mer, est océanique bien que les conditions hydrologiques de la lagune modifient les caractéristiques habituelles d'un faciès sableux océanique. En effet les courants assurent le dépôt de particules en suspension dans l'eau de mer, à la surface de la station considérée.

Avec les cartes des stations prospectées (fig. 1), le tableau I facilitera la lecture du présent travail.

TABLEAU I
Niveaux des stations prospectées

LOCALITÉS	NOMS DES STATIONS	NIVEAU
Wissant	Wissant A	Niveau moyen.
Wissant	Wissant B	Basse mer de morte eau moyenne.
Wimereux	Wimereux	Basse mer de la plus faible marée.
Authie	Authie	Haute mer vive eau.
Arcachon	La Vigne	Basse mer vive eau.
Arcachon	Camp A	Entre la plus faible basse mer et le niveau de basse mer moyenne.
Arcachon	Camp B	Idem.
Arcachon	Camp C ou D	Idem.
Arcachon	Arguin	Basse mer moyenne.

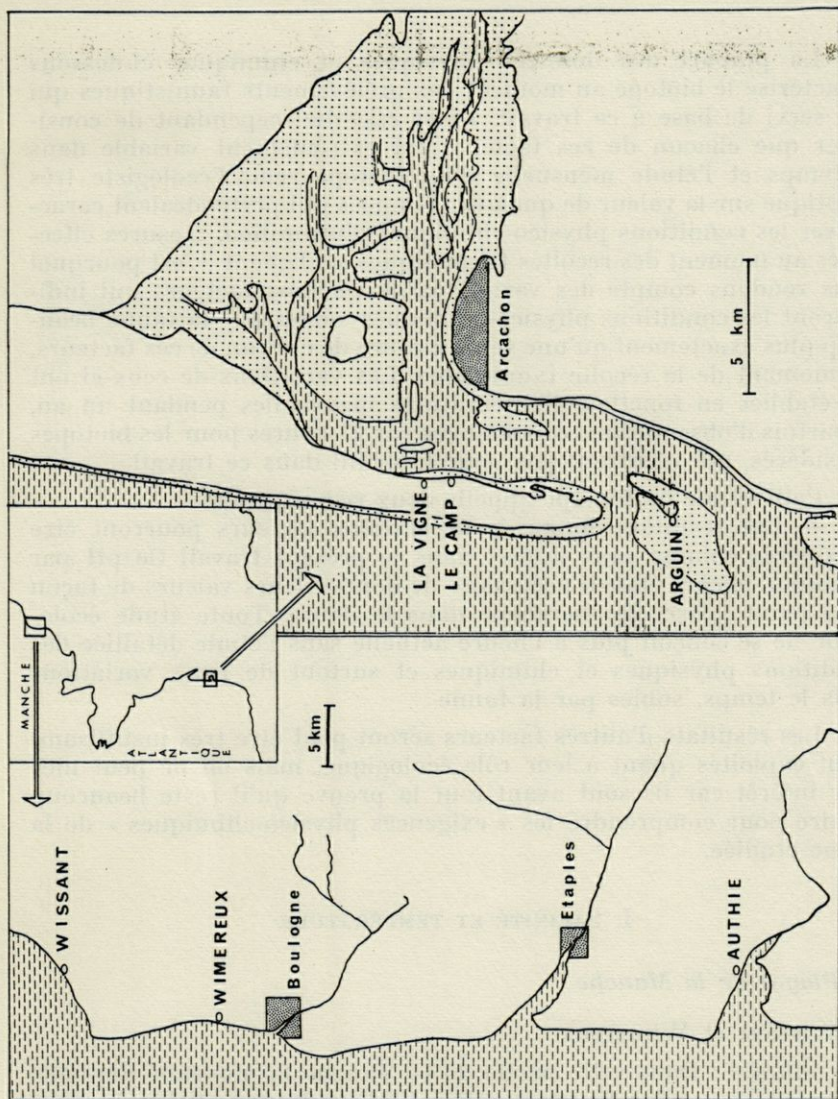


Fig. 1. — Les stations prospectées. Wissant A et B, Wimereux, Authie dans la Manche; La Vigne, Le Camp A, B et C et Arguin dans le Bassin d'Arcachon.

B. ÉTUDE PHYSICO-CHIMIQUE DES SÉDIMENTS

La plupart des données physiques et chimiques ci-dessous caractérise le biotope au moment des prélèvements faunistiques qui ont servi de base à ce travail. Il est essentiel cependant de considérer que chacun de ces facteurs est extrêmement variable dans le temps et l'étude mensuelle d'un biotope rend l'écologiste très sceptique sur la valeur de quelques données qui prétendraient caractériser les conditions physico-chimiques d'un milieu, mesures effectuées au moment des récoltes faunistiques seulement. C'est pourquoi nous rendons compte des variations de certains facteurs qui indiqueront les conditions physico-chimiques subies par la faune beaucoup plus exactement qu'une seule mesure de chacun de ces facteurs, au moment de la récolte faunistique. Les variations de ceux-ci ont été établies en fonction d'observations mensuelles pendant un an, et parfois d'observations échelonnées sur 24 heures pour les biotopes considérés, qui n'entrent pas pour le détail dans ce travail.

Cette étude du biotope appelle deux remarques :

— Les résultats donnés pour certains facteurs pourront être considérés comme sans intérêt dans le présent travail (le pH par exemple), encore était-il nécessaire de donner leurs valeurs de façon à ne point laisser le chercheur dans le doute. Toute étude écologique ne se conçoit plus à l'heure actuelle sans l'étude détaillée des conditions physiques et chimiques et surtout de leurs variations dans le temps, subies par la faune.

Les résultats d'autres facteurs seront peut être très insuffisamment exploités quant à leur rôle écologique, mais on ne peut nier leur intérêt car ils sont avant tout la preuve qu'il reste beaucoup à faire pour comprendre les « exigences physico-chimiques » de la faune étudiée.

I. SALINITÉ ET TEMPÉRATURE

a) *Plages de la Manche*

1) *Wissant et Wimereux*

Salinité : Dans cette partie de la Manche la moyenne annuelle est de 34,7 ‰ selon KNUDSEN (1905-1906) et ROUCH (1946). La concentration en sels de l'eau de mer varie de 33 à 35 ‰ au cours de l'année.

Température : Pour les stations prospectées à Wissant et à

Wimereux le sédiment subit, jusqu'à 12 cm de profondeur, les variations diurnes et nocturnes dues aux émerisions et immersions alternées (sauf forte insolation à basse mer, rare malgré tout). A 12 cm de profondeur la température est à deux degrés près celle de l'eau de mer. Les températures minima et maxima observées à 6 cm de profondeur ont été au cours de l'année, à Wissant de 6° et 17°3 et à Wimereux de 4°5 et 17°5. Ces données sont en deçà de la réalité, nos repérages n'étant pas journaliers mais simplement mensuels à l'occasion des récoltes faunistiques.

2) Authie

Salinité : A l'entrée de la Baie d'Authie la salinité de l'eau de mer varie au cours de l'année de 33 à 35 ‰. Les conditions météorologiques ont une influence déterminante sur la station prospectée en raison de sa situation et de son niveau élevé. De fortes précipitations au cours d'émerisions prolongées provoquent des baisses de salinité pouvant atteindre 20 g par litre (exceptionnellement plus faible). D'autre part une forte insolation provoque une intense évaporation et la cristallisation des sels de l'eau de mer (parfois pendant les huit jours d'une émerision prolongée). Ce sel remis en solution par le flux d'une marée de coefficient supérieur à 85 donne des salinités de l'ordre de 39 ‰.

Température : A Authie la température du sédiment suit de très près celle de l'air en raison de son niveau élevé et des longues émerisions (à l'inverse des autres stations dont la température est proche de celle de l'eau de mer, moins fluctuante quotidiennement que celle de l'air). Au cours d'une année de prospections mensuelles on a pu observer un minimum de 4° et un maximum de 23°5, à une profondeur de 6 cm dans le sédiment (températures en deçà de la réalité). En 24 heures, l'écart de température subi par la faune peut être considérable : le 2 juillet 1962 à 3 cm on relevait 23° à 15 h 30 et 15°5 à 0 h 45.

b) Plages de l'Atlantique

Salinité : Les plages de La Vigne et du Camp, à peine distantes de quelques centaines de mètres sont baignées par les mêmes eaux. Ce secteur moyen du Bassin, où sont localisées les deux plages est fortement influencé par les masses océaniques. La salinité est rarement inférieure à 29 ‰ et supérieure à 35 ‰. Cependant Le Camp se différencie nettement de la Vigne par la présence d'une nappe d'eau douce qui sourd au milieu de ce premier estran. Cette condition particulière mérite quelques explications. Le tableau II donne les salinités de l'eau interstitielle prélevée à 30 minutes d'intervalle pour 6 points de l'estran équidistants de deux mètres, la largeur de

l'estran du niveau de haute mer à celui de basse mer étant de 60 m par coefficient 100. Ces 6 points se situent entre le niveau de la plus faible basse mer et le niveau de basse mer moyenne. La dénivellation entre la station A (la plus haute) et la station C (la plus basse) n'est que de 51 cm (pour un marnage de 4,07 m par coef. 100). Le tableau II indique clairement les perturbations qu'apporte, à partir de la station B, la nappe d'eau douce en partie diluée par l'eau de résurgence de la partie haute de l'estran (voir DAVANT et SALVAT, 1961). A Arguin la salinité ne varie en cours d'année qu'entre 33 et 35 ‰.

TABLEAU II
Salinités au Camp le 19 mai 1962
(Basse mer à 11 h 59)

Cotes ou niveau en mètre	1,27	1,15	1,07	1,00	0,93	0,84	0,76
Distances partielles en mètres	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Stations étudiées ..	CAMP A		CAMP B			CAMP C	
Salinité à 10 h 29 .			31,35	19,40	27,90		
Salinité à 10 h 59 .			31,50	27,70	29,70		
Salinité à 11 h 29 .	30,90	31,00	31,30	8,70	16,00	11,50	15,60
Salinité à 11 h 59 .		31,35	31,30	20,15	12,10		

Température : Même au cours des basses mers, le niveau des stations étudiées est suffisamment bas pour qu'elles soient toujours baignées par l'eau de ruissellement; aux niveaux considérés la température du sédiment est approximativement celle de l'eau de mer. La température mensuelle moyenne de l'eau varie de 7°8 en janvier à 21°7 en juillet.

II. GRANULOMÉTRIE

a) Techniques et représentations graphiques

L'étude granulométrique des sédiments a été réalisée sur un tamiseur Rotolab avec une série de tamis Prolabo de type A.F. NOR. dont les vides de mailles sont en progression géométrique de raison $10\sqrt{10}$. On trouvera ci-dessous les caractéristiques de ces tamis :

N° tamis.	32	31	30	29	28
Vides de mailles en cm. .	0,1250	0,1000	0,0800	0,0630	0,0500

N° tamis.	27	26	25	24	23
Vides de mailles en cm. .	0,0400	0,0315	0,0250	0,0200	0,0160

N° tamis.	22	21	20	19	18	17
Vides de mailles en cm. .	0,0125	0,0100	0,0080	0,0063	0,0050	0,0040

L'étude granulométrique de chaque station porte sur un échantillon de 50 g (dessalé et passé à l'étuve à 110°) tamisé pendant 20 minutes.

Représentations graphiques : Pour figurer la granulométrie des sédiments, trois types de graphiques ont été choisis; pour chacun d'eux les abscisses correspondent aux ouvertures moyennes des mailles des tamis, en utilisant l'échelle logarithmique ordinaire de base 10 (voir PRENANT, 1960). Ces graphiques sont les suivants :

— l'histogramme de fréquence pondérale obtenu en portant en ordonnée le poids de sédiment retenu par chaque tamis (pour 100 g de sédiment).

— la courbe cumulative pondérale obtenue en portant à l'ordonnée de chaque tamis le poids de sédiment ayant traversé celui-ci.

— enfin la courbe en nombre de grains, dont on verra plus loin l'intérêt considérable. Cette dernière courbe est bilogarithmique à l'inverse des deux précédentes; en effet ici sont portés en ordonnée les logarithmes du nombre de grains de sable arrêté sur chaque tamis. On trouvera tous les renseignements concernant cette courbe en nombre de grains dans les travaux de PRENANT (1958 et 1960). La formule permettant d'obtenir ce logarithme est :

$$\log. n = 1,60683 - 3 \log. d_2 + \log. p$$

dans laquelle :

n = nombre de grains retenu sur le tamis considéré;

d_2 = vide de maille moyen du tamis;

p = poids du sédiment sur le tamis considéré.

Intérêt des diverses représentations graphiques :

— l'histogramme pondéral permet d'avoir une idée rapide de la granulométrie du sédiment.

— la courbe cumulative semi-logarithmique permet le calcul des caractéristiques suivantes :

d'_1 : premier quartile, diamètre égal ou supérieur à celui de 25 % des grains;

d_m : deuxième quartile ou diamètre médian, égal ou supérieur à celui de 50 % des grains;

d'_3 : troisième quartile, diamètre égal ou supérieur à celui de 75 % des grains;

d'_3/d'_1 : coefficient de dispersion qui mesure l'étalement de la courbe.

— la courbe bilogarithmique en nombre de grains met en évidence la fraction fine du sédiment, en général pondéralement faible. Cette courbe permet également la comparaison de deux sédiments ne différant que par leur fraction fine.

b) *Résultats*

Le tableau III donne les caractéristiques granulométriques des sédiments étudiés.

La comparaison des sables de la Manche et de l'Atlantique amène aux conclusions suivantes : le coefficient de dispersion varie de 1,35 à 1,44 pour les sédiments de la Manche et de 1,48 à 1,61 pour ceux du Bassin d'Arcachon, les premiers sont donc mieux classés que les seconds. Les sédiments atlantiques dont le diamètre médian est de 279 μ au minimum sont plus grossiers que ceux de la Manche où celui-ci n'atteint que 211 μ au maximum.

1) *Plages de la Manche.* Les courbes granulométriques des stations de Wissant B et d'Authie sont données dans ce travail (fig. 2 et 3). L'étude des courbes de tous les sédiments permet d'arriver aux conclusions suivantes. Les histogrammes pondéraux font apparaître un maximum important entre 160 et 200 μ . Le sédiment de Wimereux est le mieux classé des trois stations océaniques, mais sa granulométrie est peu différente de celle de Wissant, ce qui s'explique par le mode battu de ces deux estrans. A Authie, en mode abrité, le sédiment plus fin possède un maximum pondéralement plus important, entre 160 et 200 μ , que dans les sables précédents. Les histogrammes et les courbes cumulatives permettent d'apprécier ces différences; les courbes en nombre de grains rendent compte de l'absence d'éléments fins à Wissant alors qu'il en existe à Wime-reux, dans une faible proportion toutefois.

TABLEAU III

Caractéristiques granulométriques, porosité et teneurs en carbonates et matière organique des sédiments aux différentes stations étudiées

STATIONS	GRANULOMÉTRIE (données en microns)				POROSITÉ (en % du volume)			CO ₃ Ca (en % du poids)	MATIÈRE ORGANIQUE (en % du poids)
	d_1	d_m	d_3	d_3/d_1	Ve	Va	Ve		
WISSANT A .	178	211	257	1,44	40,59	4,62	35,97	5,68	0,26
WISSANT B .	160	180	232	1,44	37,95	0,33	37,62	10,25	0,38
WIMEREUX .	157	184	217	1,38	41,25	4,95	36,30	10,09	0,49
AUTHIE	148	174	200	1,35	39,93	22,44	17,49	8,30	0,47
LA VIGNE ..	237	288	351	1,48	35,60	0,00	35,60	1,06	0,38
CAMP A	229	285	359	1,57	36,63	5,94	30,69	0,28	0,19
CAMP B	219	279	351	1,60	38,61	6,27	32,34	0,32	0,20
CAMP C	269	343	433	1,61	37,29	4,95	32,34	0,80	0,16
ARGUIN	226	282	350	1,55	37,35	3,96	33,39	0,57	0,20

2) *Plages de l'Atlantique.* Les histogrammes pondéraux indiquent pour toutes les courbes un maximum entre 250 et 315 μ , sauf celle du Camp D dont 71 % des grains sont compris entre 250 et 500 μ . Ce sédiment plus grossier résulte des conditions particulières

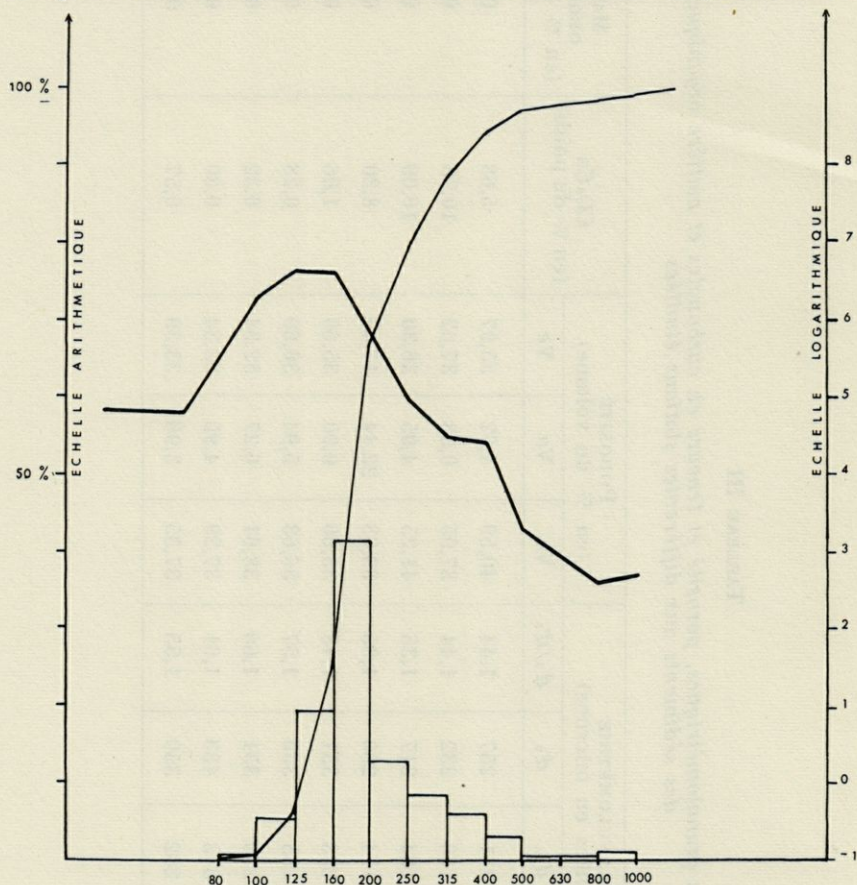


Fig. 2. — Courbes granulométriques du sédiment de Wissant B. Histogramme pondéral, courbe cumulative semi-logarithmique et courbe bilogarithmique en nombre de grains.

de dépôts envisagées précédemment. Pour les quatre autres courbes (La Vigne, Camp A, Camp B et Arguin) les caractéristiques granulométriques sont pratiquement les mêmes (tableau III). On constate d'ailleurs l'identité presque parfaite des histogrammes pondéraux et des courbes cumulatives; on a porté, comme exemple, sur la figure 4 les trois courbes (histogramme, cumulative et bilogarith-

mique) des stations d'Arguin et du Camp A. Si nous portons sur un même graphique, figure 5, pour les comparer, les trois types de courbes des stations de La Vigne et du Camp A, nous constatons

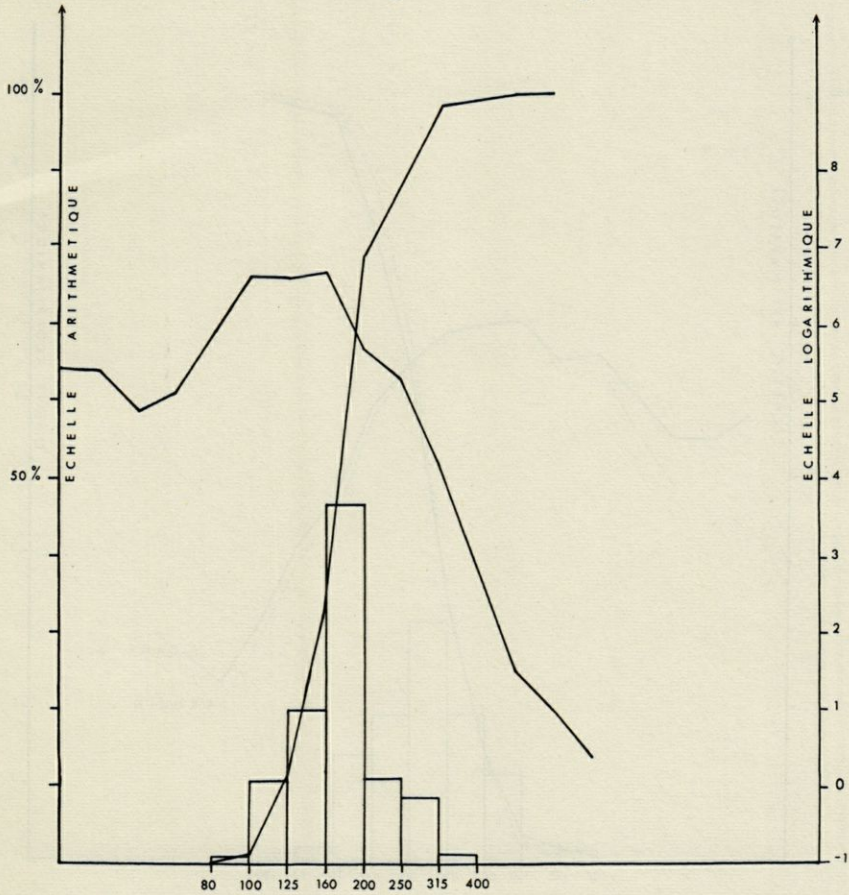


Fig. 3. — Courbes granulométriques du sédiment d'Authie. Histogramme pondéral, courbe cumulative semi-logarithmique, et courbe bilogarithmique en nombre de grains.

bien l'identité approximative des histogrammes pondéraux et l'identité presque parfaite des courbes cumulatives mais on remarque immédiatement le tracé différent des courbes en nombre de grains. Pour la Vigne, la courbe bilogarithmique s'élève alors qu'elle s'abaisse pour le Camp A, à l'ordonnée des vides de mailles les plus petits. Nous avons indiqué que la station de la Vigne (niveau de basse mer d'un mode semi-abrité) est caractérisée par une grande

quantité de particules en suspension dans l'eau interstitielle, à l'inverse des stations situées soit à un niveau moins bas (le Camp A) soit à un même niveau mais de mode battu (Arguin). Ces éléments

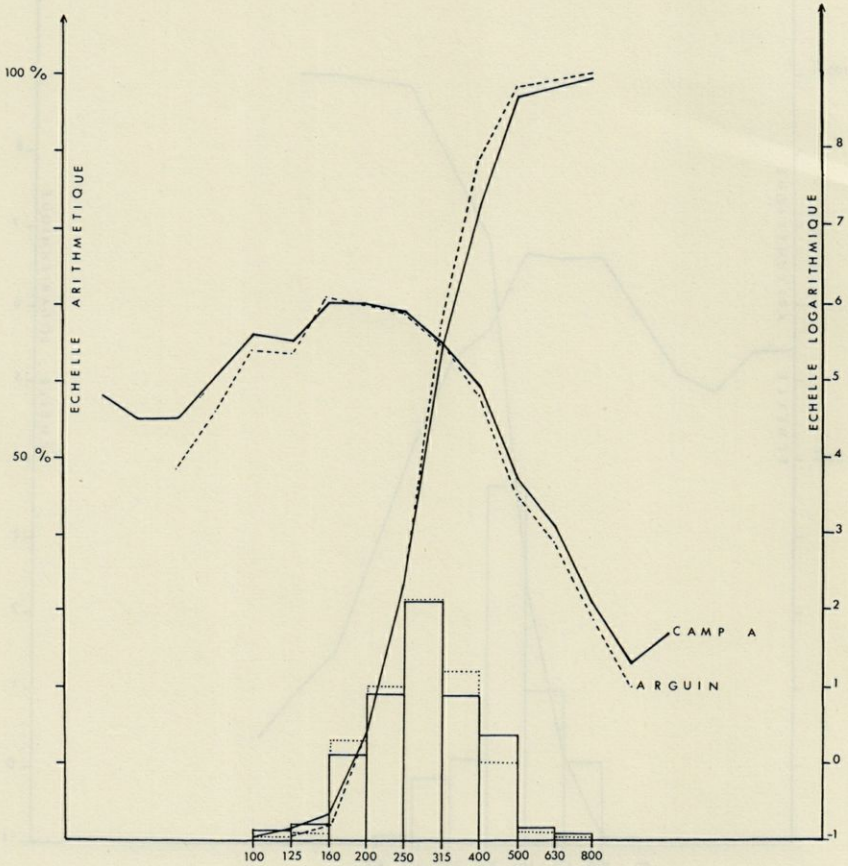


Fig. 4. — Courbes granulométriques des sédiments du Camp A et d'Arguin. Histogrammes pondéraux, courbes cumulatives semi-logarithmiques et courbes bilogarithmiques en nombre de grains.

