

Institut Scientifique et Technique

Des Pêches Maritimes

1, rue Jean Vilar

34200 - SETE -

IPM.3 Contrôle

ETUDE DE LA QUALITE DU MILIEU DANS

LE GOLFE DE FOS

Qualité physico-chimique et Pollution Bactérienne

Sète, Mars 1979

SOMMAIRE

INTRODUCTION

METHODOLOGIE

- 1 - Echantillonnage
- 2 - Méthodes d'analyses
 - 2.1. Paramètres physico-chimiques
 - 2.2. Agents polluants
 - 2.2.1. Paramètres bactériologiques
 - 2.2.2. D.C.O.
 - 2.2.3. Phénols

RESULTATS ET INTERPRETATION

- 1 - Paramètres hydrologiques
 - 1.1. Températures
 - 1.2. Salinités
- 2 - Agents polluants
 - 2.1. Contamination fécale
 - 2.1.1. Eaux
 - 2.1.2. Moules
 - 2.2. D.C.O.
 - 2.3. Phénols

CONCLUSION

INTRODUCTION

Cette étude sur la qualité du milieu dans le Golfe de Fos fait l'objet d'une convention passée avec l'Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes par le Préfet de la région Provence - Côte d'Azur, représenté par le Service des Mines des Bouches-du-Rhône.

Cette étude s'intègre dans l'ensemble des travaux sur la pollution dans le Golfe de Fos et l'étang de Berre entrepris dans le cadre de l'action du Secrétariat Permanent pour les Problèmes de Pollution Industrielle (S.P.P.P.I.).

Le but de travail est de chiffrer après une première étude en 1972, l'évolution de la qualité du milieu et de l'influence de certains agents polluants sur la matière vivante.

Cette étude a été réalisée au Centre de Recherches de l'I.S.T.P.M. de Sète en collaboration avec le laboratoire I.S.T.P.M. de Marseille, ainsi qu'avec le laboratoire Pollutions de l'I.S.T.P.M. de Nantes, pour les analyses des micropolluants.

METHODOLOGIE

1 - Echantillonnage

Pour cette étude, le nombre de stations de prélèvements a été fortement réduit par rapport à celui de 1972.

Les stations choisies sont celles apparaissant comme les plus significatives de la pollution déterminée au cours de la précédente étude.

Par contre, les paramètres de pollution ont été examinés pendant douze mois consécutifs au lieu de six mois en 1972.

Les prélèvements d'eau ont été effectués à cinq stations, en surface et au fond, à savoir les stations 1, 9, 13, 14 et 15 dont la situation est portée en annexe 1.

En ce qui concerne l'échantillonnage de moules, celui-ci a été réalisé dans 7 stations correspondant comme pour celles des eaux, à la numérotation de 1972, soit :

- A : Anse de Carteau, au fond,
- F : Appontement des pétroliers,
- G : Pointe de St Gervais, sur rochers,
- H : Quais du Port de la Lègue,
- I : Pointe de la Couronne, sur rochers,
- J : Bouée de la raffinerie BP.

2 - Méthodes d'analyses

2.1. Paramètres physico-chimiques

Température et salinité

La mesure de la température et de la salinité des eaux a été effectuée pour chaque prélèvement. La température a été observée à l'aide de thermomètres à renversement Negretti-Zambra et Richter-Wiese montés sur bouteilles Mécabolier. La salinité a été obtenue par la méthode de Mohr.

2.2. Agents polluants

2.2.1. Paramètres bactériologiques

2.2.1.1. Méthodes de dénombrement

La contamination fécale est mise en évidence sur tous les échantillons d'eau et de moules, par la recherche de germes tests : bactéries coliformes, Escherichia coli germe-type représentant les Coliformes fécaux et enfin les Streptocoques fécaux (dont le type est Streptococcus faecalis).

Le dénombrement de ces germes se fait en milieu liquide avec des ensemencements variables. Pour les Coliformes et E.coli on ensemence trois séries de 2 tubes dans le rapport 1/5. Généralement 10-2-0,4 ml dans le cas des eaux peu contaminées et 2,5-0,5-0,1 ml pour les eaux plus contaminées et coquillages. Selon le degré présumé de contamination, les quantités ensemencées seront donc différentes. Parfois même des dilutions seront opérées.

Pour les Streptocoques fécaux, l'ensemencement est réalisé dans le rapport 1/10 dans deux séries de cinq tubes. Généralement 20 et 2 ml pour la série, dans le cas d'eaux peu contaminées et 5-0,5 ml dans le cas d'eau plus polluées ou de coquillages. On peut également opérer avec des dilutions.

Pour les coquillages la partie analysée correspond au corps broyé des mollusques additionné de deux fois son volume en eau physiologique (salée à 9‰). Dans tous les cas on procède au dénombrement par comptage des tubes positifs ; l'estimation des germes étant donnée par les tables de dénombrement mathématique établies par BOURY (1957) ; l'estimation sera multipliée par 3 pour les analyses de coquillages.

2.2.1.2. Milieux de culture

Coliformes totaux

La recherche des Coliformes totaux a été effectuée par ensemencement des eaux et de la chair de coquillages dans du bouillon lactosé à la température de 30°C pendant 48 h. Les Coliformes fermentent le lactose avec production de gaz.

Coliformes fécaux (E.coli)

E.coli est un germe thermorésistant, sa sélection parmi les coliformes est faite sur la base d'une élévation de la température d'incubation à 44°C.

Leur recherche se fait directement à partir des tubes de culture primaire ayant servi à dénombrer les coliformes totaux. On emploie pour cela la méthode de Mackenzie qui consiste à repiquer les tubes positifs (gaz+) d'une part sur un milieu lactosé, à la bile et au vert brillant, milieu spécifique pour la culture des coliformes, et d'autre part sur un tube d'eau peptonée. L'incubation se fait 24 h à 44°C.

E.coli fermente bien sûr le lactose avec production de gaz et produit de l'indole à partir du Tryptophane contenu dans la peptone. Cette production d'indole caractéristique est mise en évidence avec le réactif de Kowacks.

Streptocoques fécaux

Ce type de germes est de plus en plus fréquemment recherché dans le cadre du contrôle de la salubrité des eaux de mer et coquillages. La méthode que nous avons utilisée est celle de ROTHE et LITSKY. La première culture de 48 h sur milieu de ROTHE à 37°C constitue le test présomptif, le test confirmatif étant obtenu par repiquage des tubes positifs sur le milieu de LITSKY cultivé 24 h à 37°C.

2.2.2. Demande chimique en oxygène

Pour établir la demande chimique en oxygène dans l'eau de mer, la méthode employée est celle mise au point par P. MICHEL du laboratoire I.S.T.P.M. de Nantes, décrite dans "Rev. Trav. Inst. Pêches Marit". - 36 (3), 1972 p. 361-365.

Les matières organiques sont oxydées en milieu sulfurique par un excès de bichromate de potassium. La D.C.O. correspond à la fraction consommée, elle s'exprime en mg d'O₂ par litre.

Les chlorures sont transformés en complexes stables par la présence dans la solution oxydante de sulfate mercurique. L'oxydation ne nécessite pas de chauffage autre que celui produit par la dissolution de l'acide sulfurique dans l'eau.

2.2.3. Phénols

La détermination des composés phénoliques a été faite sur des échantillons de 1 litre d'eau de mer. Ces composés ont été fixés préalablement par une solution de $\text{SO}_4 \text{ Cu}$ à 10% et d'acide orthophosphorique à 10%. Les phénols sont entraînés à la vapeur d'eau en milieu acide et dosés par colorimétrie grâce au produit qu'ils forment en se combinant à la 4 - aminoantipyrine en milieu alcalin.

