QUALITE DU MILIEU DANS LE GOLFE DE FOS

RAPPORT PRELIMINAIRE

I.S.T.P.M.
Centre de Recherches de Sète
1, rue Jean Vilar
SETE

Mai 1978

PLAN

INTRODUCTION p. 1

CONSISTANCE DE L'ETUDE p. 2

1. Prélèvements

2. Paramètres étudiés et méthodes

2.1. Paramètres physico-chimiques

2.1.1. Température et salinité

2.1.2. Demande chimique en O_2 (D.C.O.)

2.2. Paramètres bactériologiques

2.2.1. Méthodes de dénombrement

2.2.2. Milieux de culture

2.3. Paramètres chimiques

2.3.1. Mercure

2.3.2. Phénols

RESULTATS ET INTERPRETATION p. 6

1. Paramètres physico-chimiques p. 6

1.1. Salinité - température

1.1.1. Températures

1.1.2. Salinités

1.2. D.C.O.

2. Agents polluants p. 8

2.1. Contamination fécale

2.1.1. Contamination des eaux

2.1.2. Contamination des coquillages

2.2. Les phénols

2.3. Le mercure

CONCLUSION p. 13

CONTAMINATION PAR LES MICROPOLLUANTS REMANENTS - ANNEXE 1.

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 - Alpes - Côte-d'Azur, Préfet des Bouches-du-Rhône.

Cette étude s'intègre dans l'ensemble des travaux sur la pollution de la zone de Fos et de 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 cette étude 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 l'I.S.T.P.M. de Sète en collaboration avec le laboratoire I.S.T.P.M. de Marseille pour les prélèvements, ainsi qu'avec le laboratoire central de Nantes pour les analyses de micropolluants.

CONSISTANCE DE L'ETUDE

1 - Prélèvements

Pour cette étude le nombre des prélèvements a été fortement réduit par rapport à l'étude de 1972, ne tenant compte que des lieux les plus significatifs. Mais contrairement à 1972, certains paramètres de pollution seront examinés pendant douze mois consécutifs.

Les prélèvements d'eau ont été effectués à cinq stations en surface et au fond, à savoir les stations 1, 9, 13, 14, 15 correspondant à la numérotation de 1972.

En ce qui concerne l'échantillonnage de moules et de poissons, il a été réalisé aux stations A, F, G, H, I et J identiques également à celles de 1972.

2 - Paramètres étudiés et méthodes

Afin de déterminer la qualité du milieu ainsi que le degré de pollution, plusieurs paramètres ont été étudiés, qui permettent de découper l'étude en trois parties bien distinctes :

- l'évaluation de la qualité physico-chimique,
- l'évaluation de la pollution bactérienne des eaux et des coquillages,
- et enfin l'estimation plus espacée par le nombre d'observations de la contamination de la matière vivante par les micropolluants rémanents.

2.1. Paramètres physico-chimiques

2.1.1. 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.

2.1.2. 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'O_2 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. Paramètres bactériologiques

2.2.1. 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°/oo). 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.

2.2.2. 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 Trytophane 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.

2.3. Paramètres chimiques

2.3.1. Mercure

Le dosage du mercure est réalisé dans la chair des coquillages par Y. THIBAUD au Laboratoire Central de NANTES par un procédé en spectrophotométrie d'absorption atomique avec flamme, après réduction des ions mercure en mercure métal. Cette méthode dérivée de celle de UTHE et coll. (1970) est décrite par THIBAUD (1971, 1976).

2.3.2. 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 SO_4 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 physico-chimiques

1.1. Salinité - température

La mesure des températures et des salinités a été faite de façon systématique sur tous les prélèvements d'eau, car ces paramètres peuvent apporter des indications très intéressantes sur un certain processus contaminant, surtout avec les salinités du fait de l'importance des eaux douces. En ce qui concerne les températures, leur utilisation est plus délicate. Elles ne peuvent donner que des renseignements ponctuels, car trop liées aux facteurs climatiques.

1.1.1. Températures

L'examen du tableau 1 donnant l'ensemble des valeurs permet de constater qu'il n'y a pas de différences significatives entre les divers points de prélèvement, si l'on se réfère aux moyennes. Les températures en profondeur sont généralement plus élevées qu'en surface, car en période hivernale elles sont moins soumises aux conditions climatiques.

1.1.2. Salinité

Pour l'interprétation des salinités au cours de la période d'étude nous avons préféré représenter les valeurs moyennes sous forme de graphiques où sont représentés également les valeurs maximales et minimales (fig. 2 - 3). Le tableau 2 donne l'ensemble des valeurs obtenues.

L'examen des graphiques permet de bien mettre en évidence l'influence des eaux douces dans le Golfe de Fos. En effet les salinités en surface sont en moyenne inférieures à 30 g/kg (figure 2) alors qu'en profondeur elles tournent autour de 36 g/kg (figure 3). Si nous comparons ces moyennes avec celles obtenues lors de l'étude de 1972 (figure 1) on constate qu'elles sont plus faibles, cela s'explique par le fait que la période d'étude correspond à la période hivernale alors qu'en 1972 les prélèvements avaient été effectués en période estivale.

Bien que l'ensemble du Golfe soit influencé par l'eau douce, on remarque que cette influence peut ne pas être générale et qu'elle est plus importante dans la zone Est du Golfe en particulier aux stations 9, 13 et 14, par les eaux douces en provenance du canal de Caronte qui véhicule en fait les eaux de la Durance après avoir traversé l'étang de Berre.

L'examen du tableau 2 montre également que les variations de salinité entre la surface et le fond peuvent être très importantes comme le 9 novembre 1977 ou le 24 avril 1978. Mais on peut observer aussi que la pénétration des eaux douces dans le Golfe en surface peut être limitée comme le 5 décembre 1977, du fait de l'influence marine prédominante.

La distribution des salinités en surface est donc fonction des conditions atmosphériques et en particulier du régime des courants, des vents dominants ainsi que de la pluviométrie ; conditions dont il faudra tenir compte au moment d'interpréter la pollution en un point donné.