fins que l'histogramme et la courbe cumulative ne permettent pas de mettre en évidence sont très nettement révélés par la courbe en nombre de grains du sédiment de la Vigne. Les interstices du sable seront donc bien plus obstrués à la Vigne qu'au Camp ou qu'à Arguin, par les éléments fins. Il est intéressant, pour le biotope de la Vigne, d'anticiper et d'étudier en fonction des résultats obtenus par les courbes bilogarithmiques, ceux que nous obtiendrons pour

la matière organique. C'est à la Vigne précisément que cette teneur est la plus importante des biotopes étudiés à Arcachon (0,38 %). Dans un travail précédent (DAVANT et SALVAT, 1961, pages 442-449)

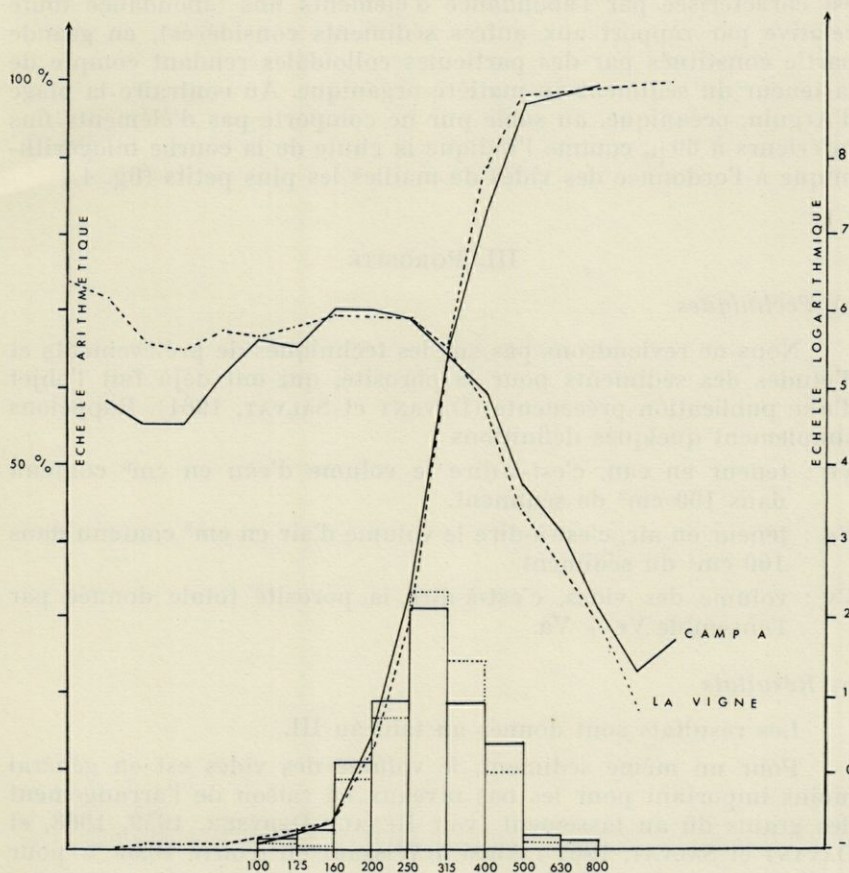


Fig. 5. — Courbes granulométriques des sédiments de La Vigne et du Camp A. Histogrammes pondéraux, courbes cumulatives semi-logarithmiques et courbes bilogarithmiques en nombre de grains.

la quantité de particules fines, difficile à étudier par les techniques granulométriques habituelles a été considérée. A ce niveau de basse mer, sur l'estran de la Vigne, la majorité des éléments fins en suspension dans l'eau de lavage du sédiment est composée de particules colloïdales d'une taille voisine de 5μ , puis de particules de 20 à 90μ . Ces éléments fins, mis en évidence par la courbe en nombre de grains, comprennent toutes les particules organiques. Les résultats

de 1961 sur les eaux de lavage des sédiments, la teneur en matière organique et la courbe en nombre de grains se recourent donc parfaitement et se complètent. En conclusion la station de la Vigne est caractérisée par l'abondance d'éléments fins (abondance toute relative par rapport aux autres sédiments considérés), en grande partie constitués par des particules colloïdales rendant compte de la teneur du sédiment en matière organique. Au contraire la plage d'Arguin, océanique, au sable pur ne comporte pas d'éléments fins inférieurs à 60 μ , comme l'indique la chute de la courbe bilogarithmique à l'ordonnée des vides de mailles les plus petits (fig. 4).

III. POROSITÉ

a) *Techniques*

Nous ne reviendrons pas sur les techniques de prélèvements et d'études des sédiments pour la porosité, qui ont déjà fait l'objet d'une publication précédente (DAVANT et SALVAT, 1961). Rappelons simplement quelques définitions :

Ve : teneur en eau, c'est-à-dire le volume d'eau en cm^3 contenu dans 100 cm^3 de sédiment.

Va : teneur en air, c'est-à-dire le volume d'air en cm^3 contenu dans 100 cm^3 du sédiment.

Vv : volume des vides, c'est-à-dire la porosité totale donnée par l'ensemble $V_e + V_a$.

b) *Résultats*

Les résultats sont donnés au tableau III.

Pour un même sédiment, le volume des vides est en général moins important pour les bas niveaux en raison de l'arrangement des grains dû au tassement (voir RENAUD-DEBYSER, 1959, 1963, et DAVANT et SALVAT, 1961). Ainsi à Wissant on trouve 40,59 % pour le niveau moyen et 37,95 % pour le niveau de basse mer moyenne. Quant aux teneurs respectives en eau et en air, elles dépendent de la durée d'émersion de la station considérée, donc de son niveau, et de sa situation par rapport à l'horizon de résurgence, donc de la pente de la plage et de la rupture de pente. Ainsi les stations de basse mer ont une faible teneur en air (entre 0 et 5 %), alors que la station d'Authie contient 22,4 % d'air en raison de son niveau élevé.

IV. TENEUR EN CARBONATES DE CALCIUM

a) *Techniques*

La teneur en carbonates de calcium a été mesurée par l'acide chlorhydrique dilué au dixième et à froid sur des échantillons de sédiment d'un poids de 5 g et préalablement dessalés.

b) *Résultats*

Les teneurs en carbonates de calcium figurent pour chaque station au tableau III; elles nécessitent quelques explications. La teneur en carbonates apparaît comme un « élément passif » du biotope, c'est-à-dire que certaines espèces peuvent vivre dans des milieux où les teneurs en carbonates sont très différentes. Ainsi l'amphipode *Corophium arenarium* se trouve à Authie dont le sédiment présente une teneur de 8,30 % de carbonates, aussi bien qu'au Camp B dans le Bassin d'Arcachon où la teneur n'est que de 0,32 %.

Les fortes teneurs de Wissant et de Wimereux s'expliquent par la nature géologique des terrains bordant cette partie du littoral, d'autre part, les débris coquilliers étant toujours plus importants aux bas niveaux, la teneur en carbonates de Wissant A (station plus élevée) est deux fois plus faible que celle de Wissant B située au niveau de basse mer de morte eau moyenne.

A Authie la teneur en carbonates de calcium, relativement importante, s'explique par la présence dans le biotope d'une très grande quantité d'*Hydrobia ulvae* dont les coquilles s'accumulent et se brisent facilement.

Dans le Bassin d'Arcachon d'une façon générale la teneur des sédiments intertidaux en carbonates est extrêmement faible. Malgré l'accumulation considérable de coquilles en bas de plage, au Camp, les teneurs sont peu importantes; elles croissent sensiblement vers les bas niveaux 0,28 %, 0,32 % et 0,80 % pour les stations A, B et C. Le sédiment de la Vigne, au niveau de basse mer de vive eau atteint cependant une teneur de 1,06 % de carbonates.

V. MATIÈRE ORGANIQUE

a) *Techniques*

Les teneurs en matière organique, extrêmement faibles, dans les sédiments étudiés ont été obtenues par calcination (voir BRAJNIKOV, FRANCIS-BŒUF et ROMANOVSKY, 1943). Quatre échantillons de 2,5 g d'un même sédiment décarbonaté sont chauffés au rouge pendant deux heures et demie dans un four à moufle. Le pourcentage

de matière organique est calculé sur la perte de poids des quatre échantillons. Bien que cette méthode soit considérée comme peu précise, elle nous a semblé donner des résultats satisfaisants, portés dans le tableau III.

b) *Résultats*

La teneur en matière organique est relativement importante à Wimereux et à Authie, elle est en revanche assez faible à Wissant A. Les teneurs pour les plages d'Arcachon, en particulier pour la Vigne ont été discutées avec l'étude granulométrique. A Arguin les dépôts de surface n'ont pas été pris en considération pour le calcul de la teneur en matière organique. En effet notre but était d'évaluer la matière organique consommable par la faune endogée.

VI. OXYGÈNE DISSOUS

a) *Techniques*

La teneur en oxygène dissous de l'eau interstitielle a été recherchée par la méthode de Winckler.

b) *Résultats*

La quantité d'oxygène dissous à chaque station est fonction pendant la marée basse de l'heure du prélèvement. Les données figurant dans le tableau IV ne sont pas des valeurs moyennes mais des valeurs représentatives de chaque station. Par exemple, au

TABLEAU IV

Oxygène dissous et pH de l'eau interstitielle des différentes stations au moment précis de la basse mer

STATIONS	OXYGÈNE DISSOUS (en mg p. lit.)	pH
WISSANT A	6,34	6,9
WISSANT B	2,89	6,9
WIMEREUX	3,38	6,9
AUTHIE	2,80	7,0
LA VIGNE	7,67	7,90
CAMP A	6,67	7,85
CAMP B	4,30	7,80
CAMP C	4,25	7,70
ARGUIN	2,55	7,10

Camp B la teneur en oxygène dissous de l'eau interstitielle passe de 3,85 mg à 5,30 mg par litre en une heure et demie; de demi-heure en demi-heure les valeurs sont les suivantes : 10 h 29 : 3,85 - 10 h 59 : 4,10 - 11 h 29 : 3,80 - 11 h 59 : 5,30. Au contraire à Wimereux, dès l'émersion la teneur en oxygène dissous baisse progressivement. A Authie la faible teneur en oxygène de l'eau interstitielle atteste la réduction du sédiment à 10 cm de profondeur.

VII. CONCENTRATION EN IONS H⁺

Le pH a été mesuré pour les stations atlantiques avec un pH-mètre « Metrohm » et pour la Manche à l'aide d'un pH-mètre Jouan portatif. Les résultats correspondent à l'eau interstitielle et non à l'eau de ruissellement, au moment précis de la basse mer. Ces résultats sont portés dans le tableau IV, mais pour les stations de la Manche, on ne peut être certain des valeurs obtenues, l'appareil utilisé n'ayant pas toujours donné satisfaction.

DONNÉES FAUNISTIQUES, QUALITATIVES ET QUANTITATIVES

L'étude quantitative de la microfaune et de la macrofaune dans un même travail pose certains problèmes concernant les prises faunistiques. Il faut, en premier lieu, choisir l'*étalon de référence* (volume ou surface de sédiment) applicable à la fois aux deux catégories de faune. En second lieu, il est nécessaire de déterminer les quantités de sédiment qui seront constamment à l'origine des recensements relatifs à la microfaune d'une part et à la macrofaune d'autre part.

Des prospections concernant la *macrofaune* ont montré qu'au-delà de 20 cm de profondeur les individus sont rares aux stations étudiées ici. A Authie, par exemple, toute la faune se situe dans les 10 premiers cm, le sédiment étant réduit au-delà de cette profondeur. A Wimereux la macrofaune se trouve dans le premier dm. Cette répartition relativement superficielle de la faune de taille supérieure au mm, si évidente aux écologistes des sédiments meubles intertidaux, amène ceux-ci à exprimer quantitativement la faune, non par rapport à un volume mais par rapport à une surface.

Pour la *microfaune*, le problème est différent; des recherches précédentes (BOISSEAU et RENAUD, 1955; RENAUD, 1955; RENAUD-DEBYSER, 1958, 1963), ont infirmé ce qui était admis jusqu'alors :

la microfaune n'est nullement limitée à la pellicule superficielle, ni aux premiers cm du sédiment des plages, mais dans un sédiment non réduit elle est abondante, dans la plupart des cas, jusqu'à des profondeurs pouvant atteindre 1,30 m. C'est pourquoi désormais les données quantitatives concernant la microfaune sont exprimées en fonction d'un volume prospecté et non d'une surface.

La macrofaune étant donc, le plus souvent, limitée aux premiers cm du sédiment, la microfaune ne fut pas récoltée au-delà, de façon à avoir une représentation exacte de la population totale vivant dans un espace donné. Si nous choissions une surface comme référence aux données quantitatives, il serait alors entendu que celles-ci s'appliqueraient à la faune totale vivant sous cette surface sans limitation de profondeur. Si un tel choix est possible pour l'étude de la macrofaune, il ne l'est plus pour la microfaune en vertu de ce qui a été dit précédemment. En revanche un *étalon volume* permet la comparaison des données quantitatives des deux catégories de faune, étant entendu que la surface et la profondeur sont précisées.

Il est évident que l'on ne peut recenser la totalité de la faune interstitielle contenue dans un volume égal à celui qui doit être prospecté pour la macrofaune. En effet si des recherches antérieures sur la macrofaune (DAVANT et SALVAT, 1961, p. 465) ont permis d'évaluer à $1/12$ de m^2 , la surface qui doit être prospectée sur 20 cm de profondeur, il est absolument impossible de déterminer et de compter les individus de la microfaune contenus dans un volume de 16 dm^3 ($1/12\text{ m}^2 = 8\text{ dm}^2$, ces $8\text{ dm}^2 \times 2\text{ dm}$ ou profondeur $= 16\text{ dm}^3$), qui pourrait contenir jusqu'à 50 000 individus, ainsi qu'il a été constaté au Camp A par exemple. En conséquence, les deux études faunistiques ne peuvent pas porter sur un même volume de sédiment.

La macrofaune a été prélevée à partir d' $1/12\text{ m}^2$ sur 20 cm de profondeur (parfois 30 cm).

La microfaune a été prélevée à partir d' $1/100\text{ m}^2$ ou $10 \times 10\text{ cm}$, sur 20 cm de profondeur, 70 % des individus furent comptés et déterminés, d'après ces deux litres de sédiment.

L'étude de ces populations s'étant révélée délicate, il a été indispensable de présenter sous différentes formes les résultats qualitatifs et quantitatifs de base. Il sera donc établi :

— Un compte-rendu des comptages sous forme de liste de faune.

— Un tableau donnant par station le nombre d'individus des différentes classes d'invertébrés habitant un espace déterminé par une surface d' $1/12$ de m^2 , pour une profondeur de 20 cm soit 16 dm^3 .

— Deux tableaux donnant respectivement les biovolumes et les poids en cendres de la faune contenue dans ce même volume.

A) COMPTE RENDU DES COMPTAGES — LISTE DE FAUNE

Cette liste comprenant à la fois la microfaune et la macrofaune, il est bon de rappeler à quel volume de sable correspondent les chiffres donnés ici.

Pour la microfaune : volume de l'échantillon : 2 dm³ (surface : 10 × 10 cm sur une profondeur de 0 à 20 cm). Comptage portant sur 70 % de la faune.

Pour la macrofaune : volume de sédiment tamisé : selon les biotopes, les prélèvements à partir d'une surface d'1/12 m² ont porté sur une profondeur de 20 ou 30 cm, de façon à récolter la totalité de la macrofaune. Comptages portant sur la totalité de l'échantillon.

I) MANCHE

A) WISSANT A

a) Microfaune

TURBELLARIÉS	.....	18
NÉMATODES	.....	23
ROTIFÈRES	<i>Rotaria rotatoria</i> (Pallas, 1766)	1
TARDIGRADES	<i>Batillipes phreaticus</i> Renaud-Debyser, 1959	67
ACARIENS	.....	1
OSTRACODES	.....	1
COPÉPODES Harpacticides	Nauplii	6
	<i>Arenosetella pectinata</i> Chappuis, 1953 .	1
	<i>Pararenosetella leptoderma</i> (Klie, 1929) .	1
	<i>Paramesochra constricta</i> (Nicholls, 1935)	5
	<i>Paraleptastacus spinicauda</i> (T. & A. Scott, 1895)	8
	<i>Arenopontia subterranea</i> Kunz, 1937 ..	5
INSECTES	.....	1

b) Macrofaune

ISOPODES	<i>Eurydice affinis</i> H.J. Hansen, 1905	15
	<i>Eurydice pulchra</i> Leach, 1815	3
AMPHIPODES	<i>Bathyporeia pelagica</i> (Bate, 1856)	26
	<i>Bathyporeia pilosa</i> Lindström, 1855 ...	8
	<i>Haustorius arenarius</i> (Slabber, 1769) ..	38

B) WISSANT B

a) Microfaune

TURBELLARIÉS	.....	2
NÉMATODES	.....	152
GASTROTRICHES	<i>Chaetonotus</i> sp.	1
TARDIGRADES	<i>Batillipes pennaki</i> Marcus, 1946	1
	<i>Batillipes phreaticus</i> Renaud-Debyser, 1959	17
COPÉPODES Harpacticides	Nauplii	26
	<i>Paramesochra constricta</i> (Nicholls, 1935)	4
	<i>Paraleptastacus spinicauda</i> (T. & A. Scott, 1895)	23
	<i>Arenocaris bifida</i> Nicholls, 1935	1

b) Macrofaune

ANNÉLIDES Polychètes	<i>Nerine cirratulus</i> (Delle Chiaje, 1828) .	2
ISOPODES	<i>Eurydice affinis</i> H.J. Hansen, 1905....	1
	<i>Eurydice pulchra</i> Leach, 1815	1
AMPHIPODES	<i>Bathyporeia pelagica</i> (Bate, 1856)	219
	<i>Haustorius arenarius</i> (Slabber, 1769) ..	29
	<i>Urothoe brevicornis</i> Bate, 1862	48

C) WIMEREUX

a) Microfaune

TURBELLARIÉS	.....	152
NÉMATODES	.....	1 150
GASTROTRICHES	<i>Macrodasys buddenbrocki</i> Remane, 1924	1
ARCHIANNÉLIDES	<i>Protodrilus</i> sp.	134
	<i>Diurodrilus minimus</i> Remane, 1925	2
TARDIGRADES	<i>Batillipes phreaticus</i> Renaud-Debyser, 1959	6
ACARIENS	.....	1
COPÉPODES Harpacticides	Nauplii	480
	<i>Arenosetella germanica</i> Kunz, 1937	8
	<i>Paramesochra constricta</i> (Nicholls, 1935)	49
	<i>Paraleptastacus spinicauda</i> (T. & A. Scott, 1895)	864

b) Macrofaune

ANNÉLIDES Polychètes	<i>Nephtys cirrosa</i> Ehlers, 1868	2
	<i>Nerine cirratulus</i> (Delle Chiaje, 1828)..	2
ISOPODES	<i>Eurydice pulchra</i> Leach, 1815	1
AMPHIPODES	<i>Bathyporeia pelagica</i> (Bate, 1856)	33
	<i>Bathyporeia sarsi</i> Watkin, 1938	6
	<i>Haustorius arenarius</i> (Slabber, 1769) ..	4
	<i>Pontocrates norvegicus</i> Boeck, 1860) ..	1

D) AUTHIE

a) *Microfaune*

TURBELLARIÉS	.....	54
NÉMATODES	.....	2 683
GASTROTRICHES	<i>Macrodasys caudatus</i> Remane, 1927 ...	1
OLIGOCHÈTES	.....	13
COPÉPODES Harpacticides	Nauplius	1
	<i>Paraleptastacus spinicauda</i> (T. & A. Scott, 1895)	19
INSECTES Collemboles	.....	4

b) *Macrofaune*

MOLLUSQUES Gastropodes	<i>Hydrobia ulvae</i> (Pennant, 1777)	73
AMPHIPODES	<i>Corophium arenarium</i> Crawford, 1937.	209

II) ATLANTIQUE : BASSIN D'ARCACHON

A) LA VIGNE

a) *Microfaune*

HYDRAIRES	<i>Halammohydra octopodides</i> Remane, 1927	3
TURBELLARIÉS	.....	29
NÉMATODES	<i>Bathepsilonema pustulatum</i> Gerlach, 1952	1
	<i>Desmoscolex frontalis</i> Gerlach, 1952 ...	3
	<i>Tricoma</i> sp.	1
	Autres espèces	596
GASTROTRICHES	<i>Mesodasys littoralis</i> Remane, 1951 ...	1
ECHINODÈRES	Deux espèces en cours d'étude	5
ARCHIANNÉLIDES	<i>Protodrilus ciliatus</i> Jagersten, 1952 ...	1
ANNÉLIDES Polychètes	<i>Stygocapitella subterranea</i> Knöllner, 1935	3
OLIGOCHÈTES	.....	45
TARDIGRADES	<i>Batillipes mirus</i> (Richters, 1909)	1
	<i>Batillipes littoralis</i> Renaud-Debyser, 1959	1
ACARIENS	.....	8
OSTRACODES	.....	5
COPÉPODES Harpacticides	Nauplii	5
	<i>Pararenosetella leptoderma</i> (Klie, 1929)	13
	<i>Ameiria parvula</i> (Claus, 1866)	7
	<i>Leptomesochra eulittoralis</i> Noodt, 1952.	1
	<i>Cylindropsyllus laevis</i> Brady, 1880....	5
	<i>Paraleptastacus spinicauda</i> (T. & A. Scott, 1895)	5
	<i>Psammotopa phyllosetosa</i> Noodt, 1952 .	1
	<i>Rhizophrix bocqueti</i> Bózic, 1953	1

b) *Macrofaune*

ANNÉLIDES Polychètes	<i>Nephtys cirrosa</i> Ehlers, 1868	4
	<i>Marphysa bellii</i> (Audouin & M. Edwards, 1834	1
	<i>Prionospio malmgreni</i> Claparède, 1868.	1
	<i>Poecilochaetus serpens</i> Allen, 1904 ...	4
	<i>Notomastus latericeus</i> Sars, 1851	3
	<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparède, 1864)	1
	<i>Leiochone clypeata</i> Saint-Joseph, 1894.	2
TANAÏDACÉS	<i>Apeudes latreillei</i> (M. Edwards, 1828).	141
ISOPODES	<i>Eurydice pulchra</i> Leach, 1815	6
AMPHIPODES	<i>Urothoe brecivornis</i> Bate, 1862	2
	<i>Urothoe grimaldii</i> Chevreux, 1895	2

B) *LE CAMP A*

a) *Microfaune*

HYDRAIRES	<i>Halammohydra vermiformis</i> Swedmark & Teissier, 1957	8
TURBELLARIÉS	.....	181
NÉMATODES	.....	1 488
GASTROTRICHES	<i>Cephalodasys</i> n. sp. en cours d'étude ..	6
	<i>Urodasys</i> n. sp. en cours d'étude	11
	<i>Macrodasys caudatus</i> Remane, 1927 ...	1
	<i>Paraturbanella teissieri</i> Swedmark, 1954	2
	<i>Tetranchyroderma massiliense</i> Swed- mark, 1956	7
	<i>Xenotrichula punctata</i> Wilke, 1954	1
ARCHIANNÉLIDES	<i>Protodrilus chaetifer</i> Remane, 1926 ...	19
	<i>Protodrilus pardii</i> Gerlach, 1953	17
	<i>Protodrilus ciliatus</i> Jagersten, 1952 ...	12
ANNÉLIDES Polychètes	<i>Hesionides arenaria</i> Friedrich, 1937 ..	2
OLIGOCHÈTES	.....	22
TARDIGRADES	<i>Batillipes mirus</i> (Richters, 1909)	57
	<i>Batillipes phreaticus</i> Renaud - Debyser, 1959	6
	<i>Batillipes littoralis</i> Renaud - Debyser, 1959	6
ACARIENS	.....	8
OSTRACODES	.....	42
COPÉPODES Harpacticides	Nauplii	5
	<i>Arenosetella germanica</i> Kunz, 1937	364
	<i>Pararenosetella leptoderma</i> (Klie, 1929)	170
	<i>Paramesochra constricta</i> (Nicholls, 1935)	121
	<i>Mesochra pygmaea</i> (Claus, 1863)	206
	<i>Paraleptastacus spinicauda</i> (T. & A. Scott, 1895)	60
	<i>Arenopontia subterranea</i> Kunz, 1937 ..	1 507
	<i>Huntmannia jadensis</i> Poppe, 1884	74
INSECTE Collembole	.....	1

b) *Macrofaune*

ANNÉLIDES Polychètes	<i>Nephtys cirrosa</i> Ehlers, 1868	3
	<i>Ophelia bicornis</i> Savigny, 1820	2
MOLLUSQUES Bivalves	<i>Tellina tenuis</i> Da Costa, 1778	3
ISOPODES	<i>Eurydice pulchra</i> Leach, 1815	21
AMPHIPODES	<i>Bathyporeia pilosa</i> Lindström, 1855 ..	1
	<i>Haustorius arenarius</i> (Slabber, 1769) ..	1
	<i>Urothoe brevicornis</i> Bate, 1862	3