RESULTATS ET INTERPRETATION

1 - Paramètres hydrologiques

L'étude entreprise ne constitue pas une étude d'hydrologie fondamentale nécessitant une densité de points d'observations importante. S'agissant plutôt d'une étude de constatation de l'existence ou non d'un certain niveau de contamination, il est bien évident que les quelques observations que nous avons sur cinq stations seulement, ne peuvent nous servir qu'à mieux expliquer un processus de contamination tout à fait ponctuel puisque les observations sont mensuelles.

1.1. Températures

Les valeurs mesurées sont portées au tableau 1. Pour le reste de nos interprétations où il s'agira de comparer les résultats avec ceux obtenus au cours de la précédente étude en 1972, ces valeurs permettent de constater que notre travail peut grossièrement se diviser en deux périodes, une hivernale et une estivale, alors qu'en 1972 l'étude avait seulement été faite dans une période estivale tout à fait analogue à celle de l'étude actuelle. Il faudra donc, afin que les comparaisons soient les plus justes possibles, ne pas oublier de comparer les résultats de 1972 avec ceux de la période que nous appellerons 2^e semestre de l'étude 1977/78 et qui correspondent aux mêmes périodes saisonnières. C'est ce que nous avons fait.

1.2. Salinités

Pour la mise en évidence des salinités nous avons représenté les moyennes des salinités par station en 1972 et en 1977/78 sous forme d'histogrammes (figure 1). L'ensemble des résultats ponctuels est noté dans le tableau 2.

L'influence des eaux douces dans le Golfe de Fos est certaine pour les eaux superficielles. Les salinités tournent autour de 30‰ en surface alors qu'en profondeur elles oscillent entre 36 et 37 de façon constante pour toutes les stations.

Stations Dates	SURFACE					FOND				
	1	9	13	14	15	1	9	13	14	15
9.XI.77	17,4	17,4	18	17,2	17,4	18,4	18,6	18,5	18,7	18,6
5.XII.77	10,7	11,4	10,8	10,6	10,6	11	12,4	12	13,1	11,8
24.I.78	12	10,5	12	12	12	12,4	11,5	12,8	12,6	13
9.II.78	9,5	11	10,5	10	10	12,5	12	12,5	12,5	11,2
5.IV.78	12,8	13,2	13,3	13,3	13	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8
24.IV.78	12	12,5	12,5	12,5	12,3	13	12,7	12,8	12,8	13,6
Moyenne 1er semestre	12,4	12,7	12,8	12,6	12,5	13,4	13,3	13,6	13,7	13,5
18.V.78	15,8	16	15,7	15,9	15,9	14,5	16,5	15,5	15,6	14,8
6.VII.78	16,0	16,8	15,8	15,8	14,6	15,6	17,0	14,9	14,0	14,6
19.VII.78	19,5	19,5	20	19,5	19	15,1	-	-	-	-
16.VIII.78	19,5	20	20	20	20	16	16,1	16,5	15,5	16,3
25.IX.78	17	19,2	19,5	19	20	17,5	19,9	19,9	19,3	20,3
7.XI.78	14	14,5	16	14	14,5	14,5	16,2	15,2	14,5	16,1
Moyenne 2è semestre	17,0	17,7	17,8	17,4	17,3	15,5	17,1	16,4	15,8	16,4
Moyenne totale	14,7	15,2	15,3	15	14,9	14,4	15,1	14,8	14,7	14,8

Tableau 1 : températures des eaux (°C).

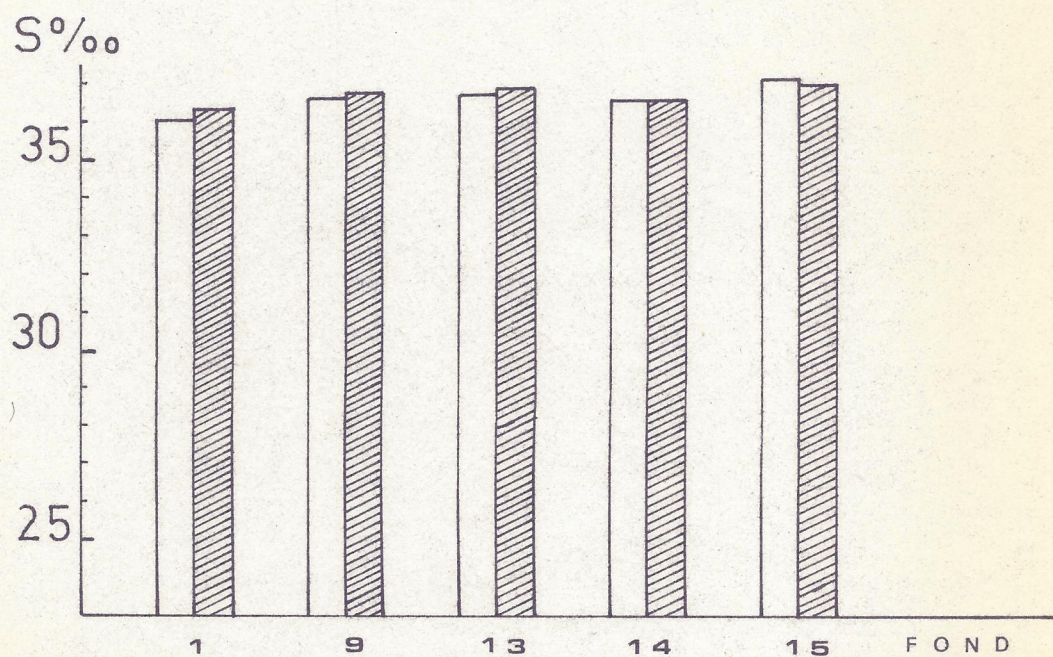
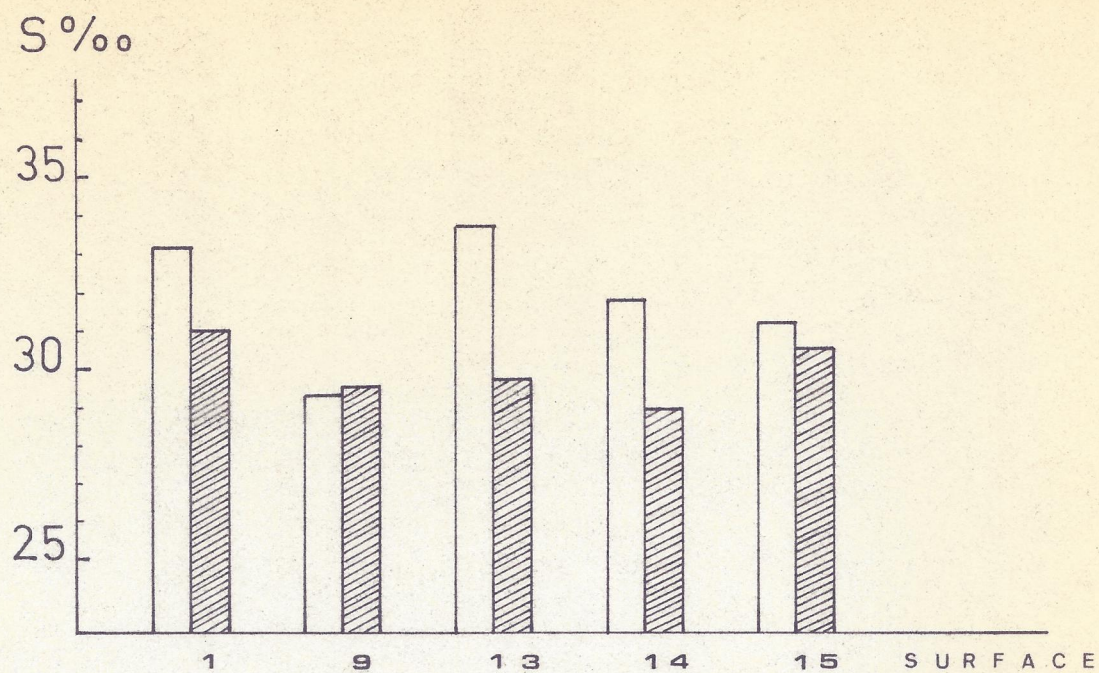


Figure 1 - Comparaison des moyennes des salinités par station,
pour 1972 et 1977/78.