1.2. Demande chimique en oxygène

La pollution d'une eau par les matières organiques apportées par les effluents urbains et industriels peut être appréciée sous forme de demande en oxygène, par le fait de l'oxydabilité des matières organiques soit par voie chimique (demande chimique en oxygène), soit par voie biologique par les bactéries (demande biochimique en oxygène). Cette dernière étant surtout utilisée pour déterminer la pollution d'eaux très contaminées comme les 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.

L'examen du tableau 3 montre que dans l'ensemble les valeurs trouvées restent faibles et ne permettent pas de tirer des conclusions définitives sur la pollution organique du Golfe de Fos qui en moyenne paraît acceptable. On peut seulement dire au vu des résultats que la pollution organique le 5 avril 1978 a été relativement importante aux stations 1, 9 et 13.

2 - 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 Escherichieae (Escherichia, Citrobacter, Klebsiella, Aerobacter...) 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. foecium, 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 et que nous n'avons pas jugé utile dans ce rapport préliminaire de faire figurer les résultats obtenus dans la recherche des Coliformes totaux, d'une importance moindre pour l'interprétation, surtout en possession de relativement peu de résultats après six mois d'étude.

2.1.1. Contamination des eaux

Les figures 4 et 5 représentent respectivement la contamination par E. Coli et par les Streptocoques fécaux. Pour les

eaux nous avons choisi deux classes de contamination en nous basant sur les normes de salubrité pour E. Coli fixées dans les zones conchylicoles, à savoir :

Acceptable	de 1 à 60	E. Coli/100 ml
Suspect	de 61 à 120	"
Défavorable	+ de 120	"

Ces deux classes sont de - de 60 et + de 60 E. Coli/100 ml.

L'examen de la figure 4 montre que la pollution bactérienne en E. Coli du Golfe de Fos est importante car nous avons un pourcentage de résultats défavorables assez important voisin de 30%, pour toutes les stations étudiées, en surface. En profondeur, deux stations (9 et 13) apparaissent plus contaminées.

Si nous comparons avec les résultats de 1972 on peut dire qu'en ce qui concerne E. Coli la pollution est plus forte en 1977/78, ce qui peut s'expliquer par le fait d'avoir travaillé en période hivernale, où des salinités plus faibles avec des minima très bas ont été enregistrées.

Les résultats obtenus avec les Streptocoques fécaux (fig. 5) sont de tendance inverse : la pollution est plus forte en 1972. Il semblerait que les Streptocoques, germes très résistants à l'eau de mer, le soient bien plus en période estivale. Il sera intéressant pour la suite de l'étude de voir leur évolution, afin d'avoir une réponse plus précise.

D'un point de vue global, ce qui ne semble pas avoir changé, c'est la répartition géographique de la pollution dans le golfe. La contamination est concentrée dans le secteur Est aux stations 9, 13, 14 et à un degré moindre à la 15.

On sait que les sources de pollution (rapport ISTPM - 1972) sont nombreuses dans ce secteur et en particulier les rejets divers d'eaux usées de Port-de-Bouc, ce qui explique le taux de pollution élevé à la station 9. Les stations 13, 14 et 15 étant influencées, comme le démontrent les salinités, par les eaux douces véhiculées par le canal de Caronte.

2.1.2. Contamination des coquillages

Après avoir obtenu une certaine connaissance de la pollution des eaux dans le 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 cette 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, des quantités importantes d'eau de mer. Les bactéries du milieu sont adsorbées et concentrées dans le tube digestif du mollusque où elles peuvent survivre. Il est admis généralement que le facteur de concentration des germes par les coquillages est voisin de 10.

Comme pour les eaux, nous avons choisi aussi des classes de contamination en nous basant sur les taux et normes de salubrité pour E. Coli fixées dans les zones conchylicoles : pour 100 ml de chair.

Satisfaisant	0
Acceptable	1 à 300
Suspect	301 à 1000
Très suspect	10001 - 3000
Défavorable	> 3000

Les classes que nous avons représentées (figures 6 et 7) sont : - de 300, de 301 à 3000 et + de 3000. Ces classes nous donneront une bonne idée de la salubrité du Golfe de Fos.

Avant d'interpréter les résultats, il faut encore préciser que tous les échantillons de moules prélevées l'ont été à un niveau proche de la surface(n'excédant pas - 1 m)sur des quais, rochers ou balises, sauf dans l'anse de Carteau (station A) où le prélèvement est effectué par 2 à 4 mètres de fond.

Les résultats obtenus expliquent les pollutions observées dans les eaux en surface dans le secteur Est. En effet, c'est dans le port de la Lèque (station H) que nous avons la fréquence de pollution la plus forte (figure 6) pour E. coli.

L'anse de Carteau par contre apparaît totalement salubre ce qui démontre bien que les sources de pollution sont essentiellement localisées de l'autre côté du Golfe de Fos.

La comparaison avec les résultats de 1972 semble indiquer une baisse de la pollution fécale dans tous les secteurs, ce qui est en contradiction avec ce que nous avons obtenu avec les eaux. Ceci peut être expliqué par le fait que la relation qui existe entre la contamination des eaux et celle des coquillages est très variable et longue à s'établir, à cause d'un décalage qui peut être important entre leurs contaminations successives ; les prélèvements étant faits le même jour.

Toutefois, considérant les résultats des coquillages comme plus probants et représentatifs, on peut raisonnablement penser 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.

Les taux de contamination par les Streptocoques fécaux restent quand même élevés à cause de leur grande résistance même à l'intérieur des coquillages.

2.2. Les phénols

Le tableau 4 présente les valeurs des composés phénoliques en µg/l trouvées dans les échantillons d'eau.

Ces valeurs sont très faibles et souvent nulles. Elles sont variables selon les jours et le lieu de prélèvement, d'où la difficulté d'en tirer des conclusions valables.

La pollution par les phénols, ayant pour origine les produits pétroliers notamment, est donc négligeable.

2.3. Le mercure

Le mercure est un des métaux lourds les plus toxiques avec le cadmium, d'où son importance lorsqu'on connaît en plus sa large utilisation dans plusieurs secteurs industriels : appareillage électrique, instruments de contrôle, fabrication de peinture, électrolyse de la saumure, produits phyto-sanitaires.