C) *LE CAMP B*

a) *Microfaune*

TURBELLARIÉS	.....	274
NÉMATODES	.....	531
GASTROTRICHES	<i>Turbanella cornuta</i> Remane, 1926	1
ARCHIANNÉLIDES	<i>Protodrilus</i> sp.	1
	<i>Protodrilus chaetifer</i> Remane, 1926 ..	1
OLIGOCHÈTES	.....	10
ACARIENS	.....	73
OSTRACODES	.....	14
COPÉPODES Harpacticides	Nauplii	4
	<i>Parärenosetella leptoderma</i> (Klie, 1929)	3
	<i>Mesochra pygmaea</i> (Claus, 1863)	5
	<i>Stenocaris pygmaea</i> Noodt, 1955	3
	<i>Paraleptastacus spinicauda</i> (T. & A. Scott, 1895)	46
	<i>Arenopontia subterranea</i> Kunz, 1937 ..	3
	<i>Huntmannia jadensis</i> Poppe, 1884	31
INSECTE Collembole	.....	1

b) *Macrofaune*

ANNÉLIDES Polychètes	<i>Nerine cirratulus</i> (Delle Chiaje, 1828) ..	7
ISOPODES	<i>Eurydice pulchra</i> Leach, 1815	1
AMPHIPODES	<i>Haustorius arenarius</i> (Slabber, 1769) ..	2
	<i>Corophium arenarium</i> Crawford, 1937	19

D) *LE CAMP C*

a) *Microfaune*

TURBELLARIÉS	.....	92
NÉMATODES	.....	1 280
GASTROTRICHES	<i>Chaetonotus</i> sp.	5
	<i>Tetranchyroderma massiliense</i> Swed- mark, 1956	40
ANNÉLIDES Polychètes	<i>Hesionides arenaria</i> Friedrich, 1937 ..	4

OLIGOCHÈTES	.....	91
TARDIGRADES	<i>Batillipes mirus</i> (Richters, 1909)	21
	<i>Batillipes phreaticus</i> Renaud-Debyser, 1959	2
ACARIENS	.....	19
OSTRACODES	.....	12
COPÉPODES Harpacticides	Nauplii	12
	<i>Pararenosetella leptoderma</i> (Klie, 1929)	7
	<i>Nitocra typica</i> Boeck, 1864	9
	<i>Paramesochra constricta</i> (Nicholls, 1935)	1
	<i>Cylindropsyllus laevis</i> Brady, 1880	5
	<i>Paraleptastacus spinicauda</i> (T. & A. Scott, 1895)	167
	<i>Psammotopa phyllosetosa</i> Noodt, 1952	3
	<i>Rhyzothrix bocqueti</i> Bózic, 1953	2
	<i>Huntmannia jadensis</i> Poppe, 1884	346

b) Macrofaune

ANNÉLIDES Polychètes	<i>Nerine cirratulus</i> (Delle Chiaje, 1828) ..	1
	<i>Nephtys cirrosa</i> Ehlers, 1868	2
	<i>Arenicola marina</i> (Linne, 1758)	2

E) LE CAMP D

a) Microfaune

TURBELLARIÉS	Kalyptorhynchidae	4
	Autres espèces	194
NÉMATODES	<i>Bathepsilonema pustulatum</i> Gerlach, 1952	2
	Autres espèces	848
GASTROTRICHES	<i>Turbanella cornuta</i> Remane, 1926	95
	<i>Paraturbanella teissieri</i> Swedmark, 1954	102
	<i>Tetranchyroderma massiliense</i> Swed- mark, 1956	11
ARCHIANNÉLIDES	<i>Protodrilus</i> sp.	2
ANNÉLIDES Polychètes	<i>Ctenodrilus serratus</i> (O. Schmidt, 1857)	10
OLIGOCHÈTES	.....	15
TARDIGRADES	<i>Batillipes mirus</i> (Richters, 1909)	13
OSTRACODES	.....	128
COPÉPODES Harpacticides	Nauplii	64
	<i>Arenosetella germanica</i> Kunz, 1937 ..	5
	<i>Pararenosetella leptoderma</i> (Klie, 1929)	4
	<i>Mesochra pygmaea</i> (Claus, 1863)	17
	<i>Paramesochra</i> sp.	1
	<i>Paraleptastacus spinicauda</i> (T. & A. Scott, 1895)	257
	<i>Rhyzothrix gracilis</i> (Scott, 1903)	11
	<i>Rhyzothrix bocqueti</i> Bózic, 1953	5
	<i>Huntmannia jadensis</i> Poppe, 1884	22
INSECTE Collembole	.....	2

b) *Macrofaune*

ANNÉLIDES Polychètes	<i>Goniada emerita</i> Audouin & M. Edwards, 1833	14
	<i>Arenicola marina</i> (Linné, 1758)	6

F) ARGUIN

a) *Microfaune*

TURBELLARIÉS	.....	3
NÉMATODES	.....	487
ROTIFÈRES	<i>Rotaria rotatoria</i> (Pallas, 1766)	1
ANNÉLIDES Polychètes	<i>Hesionides arenaria</i> Friedrich, 1937 ..	1
ACARIENS	.....	3
OSTRACODES	.....	6
COPÉPODES Harpacticides	Nauplii	6
	<i>Ectinosoma tenuipes</i> T. & A. Scott, 1894	14
	<i>Arenosetella germanica</i> Kunz, 1937 ...	3
	<i>Paramesochra constricta</i> (Nicholls, 1935)	12
	<i>Leptastacus laticaudatus</i> Nicolls, 1935, f. <i>intermedia</i> Kunz, 1938	3
	<i>Paraleptastacus spinicauda</i> (T. et A. Scott, 1895)	70

b) *Macrofaune*

ANNÉLIDES Polychètes	<i>Nephtys cirrosa</i> Ehlers, 1868	12
MOLLUSQUES Bivalves	<i>Tellina tenuis</i> Da Costa, 1778	32
	<i>Cerastoderma edule</i> (Linné, 1767)	1
AMPHIPODES	<i>Haustorius arenarius</i> (Slabber, 1769) ..	1
	<i>Urothoe brevicornis</i> Bate, 1862	1

B) *DONNÉES FAUNISTIQUES QUANTITATIVES RAMENÉES A UN MÊME VOLUME DE SÉDIMENT*

Afin de comparer quantitativement la richesse faunistique de chaque station, il faut ramener les données précédentes à un même volume de sable. Le volume de sédiment étudié pour la macrofaune étant 8 fois plus important que celui récolté pour la faune interstitielle il faut multiplier les chiffres obtenus pour celle-ci par 8, puis par 10/7 car 70 % seulement de la microfaune ont été dénombré par échantillon.

Dans le tableau V ne sont considérés que les nombres d'individus par groupes (ordre ou classe) pour chaque station. Ces nombres s'appliquent donc à un même volume de sédiment : surface d'1/12 m² sur 20 cm de profondeur, soit 16 dm³.

TABLEAU V
Nombre d'individus de chaque groupe, contenus dans 16 dm³ de sable.

	WISSANT A	WISSANT B	WIME- REUX	AUTHIE	LA VIGNE	LE CAMP A	LE CAMP B	LE CAMP C	LE CAMP D	ARGUIN
CNIDAIRES										
Hydriques					35	92				
PLATHELMINTHES										
Turbellariés	205	23	1 733	615	330	2 063	3 124	1 049	2 247	34
NÉMATHELMINTHES										
Nématodes	262	1 733	13 110	30 586	6 874	16 963	6 053	14 592	9 690	5 551
NÉMATORHYNQUES										
Gastrotriches		11	11	11	11	319	11	513	2 417	
Echinodères					57					11
ROTIFÈRES	11									
ANNÉLIDES										
Archiannelides			1 550		11	559	25		23	
Polych. interst.					34	25		46	228	11
Polychètes		2	4		16	5	7	5	20	12
Oligochètes				148	513	251	111	1 037	171	

MOLLUSQUES										
Gastropodes				73						
Bivalves						3				33
TARDIGRADES	764	205	68		23	798		262	148	
ARTHROPODES										
Acariens	11		11		92	479	832	217		34
Ostracodes	11				57	92	160	137	1 459	68
Copépodes Harp										
Nauplii	68	296	5 472	11	57	57	47	136	729	68
Adultes a						844	353	3 945	250	
Adultes b	228	320	10 499	217	376	26 679	1 038	2 212	3 420	1 163
Tanaïdacés					141					
Isopodes	18	2	1		6	21	1			
Amphipodes	72	296	44	209	4	5	21			2
INSECTES	11			45		11	11		22	
T O T A L										
Microfaune	1 571	2 588	32 454	31 633	8 470	49 232	11 765	24 146	20 804	6 940
Macrofaune	90	300	49	282	167	34	29	5	20	47
G É N É R A L	1 661	2 888	32 503	31 915	8 637	49 266	11 794	24 151	20 824	6 987

Ce tableau fait apparaître que la macrofaune représente numériquement une fraction trop faible pour que les espèces la composant, puissent entrer dans une étude statistique de la population totale du sédiment (voir en bas du tableau V les totaux séparés de la microfaune et de la macrofaune à chaque station). Par exemple à Authie le faciès à *Corophium arenarium*, si net par l'abondance de cet Amphipode atteignant une densité de 2 500 individus au m², devient statistiquement, en prenant pour base le tableau 10, un faciès à Nématodes (95,7 % de la faune) où *Corophium arenarium* ne représente plus que 0,66 % du nombre total d'individus recensés. Le faciès d'Authie, très riche en individus d'un même groupe (30 586 Nématodes sur 31 633 individus) peut être comparé à celui de La Vigne qui, à l'inverse, possède des représentants de très nombreux groupes mais chacun en petit nombre. Mais alors, même à cette dernière station, qualifiable d'après sa macrofaune de « faciès à *Apseudes latreillei* » (1 700 au m²), cette espèce ne constitue qu'1,64 % de la faune totale.

Néanmoins dans certains biotopes, la densité de la microfaune est assez faible pour permettre des comparaisons numériques avec la macrofaune, c'est le cas des stations de Wissant. Mais ces cas particuliers mis à part, le tableau V indique qu'il est très difficile d'étudier numériquement et de comparer des populations si différentes en densité, mais ne constituant pas moins la biocénose de chaque milieu.

Cependant si l'on veut considérer la biocénose totale contenue dans une quantité donnée de sédiment (sans toutefois y inclure les bactéries et les êtres unicellulaires) et relier la microfaune à la macrofaune, il faut introduire un élément de comparaison entre ces deux domaines faunistiques.

C) BIOVOLUMES ET POIDS EN CENDRES DE LA FAUNE

Il est intéressant de rappeler ici les problèmes que pose le choix d'un élément de comparaison relatif à la richesse faunistique en microfaune et macrofaune de différents milieux. Après un bref rappel historique, nous verrons les raisons qui nous ont conduit à introduire dans notre étude la notion de « biovolume » et le parti que l'on peut en tirer.

C'est à PETERSEN que revient le mérite d'avoir le premier évalué la faune d'un sédiment en l'exprimant par le poids brut des animaux (PETERSEN, 1911, 1913, 1915 et 1918). Dans ce premier stade de recherches l'étude ne portait que sur la macrofaune : Mollusques, Annélides, Echinodermes... et le poids brut ou *biomasse* cor-

respondait au poids frais de la faune, c'est-à-dire des animaux superficiellement séchés. Cette méthode ne peut être utilisée que pour des animaux de taille assez importante et susceptible d'être pesés. Il est impossible de l'appliquer à un travail prenant en considération la faune interstitielle, les petits Crustacés et les Annélides Polychètes, ce qui est le cas de notre travail. Néanmoins plusieurs auteurs, en particulier MARE, 1942, et WIESER, 1960, ont réussi à déterminer la densité de certains microorganismes pour en déduire leur poids frais. Mais la préoccupation majeure de PETERSEN ainsi que de nombreux biologistes à sa suite (BLEGVAD, 1914; MARE, 1942; HAGMEIER, 1951; HOLME, 1949, 1953, 1961, pour ne citer que les principaux) était de calculer le *poids frais* d'invertébrés ou de microorganismes, afin d'en déduire la productivité des fonds et par là-même la base de la nourriture des poissons. Or, il s'agit pour nous, de comparer la richesse de biotopes intertidaux en rapport avec les conditions écologiques qui y règnent. Parmi ces facteurs écologiques nous étudions la teneur en matière organique du sable (tableau III : recherche du pourcentage de matière organique, après passage du sédiment dans un four à moufle à 500-600°), et nous l'exprimons donc en *poids sec*. Il nous paraît alors plus logique de rendre compte ici du poids de la matière vivante dans les mêmes conditions d'étude, c'est-à-dire de l'exprimer en *poids sec* ou *poids en cendres*, après passage dans ce même four utilisé pour l'étude de la teneur en matière organique. C'est ainsi que nous avons pu calculer le poids en cendres des Crustacés présents dans les biotopes étudiés, et on verra le parti que l'on a pu tirer de telles mesures.

Devant la difficulté que présente la pesée de microorganismes aussi bien que d'animaux interstitiels, certains auteurs (MARE, 1942, et WIESER, 1960) en ont calculé le volume. Ce calcul du volume nous a paru la seule méthode applicable à l'étude biocénétique complète et quantitative des éléments composant à la fois la microfaune et la macrofaune. En effet un tel calcul rend compte par une mesure commune à tous les groupes, du volume de matière vivante ou *bio-volume*, contenu dans une quantité de sédiment donnée.

Nous avons donc calculé le volume des différentes espèces récoltées.

Pour la macrofaune, celui-ci a été directement mesuré à partir d'un nombre suffisamment grand d'individus.

Pour la microfaune, les différentes espèces (vue la forme allongée des animaux interstitiels) ont pu être assimilées morphologiquement soit à des cylindres, soit à des demi-cylindres, et leurs volumes ont été calculés d'après leurs dimensions observées au microscope. Cette méthode d'évaluation des volumes de certaines espèces en les assimilant à des solides géométriques a déjà été

adoptée par plusieurs auteurs, les Nématodes ont ainsi été assimilés à des cylindres par NIELSEN (1951), ANDRASSY (1956) et WIESER (1960). On trouvera dans le tableau VI, les volumes qui ont servi de bases à nos calculs.

TABLEAU VI
Volume en mm³ des représentants de la microfaune rencontrés aux différentes stations.

TURBELLARIÉS	TARDIGRADES
taille a = 0,0157	<i>Batillipes</i> = 0,003188
taille b = 0,001947	ACARIENS = 0,00314
NÉMATODES	OSTRACODES = 0,000588
taille a = 0,007065	COPÉPODES Harpacticides
taille b = 0,001256	Nauplii = 0,0000981
GASTROTRICHES	<i>Huntmannia jadensis</i>
Macrodasoyidés = 0,00942 taille a	= 0,004019 taille a
Chaetonotoidés = 0,000332 taille b	Autres Cop. Interstitiels
ECHINODÈRES = 0,003176	= 0,003176 taille b
ROTIFÈRES = 0,003188	HYDRAIRES
ARCHIANNÉLIDES	<i>Halammohydra vermiformis</i>
<i>Protodrilus</i> = 0,009538	= 0,00785
ANNÉLIDES POLYCHÈTES	<i>Halammohydra octopodides</i>
interstitielles = 0,0157	= 0,0101736

Dans le cas des groupes comprenant de très nombreux représentants mais dont la systématique n'a pas été étudiée : Nématodes et Turbellariés, deux tailles moyennes ont été choisies, « a » représentant la plus grande et « b » la plus petite. Pour les Gastrotriches une mesure a été adoptée pour les Macrodasoyidés « a », et une autre « b », pour les plus petits, c'est-à-dire les Chaetonotoidés. Pour les Archiannélides les mensurations ont été basées sur *Protodrilus* dont les trois espèces ont presque la même taille dans les biotopes qui nous concernent. Dans le cas des Copépodes Harpacticides il a fallu considérer les nauplii qui sont parfois en nombre important, prendre une mesure moyenne pour les espèces de forme typiquement interstitielle « b », et une mesure spéciale pour l'espèce *Huntmannia jadensis*, présente en grand nombre aux trois stations du Camp (Arcachon) et dont la taille dépasse de beaucoup la taille moyenne des autres Copépodes Harpacticides (« a » dans les tableaux). Précisons enfin qu'il a été fait deux calculs différents pour les deux espèces d'*Halammohydra* rencontrées dans ce travail, le volume des tentacules n'a pas été pris en considération vu leur contractilité.

Le tableau VII calculé d'après les données précédentes et celles des tableaux V et VI, donne les biovolumes de chaque classe ou

ordre, par biotope, exprimé en mm^3 et correspondant à une surface prospectée de $1/12$ de m^2 sur 20 cm de profondeur.

Ce tableau permet l'étude simultanée de la microfaune et de la macrofaune en tant que populations, alors que celle-ci était impossible vue la disproportion numérique des différents groupes en présence.

L'étude des biovolumes permet aussi de calculer à partir de ces données les poids en cendres des Crustacés de la *microfaune* qu'il est impossible de peser de manière précise. Comme nous l'avons indiqué précédemment nous avons pu mesurer directement le poids en cendres des Crustacés de la *macrofaune*. Il nous a semblé possible d'admettre une densité analogue aux Crustacés de la *microfaune*, et grâce aux biovolumes d'en déduire leur poids en cendres.

Calcul de la densité : divers Crustacés de la macrofaune ont été mesurés dans ce but. Par exemple 1 264 *Corophium arenarium* représentant un volume de $10,10 \text{ cm}^3$ donnaient 0,4476 g de cendres, c'est-à-dire 0,044 mg pour 1 mm^3 . D'autres mesures établies sur *Haustorius arenarius* et *Apsuedes latreillei* donnaient respectivement 0,045 mg et 0,041 mg pour 1 mm^3 . Le résultat moyen de 0,044 mg par mm^3 fut utilisé pour calculer les poids en cendres de la macrofaune et de la microfaune à partir des biovolumes.

Les résultats obtenus pour toutes les stations sont donnés dans le tableau VIII.

Dans ce chapitre nous avons donc réuni toutes les données calculées d'après un recensement précis de la faune contenue dans un volume de sédiment connu. On verra dans les chapitres suivants le parti que l'on a pu tirer de telles données en les reliant sur le plan écologique à l'analyse physico-chimique du milieu.

ÉTUDE ÉCOLOGIQUE DE CHAQUE STATION

Etant donnés le nombre de plages prospectées et l'importance des listes faunistiques, il nous a paru nécessaire d'étudier maintenant chaque station séparément sur le plan écologique, et de relier ainsi les deux premiers chapitres entre eux. C'est-à-dire que chaque station sera reprise avec ses principales caractéristiques physico-chimiques et considérée en tant qu'habitat capable d'héberger un stock faunistique et de lui permettre d'y prospérer. Car il est bien entendu que l'« habitat » n'existe et ne peut se définir que par la

TABLEAU VII

Biovolumes en mm³ des individus de chaque groupe, contenus dans 16 dm³ de sable, aux différentes stations

	WISSANT A	WISSANT B	WIME- REUX	AUTHIE	LA VIGNE	LE CAMP A	LE CAMP B	LE CAMP C	LE CAMP D	ARGUIN
CNIDAIRES										
Hydriaires					0,036	0,723				
PLATHELMINTHES										
Turbellariés a	1,570		13,596	4,820	2,591	16,187	24,524	8,227	17,632	0,267
Turbellariés b	0,205	0,045	1,688	0,599	1,879	2,009	3,042	1,023	2,189	0,033
NÉMATHELMINTHES										
Nématodes a	0,926	6,119	46,312	108,046	24,283	59,919	21,379	51,547	34,240	19,606
Nématodes b	0,165	1,088	8,235	19,209	4,317	10,654	3,802	9,164	6,086	3,487
NÉMATORHYNQUES										
Gastrotriches a		0,104	0,104	0,104	0,104	2,063	0,103	4,230	22,769	
Gastrotriches b						0,033		0,022		
Echinodères					0,181					
ROTIFÈRES	0,036									0,036
ANNÉLIDES										
Archannelides			14,784		0,105	5,332	0,240		0,220	
Polych. interst.					0,534	0,392		0,721	3,580	0,173
Polychètes		217,000	398,000		594,070	720,000	660,000	470,000	2482,000	600,000
Oligochètes				2,334	8,054	6,451	1,743	16,281	2,685	

MOLLUSQUES										
Gastropodes				109,500						
Bivalves						984,000				10500,000
TARDIGRADES	2,292	0,654	0,217		0,073	2,544		0,836	0,472	
ARTHROPODES										
Acariens	0,035		0,035		0,289	1,504	2,613	0,682		0,107
Ostracodes	0,007				0,003	0,054	0,094	0,080	0,858	0,040
Copépodes Harp. ..										
Nauplii	0,007	0,029	0,537	0,001	0,006	0,006	0,005	0,014	0,071	0,068
Adultes a						3,393	1,412	15,851	1,005	
Adultes b	0,745	1,016	33,279	0,688	1,204	85,373	3,114	7,012	10,862	3,694
Tanaïdacés					264,798					
Isopodes	45,591	8,429	6,737		40,422	141,477	6,737			
Amphipodes	768,520	1399,590	188,980	1669,910	20,000	35,560	187,000			22,595
TOTAL :										
Microfaune	5,988	8,955	118,787	135,801	43,659	196,637	62,071	115,690	102,669	27,511
Macrofaune	814,111	1625,019	593,717	1779,410	919,290	1881,037	853,737	470,000	2482,000	1122,595
Général	820,099	1633,974	712,504	1915,211	962,949	2077,674	915,808	585,690	2584,669	1150,106

TABLEAU VIII

Poids en cendres, en mg, des différents ordres de Crustacés contenus dans 16 dm² de sable.

	WISSANT A	WISSANT B	WIME- REUX	AUTHIE	LA VIGNE	LE CAMP A	LE CAMP B	LE CAMP C	LE CAMP D	ARGUIN
Ostracodes	**				**	0,003	0,004	0,004	0,038	0,002
Copépodes Harp. (Adultes+Naupl.) .	0,033	0,046	1,488	0,031	0,054	3,906	0,200	1,007	0,526	0,166
Tanaïdacs					11,280					
Isopodes	3,843	0,672	0,520		3,117	10,898	0,520			
Amphipodes	35,548	56,995	7,384	73,150	0,880	1,606	8,342			1,066
TOTAL :										
Microfaune	0,033	0,046	1,488	0,031	0,054	3,909	0,204	1,011	0,564	0,168
Macrofaune	39,391	57,667	7,904	73,150	15,277	12,504	8,862			1,066
Général	39,424	57,713	9,392	73,181	15,331	16,413	9,066	1,011	0,564	1,234

** Poids (et nombre) d'individus trop faible pour entrer dans les calculs.
Chiffres par excès.

faune qui le colonise ou s'y implante d'une manière plus ou moins stable.

A) MANCHE

I. WISSANT A

La faune interstitielle est d'une très faible densité à cette station de mode battu (1 571 individus par 16 dm³ de sable). Le groupe le plus important est constitué par les Tardigrades (46 % de la faune totale, fait assez rare et méritant d'être signalé) représentés par une seule espèce : *Batillipes phreaticus*. Les Copépodes Harpacticides constituent 17 % de la faune et sont représentés par 5 espèces dont *Paramesochra constricta* qui partage souvent les mêmes biotopes que *Batillipes phreaticus*. Les Gastrotriches et les Archianélides étaient absents de ce prélèvement.

Le mode océanique de cet estran ne permet donc pas l'établissement d'une microfaune abondante et variée, mais, au contraire, les Amphipodes fouisseurs de la famille des Haustoriidés y trouvent leur écotope, correspondant à un sédiment très irrigué, en général au niveau de l'horizon de résurgence. C'est le niveau de la « *Bathyporeia-Haustorius-Zone* » des auteurs Allemands (REMANE, 1940); à Wissant A la densité de ces Amphipodes atteint 860 individus au m².

COMPOSITION DE LA BIOCÉNOSE

Numérique		Biovolumétrique	
Tardigrades	46 %	Amphipodes	93,7 %
Copépodes Harpacticides ..	17 %	Isopodes	5,45 %
Nématodes	16 %	Tardigrades	0,28 %
Turbellariés	12 %	Turbellariés	0,21 %
Amphipodes	4 %	Nématodes	0,14 %
Isopodes	1 %	Copépodes Harpacticides	0,09 %

II. WISSANT B

Cette station, d'un niveau inférieur à Wissant A, présente une augmentation du nombre d'individus par rapport à cette dernière; augmentation essentiellement due, en ce qui concerne la microfaune, aux Nématodes et aux Copépodes Harpacticides, bien que certaines espèces aient disparu : absence d'*Arenopontia subterranea*.

Les Tardigrades sont beaucoup moins nombreux : 7 % de la faune au lieu de 46 % à Wissant A. En effet *Batillipes phreaticus* ne compte plus que 194 individus dans 16 dm³ de sable au lieu de 764 dans le même volume en A. Absence des Archiannélides.

En raison du niveau de Wissant B (Basses Mers de Morte-eau), inférieur à celui de la station précédente, les Amphipodes fouisseurs y présentent une répartition différente. *Bathyporeia pelagica* se trouve ici en beaucoup plus grande abondance, mais *Bathyporeia pilosa* a disparu, ce niveau trop bas lui étant défavorable. *Haustorius arenarius* est encore présent, mais en nombre plus faible, en revanche *Urothoe brevicornis*, espèce du mésolittoral inférieur fait ici son apparition. Densité des Amphipodes : 3 550 individus au m².

