

NUMERATION ET APPROCHE QUALITATIVE DES POPULATIONS BACTERIENNES  
DES LAGUNES AMENAGEES DE CERTES (ARCACHON)

I. BACTERIES HETEROTROPHES AEROBIES.

par

B. BALEUX, P. CAUMETTE, M. TROUSSELIER

Laboratoire d'Hydrobiologie marine. U. S. T. L. place E. Bataillon  
34060 Montpellier Cedex

R E S U M E

La numération, la biomasse, la distribution dans le temps, quelques caractères physiologiques et une ébauche taxonomique des bactéries hétérotrophes aérobies isolées des sédiments et des eaux lagunaires des réservoirs à poissons du domaine de Certes (Arcachon) de juin 77 à mai 78 sont décrits.

Le nombre de bactéries hétérotrophes évolue d'une façon significative suivant les saisons et la biomasse bactérienne est plus élevée dans les sédiments que dans les eaux. Des différences métaboliques ou physiologiques (proteolyse, dénitrification) sont apparues au sein des populations en fonction de l'origine des sédiments. De plus, l'étude qualitative fait ressortir des unités taxonomiques telles que *Bacillus* associé aux saisons ou *Agrobacterium* associé à un sédiment détritique végétal.

A B S T R A C T

Numeration, biomass, distribution within time, some physiological characters and a taxonomical outline, with a standardized micro method, of aerobic heterotrophic bacteria isolated from sediments and waters, from fishponds of "Domaine de Certes" (Arcachon) from June 1977 to May 1978 are described. Number of heterotrophic bacteria evolved in a significant way, according to seasons, and bacterial biomass is higher in the sediments than in the waters. Metabolic or physiological differences (proteolysis, denitrification) appeared among populations due to the origin of sediments. Moreover the qualitative study pointed out taxonomical units as *Bacillus* associated to seasons, or *Agrobacterium* associated to vegetable detrital sediments.

M O T S - C L E S : Lagunes, bactéries hétérotrophes aérobies, biomasse, taxonomie, micro méthode, enzymatiques.

K E Y - W O R D S : lagoons, aerobic heterotrophic bacteria, biomass, taxonomy, enzymatic micro methods.

## INTRODUCTION

De façon à évaluer la place du compartiment bactérien dans un écosystème lagunaire, une étude préliminaire microbiologique a été entreprise dans les lagunes aménagées de Certes.

Une première approche de l'importance quantitative des bactéries hétérotrophes aérobies de l'eau et des sédiments nécessite l'évaluation des biomasses bactériennes.

Des travaux de ce type ont déjà constitué tout ou partie d'études réalisées en milieu lagunaire (Bedzley et coll. (1974), Stevenson et coll. (1974), Lagarde (1974), Genovèse (1975), Erkenbrecher (1977)...).

Ces biomasses, si elles ne peuvent refléter l'activité hétérotrophe minéralisatrice, doivent participer activement au fonctionnement de l'écosystème, comme un des premiers maillons des chaînes trophiques. L'utilisation des bactéries en tant que source de nourriture pour la microfaune, la méiofaune et la macrofaune a été étudié par de nombreux auteurs dont Sorokin et coll. (1970), Tezuka (1974), Moriarty (1975), Boucher et Chamroux (1976), Colwell (1976), Ogawa (1977), Rieper (1978)... pour ne citer que les plus récents.

Mais il importe également d'essayer de mieux connaître, d'identifier les bactéries qui constituent ces biomasses ; car la diversité des métabolismes bactériens est à la dimension de l'ubiquité du monde microbien.

Etudier les biomasses de bactéries hétérotrophes aérobies et étudier qualitativement les populations qu'elles représentent ont été, et continuent d'être le but de ce travail.

### 1. MATERIEL ET METHODE

#### 1.1. Lieu des prélèvements

Les lagunes semi artificielles de Certes sont situées dans la frange de marais du fond du Bassin d'Arcachon, marais remaniés et utilisés par l'homme comme réservoirs à poissons.

Ces lagunes peu profondes (40 cm à 2 m) présentent comme originalité, le fait d'être endiguées et d'être mises périodiquement en relation avec les eaux du Bassin d'Arcachon.

#### 1.2. Stations d'étude

Les prélèvements ont été effectués de juin 77 à mai 78 sur 8 stations dont 4 sont situées dans les réservoirs à poissons de Certes, 3 dans le fond du bassin d'Arcachon, au plus près des réservoirs, et 1 dans un cours d'eau voisin.

Eut égard à la superficie de 143 ha en eau, de nature parcellaire, un échantillonnage systématique des différents biotopes rencontrés était difficilement réalisable. Les 4 stations lagunaires ont été choisies aussi différentes que possible sans être pour autant exceptionnelles.

- Station BB : profondeur moyenne : 1 m, fond : vaseux, réduit.  
 végétation : herbiers de Ruppia et algues de pleine eau  
 (*Cladophora*, *Chaetomorpha*)  
 signe particulier : soumise très directement aux entrées  
 d'eau du Bassin d'Arcachon.
- Station Vg<sup>-</sup> : profondeur moyenne : 30 cm, fond : argileux, oxydé, régulier.  
 végétation : nulle  
 signe particulier : éloigné des zones d'échanges avec le  
 Bassin d'Arcachon, caractère fermé.
- Station Vg<sup>+</sup> : profondeur moyenne : 80 cm, fond : vaseux, réduit, débris  
 végétaux.  
 végétation : herbier de Ruppia, algues.  
 signe particulier : peu influencée par les entrées d'eau  
 du Bassin d'Arcachon.
- Station 0 : profondeur moyenne : 1 m, fond : vaseux, réduit, débris  
 végétaux.  
 végétation : herbier de Ruppia, algues.  
 signe particulier : environnement de type continental,  
 éloigné des zones d'échanges avec le Bassin d'Arcachon.

Stations extérieures aux réservoirs à poissons :

Les 3 stations implantées dans le Bassin d'Arcachon (stations EC, LTI, LTE) présentent une hauteur d'eau soumise au phénomène de marée. Leur sédiment est du même type vaseux et réduit, comportant beaucoup de débris végétaux grossiers (Zostères). La station EC est la plus soumise aux apports continentaux, et la station LTI, bien qu'extérieure aux réservoirs à poissons, présente un caractère fermé car implantée dans un Lac de tonne, aménagé, à des fins cynégétiques, en réservoir d'eau permanent.

### 1.3. Prélèvements

Les échantillons d'eau sont prélevés 10 cm en dessous de la surface, grâce à des seringues stériles.

Les échantillons de sédiments sont carottés à la main, et seule la couche superficielle (≈ 1 cm) est récupérée en container stérile.

Les échantillons sont conservés à + 4°C jusqu'à leur traitement.

### 1.4. Milieux de culture et d'isolement

Pour les germes hétérotrophes aérobies 2 milieux ont été utilisés :

- Milieu de Zobell 2216 (peptone trypticase DIFCO : 5 gr ; FePO<sub>4</sub> : 0,1 gr ; Agar MERCK : 15 gr ; H<sub>2</sub>O de mer vieillie : 1 000 ml)

- Milieu gélosé doux : gélose nutritive déshydratée B. D. merieux (23 gr), eau distillée 1 000 ml.

Après chauffage jusqu'à dissolution, ce milieu est autoclavé 20 mn à 120°C, puis coulé stérilement en boîte de Pétri stockée minimum 4 jours de façon à obtenir des surfaces d'étalements parfaitement sèches.

Pour les bactéries témoins de contamination, la numération des coliformes est réalisée sur gélose désoxycholate lactose B. D. Mérieux (39,5 gr/l), celle des enterocoques sur gélose D. coccoseil B. D. Mérieux (56 gr/l).

Les ensemencements sur ces différents milieux sont réalisés à partir de la solution mère et de ses dilutions, par étalement de 0,1 ml à la surface des milieux de cultures pour les milieux de Zobell, la gélose nutritive, et la gélose D coccoseil et par mélange en milieu liquide (44°C) de 1 ml d'échantillon pour le désoxycholate lactose.

### 1.5. Système d'étude qualitative

Il est basé sur l'emploi du Système API20B qui utilise 22 tests biochimiques standardisés, auxquels on associe 5 caractères morphologiques, tinctoriaux, biochimiques, non standardisés.

Ce sont : recherche de la gélatinase d'une nitrate réductase d'une B-galactosidase, d'une urease, de l'oxydase, d'une catalase ; mise en évidence de la production d'indole à partir du tryptophane, d' $H_2S$  à partir de thiosulfates, d'acétoïne à partir d'acide pyruvique.

Pour examiner les exigences nutritionnelles des bactéries, les substrats utilisés sont le saccharose, l'arabinose, le fructose, le glucose, le maltose, le rhamnose, le galactose, le mannose, l'amidon, le mannitol, le sorbitol, le glycerol et le citrate.

Les caractères non standardisés sont : la morphologie (cocci, bacille), l'arrangement spatial, la présence de spores, la mobilité, la coloration de Gram et la voie d'attaque du glucose (fermentatif ou oxydatif, inerte).

## 2. RESULTATS :

### 2.1. Numérations indirectes des populations hétérotrophes aérobies

Pour les 8 stations étudiées, les résultats ont été résumés dans le calcul d'une abondance moyenne annuelle associée à un coefficient de variation (tableau n° 1).

La station ED, implantée dans une rivière montre de par les numérations effectuées sur les eaux et les sédiments, qu'il existe une fraction, non négligeable de bactéries qui cultivent sur milieu salé (milieu de Zobell), et une abondance maximum sur le milieu gélosé doux.

Les stations du Bassin d'Arcachon montrent d'une manière générale des dénombrements moyens maximums sur milieu de Zobell.

Si l'on compare pour ces stations les numérations faites sur les 2 milieux de cultures dans les eaux et les sédiments, les différences apparaissent plus importantes dans les eaux que dans les sédiments (4 à 30 fois plus de germes recensés sur Zobell, dans les eaux, et environ 2 fois plus dans les sédiments).

Ces sédiments montrent des populations, qui suivant la station et le milieu de culture, sont de 80 (station LTI Zobell) à 1400 (station LTE, milieu gélosé doux) fois plus importantes que celles des eaux.