L'importance du mercure comme polluant est liée à sa biodégrabilité très lente et à son accumulation dans les tissus animaux, ce qui le rend dangereux à l'échelon final de la chaîne alimentaire.

Les mollusques sont des organismes présentant des facteurs de concentration particulièrement élevés du fait de leur grande capacité de filtration. C'est pourquoi ils sont très intéressants pour déterminer le niveau de pollution du mercure, comme pour les autres pollutions. De plus ils sont sédentaires et leur récolte est facile.

Le Golfe de Fos est avec la rade de Toulon un des secteurs où la contamination des moules par le mercure est une des plus élevées de la côte méditerranéenne (THIBAUD, 1973).

Les teneurs obtenues au cours de cette étude montrent une contamination sensible en G, H et I (tableau 6) mais qui est tout de même inférieure au taux limite qui est fixé à 0,5 mg/kg de chair égouttée. Pour les autres stations la contamination est très faible.

Il semblerait néanmoins que l'endroit le plus contaminé soit encore le port de Port-de-Bouc-Lavéra, influencé par les rejets industriels de l'étang de Berre.

Ici aussi on ne pourra conclure avec plus de précision que lorsque nous aurons plus de résultats, en particulier pour les autres métaux lourds.

En l'absence de poissons plats relativement sédentaires, des analyses ont été effectuées sur quelques espèces de poissons benthiques. Les teneurs obtenues sont faibles sauf pour deux espèces (capelans et cardines) (tableau 5) pour lesquelles les valeurs de 0,23 et 0,31 peuvent être considérées comme importantes, en égard à la taille très petite des individus récoltés.

CONCLUSION

La présente étude prévue avec des observations mensuelles pendant un an, n'est qu'à mi-parcours et il est par conséquent difficile d'apporter des conclusions définitives sur l'état actuel de la pollution dans le Golfe de Fos. De plus le nombre limité de paramètres étudiés ne nous permettra que de dégager certains caractères généraux.

En 1972, le but de l'étude était de déterminer le degré de pollution du Golfe de façon générale ("point zéro"), et pour cela beaucoup de points de prélèvements avaient été prévus (19 pour les eaux et 11 pour les moules). Il avait été établi alors que la pollution bien que généralisée se manifestait plus particulièrement dans le secteur Est où la concentration urbaine et industrielle est la plus importante, sans compter le débouché du Canal de Caronte, exutoire en mer de l'étang de Berre et de la Durance.

Cette année, compte-tenu de la connaissance acquise dans le domaine des pollutions marines en général, le nombre de prélèvements a été limité à 5 stations pour les eaux représentant la résultante des pollutions ponctuelles littorales particulièrement touchées par la pollution. Pour les moules 6 points de prélèvements ont été choisis.

Donc, avec ce nombre restreint d'observations il nous a surtout paru intéressant de comparer la situation actuelle, avec celle d'il y a 6 ans, ce qui est assez délicat vues les périodes d'observations de 1972 et de 1977/1978 trop courtes pour des études d'impact.

En ce qui concerne la pollution bactérienne les résultats obtenus avec les coquillages se révèlent particulièrement défavorables du point de vue sanitaire, sauf dans l'anse de Carteau qui semble plus à l'abri des courants de pollution urbaine. Nous notons tout de même une baisse générale de la contamination bactériologique des coquillages, qui devra être confirmée par la suite de l'étude. Pour les eaux la comparaison est difficile car les deux périodes d'étude sont radicalement différentes (été et hiver).

Pour les polluants industriels, les phénols restent toujours peu importants dans le Golfe, par contre avec le mercure on voit aux quelques résultats que nous avons, que les concentrations sont fort variables au même endroit et que celles-ci peuvent être inquiétantes pour certains prélèvements.

L'évolution de cette pollution mercurielle ne semble pas s'être améliorée en six ans, mais la prudence est de rigueur tant que nous n'aurons pas un nombre de résultats suffisant.

BIBLIOGRAPHIE

BOURY M. 1957 - Méthode de calcul pour les dénombrements bactériologiques. Application à la colimétrie des eaux et des coquillages. Note à l'attention des laboratoires ISTPM.

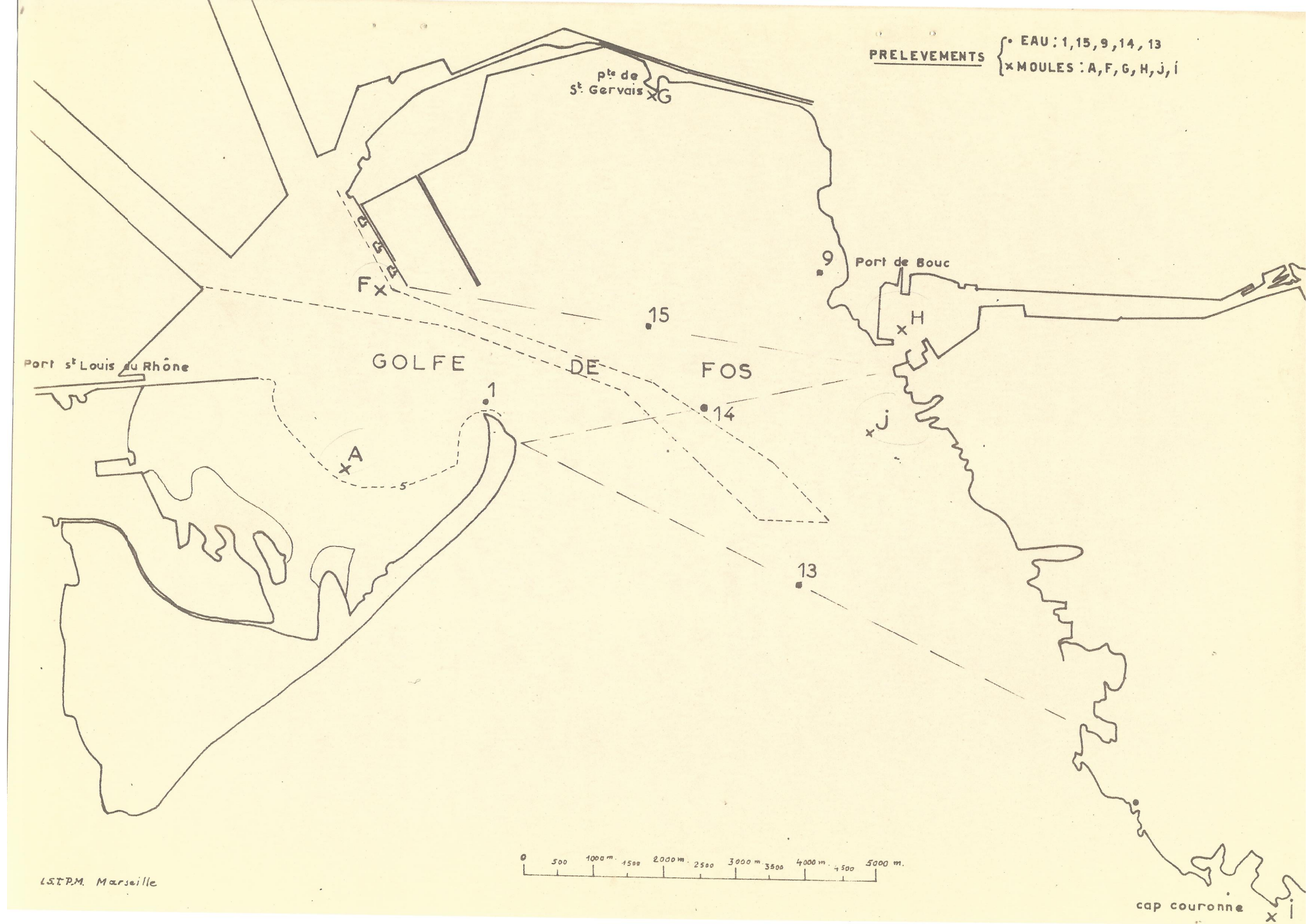
MICHEL P., 1972 - Mesure de la demande chimique en oxygène.(Rev. Trav. Inst. Pêches Marit, 36/3), 361-365.