COMPOSITION DE LA BIOCÉNOSE

Numérique		Biovolumétrique	
Nématodes	60 %	Amphipodes	85 %
Copépodes Harpacticides ..	21 %	Annélides Polychètes ...	13 %
Amphipodes	10 %	Isopodes	0,51 %
Tardigrades	7 %	Nématodes	0,44 %
Annélides Polychètes	1 %	Copépodes Harpacticides	0,06 %

III. WIMEREUX

Ce biotope se caractérise par une très forte densité en micro-faune : 20 fois plus d'individus qu'à Wissant A et 12 fois plus qu'à Wissant B, en revanche les Crustacés et les Annélides Polychètes de la macrofaune y sont moins abondants : 2 fois moins qu'à Wissant A et 6 fois moins qu'à Wissant B. Comme les précédentes stations ce faciès est de mode battu, et se situe dans l'étage mésolittoral inférieur; les différences faunistiques observées alors entre le biotope de Wimereux et ceux de Wissant (A et B), semblent donc imputables uniquement aux conditions physico-chimiques du sédiment. Les plus importantes sont les suivantes : finesse et meilleur classement des grains de sable, et richesse en matière organique.

A Wimereux, on a constaté (tableau III) que la taille des grains et leur calibrage suffisamment poussé déterminent à l'intérieur de la masse du sédiment un volume des vides de 41,25 %, ou en d'autres termes un espace poral habitable suffisamment grand pour être colonisé par une faune interstitielle abondante.

D'autre part la richesse en matière organique atteint ici 0,49 % au lieu de 0,26 % et 0,38 % à Wissant A et B.

De telles caractéristiques semblent donc responsables d'une densité de 32 500 individus interstitiels pour 16 dm³ de sable, et aussi de l'abondance des *Bathyporeia*, animaux de taille relativement réduite; mais d'autre part on constate qu'elles sont moins favorables à *Haustorius arenarius*. Densité des Amphipodes : 528 au m².

Notons pour la microfaune la présence du plus petit Archianélide connu : *Diurodrilus minimus*, et la cohabitation à ce niveau de *Batillipes phreaticus* et de *Paramesochra constricta* (cohabitation déjà constatée à Wissant A et B).

COMPOSITION DE LA BIOCÉNOSE

Numérique		Biovolumétrique	
Copépodes Harpacticides ..	49 %	Annélides Polychètes	56 %
Nématodes	40 %	Amphipodes	26 %
Turbellariés	5 %	Nématodes	7,6 %
Archianéélides	5 %	Copépodes Harpacticides.	4,8 %
		Turbellariés	2,1 %
		Archianéélides	2 %
		Isopodes	1 %

IV. AUTHIE

Cette station du haut estran et de mode très calme (fond de baie), se compose d'un sédiment réduit dès le dixième cm et dont l'eau interstitielle ne recèle que 2,80 mg d'O₂ par litre. La microfaune y est très abondante mais peu variée : le seul groupe des Nématodes représente 95 % de la faune totale; les Copépodes Harpacticides ne comptent qu'une seule espèce très ubiquiste *Paraleptastacus spinicauda* en petit nombre.

En ce qui concerne la macrofaune ce faciès constitue un biotope très favorable à l'établissement de *Corophium arenarium*, Amphipode creusant des galeries dans les dix premiers cm du sable: densité 2 500 individus au m². Cette station est aussi un faciès à *Hydrobia ulvae*, Gastropode se nourrissant du film superficiel. Ces deux espèces (auxquelles on peut joindre *Paraleptastacus spinicauda*) sont euryhalines et parfois même recherchent la dessalure : c'est ainsi que nous retrouverons *Corophium arenarium* au Camp B dans le Bassin d'Arcachon, au niveau de résurgence de la nappe d'eau douce continentale.

L'euryhalinité et l'eurythermie sont donc les principales caractéristiques des espèces d'Authie (niveau élevé) et rendent compte

de leur répartition; ce milieu, peu favorable à la variété spécifique, permet, en revanche, l'épanouissement de quelques espèces qui y trouvent leurs conditions optima et y vivent en abondance.

Par la suite il sera intéressant d'étudier dans ce cas relativement « simplifié » par le nombre réduit des espèces, les interactions des divers éléments de la faune : prédation, chaîne alimentaire, équilibre faunistique.

COMPOSITION DE LA BIOCÉNOSE

Numérique		Biovolumétrique	
Nématodes	95 %	Amphipodes	86 %
Turbellariés	2 %	Gastropodes	5,7 %
Copépodes Harpacticides.	0,7 %	Nématodes	6,6 %
Amphipodes	0,7 %		

B) ATLANTIQUE : BASSIN D'ARCAÇON

I. LA VIGNE

Au niveau des Basses Mers de Vives-eaux, la station de La Vigne permet une récolte faunistique très variée : présence d'*Halam-mohydra*, d'Epsilonématidés, d'Archiannélides, de Polychètes, de deux espèces d'Echinodères, de sept espèces d'Harpacticides, de Tanaïdacés, d'Isopodes et d'Amphipodes. Cependant si le nombre d'espèces est grand, le nombre de représentants est réduit (8 470 individus de la microfaune dans 16 dm³ de sable) sauf pour *Apseudes latreillei* (densité : 1 700 au m²), Tanaïdacé qui trouve dans ce faciès des conditions les plus favorables (voir SALVAT, 1962, p. 224).

Les conditions d'habitat présentent deux caractères importants : la présence d'éléments fins se révélant dans la courbe en nombre de grains de l'analyse granulométrique d'une part, et d'autre part une teneur élevée en matière organique (voir tableau III). Ces deux facteurs constituent un faciès type de l'infralittoral abrité dans lequel on rencontre l'*Urothoe grimaldii* espèce caractéristique de ce niveau.

La présence d'éléments fins dans les interstices du sédiment, par ailleurs tassé étant donné le niveau (volume des vides : 35,6 %), provoque un certain colmatage, insuffisant toutefois, pour entraîner une réduction du milieu. Cette abondance de débris organiques (formant ici la plupart des particules comprises au-dessous de 90 µ)

bien que profitable dans une certaine mesure à la microfaune, n'en constitue pas moins un obstacle pour ces animaux interstitiels, par la diminution même du volume poral habitable qu'elle entraîne. Ce facteur agit en sens inverse pour la macrofaune. L'abondance de matière organique justifie la présence d'*Apseudes latreillei* et d'*Urothoe grimaldii*, animaux capables de se déplacer considérablement dans le sédiment pour y trouver leur nourriture. Notons que ces conditions de milieu sont également favorables aux Annélides et qu'*Echinocardium cordatum* fut trouvé à cette station à l'occasion d'autres récoltes.

COMPOSITION DE LA BIOCÉNOSE

Numérique		Biovolumétrique	
Nématodes	80 %	Annélides Polychètes	61 %
Oligochètes	6 %	Tanaïdacés	26 %
Copépodes Harpacticides	5 %	Isopodes	4 %
Turbellariés	4 %	Nématodes	3 %
Tanaïdacés	1,6 %	Amphipodes	2 %
Isopodes	0,07 %	Oligochètes	1 %
Amphipodes	0,05 %	Turbellariés	0,5 %

II. CAMP A

Au Camp trois stations ont été prospectées : A, B et C dans le but d'étudier l'influence d'une nappe d'eau douce qui sourd à la station B.

La station A est avant tout caractérisée par un sédiment continuellement irrigué par l'eau d'imbibition infiltrée dans la haute plage pendant la marée haute. Cette eau interstitielle conserve une salinité non perturbée par la nappe d'eau douce sous-jacente. Chaque marée provoque dans ce sable la pulsation de cette nappe et assure ainsi son active circulation au niveau de résurgence. Ce fait est suffisamment important pour expliquer la présence d'une faune très abondante et variée, analogue à celle trouvée dans les mêmes conditions sur la plupart des estrans semi-abrités du Bassin d'Arcahon (RENAUD-DEBYSER, 1959, 1963; SALVAT, 1962). Cette faune correspond au mésolittoral inférieur (*Bathyporeia-Haustorius-Zone*) et compte comme espèces caractéristiques : *Protodrilus chaetifer*, *Hesionides arenaria*, *Batillipes mirus*, *Batillipes phreaticus*, *Arenosetella germanica*, *Arenopontia subterranea* et *Mesochra pygmaea* pour la faune interstitielle; pour la macrofaune : *Eurydice pulchra* et des Amphipodes fousseurs : *Bathyporeia pilosa*, *Haustorius arenarius* et *Urothoe brevicornis*. Présence de *Tellina tenuis*.

De toutes les stations prospectées dans ce travail, celle du Camp A est la plus riche pour la microfaune tant spécifiquement que numériquement : on y trouve *Halammohydra vermiformis*, six espèces de Gastrotriches, trois espèces de *Protodrilus* et sept espèces de Copépodes Harpacticides totalisant pour ce dernier groupe 28 000 individus dans 16 dm³ de sable. La densité globale de la faune interstitielle s'élève à 49 200 individus.

Le Camp A et la station de La Vigne diffèrent par leurs niveaux et les conditions physico-chimiques qui en découlent feront, plus loin, l'objet d'une étude écologique comparée. La disproportion numérique des populations de chaque station servira de base à cette étude.

COMPOSITION DE LA BIOCÉNOSE

Numérique		Biovolumétrique	
Copépodes Harpacticides	57 %	[Bivalves	47 %]
Nématodes	34 %	Annélides Polychètes ..	34 %
Turbellariés	4 %	Isopodes	6,8 %
Tardigrades	1,6 %	Copépodes Harpacticides	4,2 %
Acariens	1 %	Nématodes	3,4 %
Isopodes	0,04 %	Amphipodes	1,7 %
Amphipodes	0,01 %		

III. CAMP B

Le Camp B, ainsi que nous l'avons vu dans l'étude physico-chimique du chapitre I, est soumis à l'influence d'un facteur écologique prépondérant : à savoir la présence d'une nappe d'eau douce continentale abaissant la teneur en sels de l'eau interstitielle jusqu'à 8,7 ‰.

Nous trouvons ici une faune considérablement différente de la biocénose de la station précédente, bien que la distance entre les deux prélèvements ne soit que de 6 m et la différence de niveau de 0,27 m.

Quantitativement on observe une chute de la densité de la faune de 49 000 à 11 800 individus pour 16 dm³ de sable, essentiellement due aux Nématodes, Tardigrades et Copépodes Harpacticides alors que les Turbellariés augmentent de 2 000 à 3 000 individus.

Qualitativement, on constate la disparition totale de certains groupes et de nombreuses espèces, compensée par l'apparition de quelques espèces saumâtres. En effet nous n'y trouvons plus les groupes suivants : Hydraires, Tardigrades, Bivalves et Isopodes, et

nous notons l'absence des Annélides : *Hesionides arenaria*, *Nephtys cirrosa* et *Ophelia bicornis*; de Copépodes Harpacticides, nombreux en A, tels que : *Arenosetella germanica* et *Paramesochra constricta*; et enfin de l'Amphipode *Urothoe brevicornis*.

Sont en régression numérique très nette par rapport à la station A, les Copépodes Harpacticides suivants : *Pararenosetella leptoderma*, *Mesochra pygmaea*, *Paraleptastacus spinicauda* (espèce pourtant très ubiquiste) et *Huntmannia jadensis*. En revanche apparaissent le Copépode Harpacticide *Stenocaris pygmaea* décrit par NOODT, 1955, d'une nappe d'imbibition d'une salinité de 17,6 ‰, et l'Amphipode *Corophium arenarium* déjà rencontré dans le faciès euryhalin d'Authie. Quant à *Nerine cirratulus*, sa présence ne peut être qu'accidentelle, car d'autres recherches ont indiqué que cette espèce ne s'établit pas de préférence dans une zone perturbée par une arrivée d'eau douce.

Les différences faunistiques observées ici par rapport aux stations adjacentes justifient l'étude comparée de ces faciès au Chapitre IV.

COMPOSITION DE LA BIOCÉNOSE

Numérique		Biovolumétrique	
Nématodes	52 %	Annélides Polychètes	72 %
Turbellariés	27 %	Amphipodes	20 %
Copépodes Harpacticides.	11 %	Turbellariés	3 %
Acariens	7 %	Nématodes	2,7 %
Oligochètes	1 %	Isopodes	0,7 %
Amphipodes	0,2 %	Copépodes Harpacticides.	0,5 %

IV. CAMP C

A la dessalure, moins forte qu'en B, s'ajoute à la station C des conditions de sédimentation particulières dont nous avons rendu compte ailleurs (voir DAVANT et SALVAT, 1961, p. 429 et suivantes). De telles conditions entraînent une accumulation de débris coquilliers et d'éléments d'origine détritique d'une taille supérieure au mm et pouvant former jusqu'à 6 % du sédiment. Ces éléments grossiers, le plus souvent constitués de valves d'*Ostrea*, provoquent une élévation de la teneur en Carbonates du milieu, atteignant 0,8 %, alors qu'elle est de 0,28 % au Camp A et de 0,32 % au Camp B où les éléments détritiques semblables ne forment que 3 % du sédiment. L'étude granulométrique révèle un sable plus grossier (tableau III) dont le diamètre médian est de 343 μ alors qu'il est de 285 en A et de 276 en B.

Ce faciès est donc caractérisé par : des conditions de dessalure, une importante proportion de débris coquilliers, et un sédiment plus grossier.

Ces conditions sont nettement défavorables à la microfaune en ce qui concerne les Amphipodes, Isopodes et Mollusques. En revanche les Annélides Polychètes ne semblent guère affectées par la présence de débris coquilliers, ni par la taille plus élevée des grains; on notera en particulier la présence d'*Arenicola marina* fréquente dans les eaux saumâtres.

Au point de vue de la microfaune cette station constitue un biotope intermédiaire entre les deux précédents. Quantitativement les animaux interstitiels sont deux fois moins abondants qu'en A et deux fois plus qu'en B. Qualitativement certaines espèces présentes en A et absentes en B réapparaissent ici, en nombre réduit toutefois. Il s'agit du Gastrotriche *Tetranchyroderma massiliense*, de l'Annélide Polychète interstitielle *Hesionides arenaria*, des Tardigrades *Batillipes mirus* et *Batillipes phreaticus*, des Copépodes Harpacticides *Pararenosetella leptoderma* et *Paramesochra constricta*. Notons enfin que le groupe des Nématodes est numériquement presque aussi important qu'en A, mais qu'il n'en est pas de même pour les Harpacticides.

COMPOSITION DE LA BIOCÉNOSE

Numérique		Biovolumétrique	
Nématodes	60 %	Annélides Polychètes	80 %
Copépodes Harpacticides .	26 %	Nématodes	10,4 %
Turbellariés	4 %	Copépodes Harpacticides.	3,9 %
Oligochètes	4 %	Oligochètes	2,7 %
Gastrotriches	2 %	Turbellariés	1,6 %

V. CAMP D

Cette station de même niveau que la station C a fait l'objet de prélèvements faunistiques effectués à une époque différente de l'année. Alors que les stations A, B, C du Camp furent prospectées en mai 1962, le Camp D qui constituait un sondage préliminaire de ce milieu de dessalure fut établi dès octobre 1960. Néanmoins il nous a semblé intéressant d'en donner les résultats à titre indicatif.

Ainsi on vérifie qu'à l'instar de la station C les Mollusques, Isopodes et Amphipodes sont absents et que quelques Annélides Polychètes (*Arenicola marina* et *Goniada emerita*) réussissent à s'établir dans ce faciès.

En ce qui concerne la microfaune le compte rendu des comptages fait ressortir que les mêmes espèces sont présentes à la fois au Camp D et au Camp C. Quantitativement le nombre d'individus est sensiblement le même pour les deux prélèvements, mais les proportions entre les groupes sont différentes par suite des variations saisonnières liées au cycle de chaque espèce.

COMPOSITION DE LA BIOCÉNOSE

Numérique		Biovolumétrique	
Nématodes	47 %	Annélides Polychètes	96 %
Copépodes Harpacticides .	21 %	Nématodes	1,5 %
Gastrotriches	11 %	Gastrotriches	0,9 %
Turbellariés	10 %	Turbellariés	0,7 %
Ostracodes	7 %	Copépodes Harpacticides.	0,4 %
Annélides Polychètes	1 %		

VI. ARGUIN

La station de la lagune d'Arguin est un faciès à *Tellina tenuis*. Ce bivalve se nourrit grâce à son siphon du film superficiel formé par ces fins débris organiques dont nous avons signalé la présence au chapitre I. Un tel milieu constitue donc l'écotopie de *Tellina tenuis* (384 individus au m²). Mais il semble défavorable à l'endofaune dont l'activité alimentaire s'effectue à l'intérieur du sédiment. La présence de ce film superficiel semble être la cause de la faible teneur en O₂ dissous que contient l'eau interstitielle sous-jacente. Sous cette pellicule superficielle la teneur en matière organique est faible dans le sable. Dans nos mesures destinées à évaluer le taux de matière organique comprise à l'intérieur du sédiment où se nourrit la faune (à l'exception de *Tellina tenuis*), ces dépôts de surface n'ont pas été inclus, et nous avons alors trouvé que la matière organique dissoute ou en suspension dans l'eau d'imbibition à l'intérieur du sable, était d'une faible teneur : 0,20 %.

A Arguin le volume des vides entre les grains de sable est suffisant (tableau III) pour fournir un espace poral logeable pour la microfaune, or celle-ci y est peu abondante, et il nous est permis de penser que cette couche de débris organiques, dont *Tellina tenuis* puise les particules (« deposit-feeder » de YONGE, 1949), est au contraire un obstacle à la microfaune, en entravant la circulation de l'eau et diminuant ainsi le taux d'O₂ dans l'eau interstitielle du sédiment.

Les Gastrotriches, Archiannélides et Tardigrades sont absents, les Turbellariés en très petit nombre, seuls les Nématodes et les Copépodes Harpacticides sont assez nombreux (cinq espèces de Copépodes Harpacticides).

Il faut noter la présence du Rotifère *Rotaria rotatoria* trouvé aussi à Wissant A, et des Annélides Polychètes : *Hesionides arenaria* et *Nephtys cirrosa*. On a vu que ce niveau de B.M. moy. est favorable à *Hesionides arenaria* (RENAUD-DEBYSER, 1963).

COMPOSITION DE LA BIOCÉNOSE

Numérique		Biovolumétrique	
Nématodes	80 %	Mollusques	94 %
Copépodes Harpacticides	17 %	Anélides Polychètes	5 %
Ostracodes	1 %		
Turbellariés	0,5 %		
Acariens	0,5 %		
Mollusques	0,5 %		

CONCLUSIONS

D'après cette étude nous voyons que chaque station possède des particularités à la fois physico-chimiques et faunistiques qui permettent de présager de l'influence plus ou moins grande d'un facteur écologique sur son peuplement. La prépondérance d'un facteur sur un autre est difficile à préciser, et la sensibilité des individus vis-à-vis de ces facteurs est d'autant plus délicate à mesurer que la physiologie et le comportement de beaucoup d'espèces trouvées au cours de ce travail restent encore inconnus.

Cependant nous verrons dans le chapitre suivant que l'on peut mettre en évidence certains « facteurs-pilotes » : mode, niveau, salinité, nourriture, qui sont responsables pour une grande part de la prospérité d'un sédiment meuble intertidal.

ÉCOLOGIE DYNAMIQUE DES PEUPELEMENTS

Dans le chapitre précédent nous avons tenté de relier l'étude physico-chimique de chaque milieu à ses particularités faunistiques. La connaissance de ces faciès intertidaux nous paraît donc suffisamment avancée pour que nous puissions transposer les données

acquises pour chaque plage sur un plan d'écologie dynamique. Il nous paraît possible, maintenant, de relier ces stations entre elles par des comparaisons tirées soit du milieu physico-chimique, soit des peuplements. Leur étude n'apparaîtra plus comme une énumération de recherches, d'ailleurs valables en elles-mêmes, mais comme une synthèse qui justifiera à la fois le choix des faciès et les méthodes de récolte de la faune. En comparant plusieurs stations entre elles, nous pourrons voir selon quelles modalités agissent certains facteurs conditionnant le biotope et par là même la faune qui lui est étroitement liée.

A) INFLUENCE DU MODE

Les estrans sableux ou rocheux sont habituellement répartis en trois groupes en fonction de l'action de la houle et des vagues à leur égard. Les estrans au *mode battu* correspondent aux plages (qui seules nous intéressent ici) directement ouvertes sur l'océan (comme Wissant ou Wimereux) ou bien situées à l'entrée de baies (Arguin à l'entrée du Bassin d'Arcachon). Au contraire les fonds de baies ou de golfes, aux eaux calmes, à sédimentation importante allant en général de pair avec une dessalure, constituent le *mode calme* ou abrité (Authie). Entre ces modes, battu d'une part et calme d'autre part, le mode *semi-abrité* convient aux estrans protégés de la houle directe du large, mais très fortement dépendants des conditions océaniques (salinité en particulier), ce mode est celui des stations de La Vigne et du Camp.

I. COMPARAISON DE LA RICHESSE SPÉCIFIQUE ENTRE DES SÉDIMENTS MEUBLES OCÉANIQUES ET SEMI-ABRITÉS

La faune d'Authie (mode calme) s'est révélée d'une très grande densité, mais pauvre en espèces. Les résultats observés à La Vigne sont exactement inverses. Ceci nous incite à comparer pour chaque station : le nombre de groupes représentés, le nombre d'espèces déterminées, et le nombre total d'individus récoltés; le tableau IX groupe toutes ces données.

De ce tableau il est possible de déduire les faits suivants :

— On vérifie ici ce qui a été dit précédemment au sujet du biotope d'Authie : grande sélectivité des faciès dont les conditions physico-chimiques sont extrêmement variables. Le manque de concurrence entre les espèces permet aux mieux adaptées de s'épanouir.

— Tous les biotopes de mode océanique et exposés au large

sont pauvres en nombre d'espèces. Ce nombre varie peu entre Wissant A et B, Wimereux et Arguin (respectivement 12, 12, 14 et 12). Remarquons cependant que si Wimereux possède une forte densité de population, le nombre d'espèces n'augmente pas dans la même proportion.

— Les biotopes de mode semi-abrités sont plus riches en espèces : 28 au Camp A et 29 à La Vigne (où la densité de peuplement n'est pourtant pas très élevée).

— Aux autres stations B, C ou D du Camp le nombre d'espèces est plus faible, mais ce n'est qu'un cas de sélectivité dû à la perturbation créée par l'arrivée d'eau douce.

TABLEAU IX
Prosperité des différentes stations et leur mode

STATIONS	NOMBRE TOTAL d'individus	NOMBRE de groupes représentés	NOMBRE d'espèces déterminées	MODE
WISSANT A ..	1 661	10	12	battu
WISSANT B ..	2 888	8	12	battu
WIMEREUX ..	32 503	10	14	battu
AUTHIE	31 915	8	4	calme
LA VIGNE ...	8 637	15	29	semi-abrité
CAMP A	49 266	16	28	semi-abrité
CAMP B	11 794	12	13	semi-abrité
CAMP C	24 131	10	16	semi-abrité
CAMP D	20 824	10	16	semi-abrité
ARGUIN	6 987	10	12	battu

— Le nombre d'individus est donné pour 1/12 m² sur 20 cm de profondeur ou 16 dm³.

— Le nombre de groupes comprend les familles, classes ou ordres suivants : Hydraires*, Turbellariés, Nématodes, Gastrotriches*, Echinodères*, Rotifères*, Archiannélides*, Annélides Polychètes interstitielles*, Annélides Polychètes*, Oligochètes, Gastropodes*, Bivalves*, Tardigrades*, Acariens, Ostracodes, Copépodes Harpacticides*, Tanaïdacs*, Isopodes*, Amphipodes*, Insectes.

— Le nombre d'espèces déterminées intéresse les groupes munis d'un astérisque (*).

Ainsi il apparaît, qu'à niveau sensiblement égal, et quelle que soit la densité de la population (microfaune et macrofaune) les faciès semi-abrités des sédiments meubles sont colonisés par un nombre plus grand de familles et d'espèces d'invertébrés que les faciès battus.

II. COMPARAISON ENTRE DEUX ESTRANS : WISSANT (MODE BATTU) ET CAMP A (MODE SEMI-ABRITÉ)

a) *Comparaison des conditions d'habitat*

Mis à part le mode et les conditions physico-chimiques s'y rattachant, étudiées plus loin, ces biotopes possèdent de nombreux points communs.

— Les stations de Wissant A et B et du Camp A sont situées dans le mésolittoral inférieur et plus exactement entre le niveau moyen et le niveau de Basse Mer de Morte-eau moyenne (*Bathyporeia-Haustorius-Zone*).

— Les teneurs en air, en eau et le volume des vides sont peu différents (tabl. III) et les stations les plus proches à cet égard sont Wissant A et le Camp A.

— La teneur en matière organique n'est importante dans aucune des trois stations, bien qu'atteignant 0,38 % à Wissant B; les deux stations les plus semblables sont, dans ce domaine, Wissant A et le Camp A (0,26 % et 0,19 %).

— La teneur en O₂ dissous de l'eau interstitielle est nettement moins importante à Wissant B (2,89 mg par litre) qu'aux deux stations de Wissant A (6,34 mg) et du Camp A (6,67 mg).

— En ce qui concerne la teneur en sels (voir tableau II), le Camp A n'est pas perturbé par la nappe d'eau douce sous-jacente. Les eaux baignant cet estran ont une salinité rarement inférieure à 29 ‰. Il n'est donc pas soumis à une dessalure importante et peut être comparé aux plages de la Manche drainées par une eau contenant entre 33 et 34 g de sels par litre.