STATIONS		MILIEU DE CULTURE	M.	σ.	C.V.
ED	E	G	8.85	7.30	0.82
		Z	4.85	11.02	2.27
	S	G	679.53	1380.28	2.03
		Z	81.94	125.98	1.54
EC	E	G	2.76	5.07	1.84
		Z	9.04	9.86	1.09
	S	G	1103.50	2433.00	2.20
		Z	2968.20	4078.80	1.37
LTe	E	G	1.73	1.90	1.11
		Z	30.50	85.30	2.80
	S	G	2466.20	826.70	3.35
		Z	4154.00	7037.10	1.70
LTi	E	G	1.25	1.90	1.50
		Z	13.10	22.15	1.70
	S	G	1739.50	6088.30	3.45
		Z	1084.60	2128.70	1.96
BB	E	G	4.50	13.80	3.00
		Z	4.20	4.40	1.00
	S	G	149.20	278.90	1.90
		Z	385.50	473.70	1.20
VG <sup>-</sup>	E	G	10.30	21.40	2.00
		Z	70.70	230.70	3.20
	S	G	451.50	381.30	0.80
		Z	8500.00	17852.40	2.10
VG <sup>+</sup>	E	G	8.80	20.30	2.30
		Z	8.90	9.30	1.00
	S	G	132.80	114.50	0.80
		Z	2112.50	2824.00	1.30
O	E	G	2.30	4.10	1.80
		Z	5.50	6.90	1.25
	S	G	1092.00	2766.00	2.50
		Z	1174.40	2753.90	2.30

Tableau n°1: Abondance moyenne (M.), exprimée en  $10^3$  b/ml ou b/g, calculée à partir de numérations indirectes réalisées sur milieu de Zobell (Z) et milieu gélosé doux (G), dans les échantillons d'eau (E) et de sédiments (S), prélevés aux différentes stations. (σ.: écart-type; C.V.: coefficient de variation)

Les stations lagunaires montrent également des dénombrements moyens maximums sur milieu de Zobell. Mais ici, les différences qui existent entre les numérations faites sur milieu gélosé doux et milieu de Zobell apparaissent plus importantes dans les sédiments que dans les eaux : 1 à 7 fois plus de bactéries recensées sur milieu de Zobell dans les eaux contre 2 à 20 fois plus dans les sédiments.

Enfin les bactéries hétérotrophes isolées des sédiments lagunaires, suivant la station et le milieu de culture sont de 5 (station Vg milieu gélosé doux) à 475 (station O milieu gélosé doux) fois plus nombreuses que dans les eaux.

Parmi ces 8 stations nous en avons choisi quatre (stations LTE, BB, Vg<sup>-</sup>, O) pour illustrer graphiquement les variations quantitatives que présentent les populations bactériennes hétérotrophes en fonction du temps (fig n° 2 A à 5 B).

A la station LTE, implantée dans le bassin d'Arcachon, les prélèvements de sédiments montrent que le milieu de culture qui présente un nombre de germes maximums est jusqu'en août, tantôt le milieu gélosé doux, tantôt le milieu de Zobell, puis les fluctuations redeviennent simultanées avec une dominance sur milieu de Zobell sans dessiner des mouvements saisonniers.

Les eaux de cette station sont seules à présenter de juin à décembre, un rapport nombre de germes cultivant sur milieu de Zobell/nombre de germes cultivant sur milieu gélosé doux > 1. Ce n'est qu'en hiver que le milieu gélosé doux est plus performant.

Le milieu de Zobell semble enregistrer une augmentation estivale du nombre de bactéries puis une chute hivernale que l'on ne retrouve pas sur milieu gélosé doux.

Les sédiments des stations BB et Vg<sup>-</sup> ont des populations bactériennes qui présentent un rapport > 1 entre dénombrement sur Zobell et dénombrement sur milieu gélosé doux quasi constant, et des abondances plus importantes en juillet-août suivies d'une stabilité hivernale.

Les échantillons d'eau ne révèlent pas la même homogénéité de distribution des dénombrements : alors que les fluctuations sont très irrégulières à la station BB, la station Vg<sup>-</sup> présente des pics estivaux sur milieu gélosé doux aussi bien que sur Zobell puis à l'approche de la saison froide, une stabilité des abondances sur milieu de Zobell et une diminution des bactéries ayant poussés sur gélose nutritive.

Enfin la station O a un sédiment qui présente au premier pic sur milieu de Zobell, fin juillet, puis sur milieu gélosé doux fin août, avec un dénombrement hivernal apparemment assez stable.

Les eaux présentent également des dénombrements qui suivant le milieu de culture ne coïncident pas et ne révèlent pas de mouvements saisonniers.

## 2.2. Estimation des biomasses bactériennes à partir des résultats de dénombrements :

Cette estimation passe par le calcul du poids moyen d'un individu. Il est certain qu'un tel calcul devrait être mené à chaque prélèvement, le poids ou plutôt la taille moyenne des individus variant suivant le type de population rencontrée.

Ne pouvant recenser toutes les tailles de bactéries présentées dans tous les échantillons, nous avons décidé de calculer un poids moyen unique à partir d'un échantillon de 100 individus prélevés au hasard dans le souchier constitué pour l'étude qualitative.

Le volume moyen estimé est de  $1,55 \mu^3$ . Il correspond à un poids moyen de  $3,1 \cdot 10^{-13}$  g (poids sec) par individu, si l'on admet que la densité d'un corps bactérien est voisine de 1 et sa teneur en carbone proche de 20 %.

En multipliant le nombre de bactéries résultant de la numération par le poids moyen calculé, on obtient les biomasses moyennes qui sont présentées dans le tableau suivant (tableau 2).

STATIONS	MILIEU DE CULTURE	M	STATIONS	MILIEU DE CULTURE	M
ED	E	2.70	BB	G	1.40
	Z	1.50		Z	1.30
	G	210.00		G	46.20
	Z	25.40		Z	119.50
EC	E	0.80	VG <sup>-</sup>	G	3.20
	Z	2.80		Z	22.00
	G	920.00		G	140.00
	Z	2085.00		Z	2634.80
LTe	E	0.50	VG <sup>+</sup>	G	2.70
	Z	9.40		Z	2.80
	G	764.00		G	41.20
	Z	1287.00		Z	654.00
LTi	E	0.40	O	G	0.70
	Z	4.00		Z	2.80
	G	539.00		G	338.00
	Z	336.00		Z	364.00

Tableau n°2: Estimation des biomasses moyennes ( $M, \times 10^{-9}$  g/g ou g/ml), à partir des numérations indirectes réalisées sur milieu gélosé doux (G) et milieu de Zobell (Z), dans les sédiments (S) et les eaux (E), prélevés aux différentes stations.

Les eaux des stations lagunaires présentent des chiffres moyens de biomasse peu différents de leurs homologues du Bassin d'Arcachon à l'exception de la station Vg qui montre des biomasses bactériennes de l'ordre de  $2,2 \cdot 10^8$  g/ml (milieu de Zobell) et  $3,2 \cdot 10^8$  g/ml (milieu gélosé doux).

C'est à la même station que l'on trouve le sédiment présentant le chiffre de biomasse le plus élevé ( $2,6 \cdot 10^6$  g/g de sédiments) calculé d'après les numérations effectuées sur milieu de Zobell. Sur milieu gélosé doux, par contre, c'est la station O qui présente la biomasse la plus élevée des stations lagunaires, mais qui reste inférieure à celles recensées dans le Bassin d'Arcachon.

### 2.3. Numération des témoins de contamination (Coliformes totaux et Enterocoques)

Au vu des résultats (tableau 3 et 4) un classement peut être alors réalisé au sein des stations étudiées.

Station ED (station dulcaquicole continentale) :

Cette station enregistre la présence quasi-permanente de coliformes totaux et d'enterocoques dont les concentrations dans l'eau et les sédiments sont parfois très importantes :  $3 \cdot 10^3$  b/ml dans l'eau,  $43 \cdot 10^3$  b/g dans le sédiment pour les coliformes.

Station du Bassin d'Arcachon :

Dans l'eau et aux 3 stations étudiées, la distribution des bactéries témoins de contamination a un caractère discontinu, avec pour les coliformes une abondance maximale en été (20-07) : station EC :  $1 \cdot 10^6$  b/ml ; station LTE :  $2 \cdot 10^5$  b/ml ; station LTI :  $1 \cdot 10^2$  b/ml qui ne coïncident pas avec une abondance particulière des streptocoques du groupe D de Lancefield.

Il faut aussi noter que dans le sédiment de la station EC, la distribution d'abondance de ces germes est nettement moins discontinue, alors que les sédiments des autres stations montrent des irrégularités d'abondance au moins aussi importantes que dans l'eau.

Stations lagunaires :

Par rapport aux stations extérieures situées dans le Bassin d'Arcachon, on peut constater une certaine régularité des dénombrements de coliformes effectués dans l'eau, couplée à des abondances parfois importantes aux stations les plus intérieures.

Ainsi à la station Vg<sup>-</sup>, on trouve en été des concentrations en coliformes et enterocoques assez importantes :  $4 \cdot 10^5$  b/ml pour les coliformes ;  $10^5$  b/ml pour les enterocoques.

De plus la mise en évidence des témoins de contamination est positive durant des périodes similaires (été, automne) alors que l'analyse des prélèvements hivernaux n'en décèle que très peu dans un échantillon d'un ml.

Les sédiments lagunaires comme leurs homologues du Bassin d'Arcachon présentent une abondance des témoins de contamination plus continue et stable que dans les eaux.

### 2.4. Aspect qualitatif des populations isolées

Pour étudier l'aspect qualitatif des populations isolées, il a été fait appel à une micro méthode standardisée, commercialisée par API (système API 20B).

Nous avons appliqué cette micro méthode standardisée aux populations isolées des sédiments de 2 stations (stations Vg<sup>-</sup> et LTE) à des périodes différentes (20-07, 5-09, et 3-12-77).

Les pourcentages de réactions positives des bactéries vis à vis des 27 caractères testés sont rassemblés dans le tableau n° 5.



Tableau 3 : Dénombrements obtenus sur Gelose désoxyholate lactose pour les eaux (E) et les sédiments (s) ( $\times 10^3$  b/ml ou b/g).

N°	Station ED		Station FC		Station LTE		Station LTI		Station EB		Station Vg <sup>-</sup>		Station Vg <sup>+</sup>		Station O		Dates
	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	
1			0	0,01	0	0	0	0	0	0	10	0	0,01	0	0,01	0	15 06 77
2			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1	0	0,1	23 06 77
3			0		10	0	0	0	0,23	0,5	30	1200	0,7	0,3	0,01		5 07 77
4	0,5	0	0	10	0	0,1	0	0	0	0	50	13	0,01	1,3	0	0,1	13 07 77
5	2	43	1000	6,5	200	0,5	0,1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	20 07 77
6	0,05	0	0	4	0	0	0	0	0,01	0	400	0	0,09	0	0,04	0	29 07 77
7	0,01	0,1	0	2,1	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0,05	0,2	0	0	4 03 77
8	0	0,4	0	0	0	0	0	2	0	45	0	0,1	0	0	0	18,5	11 06 77
9	0,76	2,2	0	5,5	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0	0,05	0,3	0,07	0,2	18 08 77
10	3	0	0	0	20	0	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0,01	0	0	0	25 08 77
11	0	0,1	0	0,34	0	6	0,01	7,75	0	54	390	0,28	0	0,57	15,9	0	5 09 77
12	0,0025	0,55	0	0,4	0	0	0	0	0	1	60	0,2	0,11	0	0,01	0,6	16 09 77
13	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0	30 09 77
14			0		0	0			0	0	0	0,4					19 10 77
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	25 10 77
16	0,17	0,71	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	3 12 77
17	0		0,015		0	0	0	6,5	0	0,1	15	3	0	0,4	0	0	13 01 78
18	0,1	6	0,29	0,36	20	2,45	0,05	0,005	0,08	0,2	80	6	0,04	0,16	0,2	0	16 02 78
19	0,6	10	0	0,42	0	0	0	0	0	0	0	2900	1	0	0,19	0	30 30 78

Tableau 4 : Dénombrements obtenus sur Gelose D coccosel pour les eaux (E) et les sédiments (s) ( $\times 10^3$  b/ml ou b/g).