Rapport ISTPM 1972 - Observations sur le degré de pollution des eaux dans le Golfe de Fos.

THIBAUD Y., 1971 - Teneur en mercure dans quelques poissons de consommation courante. Sc. et Pêche, Bull. Inst. Pêches Marit., 209, 1-10.

1973 - Teneurs en mercure dans les moules du littoral français. Sc. et Pêche, Bull. Inst. Pêches Marit., 221, 1-6.

UTHE J.F. et coll., 1970 - Y. Fish. Res. Bd Canada, 27, 805.


PRELEVEMENTS
• EAU : 1, 15, 9, 14, 13
× MOULES : A, F, G, H, J, I
pte de St. Gervais
G
F
9
Port de Bouc
H
15
Port st Louis du Rhône
GOLFE DE FOS
1
14
A
J
5
13
0 500 1000 m. 1500 2000 m. 2500 3000 m. 3500 4000 m. 4500 5000 m.
I
cap couronne
I.S.T.P.M. Marseille

S < F sauf O

surface fond

Stations \ Dates	9.XI.77	5.XII.77	24.I.78	9.II.78	5.IV.78	24.IV.78	Maxi.	Mini.	Moy.
1 S	17,4	10,7	12	9,5	12,8	12	17,4	9,5	12,40
F	18,4	11	12,4	12,5	12,8	13	18,4	11	13,35
9 S	17,4	11,4	10,5	11	13,2	12,5	17,4	10,5	12,67
F	18,6	12,4	11,5	12	12,8	12,7	18,6	11,5	13,33
13 S	18	10,8	12	10,5	13,3	12,5	18	10,5	12,85
F	18,5	12	12,8	12,5	12,8	12,8	18,5	12	13,57
14 S	17,2	10,6	12	10	13,3	12,5	17,2	10	12,60
F	18,7	13,1	12,6	12,5	12,7	12,8	18,7	12,5	13,73
15 S	17,4	10,6	12	10	13	12,3	17,4	10	12,55
F	18,6	11,8	13	11,2	12,8	13,6	18,6	11,2	13,50

Tableau 1 - Températures des eaux (°C).

Dates / Stations	9.XI.77	5.XII.77	9.II.78	5.IV.78	24.IV.78	Maxi.	Mini.	Moy.
1 S	26,6	35,3	34,2	31	24,9	35,3	24,9	30,4
F	36,4	35,9	37,5	36,8	34	37,5	34	36,1
9 S	26,3	33,2	34,3	29,6	22,5	34,3	22,5	29,2
F	35,8	36,9	37,3	37,4	34,7	37,4	34,7	36,4
13 S	28,8	33,1	33,4	32,8	22,5	33,4	22,5	30,1
F	34,8	37	37,4	37	35,7	37,4	34,8	36,4
14 S	23,7	33	30,1	27,6	24	33	23,7	27,7
F	37,1	37,1	37,5	37,1	29,7	37,5	29,7	35,7
15 S	27	33,4	30,1	27,9	29,7	33,4	27	29,6
F	37,1	36,8	37,3	36,8	32,9	37,3	32,9	36,2

Tableau 2 - Salinité des eaux g/kg (‰).