En revanche certains facteurs peuvent, par leur influence, interférer dans une certaine mesure sur l'action du mode, il s'agit essentiellement des caractéristiques granulométriques, de la teneur en carbonates et de la température. Il est intéressant de connaître les différences qu'ils présentent aux stations à comparer.

— On pourrait penser que les différences de peuplements entre Wissant et le Camp sont dues autant aux conditions granulométriques qu'à la dissemblance du mode. On pourrait conclure que le sédiment de Wissant est par sa nature, sa taille ou son arrangement peu favorable à un peuplement important. Or il n'en est rien, puisqu'à Wimereux, station de mode battu, une abondante microfaune colonise un sable presque identique et révèle par l'importance de sa densité qu'un tel sable n'est pas défavorable.

— Quant à la teneur en carbonates nous avons vu précédem-

ment (chapitre I), que celle-ci était due soit aux conditions sédimentologiques, soit à la présence de Mollusques, ou aux deux phénomènes réunis. Nous considérons donc, dans les faciès étudiés, que la teneur en carbonates de Calcium est une donnée passive du milieu et non un facteur écologique actif.

— La différence de température entre les eaux de la Manche et du Bassin d'Arcachon est aussi à considérer. Il est malgré tout fort probable que ce facteur dont le rôle est évidemment capital pour les cycles saisonniers des animaux ne perturbera pas dans une très grande mesure la comparaison entre les biotopes, étant donné que les espèces déterminées ont, pour la plupart, une aire de distribution couvrant les deux régions prospectées.

Nous proposons d'apprécier l'influence du « mode », nous avons vu les points communs aux stations de Wissant et du Camp A (niveau, porosité, matière organique, Oxygène dissous, salinité) et nous pouvons considérer que les conditions granulométriques, les carbonates et la température ne constituent pas des facteurs responsables des différences de densité faunistique. Il nous apparaît donc que la comparaison entre Wissant et le Camp A soit valable pour apprécier l'influence du mode battu ou semi-abrité sur la richesse faunistique des sédiments meubles intertidaux.

b) Comparaison des peuplements

1) Etude quantitative

TABLEAU X

Données quantitatives de la microfaune et de la macrofaune, pour deux stations battues (Wissant A et B) et une station semi-abritée (Camp A), pour 16 dm² de sédiment

		WISSANT A	WISSANT B	CAMP A
NOMBRE D'INDIVIDUS	Microfaune .	1 571	2 588	49 232
	Macrofaune .	90	300	34
BIOVOLUMES (en mm ³)	Microfaune .	6	9	196
	Macrofaune .	814	1 625	1 881
CRUSTACÉS POIDS EN CENDRES (en mg)	Microfaune .	0,033	0,046	4
	Macrofaune .	39	57,7	12,5

En ce qui concerne la microfaune, la richesse faunistique augmente de Wissant A au Camp A, à la fois en nombre d'individus et en biovolumes.

Il n'en est pas de même pour la macrofaune, numériquement plus importante à Wissant A et B qu'au Camp A, mais si l'on considère les *biovolumes* de chaque station, ceux-ci augmentent de Wissant A au Camp A. On s'aperçoit alors que la prospérité de la plage du Camp (en A) est plus importante que celle des deux autres stations, en dépit du grand nombre de *Bathyporeia* récoltés à Wissant B. Ces *Bathyporeia* de taille relativement réduite n'ont pas donné à Wissant B un biovolume élevé, malgré leur grand nombre à ce niveau.

Ceci montre l'importance du calcul des biovolumes lorsqu'on cherche à apprécier la richesse en matière animale vivante d'un sédiment donné. La grande richesse du Camp A apparaît à la fois, par le nombre d'individus de la microfaune et par le biovolume des représentants de la macrofaune.

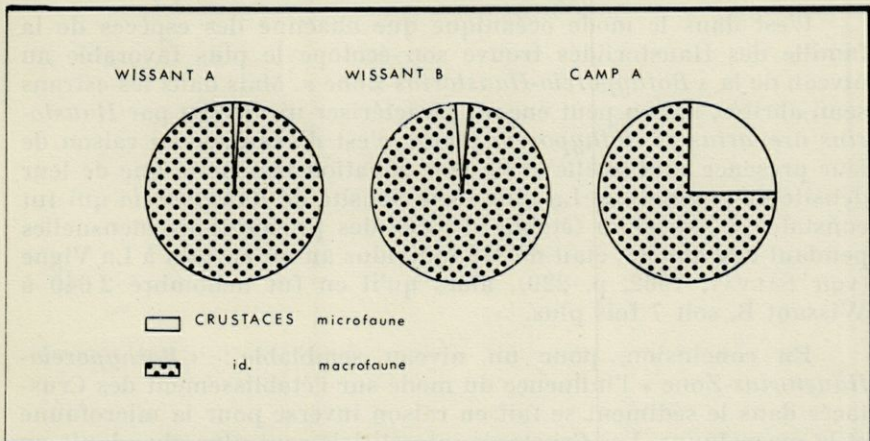


Fig. 6. — Pourcentage du poids en cendres d'Ostracodes et de Copépodes interstitiels dans la faune de Crustacés à Wissant A et B (mode battu) et au Camp A (mode semi-abrité).

L'étude du *poids en cendres* des Crustacés montre qu'au Camp A les groupes de la faune interstitielle sont très abondants, et leur grande prolifération montre combien le mode semi-abrité leur est favorable. En effet les Ostracodes et les Copépodes Harpacticides représentent aux stations de Wissant A, Wissant B et le Camp A, respectivement 0,08 puis 0,99 et 25 % de la faune totale des Crustacés (fig. 6).

2) Etude qualitative

En ce qui concerne les Copépodes Harpacticides plusieurs espèces de Wissant se retrouvent au Camp A. *Paramesochra constricta* et *Paraleptastacus spinicauda* sont présents aux trois stations tandis que *Pararenosetella leptoderma* et *Arenopontia subterranea* colonisent aussi bien Wissant A que le Camp A.

Notons que seul un très petit Gastrotriche fut trouvé à Wissant B (*Chaetonotus*), mais que les espèces de plus grande taille de la famille des Macrodasyoïdés sont nombreux spécifiquement au Camp A. Quant aux Tardigrades on constate que *Batillipes phreaticus* est présent aux trois stations.

Il est nécessaire de consulter les listes faunistiques du chapitre II pour analyser les résultats concernant la macrofaune. Si la densité spécifique n'est guère plus grande en mode semi-abrité (Camp A) qu'en mode battu (Wissant) il n'en demeure pas moins que les plages battues recèlent une macrofaune dont la densité, à niveau égal, est bien plus importante.

C'est dans le mode océanique que chacune des espèces de la famille des Haustoriidés trouve son écotope le plus favorable au niveau de la « *Bathyporeia-Haustorius-Zone* ». Mais dans les estrans semi-abrités, si l'on peut encore caractériser un niveau par *Haustorius arenarius* et *Bathyporeia pilosa*, c'est d'avantage en raison de leur présence continue et de leur zonation très nette que de leur densité de population. La plus forte densité de *Bathyporeia* qui fut constatée à Arcachon (établie d'après des prospections mensuelles pendant une année), était de 372 individus au m² en juin à La Vigne (voir SALVAT, 1962, p. 229), alors qu'il en fut dénombré 2 640 à Wissant B, soit 7 fois plus.

En conclusion, pour un niveau semblable : « *Bathyporeia-Haustorius-Zone* » l'influence du mode sur l'établissement des Crustacés dans le sédiment se fait en raison inverse pour la microfaune et la macrofaune. Les Crustacés interstitiels sont plus abondants en mode semi-abrité et ceux de la macrofaune en plus grand nombre en mode battu.

On peut dire aussi, en accord avec des recherches antérieures (RENAUD-DEBYSER, 1963), que pour un niveau et une teneur en matière organique identiques la faune interstitielle est bien plus abondante en mode semi-abrité qu'en mode océanique.

Enfin il faut noter combien il a été délicat d'isoler le facteur « mode » et de trouver des stations ayant des conditions physico-chimiques assez proches pour autoriser des comparaisons et par là-même des conclusions valables.

B) INFLUENCE DU NIVEAU

L'influence de la hauteur du niveau intertidal sur la répartition et la richesse de la faune peut être mis en lumière en comparant deux stations établies à des niveaux différents, mais de mode identique (semi-abrité). Les stations du Camp A (B M moy.) et de la Vigne (B M V E équinoxe) ont été choisies pour cette étude. L'écart entre leurs niveaux respectifs atteint 1,17 m (approximativement 1/4 du marnage).

I. COMPARAISON DES CONDITIONS D'HABITAT

Pour rappeler les facteurs écologiques régnant à ces stations et faire ressortir ceux qui diffèrent le plus, nous avons dressé le tableau XI où l'on voit le sens de leurs variations en fonction du niveau.

TABLEAU XI
Conditions d'habitat liées au niveau, au Camp A et à La Vigne et leurs variations

	CAMP A	LA VIGNE	
NIVEAU HAUTEUR pour amplitude 4 ^m ,40	B M moy. 1 ^m ,27	B M V E Equinoxe 0 ^m ,10	
TAILLE des GRAINS {	Diamètre médian .	285 μ	288 μ
	Eléments fins	Absents	Abondants
VOLUME DES VIDES (en %) ...	36,63	35,6	
TENEUR EN AIR (en %)	5,94	0,00	
CARBONATES (en %)	0,28	1,06	
MATIÈRE ORGANIQUE (en %) ..	0,19	0,38	
OXYGÈNE DISSOUS (mg par l.) .	6,67	7,67	
IRRIGATION DU SÉDIMENT	Excellente	Suffisante pour éviter la réduction du sédiment	
DURÉE MOYENNE ÉMERSION PAR MARÉE	3 heures	Pratiquement nulle	

D'après ce tableau XI et, en général, dans le cadre des estrans semi-abrités : *les éléments fins, la matière organique, ainsi que les carbonates sont d'autant plus abondants que le niveau est bas.* Pour l'étude du volume des vides et de la teneur en air nous renvoyons aux chapitres I et III (étude des biotopes et étude par station). En ce qui concerne l'oxygène dissous il faut noter, qu'en général, la nappe d'eau infiltrée dans la haute plage pendant la marée haute et qui constitue l'eau interstitielle et la nappe de résurgence du Camp A, contient moins d'O₂ dissous que l'eau de mer.

II. COMPARAISON DES PEUPELEMENTS

La variété spécifique est très grande et se trouve être presque aussi importante aux deux stations (voir liste de faune chapitre II); mais en revanche la disproportion numérique est très grande comme le montre le tableau XII.

TABLEAU XII

Données quantitatives de la microfaune et de la macrofaune pour deux stations semi-abritées de niveau différent : Camp A (B M moy.) et La Vigne (B M V E équinoxe). Pour 16 dm² de sable

		CAMP A	LA VIGNE
NOMBRE D'INDIVIDUS	Microfaune ...	49 232	8 470
	Macrofaune ...	34	156
BIOVOLUMES (en mm ³)	Microfaune ...	196	44
	Macrofaune ...	1 881	919
CRUSTACÉS POIDS EN CENDRES (en mg)	Microfaune ...	4	0,5
	Macrofaune ...	12,5	15,6

Ce tableau implique qu'en ce qui concerne la richesse du peuplement, il faut dissocier les études de microfaune et de macrofaune. En effet on constate que la station la plus riche en microfaune n'est pas celle qui possède le plus grand nombre d'individus de la macrofaune.

Ces variations numériques sont la résultante des conditions physico-chimiques et trouvent leur explication dans la taille et le mode de vie des animaux. En effet on a vu (pp. 477 et 502) que la présence d'éléments fins à la Vigne, en dépit de l'apport nutritif qu'elle entraîne, était défavorable à une grande densité de la faune interstitielle, les particules fines limitant l'espace habitable de la

faune et ses possibilités de déplacements à l'intérieur des pores du sédiment. De tous les facteurs liés au niveau, il nous semble que, pour les estrans semi-abrités, l'abondance des éléments fins soit le plus important; celui-ci est mis en relief d'une manière précise par les courbes en nombre de grains (fig. 5). Le Camp A, station ne recélant pas d'éléments fins, possède une densité de faune s'élevant jusqu'à 49 500 individus pour 16 dm³ de sable soit 6 fois plus qu'à la Vigne.

Ce même facteur influence aussi la macrofaune, mais sur un plan différent (son action est d'ailleurs inverse). Par exemple au Camp A *Eurydice pulchra* trouve en général sa nourriture en dehors du sédiment et les Amphipodes fouisseurs *Haustorius arenarius* et *Bathyporeia pilosa* filtrent l'eau interstitielle de ce sédiment bien irrigué pour s'alimenter. En revanche à la Vigne la macrofaune est plus abondante en raison de la forte densité d'*Apseudes latreillei*. Ce Tanaïdacé se procure sa nourriture en se déplaçant dans le sédiment grâce aux soies de ses antennes et trouve donc là, un biotope favorable. A l'inverse de ce qui se passe pour la microfaune, la teneur en matière organique et les éléments fins ne sont pas un obstacle pour lui, mais simplement un champ de nourriture accessible.

En dernier lieu le tableau XII rend compte des *poids en cendres* des Crustacés peuplant les stations du Camp A et de la Vigne. Alors que le nombre des Crustacés de la macrofaune est 5 fois plus grand à la Vigne qu'au Camp, les poids en cendres y sont respectivement de 15,6 et 12,5 mg, ce qui s'explique par la taille réduite d'*Apseudes latreillei*, présent à la Vigne, et non au Camp A. Quant à la microfaune, le poids des Crustacés se trouve être beaucoup plus élevé au Camp A. En effet la population déjà importante de Copépodes comprend un grand nombre d'*Huntmannia jadensis*, Harpacticide volumineux et de forme massive, mais capable de se maintenir en milieu psammique grâce à ses appendices en griffe et ses soies spécialisées (voir certains Cletodidés, NOODT, 1957).

En conclusion : les données faunistiques numériques, les bio-volumes et les poids en cendres permettent de préciser de la façon suivante l'importance du niveau dans le domaine de ces estrans semi-abrités : pour les peuplements, les deux facteurs déterminants liés à la différence de niveau sont : d'une part la teneur en *éléments fins* et d'autre part le taux de *matière organique*. Ceux-ci sont d'autant plus abondants que le niveau est bas (estrans semi-abrités). Les éléments fins limitent la densité de la microfaune; la matière organique détermine la présence d'une abondante macrofaune.

Les niveaux moyens et inférieurs sont donc respectivement caractérisés par une grande richesse en microfaune pour les premiers, et en macrofaune pour les seconds.

C) INFLUENCE DE LA SALINITÉ

Les stations A, B, et C du Camp ont été prospectées dans le but d'étudier l'influence de la salinité sur la répartition de la faune. Pour la compréhension de l'étude qui va suivre il est nécessaire d'avoir présent à l'esprit les conditions physico-chimiques de ces stations étudiées plus haut (chapitre I) et l'aperçu de l'écologie de chacune d'elles (chapitre III). Il faut aussi rappeler quelques généralités sur la classification des eaux saumâtres.

I. EURYHALINITÉ DES ESPÈCES

Depuis REDEKE (1922) il existe de nombreuses classifications des eaux saumâtres (PETIT et SCHACHTER, 1951). Les espèces récoltées ici ne peuvent pas être réparties en catégories correspondant aux différentes divisions de ces classifications. Ceci est dû au fait que nous n'étudions pas ici un milieu saumâtre mais un « micro-milieu » déterminé par une arrivée d'eau douce au cœur même d'un faciès très proche des conditions océaniques.

En effet si nous choisissons par exemple la classification qui fut adoptée au Symposium sur la classification des eaux saumâtres à Venise, 1958, on constaterait que certaines espèces pourraient exister dans deux catégories à la fois. Ainsi *Paraleptastacus spinicauda* présent en A, B et C supporte des salinités allant de 32 à 8 ‰, donc des eaux mixopolyhalines et mixomésahalines. L'emploi de ces termes est pratique, à condition de rappeler les salinités auxquelles ils correspondent :

E A U X

Euhalines	40-30 ‰	Mixomésahalines	18-5 ‰
Mixoeuhalines	30 ‰	Mixooligohalines	5-0,5 ‰
Mixopolyhalines	30-18 ‰	Limniques	0,5 ‰

Les espèces présentes au Camp ont pu être classées en cinq catégories :

a) *Espèces ne supportant pas la moindre dessalure* et qui ne sont par conséquent présentes qu'au Camp A, espèces des eaux Mixoeuhalines, type I sur la figure 7.

b) *Espèces supportant dans une certaine limite l'arrivée d'eau douce* :

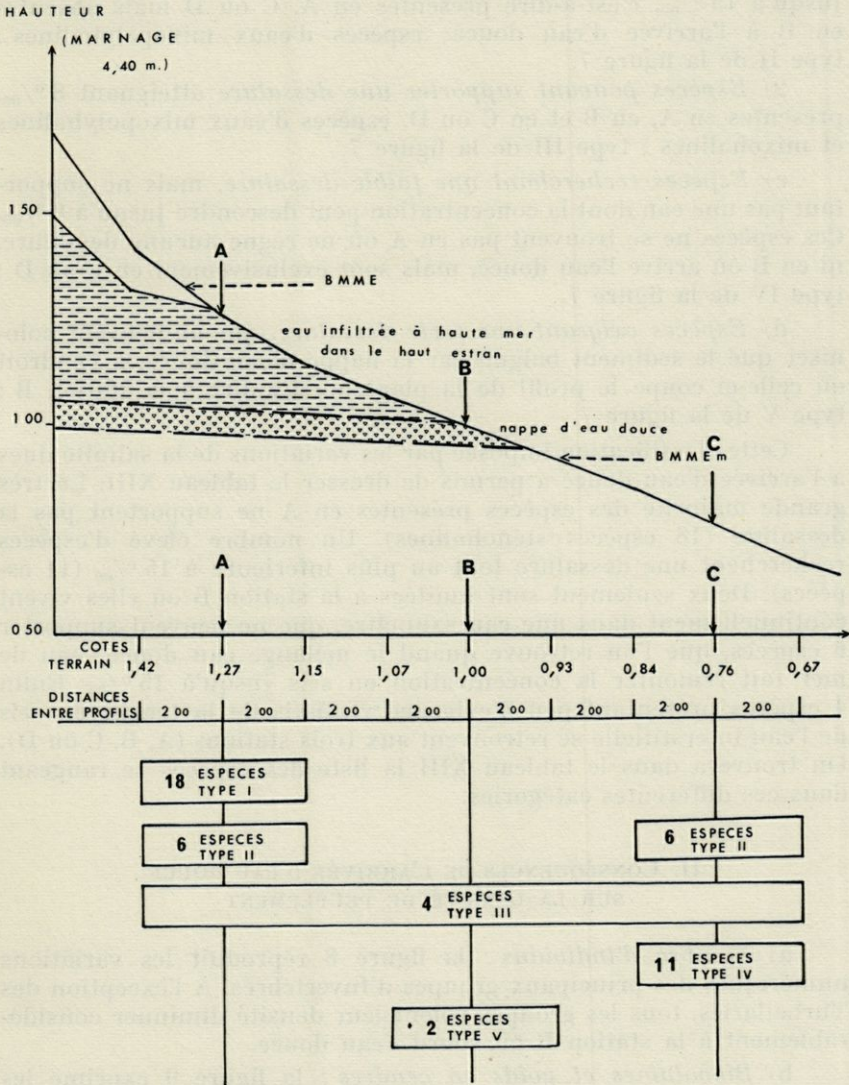


Fig. 7. — Profil topographique des trois stations de la plage du Camp (A, B et C) et établissement des espèces en différentes catégories en fonction de l'arrivée d'eau douce à la Station B.

1) *Espèces supportant une faible dessalure* pouvant descendre jusqu'à 15 ‰, c'est-à-dire présentes en A, C ou D mais absentes en B à l'arrivée d'eau douce; espèces d'eaux mixopolyhalines : type II de la figure 7.

2) *Espèces pouvant supporter une dessalure* atteignant 8 ‰, présentes en A, en B et en C ou D, espèces d'eaux mixopolyhalines et mixohalines : type III de la figure 7.

c) *Espèces recherchant une faible dessalure*, mais ne supportant pas une eau dont la concentration peut descendre jusqu'à 8 ‰. Ces espèces ne se trouvent pas en A où ne règne aucune dessalure, ni en B où arrive l'eau douce, mais sont exclusivement en C ou D : type IV de la figure 7.

d) *Espèces exigeant une forte dessalure*, qui ne peuvent coloniser que le sédiment baigné par la nappe d'eau douce, à l'endroit où celle-ci coupe le profil de la plage, c'est-à-dire à la station B : type V de la figure 7.

Cette classification imposée par les variations de la salinité dues à l'arrivée d'eau douce a permis de dresser le tableau XIII. La très grande majorité des espèces présentes en A ne supportent pas la dessalure (18 espèces sténohalines). Un nombre élevé d'espèces recherchent une dessalure tout au plus inférieure à 15 ‰ (11 espèces). Deux seulement sont limitées à la station B où elles vivent continuellement dans une eau saumâtre, que ne peuvent supporter 6 espèces, que l'on retrouve quand le mélange eau douce - eau de mer fait remonter la concentration en sels jusqu'à 15 ‰. Enfin 4 espèces présentant peu d'exigence vis-à-vis de la teneur en sels de l'eau interstitielle se retrouvent aux trois stations (A, B, C ou D). On trouvera dans le tableau XIII la liste des espèces se rangeant dans ces différentes catégories.

II. CONSÉQUENCES DE L'ARRIVÉE D'EAU DOUCE SUR LA DENSITÉ DE PEUPLEMENT

a) *Nombre d'individus* : la figure 8 reproduit les variations numériques des principaux groupes d'Invertébrés. A l'exception des Turbellariés, tous les groupes voient leur densité diminuer considérablement à la station B où sourd l'eau douce.

b) *Biovolumes et poids en cendres* : la figure 9 exprime les biovolumes de la microfaune et de la macrofaune aux trois stations. On constate un abaissement du biovolume de la macrofaune de A vers C. Mais il convient de rappeler ici qu'un autre facteur entre en ligne de compte en C. Même si certaines espèces de la macrofaune sont euryhalines, la présence d'éléments détritiques grossiers exclut leur établissement à ce niveau (voir chapitre I, et DAVANT et SALVAT,

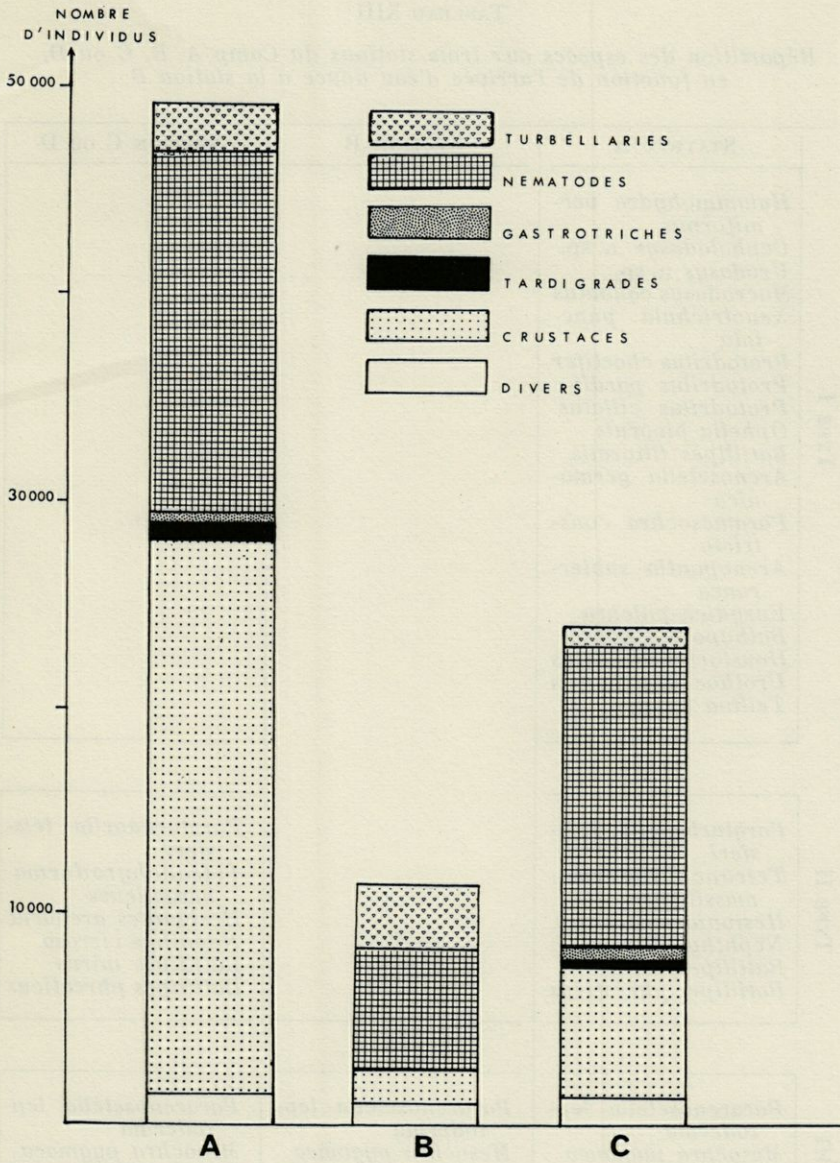


Fig. 8. — Variations numériques des principaux groupes d'invertébrés aux trois stations du Camp, pour 16 dm³ de sable.