N°	Station ED		Station EC		Station LTE		Station LTI		Station EB		Station Vg <sup>-</sup>		Station Vg <sup>+</sup>		Station O		Dates
	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	
1	-	-	0	0,08	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	15 06 77
2	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	23 06 77
3	-	-	0	-	0	0	0	0	0,05	0	100	200	0,43	0,1	0,02	0,1	5 07 77
4	1,2	0,9	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	13 07 77
5	0,03	2	0	2,3	0	2	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1	0	0	20 07 77
6	0,06	0,05	0	0,2	10	0	0	0	0,01	0	10	100	0,02	0,1	0,06	0,7	29 07 77
7	0,03	0	0	0,3	0	1	0	0	0	0	0	0,2	0	0,1	0	0,3	4 08 77
8	0,1	1,65	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,2	0	0,1	11 08 77
9	0,1	0,8	0,01	0,2	0	0,1	0	0,1	0	0	0,8	0	0,01	0	0,01	0,2	18 08 77
10	0,07	0,1	0,01	0,1	0	0	0	0,2	0	0,5	0	0,1	0	0	0	0	25 08 77
11	0,05	0	0	0,2	10	1,05	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	5 09 77
12	0,08	0,3	0	3,85	0	0,1	0,01	1,2	0,1	0	20	1	0	0,3	0,1	0	16 09 77
13	0,05	0,4	0,01	1	0	0,1	0	0,1	0,175	0,2	0	0	0	0,1	0,02	0,1	30 09 77
14	-	-	0	-	0	0	-	-	0,01	0,2	0	1	-	-	-	-	19 10 77
15	0,035	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0,1	0,02	0	25 10 77
16	0,005	0,9	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3 12 77
17	0,01	-	0	-	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,5	0	0	13 01 78
18	0	0	0	0,05	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	16 02 78
19	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	1,75	0	600	0	0	0	0	30 03 78

Tableau n° 5 : Pourcentage de réactions positives vis à vis des 27 caractères étudiés pour 3 prélèvements, obtenus sur 2 milieux de cultures, et à 2 stations (Vg et LTE). A: St Vg, Milieu gélosé doux. B: St. Vg, Milieu de Zobell. C: St LTE, Milieu gélosé doux. D: St. LTE Milieu de Zobell.

	Gal	Vit	Org	Sac	Ara	Man	Fru	Glu	Mal	Aud	Rha	Gal	Mac	Sor	Gly	Ure	Ind	RES	VP	Cit	Ox	Cat	H. L.	Mob	Gram	Morph	Spores	N	n
Tableau A																													
20 07	91	60	91	91	82	91	91	91	69	64	0	64	73	69	69	86	79	0	91	82	100	86	59	55	41	14	0	22	22
5 09	40	52	32	36	20	12	36	56	32	8	8	12	28	8	0	68	0	0	32	76	84	54	0	0	12	12	25	14	
3 12	48	28	40	20	16	36	48	40	36	24	0	0	28	0	8	72	4	4	52	64	80	64	4	16	96	8	84	25	25
% moy.	60	47	54	49	39	62	58	62	46	32	2,6	25	43	25,6	25,6	75	21	1,3	58	74	88	78	81	23,6	49,6	11,3	30,6		61
Tableau B																													
20 07	55	59	66	16	24	66	76	79	69	52	7	45	65	17	59	14	3	0	24	10	9+	86	0	3	34	0	0	29	29
5 09	92	18	13	3	3	3	8	8	97	3	0	3	10	0	0	93	3	0	8	92	100	100	0	3	13	0	6	60	13
3 12	53	13	33	33	27	27	27	33	27	13	7	27	27	7	13	67	0	0	40	53	100	67	13	7	60	20	40	15	15
% moy.	66,6	30	37,3	37,3	19	32	37	38	64,3	22,6	4,6	25	34	8	24	58	2	0	24	51,6	99	84,3	4,33	4,53	35,6	6,6	15,3		67
Tableau C																													
20 07	42	21	28	19	42	16	25	63	23	14	7	46	42	5	7	83	5	0	21	67	74	86	14	19	9	0	2	42	42
5 09	33	17	83	17	0	17	17	17	0	0	0	17	17	0	0	100	17	0	50	100	83	100	17	17	100	0	100	6	6
3 12	31	19	63	33	25	40	54	63	48	21	10	35	58	29	40	31	0	0	35	23	75	60	6	15	85	13	58	48	48
% moy.	35,3	19	58	23	22,3	24,3	32	47,6	23,6	11,6	5,6	32,6	39	11,3	15,6	71,3	7,3	0	35,3	63,3	77,3	82	12,3	17	64,6	4,3	53,3		96
Tableau D																													
20 07	0	50	67	33	67	50	67	83	67	0	33	67	83	50	50	67	17	0	33	33	83	83	17	0	17	0	17	6	6
5 09	82	4	45	32	9	13	23	36	59	13	4	18	27	9	9	96	14	0	23	96	82	91	4	68	81	0	81	22	22
3 12	11	0	44	33	31	31	34	31	21	8	6	13	27	13	21	38	2	0	29	31	98	75	0	21	33	0	25	52	52
% moy.	31	18	52	32,6	35,6	31,3	41,3	50	49	7	14,3	32,6	45,6	24	26,6	67	11	0	28,3	53,3	87,6	83	7	29,6	43,6	0	41		80

En colonnes de droite figurent (n) le nombre de germes réellement testés, et (N) le nombre total d'individus isolés sur le milieu de culture.

Dans le cas où n est inférieur à N cela signifie que nous avons regroupé des colonies en morphotypes, c'est à dire ne présentant aucune différence quant à leur couleur, aspect, taille et n'étant pas trop éloignées les unes des autres.

Les pourcentages de réactions positives sont calculés sur ce dernier chiffre N.

Des différences significatives apparaissent suivant la date de prélèvement le milieu de culture et la station d'étude.

Pour simplifier la comparaison entre les 2 stations, nous avons supprimé le facteur temps par le calcul d'une fréquence moyenne d'apparition pour chacun des caractères (fig n° 6).

De plus nous avons limité cette comparaison à quelques caractères rassemblés dans le tableau ci-après (tableau n°6).

Tableau n° 6

Caractères	Station Vg <sup>-</sup>		Station LTE	
	Milieu gélosé doux %	Milieu de Zobell %	Milieu gélosé doux %	Milieu de Zobell %
Gélatinase	60	66,6	35,3	31
Nitrate reductase	47	30	19	18
Mannitol	62	32	24,3	31,3
Fructose	58	37	32	41,3
Glucose	62	38	47,6	50
Maltose	46	64,3	23,6	49
Amidon	74	51,6	63,3	53,3
Urease	75	58	71,3	67
Oxydase	88	99	77,3	87,3
Catalase	84,3	84,3	82	83

Sur milieu gélosé doux il apparaît globalement que les bactéries isolées à la station Vg<sup>-</sup> présentent des fréquences d'apparition de caractères biochimiques supérieures à celles relevées pour les bactéries de la station LTE. Cette différence est très marquée pour le caractère proteolytique (présence d'une gélatinase) et la dénitrification, ainsi que pour l'utilisation des sources de carbone. Parmi ces derniers, on note au sein d'une même station, qu'il n'existe que peu de différences dans la fréquence d'utilisation des molécules quelque soit leur architecture moléculaire. Les caractères tels que, présence d'une urease, d'une oxydase et d'une catalase apparaissent aux deux stations avec une intensité comparable pour les bactéries isolées sur milieu gélosé doux.

Sur milieu de Zobell, certains caractères suivent le même schéma que précédemment : proteolyse et dénitrification sont des caractères s'exprimant le plus souvent dans les populations isolées à la station Vg<sup>-</sup> ; urease, oxydase, catalase ne diffèrent guère dans leur fréquence d'apparition aux 2 stations. De même les sources de carbone sont utilisées avec des intensités comparables.

Des remarques peuvent être formulées sur la sélectivité des milieux de culture aux 2 stations.

A la station Vg<sup>-</sup>, l'examen global des fréquences moyennes d'apparition des 27 caractères montre des différences importantes entre les populations issues d'un milieu gélosé doux et celles issues d'un milieu de Zobell. La fréquence d'apparition du caractère proteolytique, de la présence d'une urease, d'une catalase, est maximale en automne pour les bactéries isolées sur milieu de Zobell. Par contre, la fréquence d'apparition maximale des mêmes caractères apparaît en été pour les bactéries isolées sur milieu gélosé doux.

Néanmoins cette sélectivité semble variable en fonction du temps, et reste atténuée quant aux types morphologiques.

Seul le milieu gélosé doux a permis d'isoler des cocci à la station LTE.

Les bacilles Gram + et Gram - ont été isolés indifféremment et dans des populations peu différentes sur les deux milieux de culture. Cette relative sélectivité est moins perceptible pour les caractères biochimiques.

En utilisant la clé dichotomique mise au point à partir de l'utilisation du système API 20B (BALEUX 1976), nous avons essayé d'identifier les populations isolées des sédiments des stations LTE et Vg<sup>-</sup> au mois de juillet, septembre et décembre 1977.

Les unités taxonomiques dominantes rencontrées sont seules rapportées dans le tableau n° 7.

Pour essayer d'analyser simplement ces résultats, les espèces ou les genres dominants sont comparés par rapport à un même milieu de culture :

Milieu gélosé doux : Les prélèvements de juillet et août 77 montrent des compositions de populations nettement différentes aux stations Vg<sup>-</sup> et LTE. Par contre les prélèvements de décembre montrent, bien que dans des proportions différentes, les mêmes unités taxonomiques dominantes : *Bacillus*, *Sporolactobacillus*, *Micrococcus*.

Milieu de Zobell : Dans les prélèvements de septembre et décembre 1977, un genre bactérien (*Bacillus*) est toujours présent au sein des populations recensées aux deux avec cependant un taux différent suivant la station et la saison mais représentant toujours une fraction importante de la population. La composition des populations isolées en juillet 1977 fait apparaître une absence du genre *Bacillus* et les deux populations sont différentes.

Nous pouvons ensuite comparer par station les populations qui se sont exprimées sur les deux milieux de culture.

Station Vg<sup>-</sup> : Dans les prélèvements de juillet et septembre 1977, les milieux de culture permettent de mettre en évidence des genres ou des espèces dominants qui sont différents du point de vue taxonomique, alors que le prélèvement de décembre montre que les populations présentent les mêmes unités taxonomiques sur les deux milieux de culture mais dans des proportions différentes.

Tableau n° 7 : Fréquence d'apparition des unités taxonomiques dominantes aux 2 stations étudiées.