□ 1972

▨ 1977 / 78

Par rapport à 1972, on constate que l'influence des eaux douces est supérieure, si l'on se fie aux moyennes. En fait si l'on étudie le graphique de la figure 2 où l'on a représenté les écarts entre les minimum et les maximum on constate qu'en 1978 ces écarts sont bien supérieurs à ceux de 1972 et qu'en particulier les salinités minimales observées y sont beaucoup plus basses qu'en 1972. Dans ces conditions il est normal de trouver des moyennes plus basses en 1978.

En outre, ce résultat est à prendre avec beaucoup de précaution, par le nombre total d'observations non représentatif, statistiquement parlant (5 en 1972 et 11 en 1977/78) et par la grande variabilité des résultats par station. De plus l'examen attentif du tableau 2 montre que l'influence des eaux douces est différente pour chaque jour d'observation, la distribution des salinités en surface n'est pas constante et elle est fonction des conditions atmosphériques (pluies, vents) et courantologiques surtout. Les faibles salinités peuvent s'observer soit sur la totalité du Golfe comme le 9 novembre 1977, le 24 avril 1978 ou le 16 août 1978, soit parfois plus spécifiquement sur la partie Est aux stations 9, 14 et 15 comme le 5 avril 1978 ou le 6 juillet 1978. Mais on peut observer également une influence marine prépondérante comme le 5 décembre 1977, le 25 septembre ou le 7 novembre 1978. Souvent l'interprétation est plus délicate car une seule ou plusieurs stations, jamais les mêmes, reçoivent des influences diverses.

La pollution étant en général apportée par les eaux douces terrigènes, on peut, au vu des salinités rencontrées tout au long de notre étude et de leur grande variabilité, avancer qu'aucun point du Golfe de Fos n'est à l'abri d'une contamination terrigène. Par contre au vu des moyennes, il semble que c'est surtout la partie Est du Golfe qui est influencée par les eaux douces en provenance du canal de Caronte et de l'étang de Berre. L'examen des agents polluants permettra d'en juger.

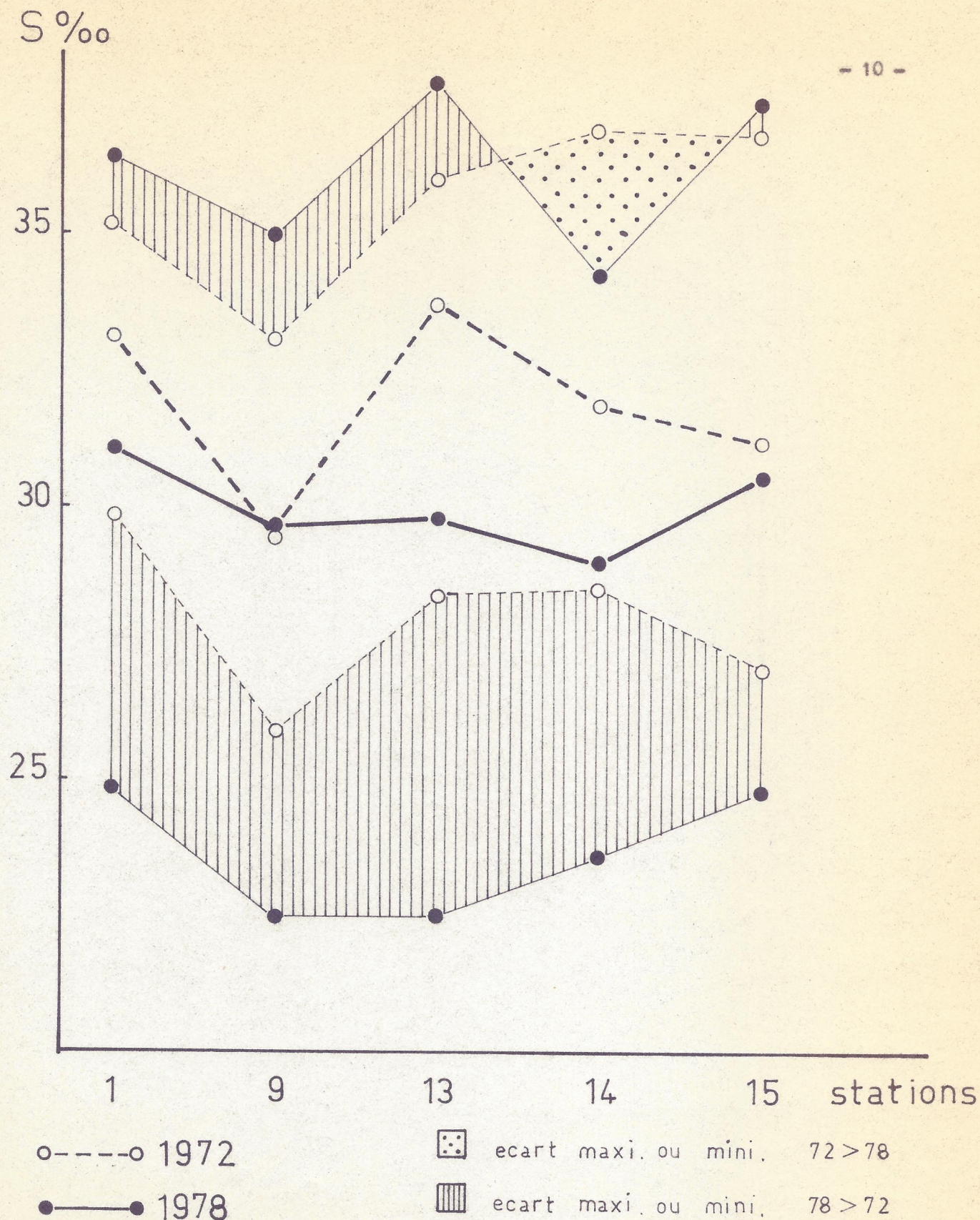


Figure 2 - Ecarts entre les valeurs maximales et minimales des salinités en surface pour 1972 et 1978.

Stations Dates	SURFACE					FOND				
	1	9	13	14	15	1	9	13	14	15
9.XI.77	26,6	26,3	28,8	23,7	27,0	36,4	35,8	34,8	37,1	37,1
5.XII.77	35,3	33,2	33,1	33,0	33,4	35,9	36,9	37,0	37,1	36,8
9.II.78	34,2	34,3	33,4	30,1	30,1	37,5	37,3	37,4	37,5	37,3
5.IV.78	31,0	29,6	32,8	27,6	27,9	36,8	37,4	37,0	37,1	36,8
24.IV.78	24,9	22,5	22,5	24,0	29,7	34,0	34,7	35,7	29,7	32,9
Moyenne 1er semestre	30,4	29,2	30,1	27,7	29,6	36,1	36,4	36,4	35,7	36,2
18.V.78	26,9	26,9	30,2	25,8	26,1	35,6	36,4	37,3	36,9	37,8
6.VII.78	36,5	27,8	26,7	30,5	37,4	37,9	37,2	36,9	37,8	37,7
19.VII.78	31,7	35,0	25,5	34,0	35,3	35,2	-	-	-	-
16.VIII.78	28,1	25,5	23,5	23,6	24,8	37,4	37,4	37,6	37,6	37,5
25.IX.78	32,4	30,8	33,1	34,2	33,9	36,4	37,5	37,4	37,4	37,8
7.XI.78	34,9	33,9	37,8	33,1	32,7	35,8	37,7	37,8	37,8	37,9
Moyenne 2è semestre	31,7	30,0	29,5	30,2	31,7	36,4	37,2	37,4	37,5	37,7
Moyenne totale	31,1	29,6	29,8	29,0	30,6	36,3	36,8	36,9	36,6	37,0

Tableau 2 - Salinités des eaux exprimées en g/kg (‰).