TABLEAU XIII

Répartition des espèces aux trois stations du Camp A, B, C ou D, en fonction de l'arrivée d'eau douce à la station B

	STATION A	STATION B	STATION C ou D
TYPE I	<p><i>Halammohydra vermiformis</i> <i>Cephalodasys</i> n. sp. <i>Urodasys</i> n. sp. <i>Macrodasys caudatus</i> <i>Xenotrichula punctata</i> <i>Protodrilus chaetifer</i> <i>Protodrilus pardii</i> <i>Protodrilus ciliatus</i> <i>Ophelia bicornis</i> <i>Batillipes littoralis</i> <i>Arenosetella germanica</i> <i>Paramesochra constricta</i> <i>Arenopontia subterranea</i> <i>Eurydice pulchra</i> <i>Bathyporeia pilosa</i> <i>Haustorius arenarius</i> <i>Urothoe brevicornis</i> <i>Tellina tenuis</i></p>		
TYPE II	<p><i>Paraturbanella teissieri</i> <i>Tetranchyroderma massiliense</i> <i>Hesionides arenaria</i> <i>Nephtys cirrosa</i> <i>Batillipes mirus</i> <i>Batillipes phreaticus</i></p>		<p><i>Paraturbanella teissieri</i> <i>Tetranchyroderma massiliense</i> <i>Hesionides arenaria</i> <i>Nephtys cirrosa</i> <i>Batillipes mirus</i> <i>Batillipes phreaticus</i></p>
TYPE III	<p><i>Pararenosetella leptoderma</i> <i>Mesochra pygmaea</i> <i>Paraleptastacus spinicauda</i> <i>Huntmannia jadensis</i></p>	<p><i>Pararenosetella leptoderma</i> <i>Mesochra pygmaea</i> <i>Paraleptastacus spinicauda</i> <i>Huntmannia jadensis</i></p>	<p><i>Pararenosetella leptoderma</i> <i>Mesochra pygmaea</i> <i>Paraleptastacus spinicauda</i> <i>Huntmannia jadensis</i></p>

TYPE IV		<i>Bathepsilonema pustulatum</i> <i>Chaetonotus</i> sp. <i>Turbanella cornuta</i> <i>Arenicola marina</i> <i>Ctenodrilus serratus</i> <i>Goniada emerita</i> <i>Cylindropsyllus laevis</i> <i>Psammotopa phyllosetosa</i> <i>Rhizophrix gracilis</i> <i>Rhizophrix bocqueti</i> <i>Nitocra typica</i>
TYPE V		<hr/> <i>Stenocaris pygmaea</i> <i>Corophium arenarium</i> <hr/>

1962, p. 429). C'est le cas des Crustacés de la macrofaune mis en lumière par la figure 10 qui représente le poids en cendres des Crustacés aux trois stations. Si on constate que la microfaune représente un poids en cendres très faible en B, il n'en est pas de même pour la macrofaune grâce à la récolte de l'Amphipode *Corophium arenarium*. A la station C, la dessalure n'étant pas suffisante pour les espèces saumâtres comme *Corophium arenarium*, celles-ci disparaissent, comme d'ailleurs les Crustacés de la macrofaune euryhalins qui supporteraient cette dessalure, mais qui ne peuvent coloniser ce biotope en raison de l'abondance des éléments détritiques. Il est intéressant de suivre la répartition plus détaillée de certaines espèces de Copépodes Harpacticides comme en rendent compte les figures 11 et 12.

Conclusion

Dans ce chapitre, les trois stations du Camp choisies pour étudier les répercussions d'une arrivée d'eau douce (nappe phréatique continentale) sur les peuplements d'un estran semi-abrité nous ont permis :

a) de préciser les exigences de diverses espèces vis-à-vis de la concentration en sels de l'eau interstitielle.

b) de mesurer les perturbations apportées à la richesse des biotopes envisagés, à l'aide des données des biovolumes et des poids en cendres.

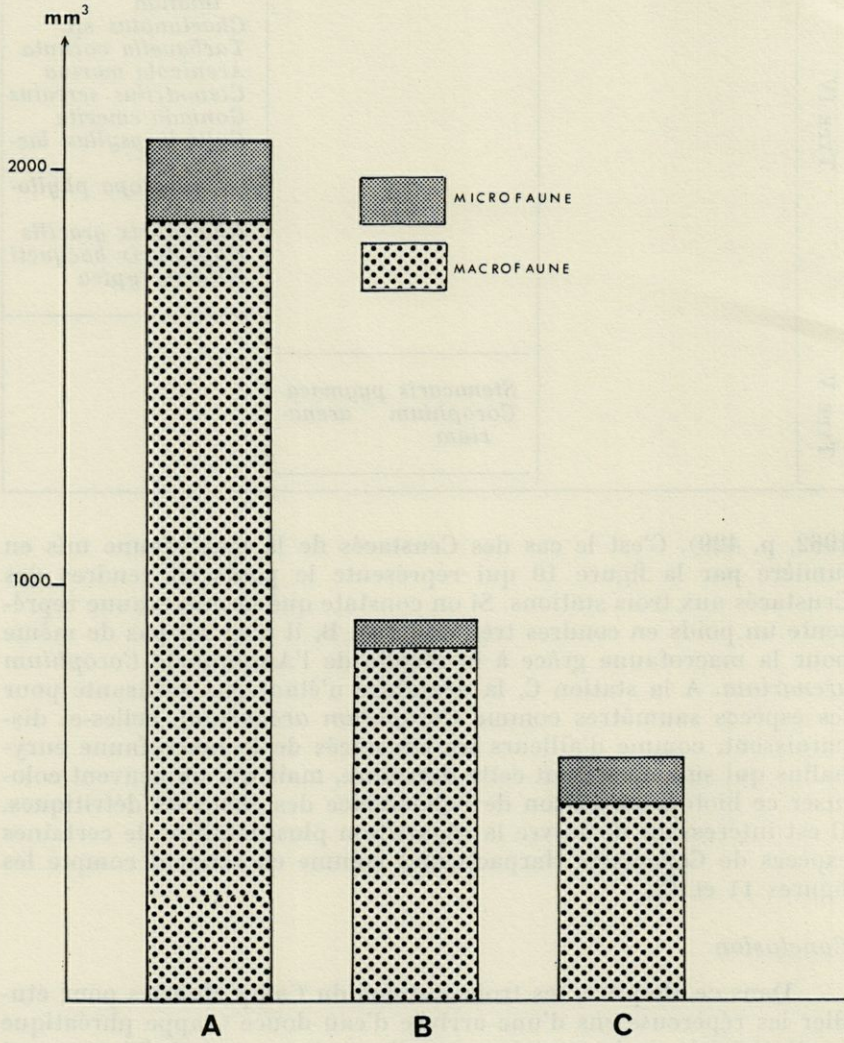


Fig. 9. — Variations des biovolumes de la microfaune et de la macrofaune aux trois stations du Camp, pour 16 dm³ de sable.

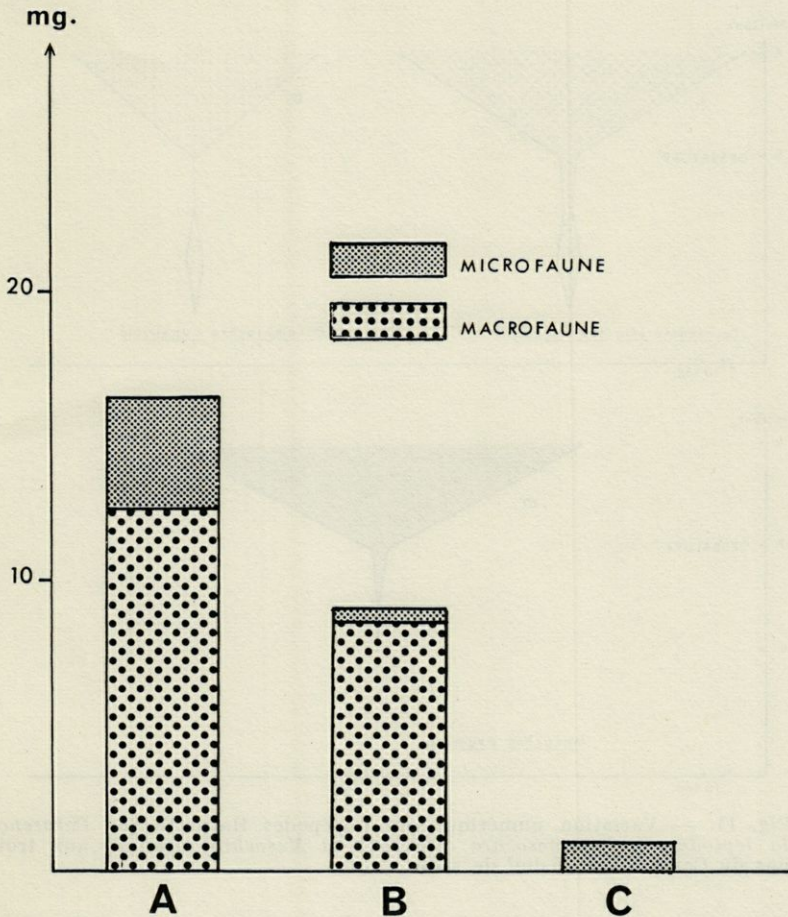


Fig. 10. — Variations du poids en cendres des crustacés de la microfaune et de la macrofaune aux trois stations du Camp, pour 16 dm³ de sable.

D) LES PEUPELEMENTS ET LEUR NOURRITURE

L'étude quantitative des populations doit également trouver une explication dans l'interaction des différentes espèces dans le cadre de l'alimentation. Nous avons vu que les sédiments intertidaux sableux contiennent une certaine quantité de débris organiques, soit en suspension dans l'eau interstitielle, soit collés aux grains de sable. Ils constituent donc une masse consommable par la faune à laquelle s'ajoutent les proies capturées par prédation.

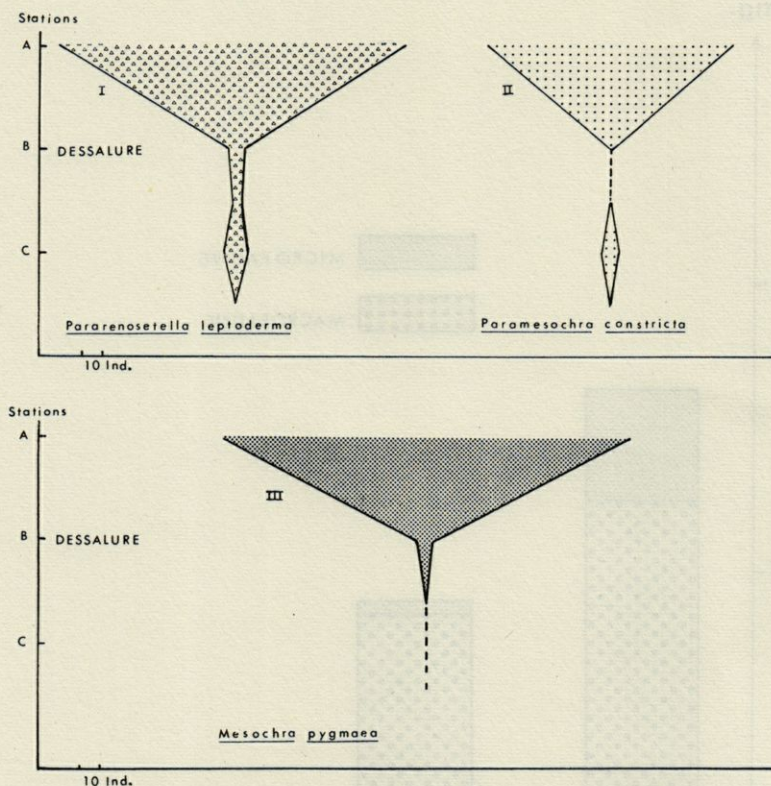


Fig. 11. — Variation numérique des Copépodes Harpacticides *Pararenosetella leptoderma*, *Paramesochra constricta* et *Mesochra pygmaea* aux trois stations du Camp, pour 16 dm³ de sable.

L'observation directe au binoculaire ou au microscope des mécanismes alimentaires et des contenus stomacaux des animaux nous a permis de constater, que dans les faciès étudiés ici le phénomène de prédation entre les espèces n'est pas la source d'alimentation la plus importante, mais qu'en revanche, les débris organiques constituent la base alimentaire majeure de la faune étudiée. Dans l'établissement des données d'une chaîne alimentaire, il sera donc tenu compte des prédateurs entre les espèces, mais surtout d'une masse alimentaire commune issue de l'activité ou de la mort de tous les représentants de la faune d'une part, et des débris animaux ou végétaux apportés par chaque marée d'autre part.

Il est bien évident que l'étude des rapports interspécifiques dans un groupement d'animaux donnés sera d'autant plus simple que la diversité spécifique sera moindre. C'est pourquoi nous étudierons

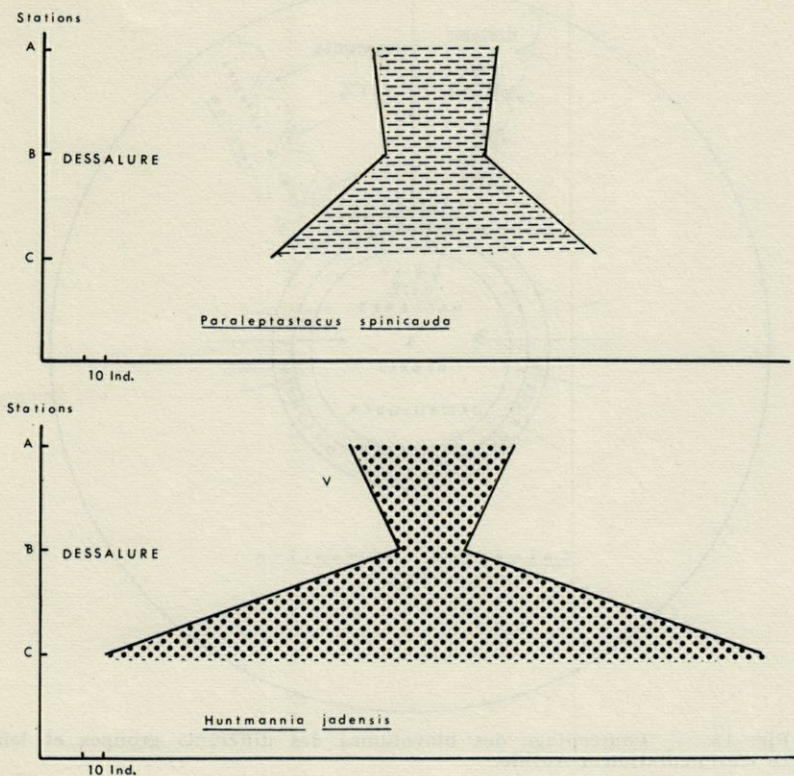


Fig. 12. — Variation numérique des Copépodes Harpacticides *Paraleptastacus spinicauda* et *Huntmannia jadensis* aux trois stations du Camp, pour 16 dm³ de sable.

en premier lieu la station d'Authie, où la faune se trouve être abondante et peu variée, puis les stations de Wimereux et du Camp A qui seront d'une étude plus délicate, vu le grand nombre d'espèces en présence.

I. AUTHIE

Le groupement faunistique est composé de Nématodes, d'*Hydrobia ulvae*, de quelques *Paraleptastacus spinicauda* et de *Corophium arenarium*. Etant donné les tailles et le nombre trop disparate des individus en présence dans un même volume de sable (tableaux V et VII), l'évaluation de leurs besoins alimentaires était impossible

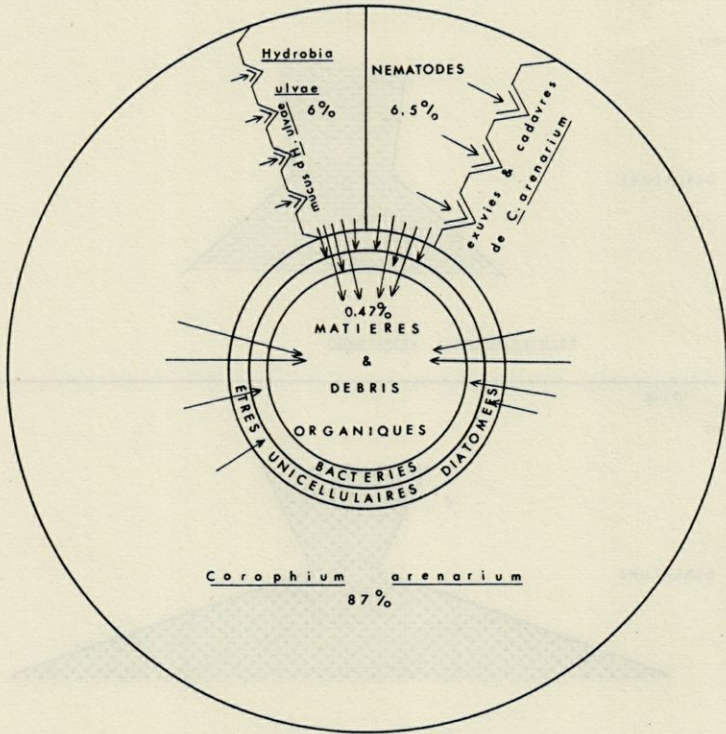


Fig. 13. — Pourcentage des biovolumes des différents groupes et leur source d'alimentation à Authie.

en tenant uniquement compte du *nombre* de représentants de chaque groupe. Mais au contraire le *biovolume* représentatif de ces groupes ou espèces caractéristiques nous permet, d'une part d'évaluer la concurrence alimentaire vis-à-vis de la masse consommable commune, issue de débris organiques de différentes origines, et d'autre part, d'apporter des éclaircissements sur le potentiel de consommation des différentes espèces d'après leur volume respectif. Enfin l'observation directe montre les particularités alimentaires de certains individus. La figure 13 indique les proportions respectives en biovolume des individus formant le groupement faunistique d'Authie; les recensements portent sur 16 dm³ de sable, or dans ce volume de sédiment il y a 98 g de matière organique dont on ne peut malheureusement pas évaluer le volume (précolloïdes en suspension et substances dissoutes); avec les bactéries et les êtres unicellulaires, cette matière organique est représentée au centre du schéma. Les flèches indiquent à quelles sources d'alimentation puise

chaque espèce. *Corophium arenarium* par le jeu de ses pléopodes créant un courant d'eau, retient par les soies de ses pièces buccales les particules alimentaires en suspension dans l'eau interstitielle (HART, 1929). Il trouve donc la plus grande part de sa nourriture dans les débris organiques, auxquels s'ajoute le mucus déposé par *Hydrobia ulvae*. Ce mollusque, limité aux premiers centimètres du sable, se nourrit de la pellicule superficielle constituée de particules en suspension dans l'eau de mer et qui se sont sédimentées à chaque marée. Les Nématodes, en plus de débris organiques de toutes sortes, se nourrissent d'exuvies et de cadavres de *Corophium* (observation directe) en utilisant leurs pièces piqueuses et suceuses.

En conclusion, la figure 13 établie d'après des données bio-volumétriques, rend clairement compte de l'importance des besoins alimentaires de chaque groupe peuplant le niveau de cette plage, elle permet aussi de donner au groupement faunistique d'Authie le nom de « biocénose à Nématodes-*Hydrobia-Corophium* ».

II. WIMEREUX

La station de Wimereux, d'un niveau beaucoup plus bas que la précédente, possède un groupement faunistique abondant et varié (voir chapitre II), dont la figure 14 rend compte. Au centre est représentée la teneur en matière organique (102 g pour 16 dm³ de sédiment); elle est à peine plus élevée qu'à Authie (98 g). A la périphérie du schéma se trouvent les biovolumes de chaque groupe ou espèce composant la microfaune et la macrofaune. La faune interstitielle, très importante ici, constitue 17 % du volume total et comprend surtout des Nématodes et des Copépodes Harpacticides en particulier *Paraleptastacus spinicauda*. Les Annélides Polychètes et les Amphipodes forment la plus grande partie du biovolume de la macrofaune, auxquels s'ajoute l'Isopode *Eurydice pulchra* d'éthologie différente puisqu'il s'agit d'un prédateur externe, capable de chasser ses proies à l'extérieur du sable. Mais à l'exception d'*Eurydice pulchra*, tous les groupes en présence puisent la plus grande partie de leur nourriture dans les débris organiques du sédiment. Ces débris sont la base de l'alimentation de la microfaune. Mais quelques représentants de la faune interstitielle sont capables de dévorer leur proie. Certains Turbellariés (*Proseriata* surtout Otoplanidés, et *Kalyptorynchia*) se nourrissent parfois de Nématodes et d'Archiannélides, et de leur côté les Nématodes peuvent se nourrir de Tardigrades et de toutes sortes de larves, et ajoutent ici à leur régime des substances fournies par la macrofaune elle-même, sous forme de cadavres et d'exuvies d'Amphipodes et d'Isopodes, qu'ils nettoient après les avoir perforés de leurs stylets.

Les Amphipodes fouisseurs présents à cette station filtrent l'eau interstitielle à l'aide de leurs soies pour en absorber les particules en suspension, et l'isopode *Eurydice pulchra* à la fois prédateur externe, ou interne occasionnel et aussi « scavenger » se nourrit des cadavres et exuvies de ces Amphipodes.

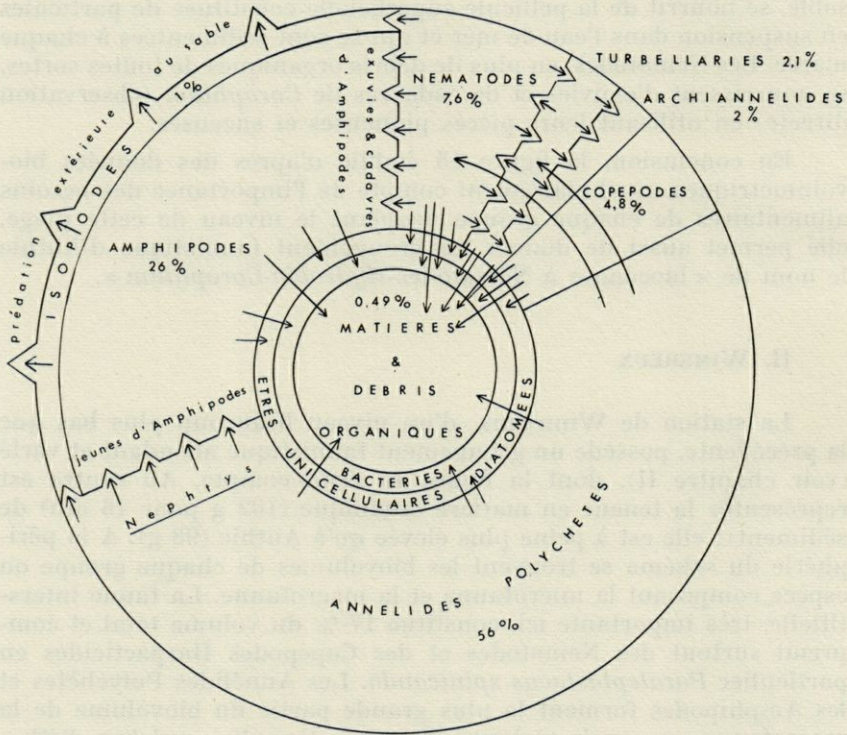


Fig. 14. — Pourcentage des biovolumes des différents groupes et leur source d'alimentation à Wimreux.

On voit également dans le schéma de la figure 14 l'importance du biovolume des Annélides Polychètes et en particulier la nourriture variée de *Nephthys cirrosa* (voir RENAUD-DEBYSER et SALVAT, 1963).

III. CAMP A

Il est intéressant d'étudier, après Wimereux, la station A du Camp, où la faune interstitielle est aussi abondante. Les rapports

en biovolume de la microfaune et de la macrofaune sont tout à fait comparables à Wimereux et au Camp A (Tableau VII). Notons cependant que la matière organique est ici deux fois moins abondante, qu'aux stations précédentes. Pour la construction de la figure 15 fondée sur les biovolumes et la nourriture des groupes, il nous a paru nécessaire de représenter à l'extérieur du schéma et sur son pourtour, les Bivalves (*Tellina tenuis*), en raison de leur mode d'alimentation externe au sable; en effet leur siphon prélève la nourriture au-dessus du sédiment dans lequel se tient la faune étudiée ici.