Station Vg <sup>-</sup>					
20-07-77		5-09-77		3-12-77	
Milieu gélosé doux		Milieu gélosé doux		Milieu gélosé doux	
Vibrio ou Aeromonas	36 %	Flavobacterium ferrugineum	25 %	Bacillus	60 %
Cellulomonas ou Arthrobacter	23 %	Pseudomonas stutzeri ou Ps. ruthlandi	21 %	Sporolactobacillus	25 %
Staphylococcus	13 %	Alcaligenes faecalis et micrococcus	13 %	Micrococcus	8 %
Milieu de Zobell		Milieu de Zobell		Milieu de Zobell	
Cellulomonas ou Arthrobacter	30 %	Ps. mallei ou Fl. halmephilum ou Fl. ulginosum	67 %	Bacillus	22 %
Flavobacterium ulginosum	25 %	Flavobacterium halmephilum	13 %	Sporolactobacillus	22 %
Alcaligenes faecalis	14 %	Bacillus	7 %	Micrococcus	22 %
Station LTE					
Milieu gélosé doux		Milieu gélosé doux		Milieu gélosé doux	
Flavobacterium breve	22 %	Bacillus (seulement 6 individus analysés)	100 %	Bacillus	31 %
Ps. mallei ou Fl. halmephilum ou Fl. ulginosum	13 %			Sporolactobacillus	27 %
Agrobacterium rhizogenes ou Ps. mendocina ou Ac. aquamarinus	9 %			Micrococcus	10 %
Milieu de Zobell		Milieu de Zobell		Milieu de Zobell	
Agrobacterium tumefaciens	33 %	Bacillus	72 %	Flavobacterium breve	37 %
Kurthia et lactobacillus et Klebsiella ou Escherichia et Agr. rhizogenes ou Ps. mendocina ou Ac. aquamarinus	17 %	Sporolactobacillus	9 %	Bacillus	21 %
				Agrobacterium rhizogenes	20 %

Station LTE : Les comparaisons basées sur les genres bactériens montraient une certaine ubiquité du genre *Bacillus*, les autres unités taxonomiques dominantes ne présentent pas d'abondance simultanée sur les deux milieux de culture.

Si on supprime les facteurs temps et milieu de culture, on peut calculer une abondance des unités taxonomiques dominantes pour chacune des stations. Les différences a priori significatives sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Unités taxonomiques	Station Vg <sup>-</sup>	Station LTE
<i>Agrobacterium rhizogenes</i>	0	11
<i>Flavobacterium breve</i>	6	33
<i>Flavobacterium halmephilum</i>	11	0
<i>Flavobacterium uliginosum</i>	8	0
<i>Vibrio</i> ou <i>Aeromonas</i>	8	1
<i>Cellulomonas</i> ou <i>Arthrobacter</i>	15	5
<i>Bacillus</i>	22	49

Tableau n° 8 : Fréquence absolue de quelques unités taxonomiques recensées aux deux stations étudiées en cumulant les résultats obtenus sur les deux milieux d'isolement.

Les sédiments de la station Vg<sup>-</sup> peuvent se caractériser par la présence de *Flavobacterium halmephilum* et *Flavobacterium uliginosum* et à un degré moindre par la présence des groupes *Vibrio/Aeromonas* et *Cellulomonas/Arthrobacter*. La présence *Agrobacter rhizogenes* et à un degré moindre de *Flavobacterium breve* et du genre *Bacillus* caractériserait les sédiments de la station LTE.

## DISCUSSION

Dans le fond du Bassin d'Arcachon qui pour la période étudiée présente des salinités qui vont en moyenne de 21,4 à 23,8 ‰, la proportion de bactéries qui nécessite de l'eau de mer pour leur culture est plus forte dans les eaux que dans les sédiments. Ce résultat est inversé pour les stations lagunaires qui pour des salinités moyennes allant de 12,09 ‰ à 21 ‰ montrent une proportion d'halophiles plus importante dans les sédiments.

On peut supposer qu'en milieu lagunaire, la stabilité des sédiments par rapport aux variations physico chimiques de l'environnement est nettement supérieure à celles des eaux, et qu'en référence à les salinités plus constantes les halophiles s'y réfugient, alors que dans le Bassin d'Arcachon, les masses d'eau intéressées sont tamponnées par leurs relations avec les eaux océaniques et conservent ainsi des conditions favorables au maintien des halophiles.

Si maintenant l'on considère les populations totales, on constate le fait inverse, à savoir que le rapport abondance des bactéries dans le sédiment/abondance des bactéries dans l'eau est plus élevé dans le Bassin d'Arcachon que dans les réservoirs à poissons.

Il est à supposer que les conditions de prolifération sont plus favorables dans le Bassin d'Arcachon que dans les lagunes, par suite d'apports en bactéries telluriques capables de résister aux salinités rencontrées (comme cela est montré à la station ED) et en matières organiques diverses.

L'effet des saisons sur les populations bactériennes est nettement visible au niveau des sédiments lagunaires. On assiste à une prolifération estivale suivie d'une certaine stabilité hivernale (station BB et Vg). Cet effet serait plus discret au niveau des eaux lagunaires, et la prolifération estivale n'est visible qu'à une seule station (Vg).

A l'inverse pour les populations isolées du Bassin d'Arcachon, c'est davantage sur les eaux que les effets des saisons se font le plus ressentir.

Les biomasses bactériennes peuvent être estimées à partir des dénombrements si l'on connaît le volume moyen bactérien. Ce volume moyen calculé dans notre travail est de  $1,55 \mu^3$ . Ce chiffre est à rapprocher de celui rapporté par Godlewska-Lipowa (1974) compris entre 1 et  $3 \mu^3$ , et estimé sur des populations bactériennes d'un milieu eutrophe. Pour Miyoshi (1977), le volume moyen estimé à partir d'une population isolée des eaux océaniques est de  $0,26 \mu^3$ .

Les valeurs élevées de volumes cellulaires sont caractéristiques de population à dominance bacillaire qui semblent mieux s'accorder que les cocci à des zones eutrophes.

Les biomasses ainsi calculées, font ressortir que pour le milieu lagunaire étudié les facteurs essentiels qui contribuent à des biomasses bactériennes importantes sont le caractère fermé de certaines portions lagunaires (station Vg) pour les populations recensées sur milieu de Zobell, et où les influences continentales potentielles (station 0) pour les populations recensées sur milieu gélosé doux.

La constatation d'une augmentation de la biomasse bactérienne dans des zones lagunaires, qui ne sont plus soumises à des échanges d'eaux avec le Bassin d'Arcachon et où les eaux de faible hauteur sont stagnantes, permet de formuler quelques hypothèses :

- effet physique des faibles volumes d'eau eux-mêmes. Les observations de Zobell et Anderson (1936), et Zobell (1943) montrent que le nombre de bactéries croît proportionnellement au rapport surface/volume. Il n'est pas déraisonnable de penser qu'un phénomène du même ordre se réalise dans les lagunes peu profondes.
- effet de la température sur les concentrations bactériennes, qui dans les limites acceptables, aura un effet d'autant plus direct que les volumes à réchauffer sont faibles et que les surfaces sont grandes,
- de plus les milieux étudiés présentent des accumulations détritiques très importantes, dont la teneur en matière organique est certainement très élevée, cette dernière intervenant dans le développement des bactéries hétérotrophes aérobies (Bell et Dutka 1972).

Ainsi l'existence à la fois de biomasses élevées et de variations saisonnières des bactéries hétérotrophes aérobies se réaliserait préférentiellement dans un élément lagunaire (Vg) où les éléments biotiques sont peu variés (pas de végétaux, peu d'espèces de la macrofaune) et où les influences abiotiques agissent plus directement par suite du type de topographie rencontrée.

L'étude quantitative des témoins de contamination, coliformes totaux et enterocoques, a été abordée plus dans l'optique de l'écologie bactérienne que dans un esprit d'hygiéniste. D'une manière générale, il ressort que les réservoirs à poissons de Certes montrent les symptômes d'une pollution bactérienne ainsi que leur environnement immédiat, Bassin d'Arcachon et cours d'eaux voisins.

Les relations périodiques qui existent entre le Bassin d'Arcachon et les lagunes sont certainement la source des témoins de contamination rencontrés aux stations touchées par ces mouvements d'eau (station BB). Mais les stations les plus fermées (stations Vg<sup>-</sup>, Vg<sup>+</sup>, O) sont par définition peu affectées par les apports biologiques extérieurs.

On peut donc supposer que les contaminations rencontrées n'ont pas les mêmes origines : une pollution animale dans les stations fermées par opposition à des apports extérieurs dont la source principale réside dans des rejets urbains transitant par les cours d'eaux jusqu'au Bassin d'Arcachon.

C'est ainsi que les quantités de coliformes et d'enterocoques isolées des sédiments sont plus importantes et plus continues que celles isolées des eaux. Plusieurs hypothèses viennent à l'esprit :

- il est possible d'évoquer soit la multiplication de ces bactéries dans les sédiments comme l'a montré Cristofoli-Teste (1977), ou bien l'existence de facteurs entraînant leur disparition dans les eaux saumâtres ou salées (Mitchell, 1968) soit les deux à la fois.

D'autre part dans les stations lagunaires, le nombre de bactéries témoins de contamination est d'autant plus élevé que ce milieu lagunaire ne contient pas de peuplements végétaux et de grande concentration en macrofaune. On peut alors penser que la présence d'éléments végétaux et de formes prédatrices favorisées par l'existence d'herbiers contribue à la disparition du nombre de bactéries de contamination fécale et par extrapolation celle du nombre de pathogènes éventuels.

A partir de l'aspect non plus quantitatif mais qualitatif des populations isolées des sédiments plusieurs remarques s'imposent. Par l'étude des caractères physiologiques des souches étudiées, il apparaît que pour une zone lagunaire fermée (Vg<sup>-</sup>), les populations recensées, aussi bien sur milieu de Zobell que sur milieu gélosé doux, possèdent par rapport à une zone ouverte océanique (LTE) un équipement enzymatique essentiellement axé vers une activité protéolytique et dénitrifiante. Il semble d'autre part que trois enzymes (urease, oxydase et catalase) s'expriment avec la même force et la même régularité au sein des populations isolées aux deux stations précédemment considérées.

Dans un esprit plus taxonomique, plusieurs espèces ou genres bactériens dominant au sein des populations isolées des différents sédiments.

Les genres ou espèces dominant dans les sédiments de la station lagunaire fermée sont d'une part des corynéformes représentés par le groupe *Arthrobacter* et *Cellulomonas* et d'autre part *Flavobacterium halmephimum* et *Fl. uliginosum*. Les premiers décrits classiquement comme hôtes du sol, témoignent à la fois de l'importance des apports telluriques en milieu lagunaire par le lessivage des sols, les hôtes amphibies ou les masses d'air et la résistance de ces germes à des stress modérés de salinité. Les seconds sont décrits comme des halo-résistants (Elazari-Volcani 1940) leur présence renforce l'idée que ces sédiments lagunaires présentent des conditions favorables soit à la multiplication soit au simple maintien de telles bactéries.

Le genre *Agrobacterium* caractérise les sédiments des lagunes ouvertes (LTE) La présence d'un tel genre s'accorde bien avec le fait que ces sédiments sont composés de nombreux débris de Zostères qui seraient favorables au maintien ou à la multiplication de ces bactéries parasites de végétaux. Le fait de les trouver dans un milieu saumâtre pose le problème de leur halo-tolérance.



En référence au facteur temps, les populations isolées à la période hivernale paraissent homogènes, formées en majorité de bacilles Gram + sporules et de microcoques. Par opposition, les populations estivales et automnales sont composées en grande partie de bacilles Gram- à métabolisme fermentatif et oxydatif. Les populations hivernales à bacilles Gram + sporules sont certainement en relation avec les variations des facteurs abiotiques. Les conditions défavorables hivernales n'autorisent peut être que le maintien exclusif des formes résistantes.

Ce travail nous a également permis de constater une certaine sélectivité des milieux de cultures employés visualisée par les caractères physiologiques qu'ils ont préférentiellement fait exprimer et par les unités taxonomiques qui y ont été identifiées.