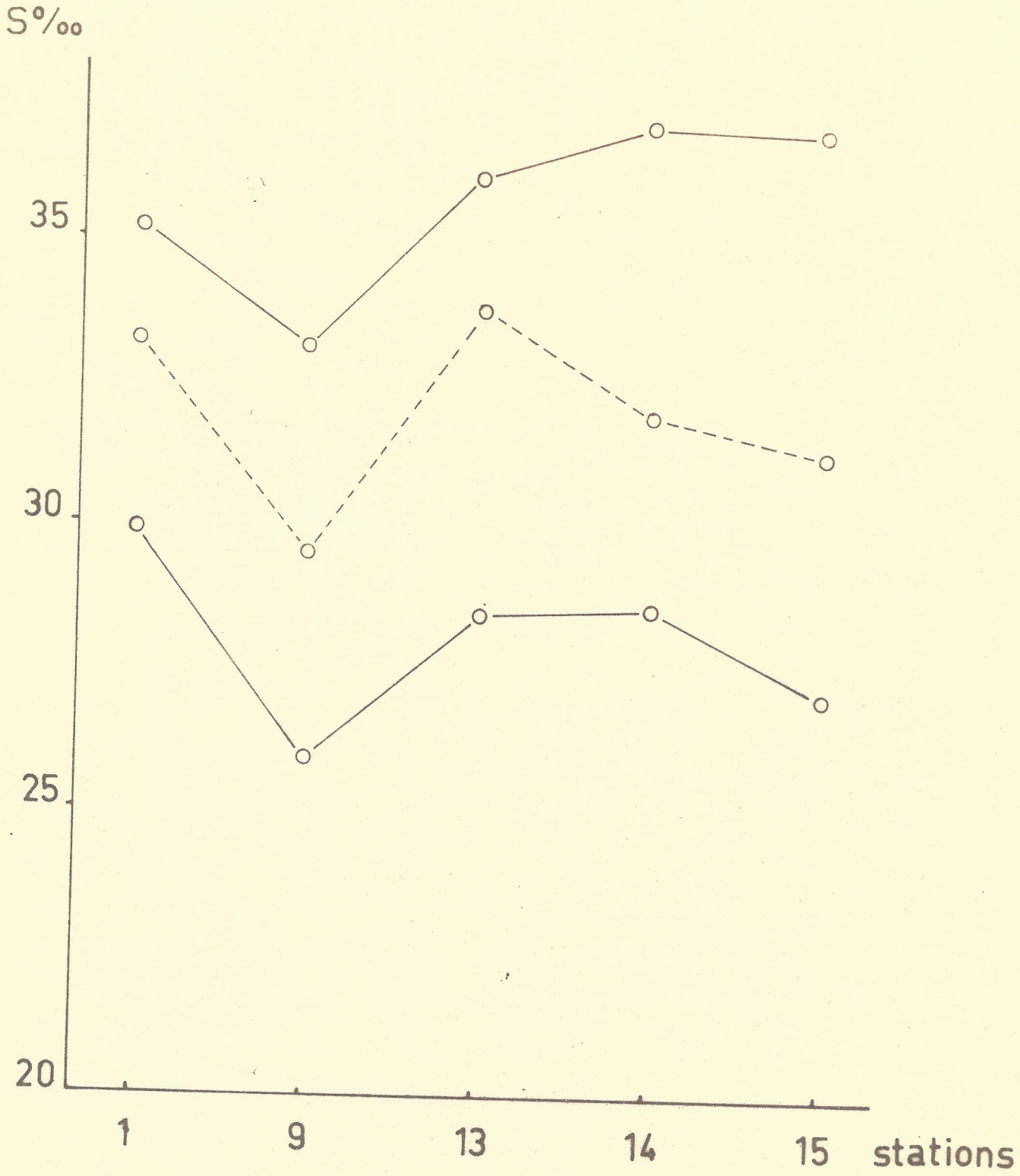


Fig. 1 - Salinité des eaux (exprimée en g/kg)
Surface (maxi. - Moy. - mini.)
- Période du 6.6.72 au 14.11.72



Fig. 2 - Salinité des eaux (exprimée en g/kg)
Surface (maxi. - moy. - mini.)
- Période du 8.11.77 au 24.4.78

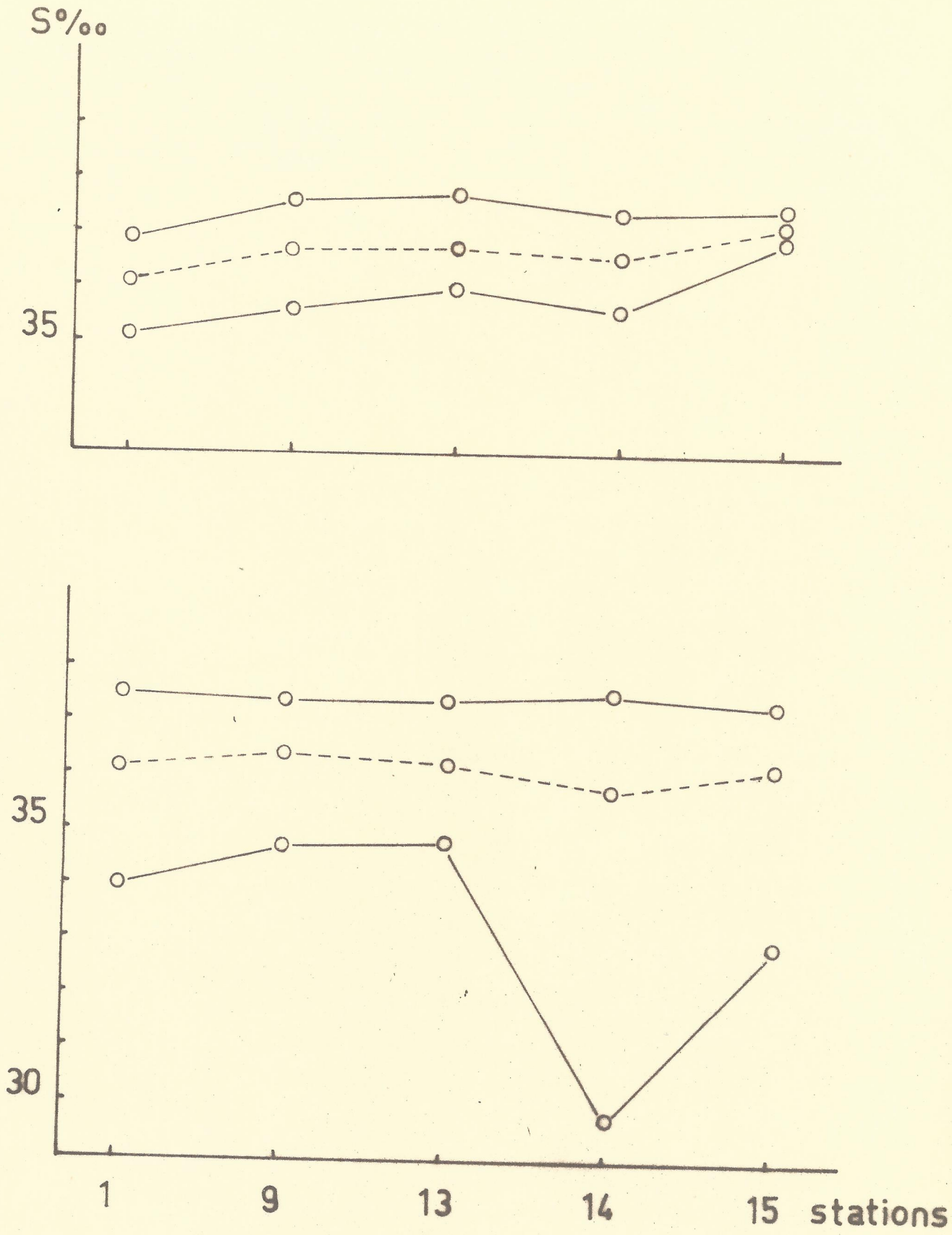


Fig. 3 - Salinité des eaux (exprimée en g/kg)

Fond (maxi. - moy. - mini.)