Mois	Hauteurs (mm)			
	1 ^è décade	2 ^è décade	3 ^è décade	Total
octobre 1977	16,6	2,2	100,2	119
novembre 1977	25,4	29,1	2,4	59,9
décembre 1977	51,3	0,3	12,1	63,7
janvier 1978	0,6	110,0	8,1	118,7
février 1978	72	11,6	11,2	94,8
mars 1978	6,4	3,6	15,6	25,6
avril 1978	10,4	9,9	44,5	64,8
mai 1978	10,6	7,6	53,8	72
juin 1978	0,6	11,7	2,9	15,2
juillet 1978	9	0	0,9	9,9
août 1978	3,5	16,9	2,6	23
septembre 1978	24,9	0	0	24,9
octobre 1978	0	7,6	0	7,6

Tableau 3 - Hauteur des précipitations pendant la durée de l'étude sur le Golfe de Fos (données Météo ATX-EN-PROVENCE).

2 - Les agents polluants

2.1. Contamination fécale

Avant de voir en détail la contamination bactérienne des eaux et des coquillages il nous semble bon de rappeler que cette contamination est estimée par la mise en évidence des germes tests d'origine animale et humaine : les Coliformes fécaux dont Escherichia coli et les Streptocoques fécaux.

Les Coliformes fécaux sont des germes de la tribu des Escherichiae (Escherichia, Citrobacter, Klebsiella, Acrobacter...) toujours présents dans les fèces des animaux à sang chaud. E.coli représente environ 90% des germes présents lors des contaminations fécales.

Les Streptocoques fécaux correspondent à l'ensemble des germes du genre Streptococcus appartenant au groupe D de la classification de LANCEFIELD. Ce sont essentiellement : S. faecalis, S. faecium, S. durans, S. bovis, S. equinus etc..

En ce qui concerne la représentation de la contamination fécale, il nous a semblé plus logique de représenter les chiffres sous forme de fréquences relatives selon leur distribution par classes de contamination, plutôt que par le calcul des moyennes.

En effet, l'analyse bactériologique présente une certaine part d'imprécision lorsqu'il s'agit de définir une concentration de germes. Ce n'est donc pas tant la valeur brute qui compte mais la tendance et l'ordre de grandeur du résultat. De plus, la contamination d'un échantillon est quelquefois supérieure à la limite maximale de l'analyse et de l'ensemencement choisi, les résultats sont alors suivis du signe +. Compte-tenu de ces précisions le calcul des moyennes est erroné et ne peut donner qu'une idée toute relative de la pollution bactérienne en un lieu donné.

La dernière remarque que nous ferons est que nous n'avons pas jugé utile de représenter graphiquement les résultats obtenus pour les Coliformes totaux d'une importance moindre pour l'interprétation car non représentatifs de la contamination fécale. Néanmoins ils sont présentés dans les tableaux 4 et 5 car leur dénombrement constitue l'étape intermédiaire dans la recherche des Coliformes fécaux (cf. méthodologie § 2.2.1.).

2.2.1. Contamination des eaux

Les figures 3 et 4 représentent respectivement la contamination par Escherichia coli et par les Streptocoques fécaux, ainsi que le tableau 6.

St	8.XI.77	5.XII.77	24.I.78	9.II.78	5.IV.78	24.IV.78	18.V.78	6.VII.78	19.VII.78	16.VIII.78	25.IX.78	7.XI.78
Coliformes												
1 S	55	130	40	200	130	210	200	0	0	10	0	40
9 S	25	130	85	20	130	0	210	0	0	5	0	20
13 S	55	250 +	210	200	50	200	500	40	20	250 +	30	0
14 S	25	250 +	—	1000 +	18	43	70	0	—	4	0	0
15 S	250 +	250 +	—	200	9	40	70	100	40	50	0	0
16 S	5	55	—	100	25	0	43	17	—	5	0	0
17 S	25	250 +	41	200	50	200	70	0	0	50	15	0
18 S	50	55	20	43	11	100	100	0	—	0	0	500
19 S	25	250 +	100	100	25	70	100	0	0	55	18	40
20 S	50	50	43	40	18	70	20	16	—	10	0	70
Escherichia coli												
1 S	0	130	40	200	5	20	20	0	0	0	0	40
9 S	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13 S	0	250 +	210	100	50	40	0	20	20	25	12	0
14 S	0	30	—	500	0	0	0	0	—	0	0	0
15 S	0	250 +	—	200	0	0	0	43	0	10	0	0
16 S	4	11	—	100	5	0	0	0	—	11	0	0
17 S	0	250 +	20	200	9	20	0	0	0	0	15	0
18 S	0	4	20	43	0	0	0	0	—	0	0	20
19 S	11	50	100	100	11	0	0	0	0	0	7	0
20 S	0	50	0	40	0	0	0	0	—	0	0	0
Streptococcus												
1 S	0	30	22	20	0	10	0	0	0	0	0	18
9 S	0	10	10	5	0	0	0	0	0	0	0	0
13 S	0	200	200	22	14	30	0	0	0	88	21	0
14 S	22	30	—	200	0	15	0	0	—	0	0	5
15 S	0	20	—	25	0	23	0	0	0	16	17	5
16 S	0	10	—	47	0	5	0	0	—	0	0	5
17 S	15	20	20	50	0	30	0	0	0	22	7	15
18 S	0	5	10	10	0	100	0	0	—	0	0	0
19 S	0	0	16	100	0	10	0	0	0	9	12	50
20 S	0	0	0	0	0	18	0	0	—	0	4	5

Tableau 4 : Teneur en germes des eaux (pour 100 ml).

Tableau 5 : Teneur en germes des moules (pour 100 ml chair)

	St	8.XI.77	5.XII.77	24.I.78	9.II.78	5.IV.78	24.IV.78	18.V.78	6.VII.78	19.VII.78	16.VIII.78	25.IX.78	7.XI.78
Coliformes	A	3000 +	600	6300	2100	120	300	3000 +	1500	300	3000 +	180	1200
	F	3000 +	1500	15000	3000 +	3000 +	3000 +	3000 +	3000 +	3000 +	3000 +	1500 +	30000 +
	G	3000 +	—	—	1290	3000 +	3000 +	3000 +	3000 +	3000 +	3000 +	165	0
	H	3000 +	3000 +	—	30000 +	3000 +	3000 +	3000 +	—	—	—	—	—
	I	3000 +	3000 +	3000 +	3000 +	3000 +	3000 +	3000 +	3000 +	3000 +	3000 +	225	—
	J	—	—	—	1200	300	3000 +	3000 +	3000 +	—	3000 +	360	—
Escherichia coli	A	255	120	0	0	0	60	60	60	0	60	60	0
	F	285	300	15000	300	60	1800	600	3000 +	3000 +	290	360	600
	G	51	600	—	300	1500	300	360	210	300	600	54	0
	H	600	3000 +	—	600	60	3000 +	3000 +	—	—	—	—	—
	I	51	300	60	630	210	120	120	51	120	1500	27	—
	J	—	—	—	120	0	3000 +	3000 +	3000 +	—	300	93	—
Streptocoques fécaux	A	2400	3000 +	6000	1950	120	—	60	0	3000 +	110	270	11700
	F	3000 +	3000 +	5700	12000	60	1800	60	3000 +	3000 +	270	165	18000
	G	3000 +	3000 +	—	30000 +	2400	3000 +	3000 +	2400	3000 +	1800	300	24000
	H	3000 +	3000 +	—	24000	270	3000 +	2400	—	—	—	—	—
	I	3000 +	3000 +	3000 +	1200	3000 +	3000 +	3000 +	3000 +	3000 +	2400	180	—
	J	—	—	—	6000	270	3000 +	2400	270	—	240	126	—

Pour le calcul des fréquences relatives de contamination nous avons choisi deux classes (inférieur à 60 germes/100 ml et supérieur à 60) en nous basant sur les normes de salubrité pour E. coli fixées dans les zones conchylicoles, à savoir :

Acceptable	de 1 à 60/100 ml
Suspect	de 61 à 120/100 ml
Défavorable	+ de 120/100 ml

Enfin, avant d'entrer dans le détail des interprétations, nous devons préciser à nouveau que la période étude en 1972 étant considérée comme estivale, nous avons porté sur nos graphiques les résultats analogues à la période estivale de 1978, avec ceux de la période hivernale et ceux de l'ensemble de l'étude 1977/78 et ce afin que la comparaison de la contamination avec celle de 1972 soit le plus juste possible.