En ce qui concerne les exigences nutritionnelles (utilisation des sources de carbone), il apparaît que le milieu le plus favorable pour le développement des bactéries, dont les exigences nutritionnelles sont peu spécifiques, est le milieu gélosé doux en milieu lagunaire fermé et le milieu de Zobell en milieu lagunaire ouvert du type Bassin d'Arcachon.

Quant à la sélectivité des espèces ou des genres bactériens, qui expliquerait tout ou partie de la sélectivité constatée au niveau des expressions physiologiques, si elle est mise en évidence dans les prélèvements d'automne et d'été, elle semble remise en question pour les prélèvements d'hiver. Ce résultat ne peut être approfondi du fait que la clé de la détermination utilisée n'autorise pour certains groupes bactériens, que le diagnostic de genre.

Néanmoins ceci permet, même si la notion de sélectivité apparaît nuancée, de justifier l'emploi, en milieu saumâtre de type lagunaire ou estuarien, de plusieurs milieux de cultures correspondant sinon à toute la gamme des salinités rencontrées du moins à ses extrêmes.

Associée à cette diversité des milieux de culture, il apparaît que l'emploi d'une micro méthode standardisée permet d'analyser assez finement les propriétés physiologiques des populations rencontrées et par l'établissement de profils physiologiques, de caractériser les populations bactériennes soit par leurs caractères physiologiques dominants, soit à un moindre degré, par le niveau taxonomique auquel elles appartiennent.

## CONCLUSION

L'étude bactériologique, dans une optique écologique, des milieux lagunaires en général et en particulier ceux de Certes doit tenir compte de la complexité du monde bactérien.

Si l'évaluation numérique et sa transformation en biomasse restent relativement aisées compte tenu de l'extrapolation délicate qui en résulte, la participation effective sur le plan métabolique des bactéries dénombrées et la place réelle de ces métabolismes dans un écosystème lagunaire ne peut actuellement que rester dans la phase des hypothèses. En effet, deux éléments manquent encore pour cerner l'importance quantitative effective des populations bactériennes de cet écosystème à savoir l'évaluation des productions bactériennes qui est le complément essentiel des données de biomasse et la part réelle des bactéries qui sont intégrées par la prédation dans le compartiment supérieur. L'étude de ces réseaux trophiques ne peut être menée à bien par les seuls microbiologistes et demande la coopération des spécialistes des autres compartiments.

Bien que l'utilisation de plusieurs milieux de culture bactériologique, correspondant sinon à toute la gamme des salinités du moins à ses extrêmes, permet d'étudier quantitativement des distributions saisonnières de populations différentes et bien que l'étude des caractères physiologiques, exprimés par le moyen d'une micro méthode standardisée, aident à reconnaître certaines des potentialités métaboliques des populations, l'approche taxonomique reste beaucoup plus incertaine par suite du grand nombre d'espèces bactériennes qui existeraient dans l'environnement aquatique et/ ou en conséquence de l'instabilité des niveaux de déterminations.

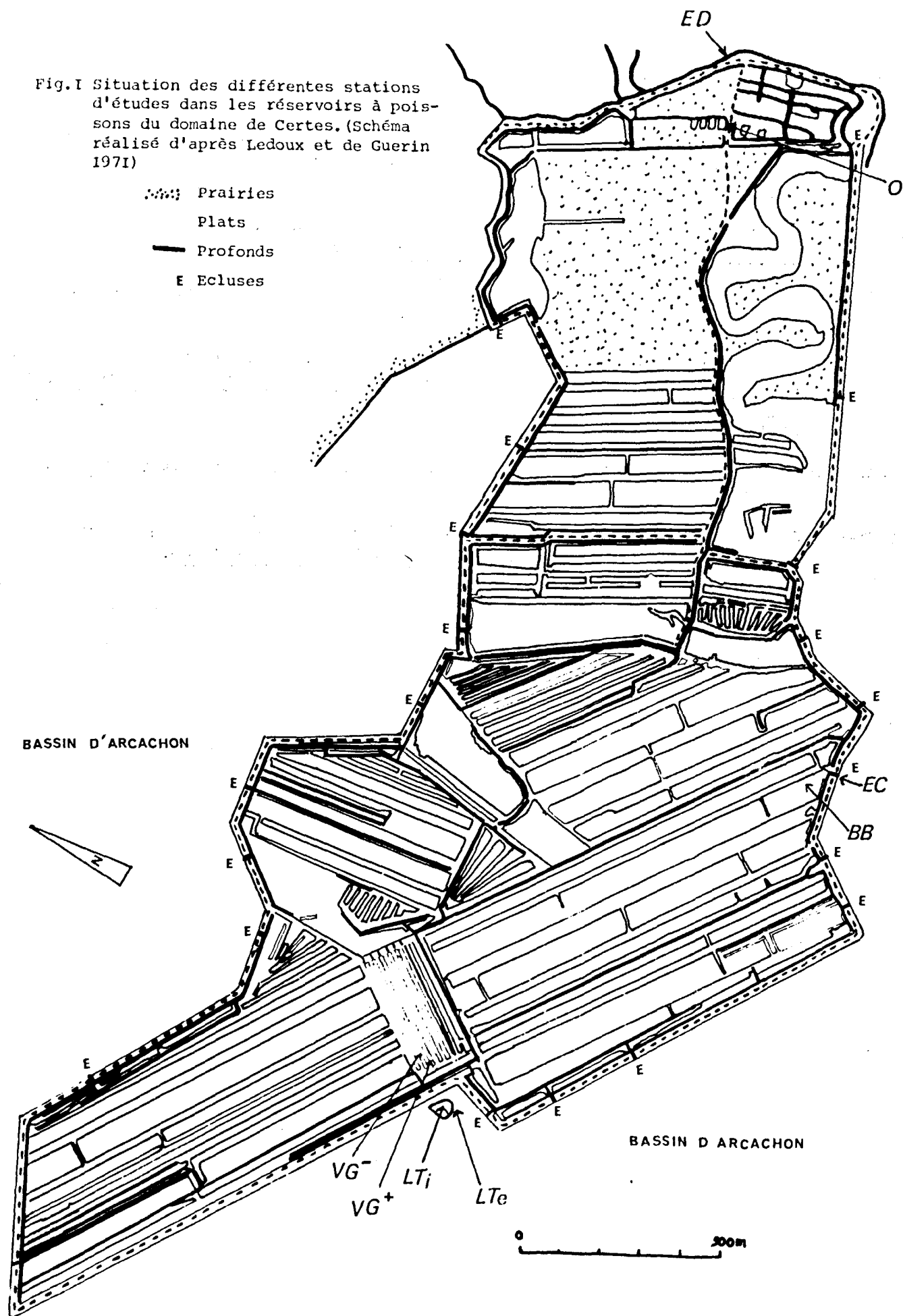
#### BIBLIOGRAPHIE

- BALEUX B. -1976- Dégénération biologique des agents de surface. Etude chimique et microbiologique. Thèse d'Etat, U.S.T.L., Montpellier, 242 p.
- BEAZLEY R.W. et coll. -1974- Haloduric anaerobis in the sulfide muds of a lagoon Bull. Environ. contam. Toxicol., 12 (3) : 346-354.
- BELL J. B. et DUTKA B.J. -1972- Microbial examination of Lake Ontario sediments. I. Distribution of aerobic and anaerobic heterotrophs in several lake Ontario sediments. II. Heterotroph methodology comparison. Proc. 15 th. Conf. Great salt Lake Res. 1972. 1-8. Internat. Assoc. Great Lakes Res.
- BOUCHER G. et CHAMROUX S. -1976- Bacteria and Meiofauna in an experimental sand ecosystem. I. Material and preliminary results. J. exp. mar. Biol. Ecol. 24, 237-249 (1976).
- COLWELL R. et Coll. -1976- A study of feeding responses to bacterial prey by estuarine ciliates. Trans. Amer. Micros. Soc., 95 (3) : 514-520 (1976).
- CRISTOFOLI-TESTE A. -1976- Etude de l'influence du lessivage des sols dans les bassins versants nord sur la pollution bactérienne des eaux de l'Etang de Thau. Thèse 3ème cycle U.S.T.L., Montpellier, 121 p.
- ELAZARI-VOLCANI B. -1940- Studies on the microflora of the Dead Sea. Unpublished Ph. D. (Thesis in Hebrew), Hebrew University, Israel.
- ERKENBRECHER C. W. et STEVENSON L. H. -1977- Microbial biomass in Salt-Marsch Creeks. Marine Biology, 40, p. 121-125.
- GENOVESE S. et BRUNI V. -1975- Attivita microbia minaralizante nel lago di Faro. Bull. Pesca Pesci. Idrobiol., 30.
- GODLEWSKA-LIPOWA W. A. -1974- Methods of Microbiological investigations of water in the requirements of Hydrobiology. Pol. Arch. Hydrobiol. 21, (1), 19-28, 1974.
- LAGARDE E. -1972- Recherches sur la réduction bactérienne des nitrates par des souches isolées de milieux lagunaires et marins. Rev. Inst. Pasteur Lyon. 3 (1) : 73-108.
- MITCHELL R. -1968- Factors affecting the decline of non-marine microorganisms in sea water. Water Res. 2 : 535-543.

- MIYOSHI H. -1977- Bacterial abundance in the Sea of the Hiuchi-Nada Area. Res rep. of the Kochi University, 26, Agr. Sci. n° 11.
- MORIARTY D. J. W. -1976- Quantitative studies on bacteria and algae in the food of the mullet *Mugil cephalus* and the prawn *Metapaneus bennettiae*. J. exp. mar. Biol. Ecol. 22 (2) : 131-146.
- OGAWA K. -1977- The role of bacteria floc as food for zooplankton in the sea. Bull. of the Japan Soc. of Scientific Fisheries. 43, 4 p. 397-407.
- RIEGER M. -1978- Bacteria as Food for Marine Harpacticoid Copepods. Marine Biology, 45, p. 337-345.
- STEVENSON L. H., MILLWOOD C. E. et HEBELER B. H. -1974- Aerobic, heterotrophic populations in estuarine water and sediment. In effect of the ocean environment on microbial activities, p. 268-285. Ed. R. R. Colwell and R. Y. Morita. Baltimore University Press.
- ZOBELL C. E. -1943- The effect of solid surfaces upon bacterial activity J. Bact., 46, p. 39-56.
- ZOBELL C. E. et ANDERSON D. Q. -1936- Vertical distribution of bacteria in marine sediments. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 20, p. 258-269.