- (1) Période du 6.6.72 au 14.11.72
- (2) Période du 8.11.77 au 24.4.78

Dates / Stations	8.XI.77	5.XII.77	24.I.78	9.II.78	5.IV.78	24.IV.78	Maxi.	Mini.	Moy.
1 S	8	1	29	12	90	30	90	1	28,3
F	6	0	0	2	162	9	162	0	29,8
9 S	15	2	18	0	46	6	46	0	14,5
F	3	0	10	2	130	28	130	0	28,8
13 S	9	8	29	5	86	0	86	0	22,8
F	0	10	20	1	96	7	96	0	22,3
14 S	13	5	19	20	10	47	47	5	19
F	3	8	20	2	14	26	26	2	12,2
15 S	8	3	29	22	14	32	32	3	18
F	6	0	17	13	12	41	41	0	14,8

Tableau 3 - Mesures de la D.C.O. en mg d'02/l.

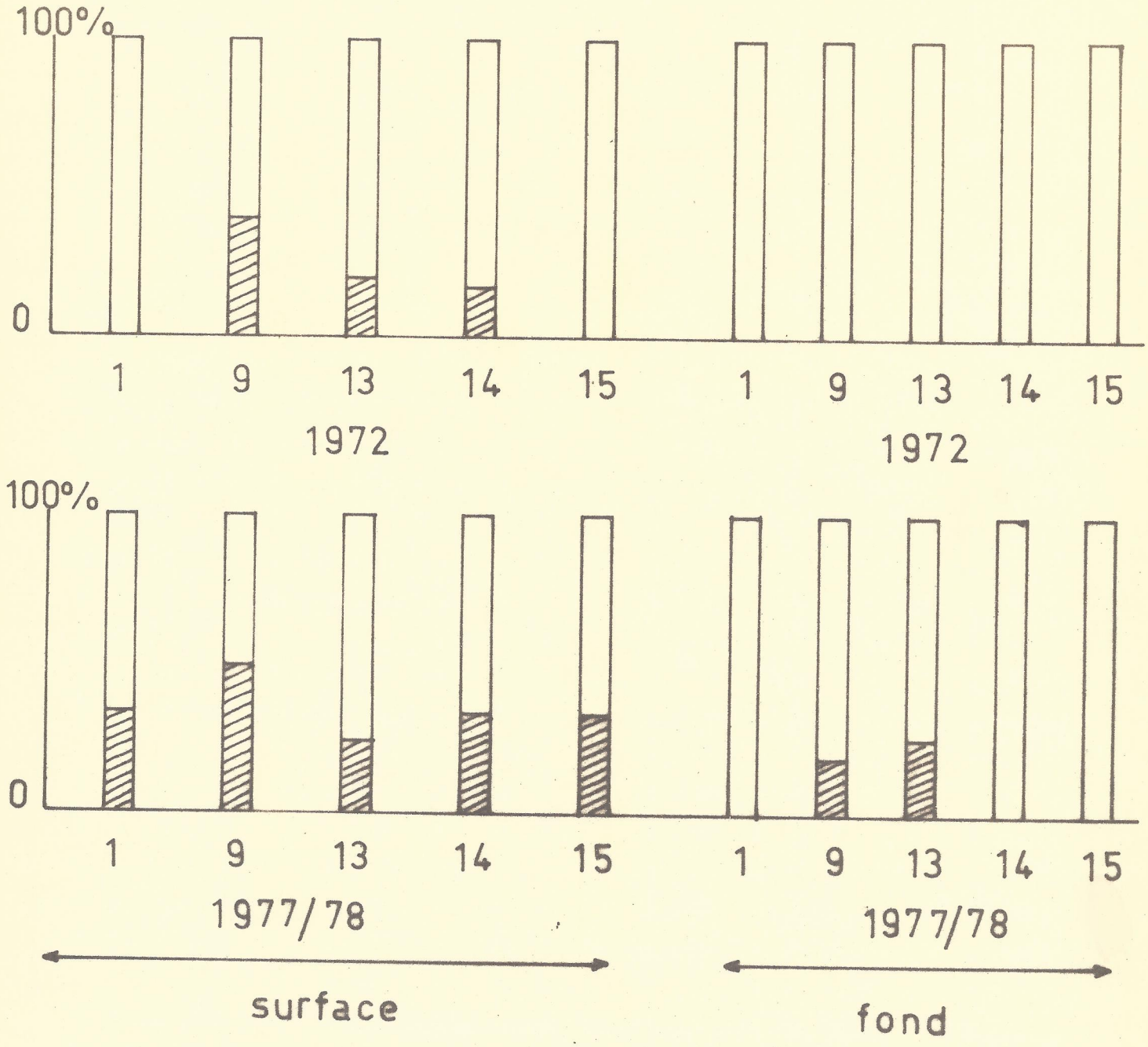


Fig. 4 - Fréquences relatives de la contamination des eaux par E.Coli exprimées en % par classe