Lors de notre rapport préliminaire nous avons montré que la contamination par E. coli était assez importante pour toutes les stations et qu'elle était supérieure à celle de 1972. Cela s'explique très bien par le fait que nous étions en période hivernale, et par les précipitations très importantes à cette époque entraînant un accroissement des eaux de ruissellement toujours fortement contaminées. Si l'on tient compte de la 3^e décade d'octobre 1977 il est tombé jusqu'en avril 1978, 527,7 mm de précipitations (tableau 3).

Pour la période estivale plus comparable avec 1972, les résultats sont en totalité acceptables, bien que si l'on regarde le tableau 2 et la figure 2, on peut aisément constater que les salinités observées sont en moyenne plus faibles qu'en 1972. Il semblerait donc que la contamination bactérienne ait régressé depuis 1972, ce qui semble être confirmé par les résultats obtenus avec les Streptocoques fécaux (figure 4) où la contamination ne semble subsister que dans la partie orientale du Golfe, près des divers rejets d'eaux usées de Port de Bouc (St 9) et aux stations 13 et 14 plus influencées par les eaux véhiculées par le canal de Caronte.

Stations	Classes	Escherichia coli				Streptococcus fécaux			
		1972	1977/78 1 ^{re} sem.étude	1977/78 2 ^e sem.étude	1977/78	1972	1977/78 1 ^{re} sem.étude	1977/78 2 ^e sem.étude	1977/78
1	A	100	66	100	83	80	100	100	100
	B	0	34	0	17	20	0	0	0
9	A	60	50	100	75	20	66	83	75
	B	40	50	0	25	80	34	17	25
13	A	80	66	100	82	60	100	100	100
	B	20	34	0	18	40	0	0	0
14	A	83	66	100	83	80	100	100	100
	B	17	34	0	17	20	0	0	0
15	A	100	66	100	83	60	82	100	92
	B	0	34	0	17	40	18	0	8
1	A	100	100	100	100	100	100	100	100
	B	0	0	0	0	0	0	0	0
9	A	100	80	100	90	100	80	100	90
	B	0	20	0	10	0	20	0	10
13	A	100	75	100	90	100	100	100	100
	B	0	25	0	10	0	0	0	0
14	A	100	100	100	100	100	82	100	91
	B	0	0	0	0	0	18	0	9
15	A	100	100	100	100	100	100	100	100
	B	0	0	0	0	0	0	0	0

Tableau 6 : Fréquences relatives de la contamination des EAUX suivant deux classes : en 1972 et 1978

A : < 60 germes/100 ml
 B : > 60 germes/100 ml
 entre parenthèses : nombre total d'observations.

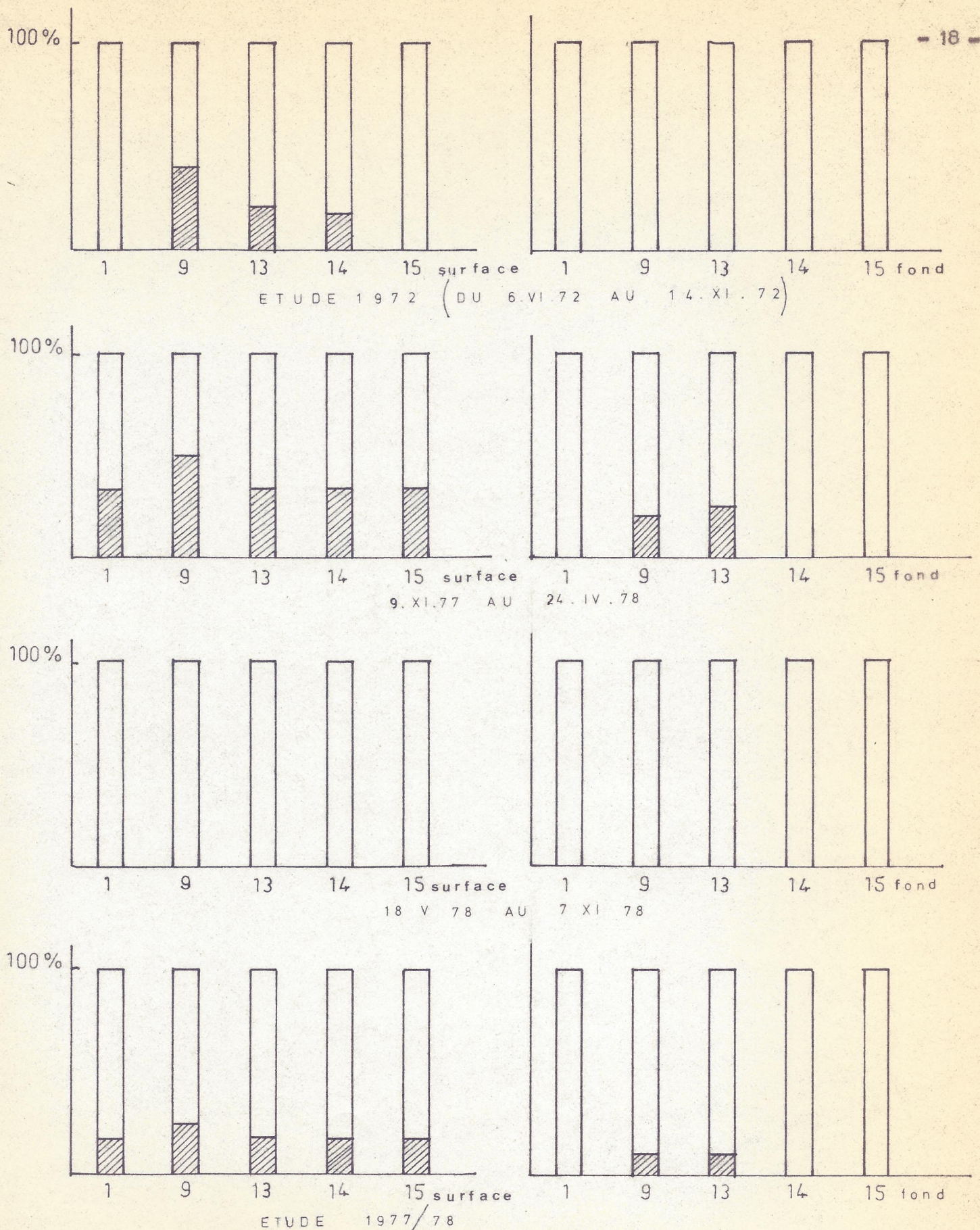


Figure 3 - Fréquences relatives de la contamination des eaux par E. coli.