Fig.1 Situation des différentes stations d'études dans les réservoirs à poissons du domaine de Certes. (Schéma réalisé d'après Ledoux et de Guerin 1971)

- ▤ Prairies
- Plats
- Profonds
- E Ecluses



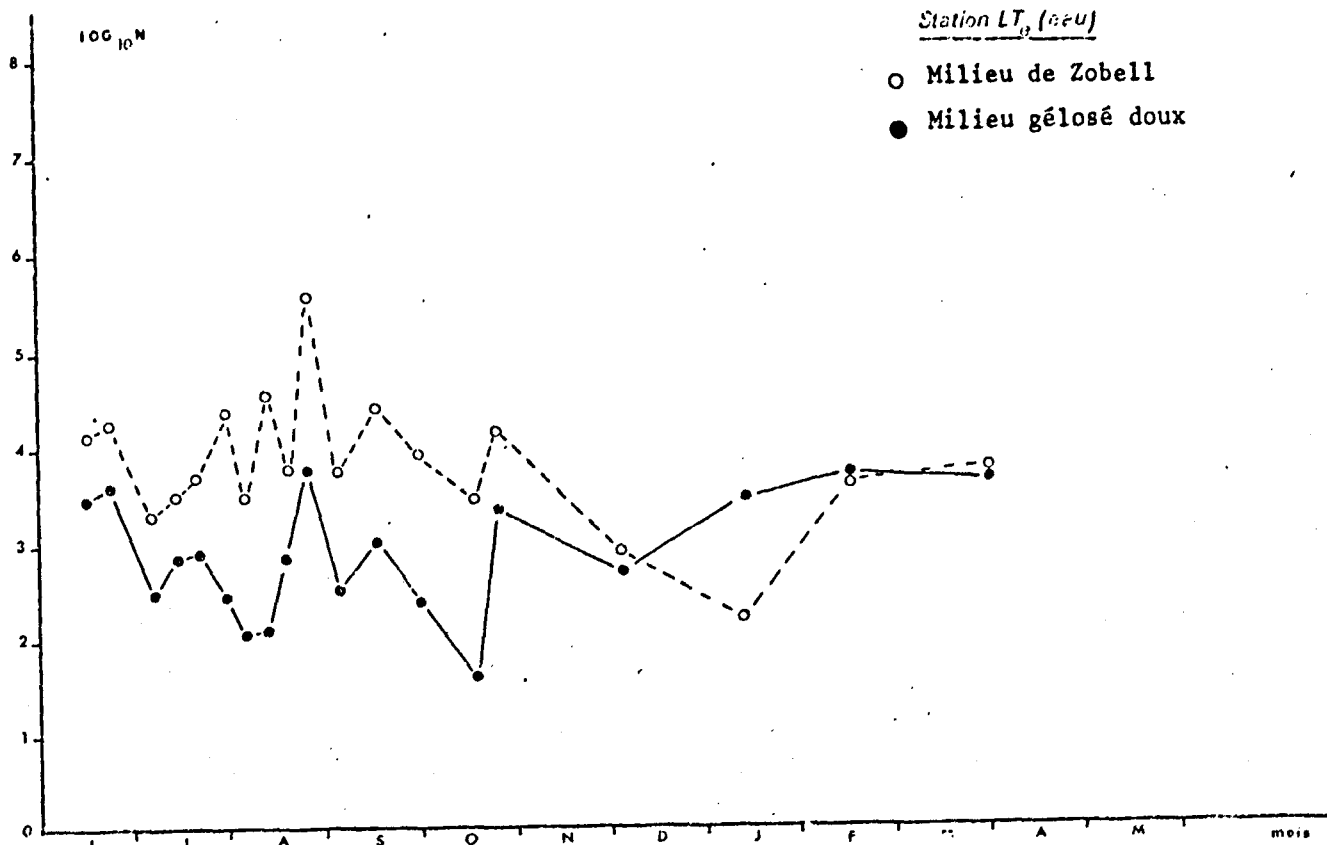


Fig 2A

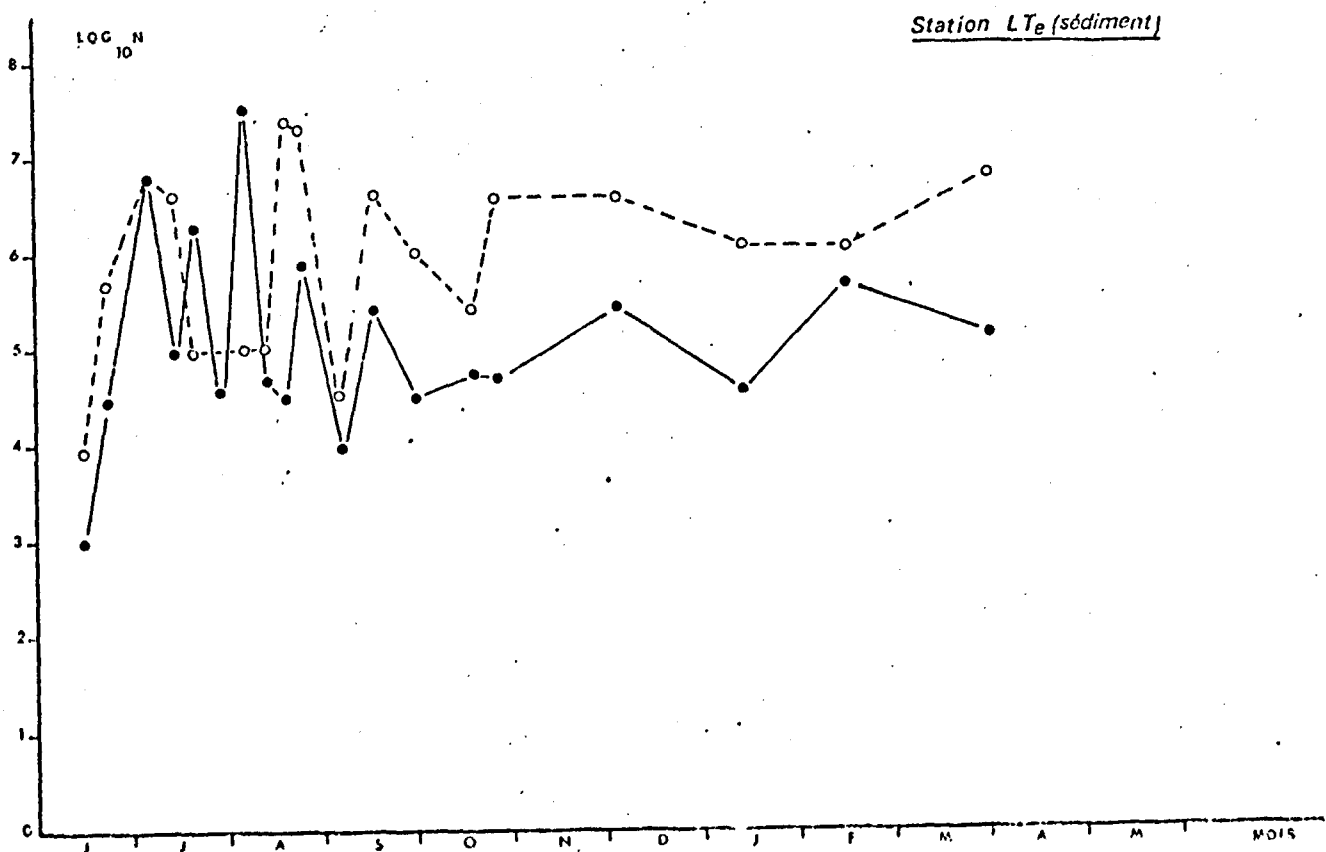


Fig 2B

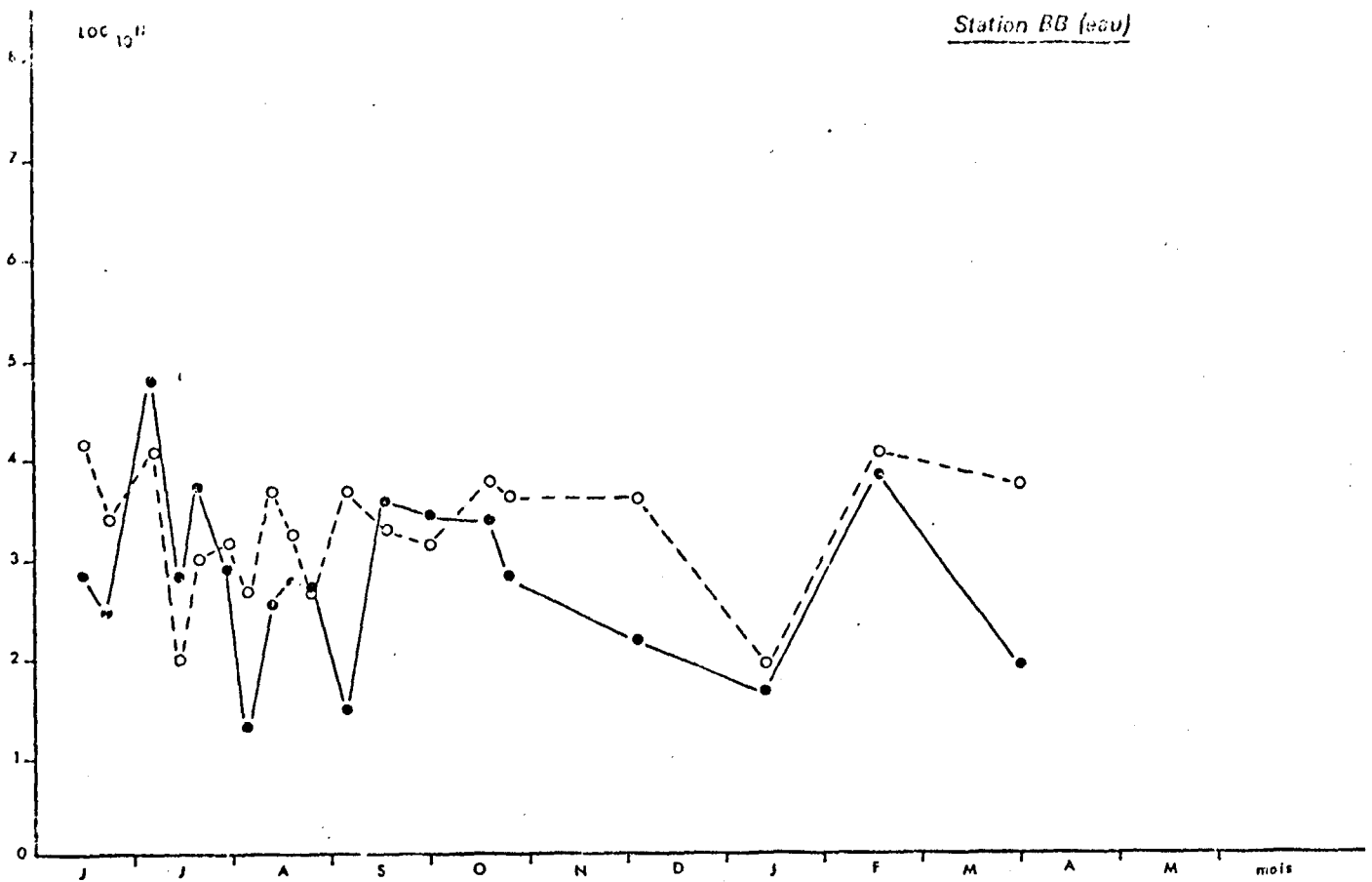


Fig 3A.