□ : - de 60 E.Coli / 100 ml

▨ : + de 60 E.Coli / 100 ml

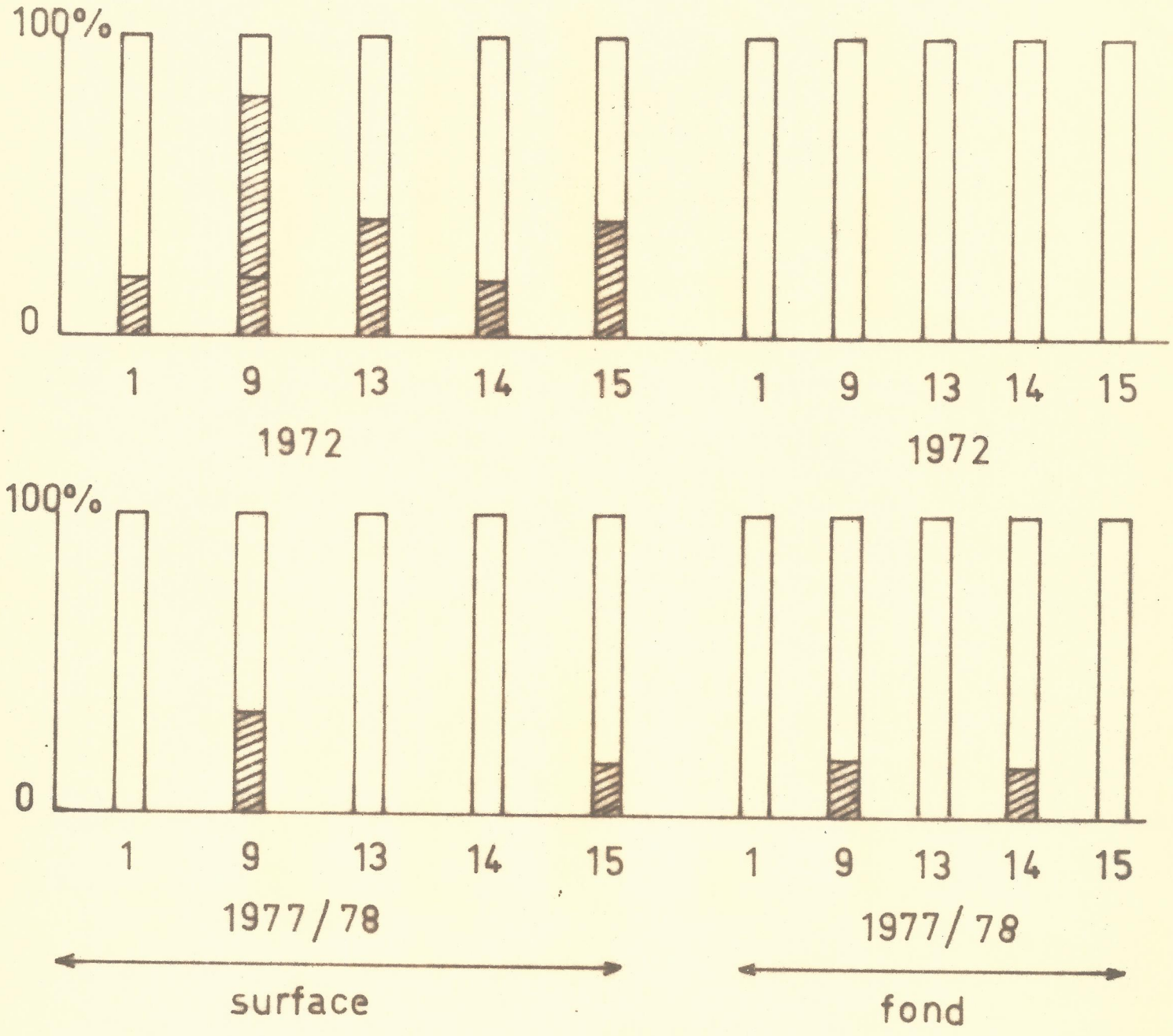


Fig. 5 - Fréquences relatives de la contamination des eaux par les Streptocoques fécaux en % par classe