A - de 60 E.coli/100 ml

B + de 60 E.coli/100 ml

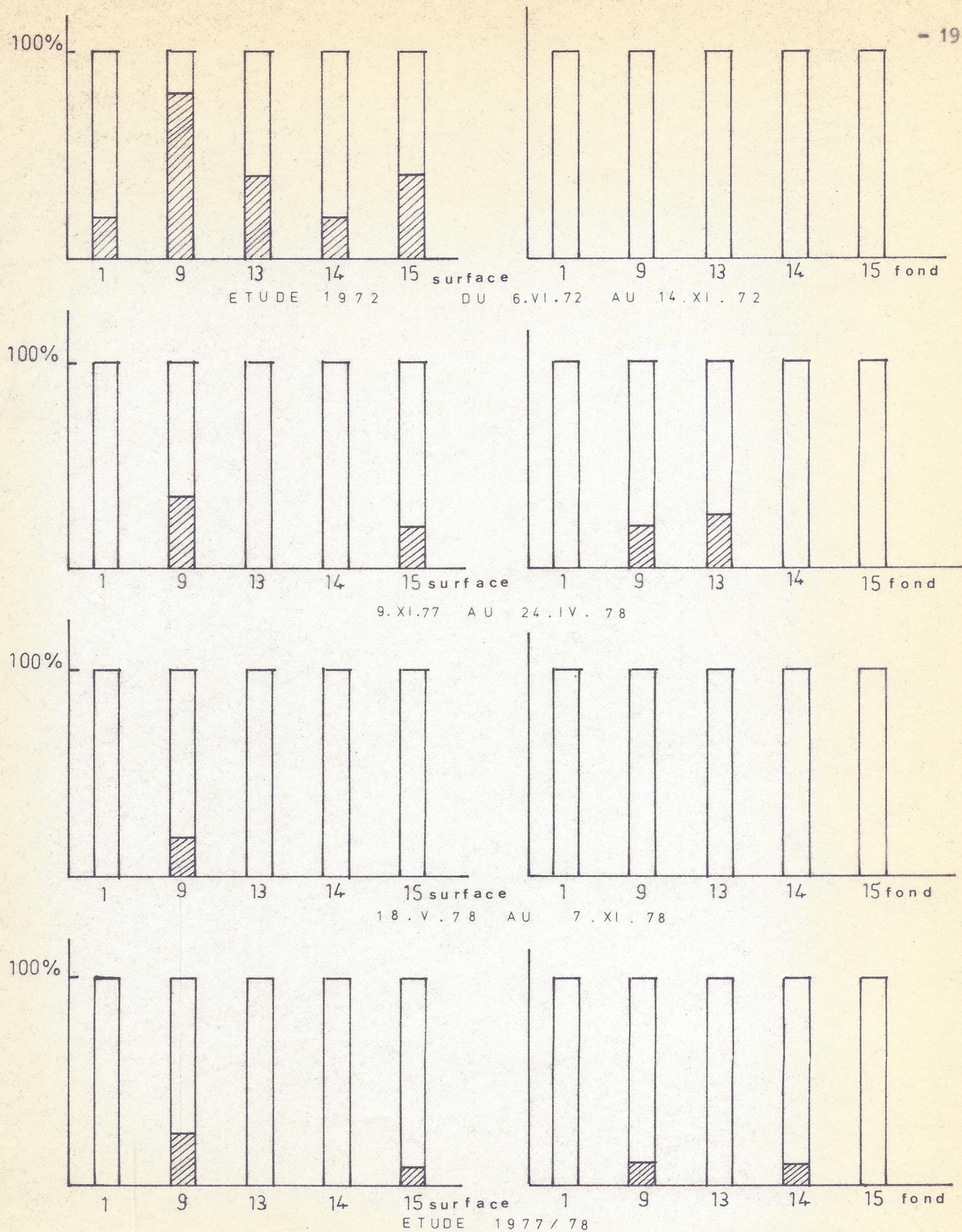


Figure 4 - Fréquences relatives de la contamination des eaux par les Streptocoques fécaux.

- A  - de 60 E.coli/100 ml
- B  + de 60 E.coli/100 ml

2.2.2. Contamination des coquillages

Après avoir obtenu un bon nombre d'éléments donnant une certaine connaissance de la pollution des eaux du Golfe de Fos, il est intéressant de connaître son incidence sur la qualité des coquillages qui y vivent naturellement. La moule (*Mytilus galloprovincialis*) étant l'espèce la plus abondante, a servi de base à notre étude.

Le taux de contamination des coquillages reflète plus que les eaux, la salubrité moyenne de l'eau de mer dans laquelle ils baignent ; c'est d'ailleurs ce taux qui est recherché dans les zones conchylicoles pour définir la salubrité. En effet les coquillages filtrent en permanence pour respirer et se nourrir, de grandes quantités d'eau de mer. Les germes microbiens présents dans le milieu sont alors absorbés et concentrés dans le tube digestif du mollusque où ils peuvent survivre. Il est admis généralement que le facteur de concentration des germes par les coquillages est voisin de 10.

Il est donc normal de s'attendre à rencontrer dans la zone étudiée une certaine relation entre la qualité des eaux et celle des coquillages. Mais si cette relation est probable, elle n'est pas évidente à priori, car il peut y avoir des modalités dans la contamination des coquillages. Intervient en particulier le décalage qui se produit entre la contamination des mollusques et celle des eaux, les prélèvements étant faits le même jour.

Comme pour les eaux, nous avons choisi des classes de contamination (inférieur à 300 germes/100 ml chair, de 300 à 3000 et supérieur à 3000) en nous basant sur les normes de salubrité pour *E.coli* fixées dans les zones conchylicoles :

Satisfaisant	0/100 ml chair
Acceptable	1 à 300 /100 ml chair
Suspect	301 à 1000/100 ml chair
Très suspect	1001 à 3000/100 ml chair
Défavorable	+ de 3000/100 ml chair

Il faut préciser enfin que les prélèvements de moules ont tous été faits en surface sur les quais, rochers ou balises, sauf dans l'Anse de Carreau (station A) où le prélèvement est effectué par 2 mètres de fond environ.

Stations	Escherichia coli				Streptococcus fécaux			
	1972	1977/78 1° sem. étude	1977/78 2° sem. étude	1977/78	1972	1977/78 1° sem. étude	1977/78 2° sem. étude	1977/78
A	A	57	100	100	0	20	67	46
	B	29	0	0	50	40	0	18
	C	14	0	0	50	40	33	36
F	A	40	66	17	0	17	50	34
	B	40	17	50	0	17	0	8
	C	20	17	33	100	66	50	58
G	A	0	60	67	0	0	17	9
	B	60	40	33	0	20	33	27
	C	40	0	0	100	80	50	64
H	A	0	20	0	0	20	0	17
	B	0	40	0	0	0	100	17
	C	100	40	100	100	80	0	66
I	A	83	83	80	20	0	20	9
	B	17	17	20	18	17	20	18
	C	0	0	0	0	83	60	73
J	A	6	67	50	57	33	75	57
	B	60	0	0	0	0	25	14
	C	40	33	50	43	67	0	29

Tableau 7

: Fréquences relatives de la contamination des MOUES suivant trois classes : A : < 300 germes/100 ml chair
B : de 300 à 3000 germes/100ml chair
C : > 3000 germes/100 ml chair

en 1972 et 1978.

, entre parenthèses : nombre total d'observations.

Les graphiques présentés pour analyser la contamination par E.coli et par les Streptocoques fécaux (Figures 5 et 6) font apparaître assez bien une baisse de la contamination des moules, dans le Golfe de Fos depuis 1972.

Si on analyse plus en détail les résultats, ceux-ci expliquent la contamination plus importante des eaux de surface dans le secteur Est. En effet les stations H et J au port de la Lègue et face la raffinerie BP restent les plus polluées, si l'on tient compte d'E.coli (Figure 5). L'Anse de Carteau apparaît totalement salubre, ce qui montre bien que les sources de pollution sont bien localisées de l'autre côté du Golfe, encore que les prélèvements soient ici effectués au fond, moins soumis à l'action des polluants bactériens.