La faune interstitielle très abondante, comprend de nombreux Copépodes Harpacticides (sept espèces dont *Arenopontia subterranea* en très grand nombre). Les remarques faites sur le mode d'ali-

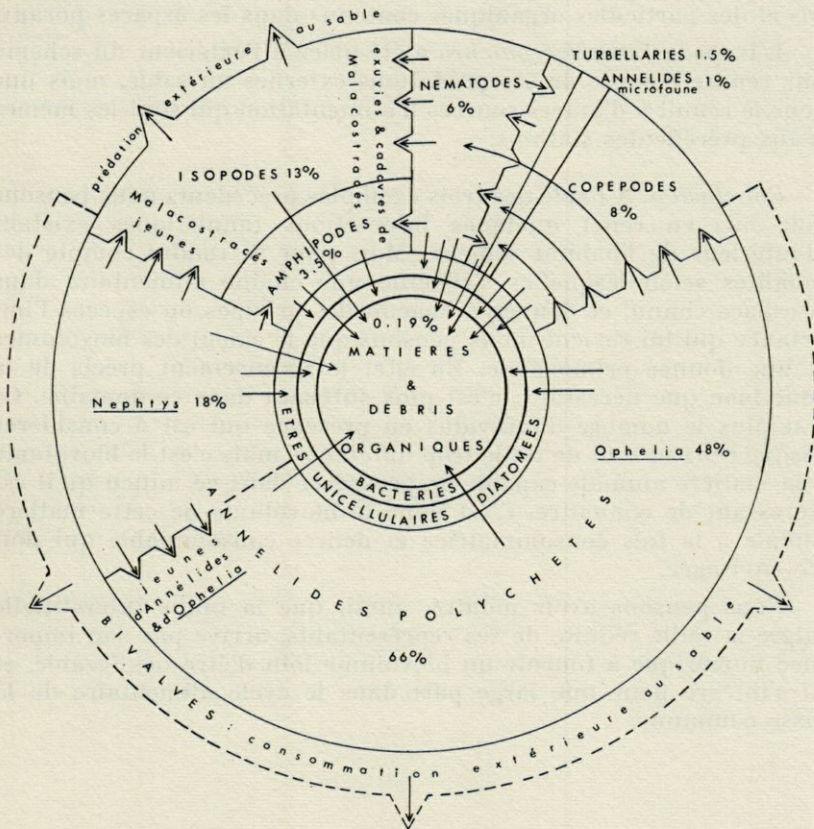


Fig. 15. — Pourcentage des biovolumes des différents groupes et leur source d'alimentation au Camp A.

mentation de la microfaune à Wimereux sont valables pour le Camp A. Les Copépodes filtrent l'eau du sédiment pour en retenir les particules. Les Amphipodes fouisseurs de la macrofaune filtrent également les débris en suspension dans l'eau interstitielle.

Ainsi que l'indique la figure 15 le biovolume des Annélides Polychètes doit être divisé en deux parties, en raison du mode d'alimentation différent de *Nephtys* et d'*Ophelia*. Le premier est un prédateur errant de l'endofaune, le second un avaleur sédentaire de sable. Le rôle de prédateur de *Nephtys* s'exerce sur les jeunes d'*Ophelia* et sur d'autres larves et sur des représentants de la faune interstitielle de taille suffisamment grande. Mais *Nephtys* prélève aussi une grande partie de sa nourriture dans les débris organiques (masse de matière organique commune). Quant à *Ophelia* en ingurgitant le sable, il se nourrit sans distinction des animaux interstitiels et des particules organiques contenus dans les espaces poraux.

L'Isopode *Eurydice pulchra* a été placé à l'extérieur du schéma pour rendre compte de ses prédatations externes au sable, mais une flèche le réunit à d'autres sources d'alimentation qui sont les mêmes qu'aux précédentes stations.

Conclusion. A l'aide des trois exemples précédents nous pensons avoir mis en relief quelques interactions faunistiques existant à l'intérieur de l'habitat sableux. Mais pour se rendre compte des modalités selon lesquelles s'effectue une chaîne alimentaire dans un espace connu, et donner à chacun des groupes ou espèces l'importance qui lui revient, nous pensons que le calcul des biovolumes est une donnée primordiale. En effet le recensement précis de la faune bien que nécessaire n'est plus suffisant dans ce domaine. Ce n'est plus le nombre d'individus en présence qui est à considérer puisque ceux-ci sont de taille trop différente, mais c'est le biovolume de la matière animale capable de prospérer dans ce milieu qu'il est intéressant de connaître. C'est donc le biovolume de cette matière animale à la fois consommatrice et denrée consommable qui doit être envisagée.

Nous pensons avoir montré, aussi, que la faune interstitielle malgré la taille réduite de ses représentants, arrive par son importance numérique à fournir un biovolume loin d'être négligeable, et qui s'intègre pour une large part dans le cycle alimentaire de la masse commune.

E) COMPARAISON DE LA RICHESSE FAUNISTIQUE DES SÉDIMENTS MEUBLES INTERTIDIAUX AVEC CELLE D'AUTRES MILIEUX

Des études faunistiques portant sur des recensements de population ont été réalisées par divers auteurs pour des milieux les plus différents. Les premiers travaux, sur les dépôts marins ou d'eau douce comprenaient les Bactéries et les Protozoaires avec parfois le reste de la faune (REUSZER, 1933; REMANE, 1933; LACKEY, 1936 et PENNAK, 1942). D'autres chercheurs étudièrent les populations quantitativement à l'exception des Bactéries et des êtres unicellulaires; nous verrons ainsi plus loin les études de sols (FORD, 1935 et BAWEJA, 1939); COLMAN (1940) porta ses efforts sur la faune liée aux algues intertidales. Enfin MARE (1942) rédigea un important travail sur les populations (Bactéries, Protozoaires et macrofaune) des sédiments marins des fonds sablo-vaseux, ainsi que WIESER, 1960, dans un biotope sublittoral.

Il ne peut être question de comparer des comptages de populations comportant les Bactéries et les Protozoaires avec d'autres travaux où ceux-ci n'ont pas été pris en considération, car les résultats seraient sans commune mesure. En revanche il sera possible de comparer les données numériques relatives aux populations de Métazoaires de différents biotopes en ramenant ces données à une même surface de référence. L'étalon tout indiqué est le m², déjà adopté par COLMAN (*op. cit.*) dans son travail de comparaison. Il va nous être alors possible de comparer la richesse faunistique de nos sédiments meubles avec d'autres faciès étudiés par d'autres auteurs.

I. *Dans le domaine intertidal rocheux* COLMAN a donc publié des comptages relatifs aux populations animales liées à diverses algues. De son travail nous avons retenu trois comptages portant sur les populations d'*Ascophyllum nodosum* et *Polysiphonia lanosa* (épiphyte sur *Ascophyllum*) entre les niveaux de HMVEm et HMMEm; de *Lichina pygmaea* du niveau de HMMEm; et enfin de *Gigartina stellata*, niveau de BMVEm. Les deux premiers sont les plus riches et se situent dans les niveaux de Haute Mer, le troisième moins peuplé, au niveau de Basse Mer. Le tableau XIV rend compte du nombre d'individus de chaque groupe récoltés par COLMAN pour une surface de 1 m² de rochers recouverts de chacune des trois espèces d'algues choisies.

II. *Les sols* souvent donnés comme exemple de richesse faunistique ont également fait l'objet de recensements. Parmi ceux-ci,

TABLEAU XIV
 Nombre d'individus des différents groupes colonisant une surface de 1 m² dans divers biotopes

	FORD 1935	BAWEJA 1939	COLMAN 1940			PRÉSENT TRAVAIL		
	Prairie	Sols	<i>Lichina pygmaea</i>	<i>Asco- phyllum nodosum</i>	<i>Gigartina stellata</i>	WIMBREUX sable	CAMP A sable	ARGUIN sable
COELENTERÉS . . .				429	5 833		1 104	
TURBELLARIÉS . .	7			9 095	76		24 756	408
NÉMATODES . . .	592	200		10 880	445		203 556	66 612
GASTROTRICHES . .							3 828	
ECHINODÈRES . . .								132
ROTIFÈRES								
ARCHIANNÉLIDES . .								
POLYCHÈTES				10 380	1 993		6 708	
OLIGOCHÈTES . . .		350	220	5 606		18 600	360	276
SIPUNCULIENS . . .	1 467				292	48	3 012	
BRYOZOAIRES				29	4 273			
GASTROPODES . . .	161	42	9 060	23 350	1 949			
BIVALVES			188 940	2 115	1 134		36	396
TARDIGRADES						816	9 576	
ARACHNIDES	2 556	1 685	8 720	31 810	20 490	132	5 748	408
PYCNOGONIDES . . .				29				
MYRIAPODES	538	2 515					1 104	816
OSTRACODES				50 530	13		330 960	14 772
COPÉPODES				38 920	45 240			
CIRRIPÈDES					32			
TANAIDACÉS			5 740	29				
IPOPODES			57 720	4 270	870	12	252	
AMPHIPODES	692	90	700	6 877	2 262	528	60	24
DÉCAPODES				29				
INSECTES	60 734	10 900	3 220	8 337			132	
TOTAL	66 747	15 782	274 320	202 735	84 902	390 036	591 192	83 844

rapportés par COLMAN (*op. cit.*, p. 173), nous avons retenu les travaux de FORD (*op. cit.*) et de BAWEJA (*op. cit.*). FORD a étudié près d'Oxford les populations d'un pré et les travaux de BAWEJA portent sur la comparaison entre des sols fertiles et stériles. Nous avons repris dans le tableau XIV, pour ces deux auteurs les données numériques publiées par COLMAN et se rapportant à 1 m².

Il n'a pas été possible de porter dans ce tableau les résultats de MARE (*op. cit.*) car cet auteur ne donne pas le détail par groupe. La station de Rame par 45 m de fond prospectée par MARE est *sablo-vaseuse*. La population totale comprend à peu près 150 000 individus; les deux premiers centimètres seulement ont été étudiés, mais l'auteur précise bien que la microfaune ne vit que dans les premiers centimètres du sédiment (ici sablo-vaseux).

III. *Les stations de Wimereux et du Camp A* ont été également portées dans le tableau XIV. Ce sont les deux plus riches stations (en nombre d'individus) étudiées dans notre travail. Nous avons joint à ce tableau à titre indicatif la station d'Arguin au niveau de Basse Mer. Les nombres sont donnés pour 1 m² à ces trois stations, ils ont été obtenus en multipliant les résultats du tableau V par douze, étant donné que les études avaient porté sur 1/12 de m².

COLMAN avait constaté que dans l'ensemble les populations des sols étaient moins importantes que celles liées aux Algues qu'il avait recensées. Nous pouvons faire la même observation au profit des sédiments meubles, mais cette fois au détriment des peuplements des Algues de COLMAN. La station du Camp A est habitée par plus de 1/2 million d'individus au m² sur seulement 20 cm de profondeur, soit deux fois plus d'animaux que dans le peuplement lié à *Lichina pygmaea*. FORD, pour un sol de prairie, atteint le maximum connu dans ce domaine avec 67 000 individus, soit 9 fois moins qu'au Camp A.

Le faciès meuble intertidal apparaît donc d'une richesse surprenante, REES (1940) avait déjà étudié des populations dépassant 10 millions de Métazoaires au m² dans une station de haut niveau à *Nereis diversicolor* et une station dans une zone à *Salicornia*.

IV. *Au point de vue de la composition de la faune*, il faut noter les faits suivants. A l'exception de la faune liée à *Lichina pygmaea* les Copépodes sont toujours très abondamment représentés dans les milieux intertidaux rocheux ou sableux. Si les Insectes forment le groupe le plus important dans les sols, ils ne possèdent plus que quelques représentants dans les faciès intertidaux des niveaux élevés : 3 220 Insectes pour *Lichina pygmaea*, 8 337 pour *Ascophyllum nodosum* et 540 au m² à Authie.

Dans tous les autres exemples rapportés par COLMAN pour les sols, les Insectes constituent, au minimum, 50 % de la faune totale.

Pour les populations liées aux Algues étudiées par COLMAN les Copépodes sont très nombreux, à l'exception de la station la plus riche, il s'agit des comptages portant sur *Lichina pygmaea*, où la faune est composée pour les 2/3 de Mollusques Bivalves. Parfois enfin les Ostracodes sont plus nombreux que les Copépodes.

En revanche les populations des sédiments meubles intertidaux recèlent, toujours en grande quantité, deux grands groupes qui s'épanouissent : les Nématodes et les Copépodes Harpacticides. L'intéressant travail de WIESER (1960) a montré l'énorme densité des populations de Nématodes. Bien qu'il s'agisse d'un biotope situé au-dessous du zéro marin, il trouve des densités de l'ordre de 1 860 000 Nématodes au m². Dans les trois stations portées sur le tableau XIV ces deux groupes constituent 90 % de la faune totale. Pour nos 10 stations étudiées ici ils arrivent en tête numériquement, sauf à Wissant A, qui est sans conteste un faciès à Tardigrades (à cette

TABLEAU XV
*Prépondérance numérique des Nématodes et Copépodes
dans les sédiments marins.
Pourcentages par rapport à la faune totale*

AUTEUR	RÉFÉRENCE	FACIÈS ET NIVEAU	% NÉMATODES	% COPÉPODES *
REES	1940 p. 194	MANCHE Estran Vaseux Haute-Mer	72	9
REES	1940 p. 194	MANCHE Estran Vaseux Mi-Marée	73	14
MARE	1942 p. 539	FOND 45 m Vase Sabl.	57	15
ZIEGELMEIER cité par HAGMEIER .	1951 p. 229	FOND Sableux	83	11
RENAUD	1955 p. 257	BAHAMAS Sable Corallien H M M E	77	19
		WIMEREUX Sableux Intertidal	38	49
PRÉSENT TRAVAIL		BASSIN ARCAÇON Sable Intertidal	34	57

* Nauplii inclus.

époque de l'année) et à La Vigne où les Oligochètes sont plus nombreux que les Copépodes Harpacticides. Dans l'impossibilité de rendre compte de tous les travaux quantitatifs des populations des sédiments marins nous avons réuni dans le tableau XV les pourcentages de Nématodes et de Copépodes Harpacticides trouvés dans différents faciès. Ce tableau souligne l'importance de ces groupes dans les sédiments meubles, ce sont eux qui jouent le plus grand rôle dans la richesse des populations, malgré l'importance occasionnelle des Turbellariés, des Archiannélides, des Oligochètes ou des Tardigrades.

En conclusion, les sédiments meubles intertidaux apparaissent à la lueur de ces travaux, comme un milieu extrêmement riche en nombre d'individus, et d'après WIESER (*o.c.*) ne le céderaient qu'à certains biotopes sublittoraux.

Dans la très grande majorité des cas la richesse d'un tel biotope est due à la densité de peuplement en Nématodes et Copépodes Harpacticides.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

L'étude détaillée des principaux facteurs écologiques entrant en jeu à chaque station, alliée à un recensement faunistique précis et à l'utilisation des données de biovolume applicables à la fois à la microfaune et à la macrofaune ont permis de révéler le rôle de quelques « facteurs-pilotes » dans les sédiments meubles intertidaux.

Ainsi les modalités d'action du mode, du niveau, de la salinité et de la teneur en matière organique, ont été mis en lumière en rapport avec la richesse faunistique et la biologie des diverses espèces. Nous pensons avoir contribué ainsi à une meilleure compréhension des conditions écologiques régnant dans un sédiment meuble intertidal, et avoir pu préciser les exigences écologiques et par là même la biologie de nombreux représentants de la faune peu connus à ce point de vue.

Nous pensons avoir montré l'intérêt du calcul des biovolumes et des poids en cendres, pour évaluer la richesse de la matière animale vivant dans un volume de sédiment donné. Ces mêmes données permettent aussi d'établir des chaînes alimentaires et

d'apprécier ainsi l'importance de chaque groupe dans l'équilibre de la masse commune.

Enfin ce travail laisse présager l'importance de la microfaune dans le choix de la définition d'une biocénose, dans la composition des groupements, et enfin dans l'établissement d'une zonation intertidale des sédiments meubles.

BIBLIOGRAPHIE

des ouvrages cités dans le texte

- ANDRASSY, I., 1956. — Die Rauminhalts -und Gewichtsbestimmung der Fadenwuermer (Nematoden). *Acta Zool.* (Budapest), 2 : 1-15.
- BAWEJA, K.D., 1939. — Studies of the soil fauna, with special reference to the recolonization of sterilized soil. *Journ. Animal Ecol.*, VIII (1) : 120-161.
- BLEGVAD, H., 1914. — Food and conditions of nourishment among the communities of invertebrate animals found on or in the sea bottom in Danish waters. *Rep. Danish biol. sta.*, 22 : 41-78.
- BOISSEAU, J.P. et RENAUD, J., 1955. — Répartition de la faune interstitielle dans un segment de plage du Bassin d'Arcachon. *C.R. Acad. Sci.*, CCXLI : 123-125.
- BRAJNIKOV, B., FRANCIS BŒUF, Cl. et ROMANOVSKY, V., 1943. — Technique d'étude des sédiments et des eaux qui leur sont associées. *Actualités Sci. et Ind.*, Hermann, 1943.
- COLMAN, J., 1940. — On the faunas inhabiting intertidal seaweeds. *Jour. Mar. Biol. Ass.*, 24 : 129-183.
- DAVANT, P. et SALVAT, B., 1961. — Recherches écologiques sur la macrofaune intercotidale du Bassin d'Arcachon. I. Le Milieu physique. *Vie et Milieu*, XII (3) : 405-471.
- DELAMARE DEBOUTTEVILLE, Cl., 1960. — Biologie des eaux souterraines littorales et continentales. *Actualités Sci. et Indus.*, Hermann, 740 pages.
- FORD, J., 1935. — The animal population of a meadow near Oxford. *Jour. Animal Ecol.*, IV : 195-207.
- HAGMEIER, 1951. — Die Nahrung der Meerestiere III-IV. *Handbuch der Seefischerei Nordeuropas*, Bd I.
- HART, T.J., 1929. — Preliminary notes on the bionomics of the Amphipod, *Corophium volutator* Pallas. *Jour. Mar. Biol. Ass.*, 16 : 761-789.
- HOLME, N.A., 1949. — The fauna of sand and mud banks near the mouth of the Exe estuary. *Jour. Mar. Biol. Ass.*, 28 (1) : 189.
- HOLME, N.A., 1953. — The biomass of the bottom fauna in the English Channel off Plymouth. *Jour. Mar. Biol. Ass.*, 32 : 1-49.
- HOLME, N.A., 1961. — The bottom fauna of the English Channel. *Jour. Mar. Biol. Ass.*, 41 : 397-461.

- KNUDSEN, M., 1905-6. — La salinité de la mer du Nord et des eaux adjacentes. *Cons. Inter. Explor. Mer, Rapports et P.V.*, VI.
- LACKEY, J.B., 1936. — Occurrence and distribution of the marine protozoan species in the Woods Hole area. *Biol. Bull.* LXX : 264-278.
- MARE, M., 1942. — A study of a marine benthic community with special reference to the micro-organisms. *Jour. Mar. Biol. Ass.*, 25 : 517-554.
- NOODT, W., 1957. — Zur Ökologie der Harpacticoidea (Crust. Cop.) des Eulitorals der deutschen Meeresküste und der angrenzenden Brackgewässer. *Z. Morph. u. Okol. Tiere*, XLVI : 149-242.
- PETERSEN, C.G.J., 1913. — Valuation of the sea II. The animal communities of the sea-bottom and their importance for marine zoogeography. *Rep. Dan. Biol. Sta.*, XXI : 1-44.
- NIELSEN, C.O., 1949. — Studies on the soil microfauna. II. The soil inhabiting Nematodes. *Natura Jutlandica*, 2 : 1-131.
- PETERSEN, C.G.J., 1915. — On the animal communities of the sea bottom in the Skagerak, the Christiana Fjord and the Danish waters. *Rep. Dan. Biol. Sta.*, vol. XXIII : 1-32.
- PETERSEN, C.G.J., 1918. — The sea bottom and its production of fish-food. *Rep. Dan. Biol. Sta.*, XXV : 1-62.
- PETERSEN, C.G.J. et BOYSEN JENSEN, P., 1911. — Valuation of the sea I. Animal life of the Sea-bottom, its food and quantity. *Rep. Dan. Biol. Sta.*, XX : 3-75.
- PETIT, G. et SCHACHTER, D., 1951. — Le problème des eaux saumâtres. *Ann. Biol.*, XXVII (7) : 533-543.
- PRENANT, M., 1958. — Ecologie des sables intercotidaux et traduction approximative des données granulométriques en nombre de grains. *C.R. Acad. Sci.*, 246 : 1582-1583.
- PRENANT, M., 1960. — Etudes écologiques sur les sables intercotidaux. I : Questions de méthode granulométrique, application à trois anses de la Baie de Quiberon. *Cah. Biol. Mar.*, I : 295-340.
- REES, C.B., 1940. — A preliminary study of the ecology of a mud flat. *Jour. Mar. Biol. Ass.*, 24 : 185-199.
- REDEKE, H.C., 1922. — Zur Biologie der Niederländischen Brackwassertypen. *Bijdr. Dierk. Amsterdam (Feest. Num M. Weber)* : 329-335.
- REMANE, A., 1933. — Verteilung und Organisation der benthonischen Mikrofauna der Kieler Bucht. *Wiss. Meeresunters. Abt. Kiel*, XXI : 161-221.
- REMANE, A., 1940. — Einführung in die Zoologische Ökologie der Nord u Ostsee. *Grimpe u. Wagler : Tierwelt d. Nord-u Ostsee*, I (a) : 1-238.
- REMANE, A., 1951. — Die Besiedlung des Sandbodens in Meere und die Bedeutung der Lebensformtypen für die Ökologie. *Verh. dtsh. Zool. Ges. Wilhelmshaven* : 327-359.
- RENAUD, J., 1955. — Sur l'existence et les caractères généraux d'une faune interstitielle des sables coralliens tropicaux (île de Bimini, Bahamas). *C.R. Acad. Sci.*, CCXLI : 256-257.
- RENAUD-DEBYSER, J. et SALVAT, B., 1963. — Le calcul des biovolumes dans l'étude des chaînes alimentaires de la faune endogée des sédiments meubles intertidaux. *C.R. Acad. Sci.*, CCLVI : 2712-2714.
- RENAUD-DEBYSER, J., 1963. — Recherches écologiques sur la faune interstitielle des sables (Bassin d'Arcachon, île de Bimini, Bahamas). *Vie et Milieu, Supplément n° 15*, 157 p., 76 figs.

- REUSZER, H.W., 1933. — Marine bacteria and their role in the cycle of life in the sea. III. Distribution of bacteria in the ocean waters and muds about Cape Cod. *Biol. Bull.*, **65** : 480-497.
- ROUCH, J., 1943, 1946 et 1948. — *Traité d'Océanographie physique*. Payot, Paris, 3 volumes.
- SALVAT, B., 1962. — Faune des sédiments meubles intertidaux du Bassin d'Arcachon, Systématique et Ecologie. *Cah. Biol. Mar.*, **III** : 219-244.
- YONGE, C.M., 1949. — On the structure and adaptations of the Tellinacea, deposit-feeding Eulamellibranchia. *Philosophical Trans. Roy. Soc. London*, No. 609, 234 : 29-76.
- WIESER, W., 1960. — Benthic studies in Buzzards Bay. II. The Meiofauna. *Limn. Oceanogr.*, **5**, No. 2 : 121-137.

BIBLIOGRAPHIE MICROFAUNE
GENERALITES

- ANGELIER, E., 1950. — Recherches sur la faune des sables littoraux méditerranéens. *Vie et Milieu*, **I** : 185-190.
- ANGELIER, E., 1953. — Recherches écologiques et biogéographiques sur la faune des sables submergés. *Arch. Zool. Exp. gén.*, **XC** (2) : 37-162.
- BOUGIS, P., 1946. — Analyse quantitative de la microfaune d'une vase marine à Banyuls. *C.R. Acad. Sci.*, **CCXXII** : 1122-1124.
- DAHL, E., 1953. — Some aspects of the ecology and zonation of the fauna of sandy beaches. *Oikos*, **IV** (1) : 1-27.
- DELAMARE DEBOUTTEVILLE, Cl., 1953a. — La faune des eaux souterraines littorales des plages de Tunisie. *Vie et Milieu*, **IV** (2) : 141-170.
- DELAMARE DEBOUTTEVILLE, Cl., 1953b. — La faune des eaux souterraines littorales en Algérie. *Ibid.*, **IV** (3) : 470-503.
- DELAMARE DEBOUTTEVILLE, Cl., 1954. — Eaux souterraines littorales de la côte catalane française. *Ibid.*, **V** (3) : 408-451.
- DELAMARE DEBOUTTEVILLE, Cl., GERLACH, S. et SIEWING, R., 1954. — Recherches sur la faune des eaux souterraines littorales du Golfe de Gascogne. Littoral des Landes. *Ibid.*, **V** (3) : 373-407.
- DRAGESCO, J., 1953. — Sur l'écologie des Ciliés psammophiles littoraux de la région de Banyuls (Pyr.-Or.). Note préliminaire. *Vie et Milieu*, **IV** (4) : 627-632.
- FAURÉ-FRÉMIET, E., 1950. — Ecologie des Ciliés psammophiles littoraux. *Bull. Biol. France et Belgique*, **LXXXIV** : 35-75.
- GERLACH, S., 1954. — Das Supralitoral der sandigen Meeresküsten als Lebensraum einer Mikrofauna. *Kieler Meeres.*, **X** (1) : 121-129.
- RENAUD-DEBYSER, J., 1957. — Essai d'études quantitatives de la faune interstitielle sur une plage du Bassin d'Arcachon. *C.R. 82° Cong. Soc. Sav.* : 125-126.
- RENAUD-DEBYSER, J., 1958. — Contribution à l'étude de la faune interstitielle du Bassin d'Arcachon. *Proc. XVth Inter. Cong. Zool. London* : 323-326.