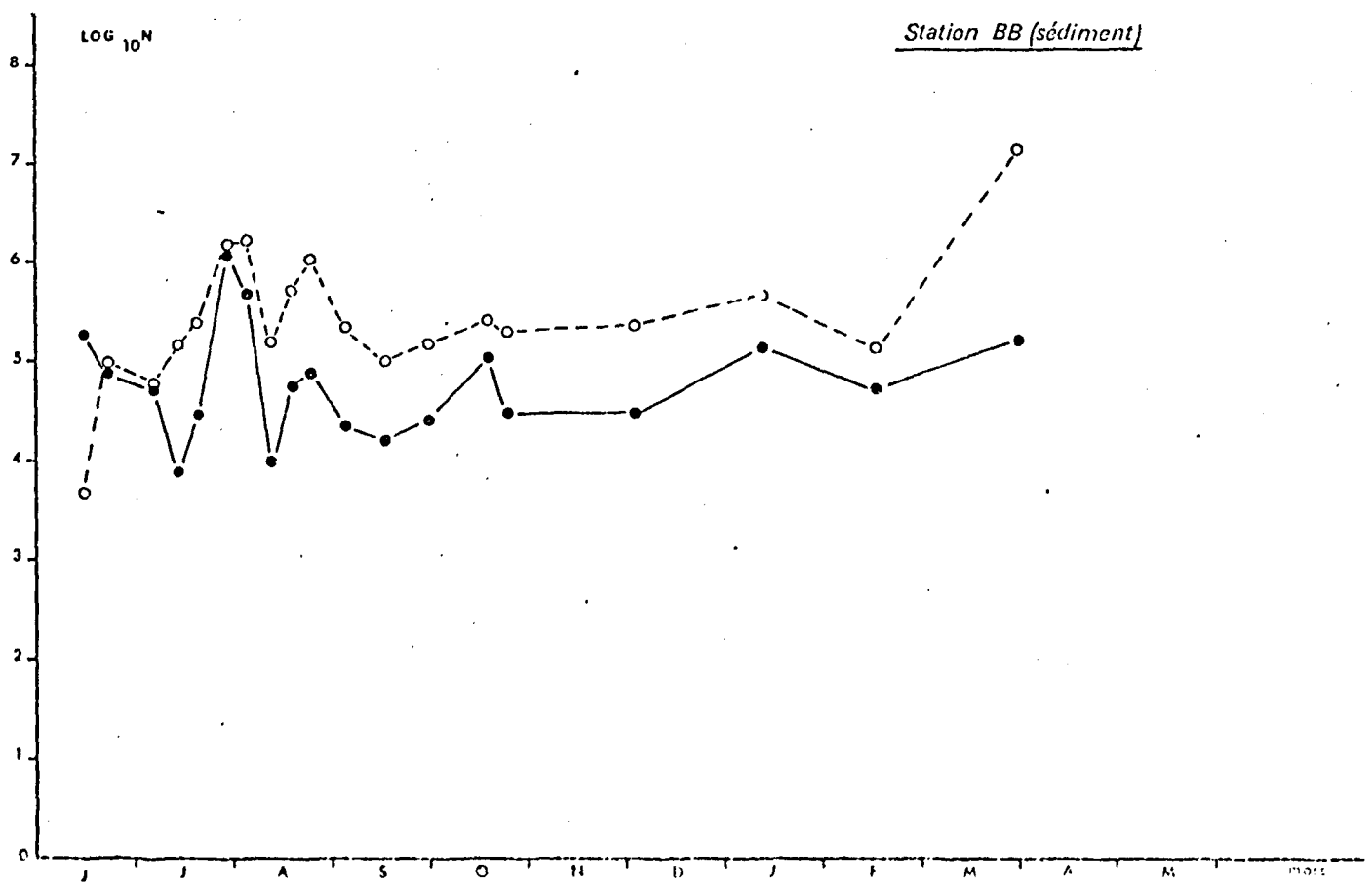


Fig 3B

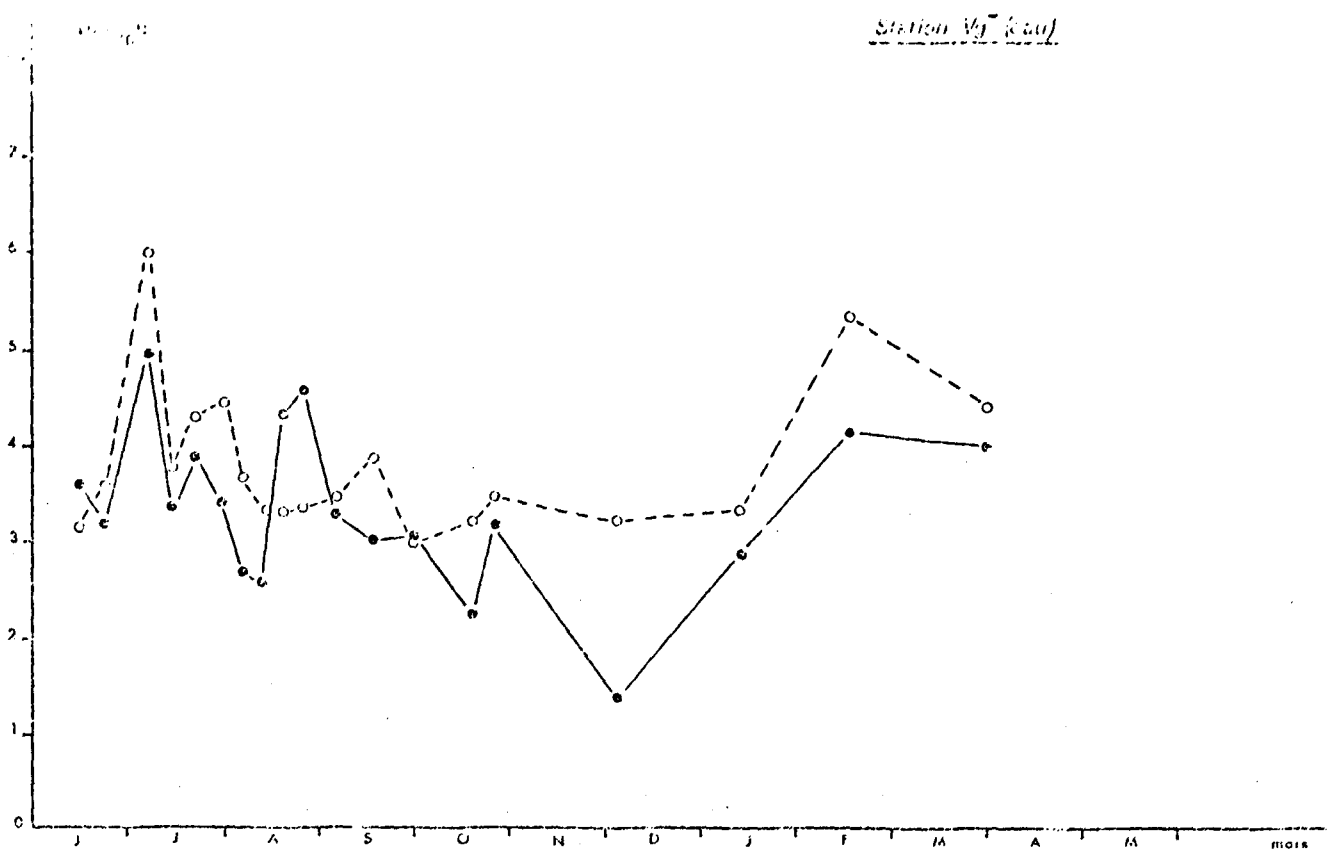


Fig 4A

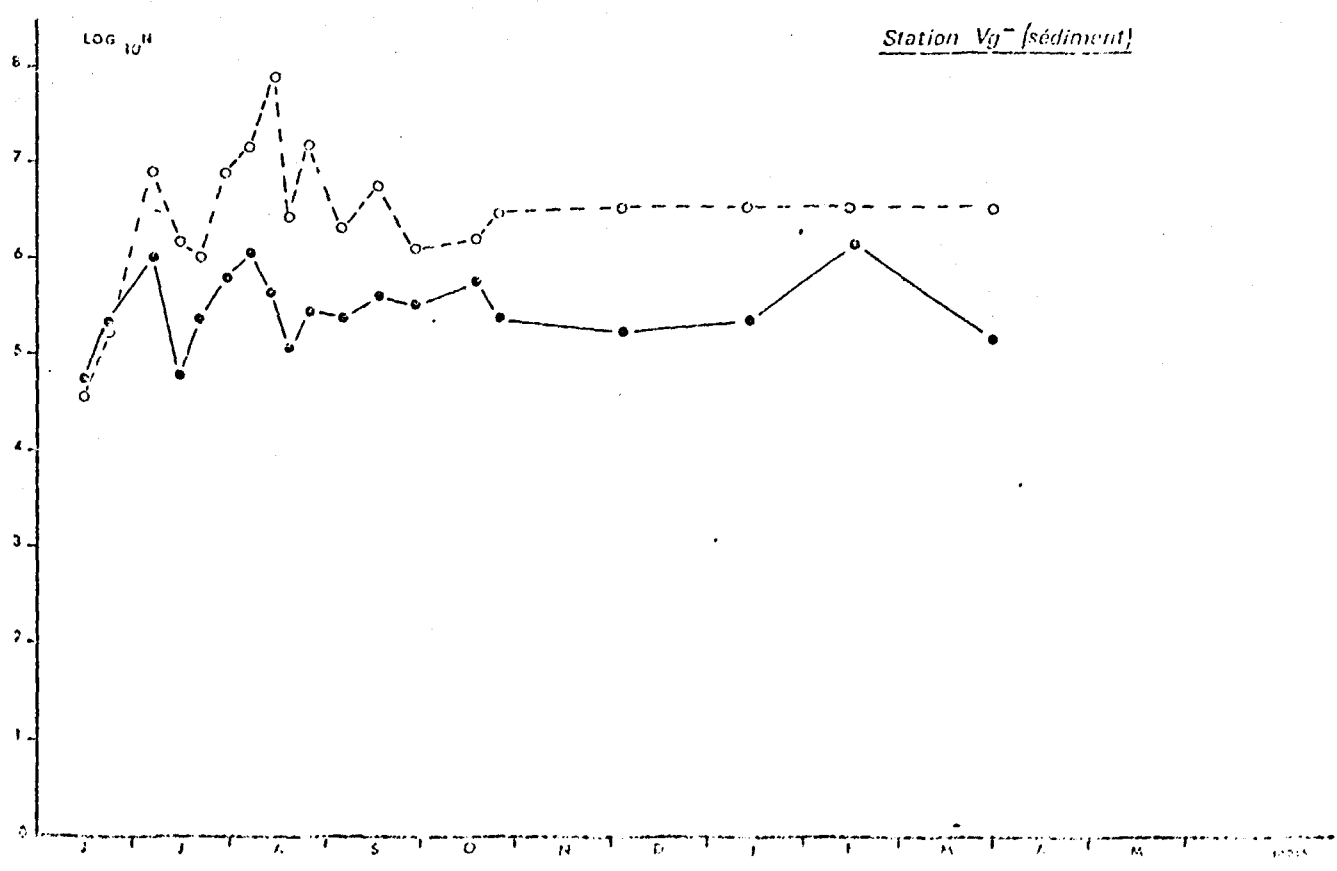


Fig 4B

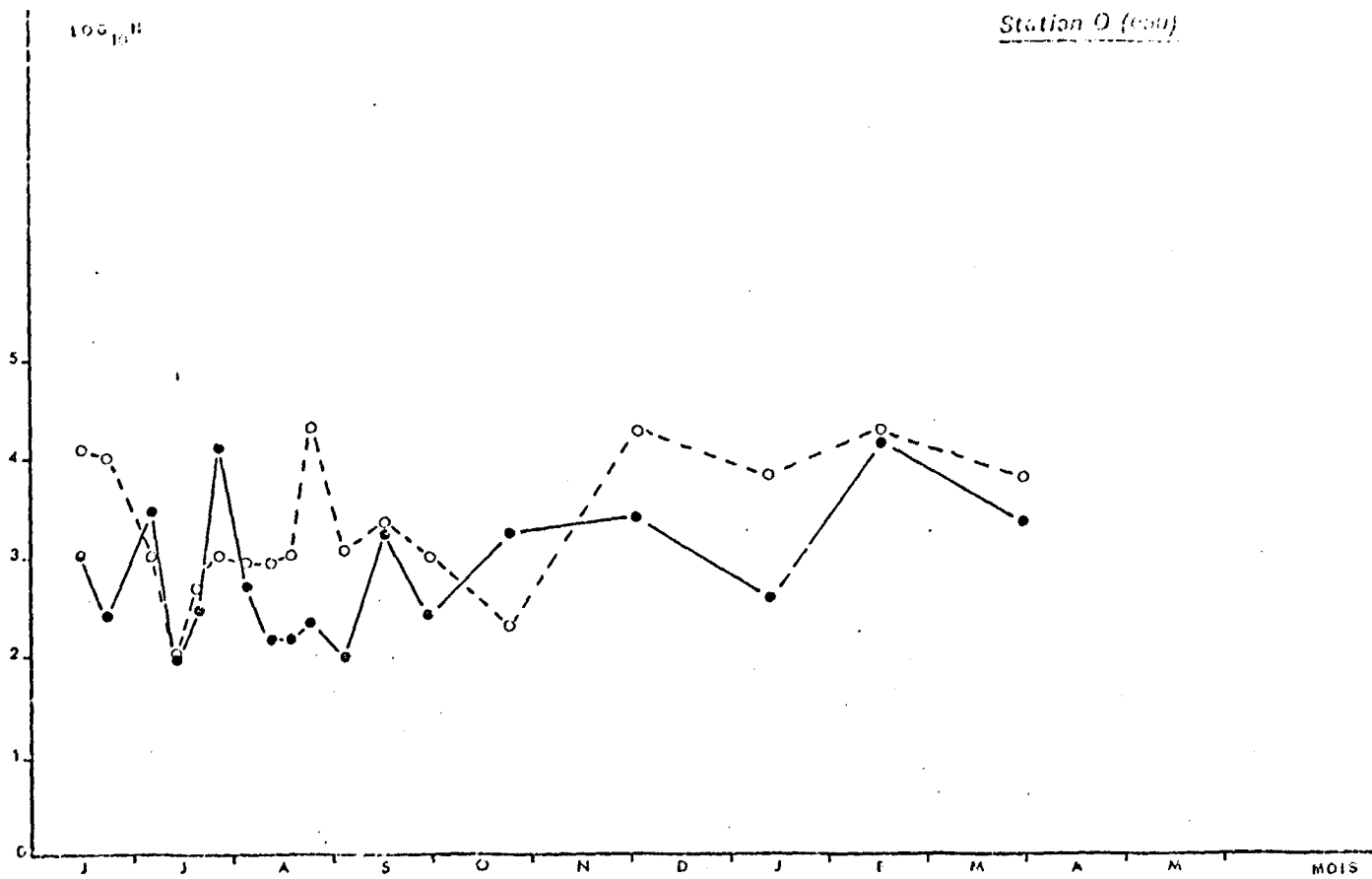


Fig 5A

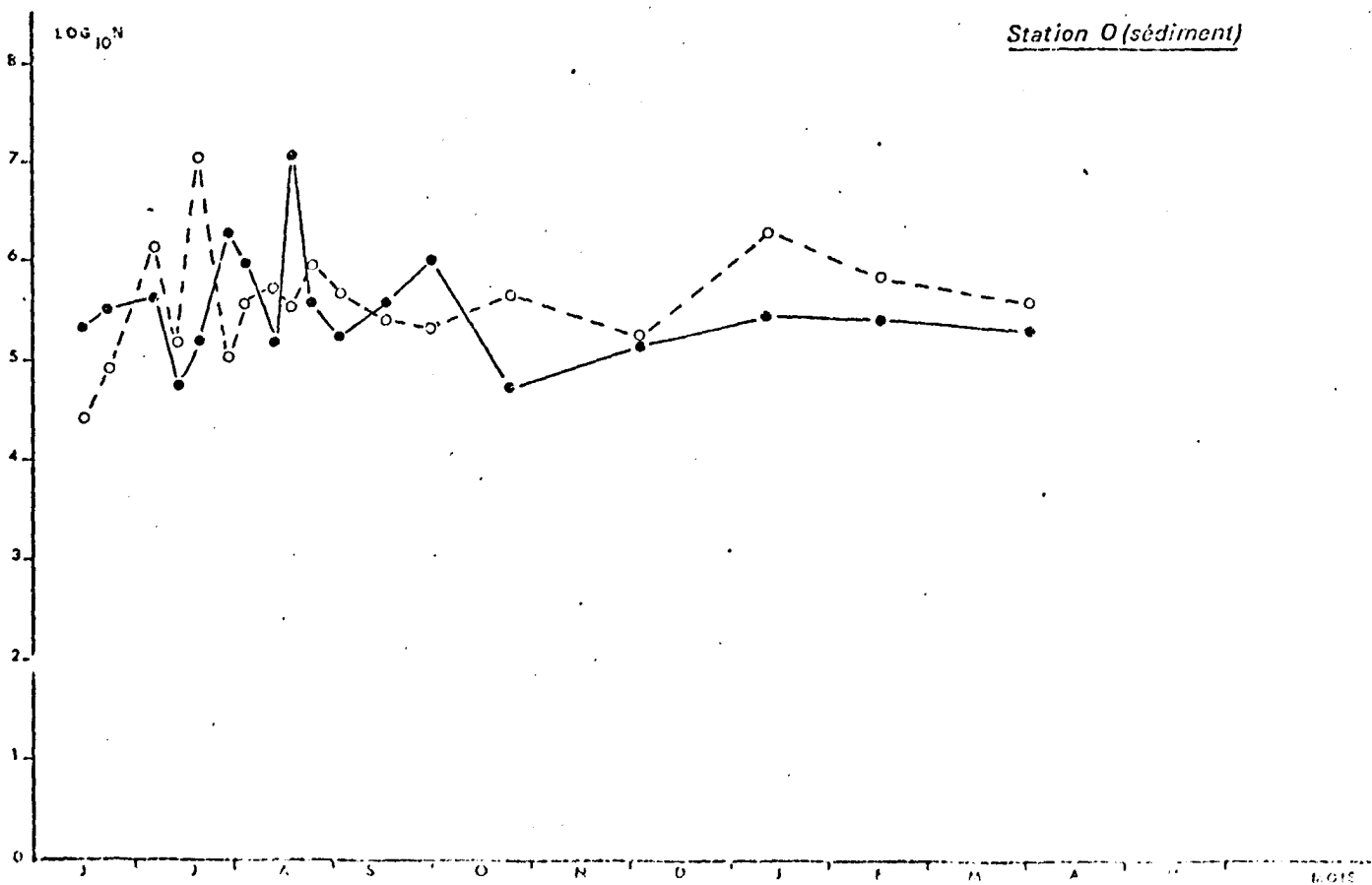


Fig 5B