L'examen des résultats obtenus pour les Streptocoques (Figure 6), fait apparaître également une régression de la contamination bactérienne sensible sur toutes les stations. Néanmoins ici, le niveau de contamination est plus élevé que pour E.coli ce qui prouve une fois de plus le caractère de résistance plus élevé à l'eau de mer des Streptocoques.

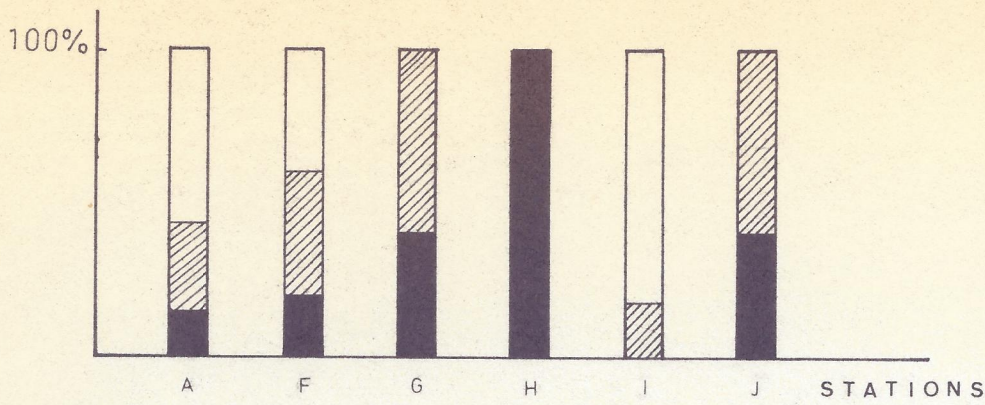
En conclusion, considérant les résultats des moules comme plus probants et représentatifs, on peut dire que la baisse de pollution fécale est effective. En effet les coquillages jouent un peu le rôle de témoins de la pollution par leur immobilité et leur taux de contamination plus stable que pour les eaux.

2.2. Demande chimique en oxygène

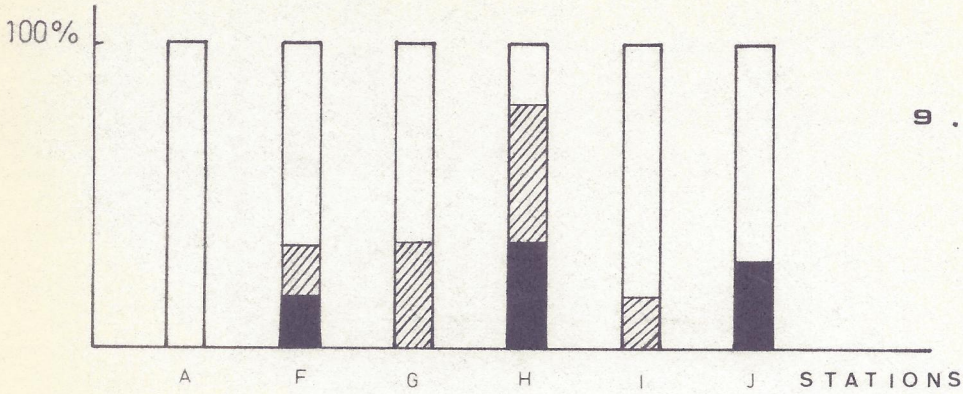
La pollution d'une eau par les matières organiques apportées par les effluents urbains et industriels peut être mesurée sous forme de demande en oxygène. On mesure en fait l'oxygène nécessaire à leur dégradation. L'oxydabilité des matières organiques peut se faire par voie chimique (demande chimique en oxygène), soit par voie biologique par les bactéries (demande biologique en oxygène). Cette dernière étant surtout utilisée pour déterminer la pollution d'eaux très contaminées comme eaux usées et effluents divers.

Dans le cas du milieu marin, même présumé pollué, la D.C.O. donne des résultats suffisants car la teneur en matières organiques est beaucoup moins conséquente. Pour une eau de mer non polluée ou très peu polluée, la D.C.O. se situe autour de 20 mg d'oxygène par litre.

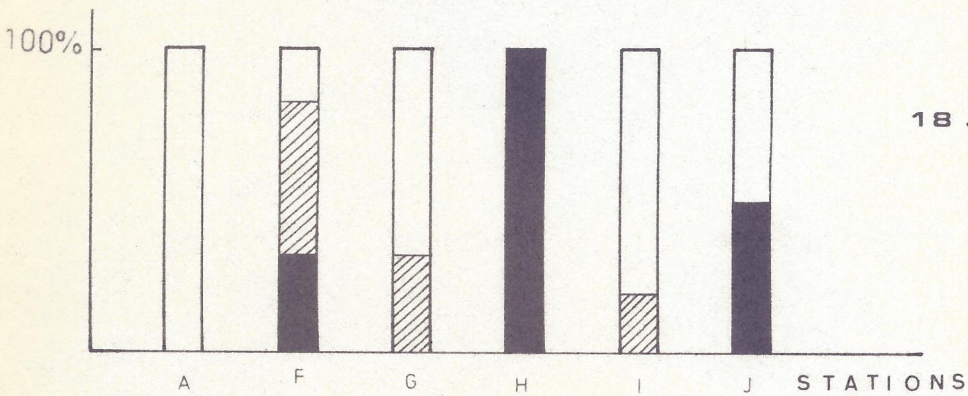
1972



9.11.77 AU 24.4.78



18.5.78 AU 7.11.78



1977/78

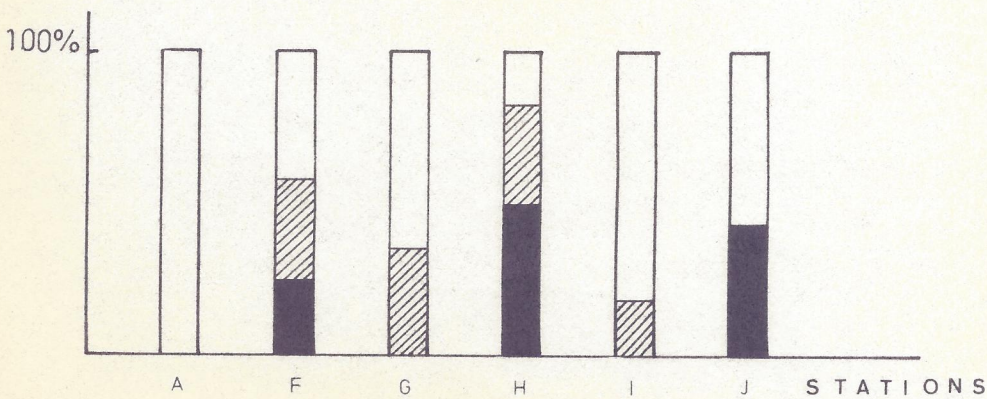


Figure 5 : Fréquences relatives de la contamination des coquillages par E.coli.

Classes : A ☐ - de 300 E.coli/100 ml chair
 B ☒ de 300 à 3000 E.coli/100 ml chair
 C ☒ + de 3000 E.coli/100 ml chair

100 %

= 24 =

1972

A F G H I J STATIONS

100 %

9.11.77 AU 24.4.78

A F G H I J STATIONS

100 %

18.5.78 AU 7.11.78

A F G H I J STATIONS

100 %

1977/78

A F G H I J STATIONS

Figure 6 - Fréquences relatives de la contamination des coquillages par les Streptocoques fécaux.

Classes A  - de 300 E.coli/100 ml chair
 B  de 300 à 3000 E.coli/100 ml chair
 C  + de 3000 E.coli/100 ml chair

Shw...