- SCHULZ, E., 1937. — Das Farbstreifensandwatt und seine Fauna, eine ökologisch biozonotische Untersuchungen an der Nordsee. *Kieler Meeresf.*, I : 359-378.
- SCHULZ, E., 1939. — Über eine Mikrofauna im oberen Eulitoral auf Amrum. *Ibid.*, III (1) : 158-164.
- SWEDMARK, B., 1956b. — Etude de la microfaune des sables marins de la région de Marseille. *Arch. Zool. Exp. gén.*, XCIII, Notes et Rev., (2) : 70-95.
- WIESER, W., 1952. — Investigations on the microfauna on seaweeds inhabiting rocky coasts. *Jour. Mar. Biol. Ass.*, XXXI : 145-174.
- WISNIEWSKY, J., 1947. — Remarques relatives aux recherches récentes sur le psammon d'eau douce. *Ibid.*, XIII : 7-36.

COELENTERÉS

- DAHL, E., 1952. — The Narcomedusa *Halammohydra octopodides* Remane, new to Sweden. *Kung. Fysiogr. Sällk. Lund Förhandl.*, 22 (18) : 112-113.
- REMANE, A., 1927. — *Halammohydra*, ein eigenartiges Hydrozoon der Nord- und Ostsee. *Faun. Mitteil. aus Norddeutschland*, 2 : 6-7.
- SWEDMARK, B. et TEISSIER, G., 1957. — *Halammohydra vermiformis* n. sp. et la famille des *Halammohydridae* Remane. *Bull. Soc. Zool. France*, 82 (1) : 38-49.

TURBELLARIÉS

- AX, P., 1951. — Die Turbellarien des Eulitorals der Kieler Bucht. *Zool. Jb., Abt. Syst. Okol. n. Geogr.*, LXXX : 272-378.
- AX, P., 1956. — Les Turbellariés des étangs côtiers du littoral méditerranéen de la France méridionale. *Suppl. à Vie et Milieu*, n° 5, 215 p.

NÉMATODES

- COBB, N.A., 1929. — Initial stratigraphic survey of Nemas in the upper 20 mm of marine beach sand near low tide mark. *Jour. Washington Acad. Sci.*, XIX : 199-200.
- CONINCK, L. de, SCHUURMANS-STEKHOVEN, J.H. et ADAMS, W., 1933. — Free living Nemas of the Belgian coast. Part II. Remarks on structure. *Mém. Mus. Hist. Nat. Belgique*, 49 : 1-163.
- GERLACH, S., 1952. — Nematoden aus dem Küstengrundwasser. *Abh. d. mathemnaturw. Klasse der Akademie der Wiss. Lite.* : 315-372.
- GERLACH, S., 1953a. — Les Nématodes marins libres des eaux souterraines littorales d'Esposende (Portugal). *Vie et Milieu*, IV (1) : 85-94.
- GERLACH, S., 1953b. — Nouveaux Nématodes libres des eaux souterraines littorales françaises. *Ibid.*, IV (1) : 95-110.
- GERLACH, S., 1953c. — Nématodes marins libres des eaux souterraines littorales de Tunisie et d'Algérie. *Ibid.*, IV (2) : 221-237.
- GERLACH, S., 1953d. — Die Nematodenbesiedlung des Sandstrandes und der Küstengrundwasser an der Italienischen Küste. I. Systematischer Tiel. *Arch. Zool. ital.*, XXXVII : 517-640.

- GERLACH, S., 1953e. — Die biocönotische Gliederung der Nematodenfauna an den deutschen Küsten. *Z. morph. Okol. Tiere*, **XLI** : 411-512.
- SCHUURMANS-STEKHOVEN, J.H., 1950. — The free-living nemas of the Mediterranean. I. The Bay of Villefranche. *Mém. Inst. Roy. Sci. Nat. Belgique*, **VII** (37/38) : 1-220.
- WIESER, W., 1953. — Die Beziehung zwischen Mundhöhlengestalt, Ernährungsweise und Vorkommen bei freilebenden, marinen Nematoden. Eine ökologisch-morphologische Studie. *Ark. f. Zool.*, **IV** (26) : 439-484.

GASTROTRICHES

- GERLACH, S., 1953. — Gastrotrichen aus dem Küstengrundwasser des Mittelmeeres. *Zool. Anz.*, **CL** (9/10) : 203-211.
- KAPLAN, G., 1958. — Premières observations sur les Gastrotriches psammophiles des côtes du Calvados. *Arch. Zool. Exp. Gén.*, **XCVI**, *Notes et Rev.* (1) : 27-37.
- LÉVI, C., 1950. — Contribution à l'étude des Gastrotriches de la région de Roscoff. *Arch. Zool. Exp. Gén.*, **LXXXVII**, *Notes et Rev.*, (1) : 31-42.
- REMANE, A., 1925. — Neue aberrante Gastrotrichen. II. *Turbanella cornuta* n. sp. und *T. hyalina* M. Schultz, 1853. *Zool. Anz.*, **LXIV** : 309-314.
- REMANE, A., 1934. — Die Gastrotrichen des Küstengrundwassers von Schilksee. *Schrift. Naturwiss. Ver. f. Schles-Holstein*, **XX**, (2) : 473-478.
- REMANE, A., 1936. — Gastrotrichen u. Kinorhyncha. *Das Tierreich.*, **IV**, (1) : 1-242, de Gruyter, Leipzig.
- REMANE, A., 1951b. — *Mesodasys* ein neues Genus der Gastrotricha. *Kieler Meeres*, **VIII** : 102-105.
- REMANE, A., 1953. — Zwei neue *Turbanella*-Arten aus dem marinen Küstengrundwasser. *Ibid.*, **IX** (1) : 62-65.
- SWEDMARK, B., 1950. — Contribution à l'étude de la microfaune des sables de Roscoff. *Arch. Zool. Exp. Gén.*, **LXXXVII**, *Notes et Rev.*, : 22-24.
- SWEDMARK, B., 1955. — Gastrotriches marins de la région de Roscoff. *Ibid.*, **XCIII**, *Notes et Rev.*, (1) : 10-19.
- SWEDMARK, B., 1956. — Nouveaux Gastrotriches Macrodasyoides de la région de Roscoff. *Ibid.*, **XCIV**, *Notes et Rev.*, (1) : 43-57.
- WILKE, U., 1954. — Mediterrane Gastrotrichen. *Zool. Jb. Abt. Syst.*, **LXXXII** (6) : 497-550.
- ZANEVELD, J.S., 1938. — Marine Gastrotricha and Kinorhyncha from Scheveningen. *Zool. Med. Leiden*, **XX** : 257-262.

ROTIFÈRES

- REMANE, A., 1949. — Die psammobionten Rotatorien der Nord-u. Ostsee. *Tierwelt der Nord- und Ostsee*, **VI** : 59-67.
- VOIGT, M., 1957. — Rotatoria. Die Rödertiere Mitteleuropas. Gebrüder Bornstreager Berlin, 508 p., 115 pl.

WISNIEWSKY, J., 1934. — Recherches écologiques sur le psammon, et spécialement sur les Rotifères psammiques. *Arch. Hydrobiol. Rybactwa.*, **VIII** : 149-272.

ARCHIANNELIDES

GERLACH, S., 1953b. — Archianneliden von der französischen Mittelmeeres Kieler Meeres., **IX** (2) : 248-251.

GERLACH, S., 1953b. — Archianneliden von der französischen Mittelmeeres Küsten. *Vie et Milieu*, **IV** (4) : 745-747.

JÄGERSTEN, G., 1952. — Studies on the morphology, larval development, and biology of *Protodrilus*. *Zool. Bidr. Uppsala*, **XXV** : 247-511.

JOUIN, C., 1962. — Le développement larvaire de *Protodrilus chaetifer* Remane (Archiannelides). *C.R. Acad. Sci.*, **255** : 3065-3067.

LÉVI (C.), 1953. — Archiannelides *Nerillidae* de la région de Roscoff. *Arch. Zool. Exp. Gén.*, **LXL**, *Notes et Rev.*, (2) : 64-70.

REMANE, A., 1925. — Diagnosen neuer Archianneliden. *Zool. Anz.*, **LXV** : 15-17.

REMANE, A., 1926. — *Protodrilidae* aus Nord- und Ostsee. *Ibid.*, **LXVII** : 119-125.

REMANE, A., 1932. — Archiannelida. Grimpe u. Wagler : *Tierwelt d. Nord u. Ostsee.*, **VIa** : 1-36.

REMANE, A., 1949. — Archianneliden der Familie *Nerillidae* aus Südwest-Afrika. *Kieler Meeres*, **VI** : 45-50.

SOUTHERN, R., 1914. — Archiannelida and Polychaeta. Clare Island survey. *Proc. Roy. Irish. Acad.*, **XXXI** (41) : 1-160.

WIESER, W., 1957. — Archiannelids from the intertidal of Puget Sound. *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, **76** : 275-284.

ANNELIDES POLYCHÈTES

FRIEDRICH, H., 1937. — Polychaetenstudien. I et III. *Kieler Meeres.*, **I**, (2) : 343-351.

FRIEDRICH, H., 1938. — Polychaeta. Grimpe u. Wagler. *Tierwelt d. Nord und Ostsee*, Leipzig, **VIb** : 1-202.

FRIEDRICH, H., 1939. — Polychaetenstudien. IV. *Kieler Meeres.*, **III**, (1) : 123-132.

FRIEDRICH, H., 1940. — Polychaetenstudien. V à X. *Ibid.*, **III** (2) : 362-374.

KNÖLLNER, F., 1935. — *Stygocapitella subterranea* n. g. n. sp. *Schr. Naturwiss. Ver. f. Schleswig-Holstein*, **XXI** : 468-472.

TARDIGRADES

CUÉNOT, L., 1932. — Tardigrades. Faune de France, **XXIV**, 96 p., Paris, P. Lechevalier.

MARCUS E., 1936. — Tardigrada. Das Tierreich., **LXVI**, 340 p., de Gruyter, Leipzig.

- MARCUS, E., 1946. — *Batillipes pennaki* a new marine Tardigrade from the North and South American Atlantic coast. *Com. Zool. Mus. Hist. Nat. Montevideo*, **II** (33) : 163.
- RENAUD-DEBYSER, J., 1956. — Répartition de deux Tardigrades *Batillipes mirus* Richters et *Stygarctus bradypus* Schulz dans un segment de plage du Bassin d'Arcachon. *C.R. Acad. Sci.*, **CCXLIII** : 1365-1369.
- RENAUD-DEBYSER, J., 1959. — Sur quelques Tardigrades du Bassin d'Arcachon. *Vie et Milieu*, **X** (2) : 135-146.
- RICHTERS, F., 1908. — Marine Tardigraden. *Zool. Anz.*, **XXXIII** : 77-85.
- SCHULZ, E., 1951. — Ueber *Stygarctus bradypus* n. g., n. sp., einem Tardigraden aus dem Küstengrundwasser u. seine phylogenetische Bedeutung. *Kieler Meeres.*, **VIII** (1) : 86-97.
- SCHULZ, E., 1953. — *Orzeliscus septentrionalis* n. sp., ein neuer mariner Tardigrad aus der deutschen Nordseeküste. *Kieler Meeres.*, **IX** (2) : 288-293.
- SCHULZ, E., 1955. — Studien an marinen Tardigraden. *Ibid.*, **XI** (1) : 73-79.

COPÉPODES HARPACTICIDES

- BÓZIC, B., 1955. — Copépodes Harpacticides des sables des environs de Roscoff. Description de quelques formes nouvelles. *Arch. Zool. Exp. Gén.*, **XCII**, *Notes et Rev.* : 1-12.
- CHAPPUIS, P.A., 1954a. — Copépodes psammiques des plages du Roussillon. *Arch. Zool. Exp. Gén.*, **XCI** (1) : 35-50.
- CHAPPUIS, P.A., 1954b. — Harpacticides psammiques récoltés par Cl. DELAMARE DEBOUTTEVILLE en Méditerranée. *Vie et Milieu*, **IV** (2) : 254-276.
- KLIE, W., 1929. — Die Copepoda Harpacticoidea der südlichen und westlichen Ostsee mit besonderer Berücksichtigung der Sandfauna der Kieler Bucht. *Zool. Jb. Syst. Okol. u. Geog.*, **LVII** (3/4) : 329-386.
- KLIE, W., 1934. — Die Harpacticoiden des Küstengrundwassers bei Schilksee (Kieler Förde). *Schr. Naturwiss. Ver. f. Schleswig-Holstein*, **XX** : 409-434.
- KLIE, W., 1949. — Harpacticoiden (Cop.) aus dem Bereich von Helgoland und der Kieler Bucht. II. *Kieler Meeres.*, **VI** (1) : 1-4.
- KLIE, W., 1950. — Harpacticoiden (Cop.) aus dem Bereich von Helgoland und der Kieler Bucht. II. *Kieler Meeres.*, **VII** (1) : 76-128.
- KUNZ, H., 1935. — Zur Oekologie der Copepoden Schleswig-Holsteins und der Kieler Bucht. *Schr. Naturwiss. Ver. f. Schleswig-Holstein*, **XXI** (1) : 84-132.
- KUNZ, H., 1936. — Neue Harpacticoiden (Crust. Cop.) von Helgoland. *Kieler Meeres.*, **I** (1) : 352-358.
- KUNZ, H., 1937. — Zur Kenntnis der Harpacticoiden des Küstengrundwassers der Kieler Förde. (Studien an marinen Copepoden, I). *Ibid.*, **II** (1) : 94-115.
- KUNZ, H., 1937b. — Die sandbewohnenden Copepoden von Helgoland I (Studien an marinen Copepoden II). *Ibid.*, **II** (1) : 223-254.
- KUNZ, H., 1938. — Harpacticoiden vom Sandstrand der Kurischen Nehrung (Studien an marinen Copepoden III). *Ibid.*, **III** (1) : 148-157.

- KUNZ, H., 1949. — Die sandbewohnenden Copepoden von Helgoland II, *Ibid.*, **VI** (1) : 51-59.
- KUNZ, H., 1954. — Beitrag zur Kenntnis der Harpacticoiden der Deutschen Bucht. *Ibid.*, **X** (2) : 224-228.
- LANG, K., 1948. — Monographie der Harpacticiden. 2 vol., 1683 p., H. O., Lund.
- MONARD, A., 1928. — Les Harpacticoides marins de Banyuls. *Arch. Zool. Exp. Gén.*, **LXVII** : 259-443.
- MONARD, A., 1935. — Etude sur la faune des Harpacticoides marins de Roscoff. *Trav. Sta. Biol. Roscoff*, **XIII** : 3-89.
- NICHOLLS, A.G., 1935. — Copepods from the interstitial fauna of a sandy beach. *Jour. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **XX** : 379-405.
- NICHOLLS, A.G., 1939. — Some new sand-dwelling copepods. *Jour. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **XXIII** : 327-341.
- NOODT, W., 1952. — Subterrane Copepoden aus Norddeutschland. *Zool. Anz.*, **CXXXLVIII** : 331-343.
- NOODT, W., 1952b. — Marine Harpacticiden (Cop.) aus dem eulitoralen Sandstrand der Insel Sylt. *Math-naturwiss. Kl. Akad. Wiss. Lit.*, **III** : 105-142.
- NOODT, W., 1953. — Bemerkenswerte Copepoda Harpacticoida aus dem Eulitoral der deutschen Meeresküste. *Zool. Anz.*, **CLI** : 6-20.
- NOODT, W., 1955. — Harpacticiden (Crust. Cop.) aus dem Sandstrand der Französischen Biscaya-Küste. *Kieler Meeres.*, **XI** (1) : 86-109.
- NOODT, W., 1956. — Verzeichnis der im Eulitoral der schleswig-holsteinischen Küsten angetroffenen Copepoda Harpacticoida. *Schr. Naturwiss. Ver. Schlesw.-Holst.*, **XXVIII** (1) : 42-64.
- NOODT, W., 1957. — Zur Ökologie der Harpacticoida (Crust. Cop.) des Eulitorals der deutschen Meeresküste und der angrenzenden Brackgewässer. *Z. Morph. u. Okol. Tiere*, **XLVI** : 149-242.
- PENNAK, R.W., 1942. — Harpacticoid Copepods from some intertidal beaches near Woods Hole, Massachusetts. *Trans. Amer. Micros. Soc.*, **LXI** : 274-285.
- PENNAK, R.W., 1942b. — Copepods inhabiting intertidal beaches near Woods Hole, Massachusetts. *Ecology*, **XXIII** : 446-456.
- PENNAK, R.W., 1950. — Comparative ecology of the interstitial fauna of fresh water and marine beaches. *Ann. Biol.*, **XXVII** (10) : 217-250.
- SARS, G.O., 1910. — Copepoda Harpacticoida. An account of the Crustacea of Norway, **VII**, p. 16-24.
- SARS, G.O., 1921. — Copepoda, supplement. *An account of the Crustacea of Norway*, **VII**, p. 16-24.
- WILSON, C.B., 1932. — The Copepods of the Woods Hole region, Massachusetts. *U.S. Nat. Mus. Bull.*, **CLVIII** : 1-635.
- WILSON, C.B., 1935. — A new and important Copepod habitat. *Smith. Misc. Coll.*, **XCIV** : 1-13.

BIBLIOGRAPHIE MACROFAUNE

- AMOUREUX, L., 1962. — Une nouvelle station d'*Ophelia bicornis* Savigny. Considérations écologiques. *Cahiers de Biologie Marine*, III : 91-101.
- BASSINDALE, R., 1938. — The intertidal fauna of the Mersey estuary. *Jour. Mar. Biol. Ass.*, 23 (1) : 83-98.
- BEANLAND, F.L., 1940. — Sand and Mud communities in the Dovey estuary. *Jour. Mar. Biol. Ass.*, 24 (2) : 589-611.
- BRADY, F., 1942. — The distribution of the fauna of some intertidal sands and muds on the Northumberland coast. *Jour. Animal Ecology*, 12 (1) : 27.
- BRUCE, J.R., 1928. — Physical factors of the sandy beach. Part I. Tidal, climatic and edaphic. *Jour. Mar. Biol. Ass.*, 15 (2) : 535-552.
- CALLAME, B., 1958. — Contribution à l'étude du milieu intercotidal (Côtes Charentaises). *Trav. Cent. Rech. Océano.*, IV : 116 p.
- CHEVREUX, E. et FAGE, L., 1925. — Faune de France des Amphipodes. Lechevalier, Paris : 488 p.
- CLARK, A.M., 1955. — The sublittoral fauna of two sandy Bays on the isle of Cumbrae, firth of Clyde. *Jour. Mar. Biol. Ass.*, 34 : 161-180.
- COLMAN, J.S. et SEGROVE, F., 1955. — The fauna living in Stoupe Beck sands, Robin Hoods' Bay. *Jour. Animal Ecology*, 24 : 426-444.
- CRAWFORD, G.I., 1936. — Notes on the distribution of burrowing Isopoda and Amphipoda in various soils on the sea bottom near Plymouth. *Jour. Mar. Biol. Ass.*, 21 : 631-646.
- CRAWFORD, G.I., 1937. — A review of the amphipod genus *Corophium* with notes on the British species. *Jour. Mar. Biol. Ass.*, 21 (2) : 598-630.
- DENNEL, R., 1933. — The habits and feeding mechanism of the amphipod *Haustorius arenarius*. *Jour. Lin. Soc. London*, 38 : 363-368.
- DRACH, P., 1948. — Limite d'expansion des peuplements benthiques sessiles en zone littorale profonde (faciès rocheux). *C.R. Acad. Sci.*, CXXVII : 1397-1399.
- DRACH, P., 1951. — Les peuplements de fonds rocheux en zone littorale profonde (recherches en scaphandre autonome). *Ann. Biol.*, XXVII (7) : 503-511.
- FAUVEL, P., 1923. — Polychètes errantes. Faune de France, 5, Lechevalier, Paris.
- FAUVEL, P., 1927. — Polychètes sédentaires. Faune de France, 16, Lechevalier, Paris.
- GIORDANI SOÏKA, A., 1950. — Ricerche sulla fauna intercotidale delle spiagge dell'Alto e medio Adriatico. *Boll. Soc. Veneziana Sto. Nat. e Mus. Civ. Sto. Nat.*, 5 : 171-173.
- GIORDANI SOÏKA, A., 1955a. — Ricerche sull'ecologia e sul popolamento della zona intercotidale delle spiagge di sabbia fina. *Boll. del Museo civico di storia naturale di Venezia* : 1-151.
- GIORDANI SOÏKA, A., 1955b. — Ethologie, écologie, systématique et biogéographie des Eurydice s. str. *Vie et Milieu*, XVI (1) : 38-42.

- GOODHART, C.B., 1941. — The ecology of the amphipoda in a small estuary in Hampshire. *Jour. Animal Ecology*, 10 : 306-322.
- HOLME, N.A., 1949. — The fauna of sand and mud banks near the mouth of the Exe estuary. *Jour. Mar. Biol. Ass.*, 28 : 189-237.
- JONES, N.S., 1948. — The ecology of the amphipoda of the south of the Isle of Man. *Jour. Mar. Biol. Ass.*, 27 : 400-439.
- LAFON, M., 1953. — Recherches sur les sables côtiers de Basse Normandie et sur quelques conditions de leur peuplement zoologique. *Annales de l'Institut Océanographique*, 28 (3) : 113-151.
- MONOD, T., 1923. — Prodrôme d'une faune des Tanaidacea et Isopoda des côtes de France, *Soc. Sci. Nat. Charente Inférieure. Annales*, 37 (3) : 19-125.
- MONOD, T., 1930. — Contribution à l'étude des Cirolanidae. *Ann. Sci. Nat. Zool.*, (10) XIII : 129-183.
- NEWCOMBE, C.L., 1935. — Certain environmental factors of a sand beach in the St. Andrews region New Brunswick, with a preliminary designation of the intertidal communities. *Journal of Ecology*, 23 (2) : 334.
- NIERSTRASZ, H.F. et SCHUURMANS STEKHOVEN, J.H., 1930. — Crustacea Tierwelt der Nord und Sstsee (Grimpe u. Wagler), X, Crustacea.
- PÉRÈS, J.M., 1961. — Océanographie biologique et Biologie Marine, I, la vie benthique. *Collection Euclide, P.U.F.*, p. 1-541.
- PÉRÈS, J.M. et PICARD, J., 1958. — Manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Trav. Sta. Mar. Endoume*, 23 : 5-122.
- PETIT, G., 1950. — *Cyathura carinata* dans l'étang de Salses (Pyrénées Orientales). *Vie et Milieu*, 1 : 476.
- PETIT, G., 1952. — Présence de *Corophium arenarium* Crawford dans l'étang du Canet (Pyrénées Orientales). *Vie et Milieu*, 3 (3) : 336-337.
- PETIT, G., 1954. — Introduction à l'étude des étangs méditerranéens. *Vie et Milieu*, 4 (4) : 569-604.
- PIRRIE, M.E., BRUCE, J.R. et MOORE, H.B., 1932. — A quantitative study of the fauna of the sandy beach at Port Erin. *Jour. Mar. Biol. Ass.*, 18 (1) : 279-296.
- PRENANT, M., 1932. — La baie et la pointe de Quiberon, étude de bionomie intercotidale. *Trav. Sta. Biol. Roscoff*, 10 : 11-103.
- PRENANT, M., 1936. — Notes bionomiques sur le littoral de la Baie de Douarnenez. *Compte Rendu Soc. Biog. du 17 janvier 1936* : 13.
- PRENANT, M., 1939. — Etudes de Bionomie intercotidale. La Baie de Douarnenez et ses abords. *Bull. Biol.*, 73 (4) : 451-476.
- REES, C.B., 1939. — Notes on the ecology of the sandy beaches of North Donegal. *Proc. Irish Acad.*, 45, (B (9)) : 215-229.
- RULLIER, F., 1959. — Etude bionomique de l'Aber de Roscoff *Trav. Sta. Biol. Roscoff*, X : 1-350.
- SARS, G.O., 1895. — An account of the Crustacea of Norway, with short descriptions and figures of all species. I. Amphipoda, II-III. Isopoda et Cumacea : 612-619.
- SANDERS, H.L., 1958. — Benthic studies in Buzzards Bay. I. Animal-sediment relationships. *Limn. Oceanogr.*, 3, No. 3 : 245-258.

- SANDERS, H.L., 1960. — Benthic studies in Buzzards Bay. III. The structure of the soft-bottom community. *Limn. Oceanogr.*, 5, No. 3 : 138-153.
- SOURIE, R., 1957. — Etude écologique des sables de la côte sénégalaise aux environs de Dakar. *Ann. Ecole Sup. Sc., Dakar*, 3 : 1-110.
- SOUTHWARD, A.J., 1953. — The fauna of some sandy and muddy shores in the south of the Isle of Man. *Proc. Liverpool Biol. Soc.*, 59 : 51-71.
- SPOONER, G.M. et MOORE, H.B., 1940. — The ecology of the Tamar estuary, IV, an account of the macrofauna of the intertidal muds. *Jour. Mar. Biol. Ass.*, 24 (1) : 283-300.
- TURMEL, J.M., 1959. — Ecologie des dunes littorales maritimes. I. La Porosité. *Bull. Mus. Hist. Nat. Paris*, 2^e sér., 21, n° 5 : 448-453.
- WATKIN, E.E., 1938. — A revision of the amphipod genus *Bathyporeia* Lindström. *Jour. Mar. Biol. Ass.*, 23 : 211-236.
- WATKIN, E.E., 1941-43. — Observations on the night tidal migrant crustacea of Kames Bay. *Jour. Mar. Biol. Ass.*, 25 : 81-96.