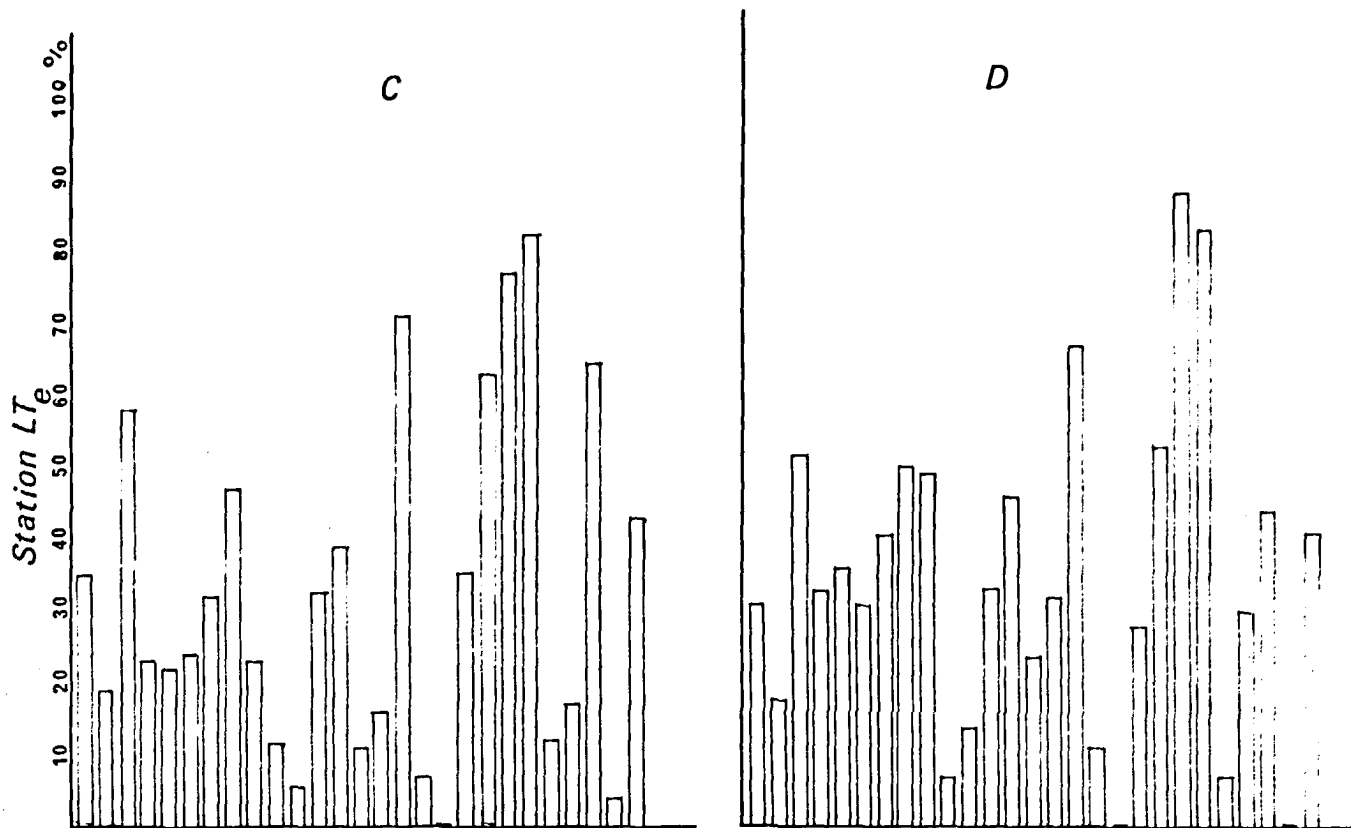


Fig:n°6: Histogramme des frequences relatives moyennes d'apparition des 27 caractères testés. A: station VG ,milieu gelosé doux; B:sation VG ,milieu de Zobell;C:station LTE,milieu gelosé doux;D:station LTE,milieu de Zobell)