L'examen du tableau 8 montre que dans l'ensemble la pollution organique du Golfe reste faible. Néanmoins on observe parfois une pollution importante comme le 5 avril 1978 aux stations 1, 9 et 13, ou les 24 avril et 6 juillet où le niveau de pollution est moindre mais non négligeable et assez généralisé. La présence de ces pollutions ponctuelles indique que dans le Golfe de Fos, les rejets polluants existent bien, sans arriver toutefois à une généralisation de la pollution des eaux.

2.3. Phénols

Le tableau 9 présente les valeurs des composés phénoliques en ug/l trouvés dans les échantillons d'eau.

Ces valeurs sont faibles dans l'ensemble. Néanmoins certains jours la pollution par les phénols n'est pas négligeable en particulier en juillet à la station 9 ainsi que les 25 septembre et 7 novembre 1979.

La pollution par les phénols bien que négligeable semble tout de même plus forte dans le secteur Est du Golfe.

St	1 S	1 F	9 S	9 F	13 S	13 F	14 S	14 F	15 S	15 F
Dates										
8.XI.77	8	6	15	3	9	0	13	3	8	6
5.XII.77	1	0	2	0	10	10	5	8	3	0
24.I.78	28	0	7	-	-	-	18	20	29	17
9.II.78	12	2	0	3	5	1	21	2	22	13
5.IV.78	90	162	46	130	86	96	10	14	14	12
24.IV.78	30	9	6	28	0	7	47	26	32	41
15.V.78	32	16	36	31	14	9	21	0	0	0
6.VII.78	16	56	23	21	25	15	20	36	19	10
19.VII.78	0	0	0	-	0	-	0	-	10	-
16.VIII.78	0	0	0	0	0	8	34	0	9	2
25.IX.78	26	18	0	53	12	14	10	16	12	3
7.XI.78	1	0	0	0	3	0	8	0	0	3
Moyenne	20,3	22,4	11,2	22,2	13,7	13,3	18,4	10,4	13,2	8,9

Tableau 8 : Mesures de la D.C.O. en mg d'O₂/l.

Dates	8.XI.77	5.XII.77	24.I.78	9.II.78	5.IV.78	24.IV.78	18.V.78	6.VII.78	19.VII.78	16.VIII.78	25.IX.78	17.XI.78	Moyenne
Stations													
1 S	0	2	0	1	0	1	0	18	1	5	13	10	4,2
1 F	2	3	0	—	0	3	0	13	1	9	12	6	4,1
9 S	0	2	0	6	0	4	0	25	24	5	13	14	7,7
9 F	7	1,5	0	—	0	1	0	13	—	9	17	20	6,8
13 S	3	2	0	5	0	5	0	8	4	5	9	10	4,2
13 F	6	3	0	—	0	3	0	6	—	0	9	10	3,7
14 S	2	1	0	4	0	2	0	11	1	0	9	11	3,4
14 F	3	5	0	—	0	6	1	8	—	0	10	12	5,5
15 S	0	2	0	9	0	3	0	5	1	4	3	12	3,2
15 F	0	0	0	—	0	3	1	8	—	0	6	11	2,9

Tableau 9 : Analyse des phénols dans l'eau. Valeurs exprimées en $\mu\text{g/l}$.

CONCLUSION

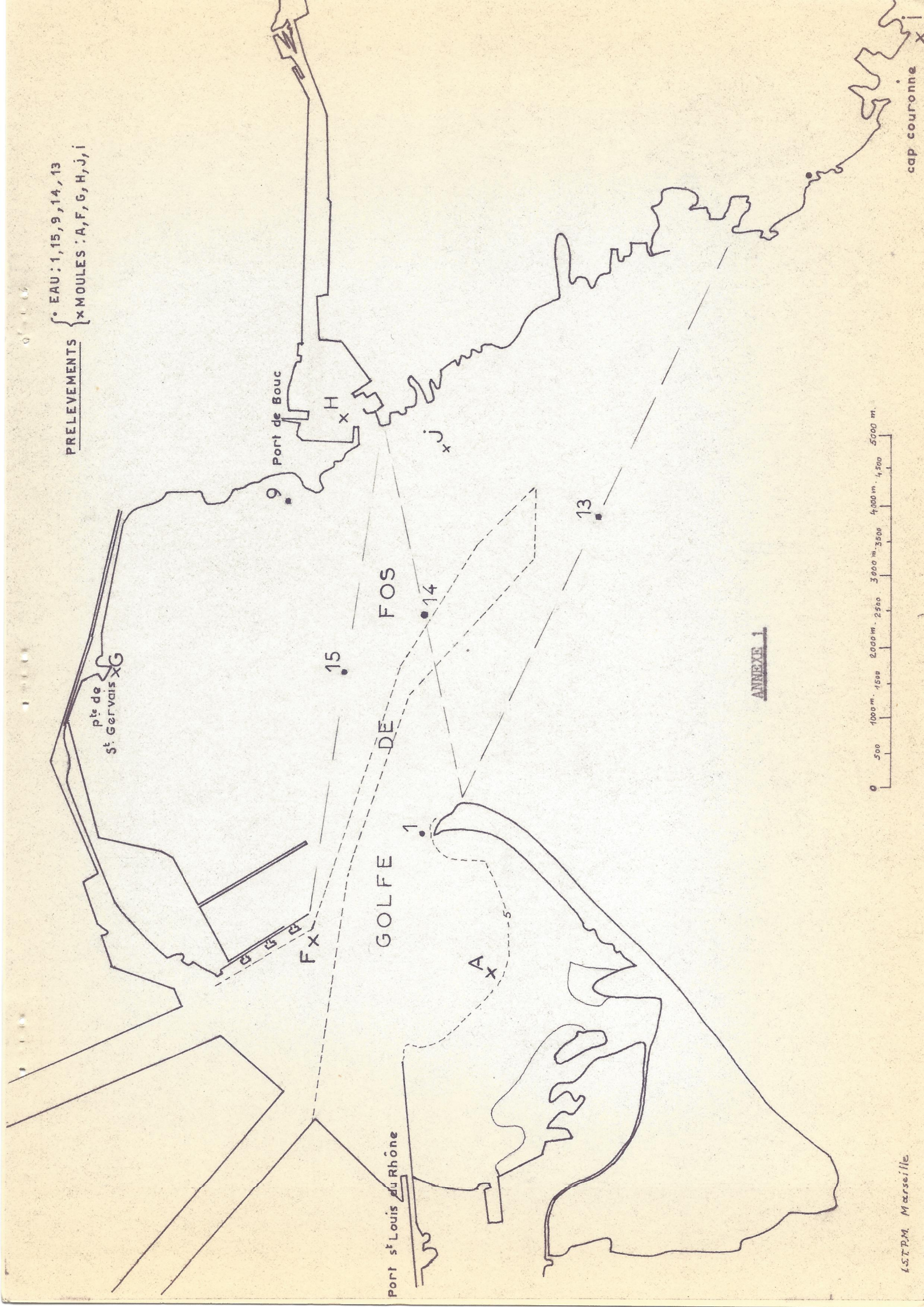
L'étude que nous avons réalisé, ayant pour but de comparer la pollution actuelle du Golfe de Fos avec celle que l'on y rencontrait en 1972 permet d'apporter un certain nombre de conclusions :

1°) La pollution bactérienne des coquillages reste très importante, en égard aux normes des zones conchylicoles. Néanmoins on constate une nette diminution par rapport à 1972.

2°) Cette contamination reste surtout localisée dans la partie orientale du Golfe et près des côtes où les rejets sont nombreux (Pointe St Gervais, Couronne) ce qui semble être appuyé par une pollution organique et phénolique généralement plus forte dans ce secteur.

• EAU : 1, 15, 9, 14, 13
 x MOULES : A, F, G, H, j, i

PRELEVEMENTS



ANNEXE 1