□ : - de 60 Strep. féc. / 100 ml

▨ : + de 60 Strep. féc. / 100 ml

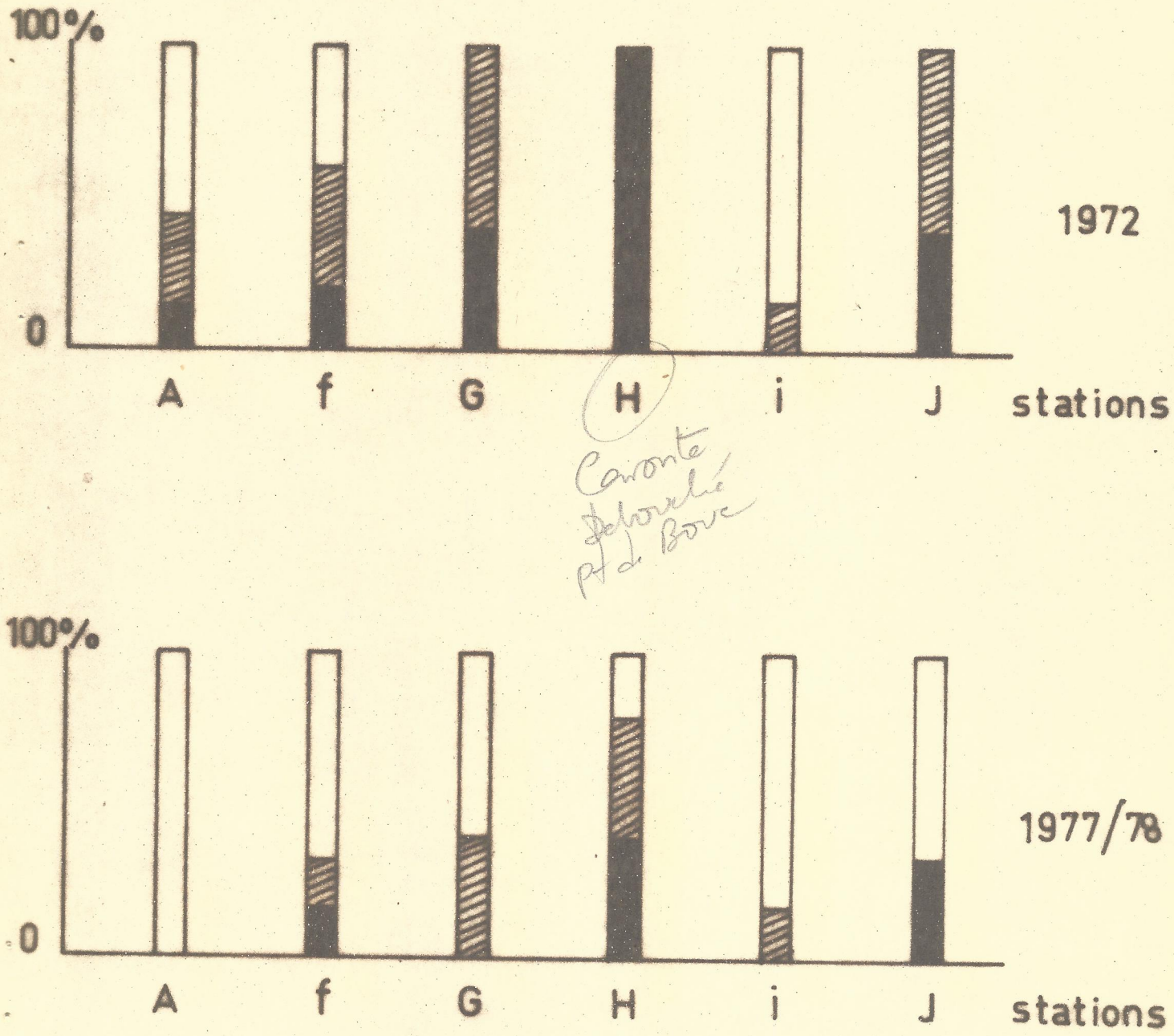


Fig. 6 - Fréquences relatives de la contamination des moules par E.Coli exprimées en % par classe

□ : - de 300 E.Coli / 100 ml

▨ : de 300 à 3000 E.Coli / 100 ml

■ : + de 3000 E.Coli / 100 ml

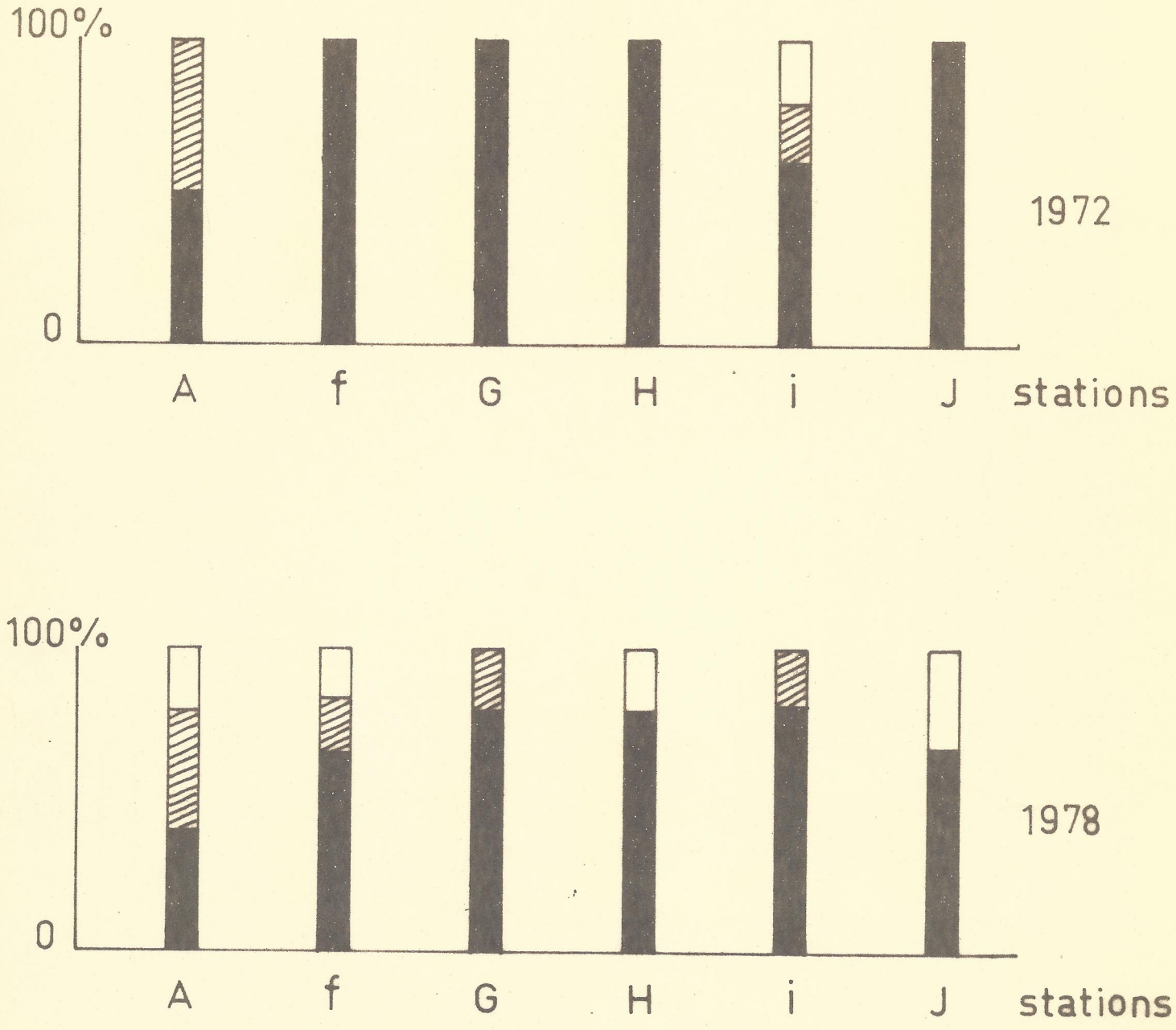


Fig. 7 - Fréquences relatives de la contamination des moules par les Streptocoques fécaux en % par classe

□ : - de 300 Strep. féc. / 100 ml

▨ : de 300 à 3000 Strep. féc. / 100 ml

■ : + de 3000 Strep. féc. / 100 ml

Stations \ Dates	8.XI.77	5.XII.77	24.I.78	9.II.78	5.IV.78	24.IV.78	Moyenne
1 S	0	2	0	1	0	1	0,7
1 F	2	3	0		0	3	1,6
9 S	0	2	0	6	0	4	2
9 F	7	1,5	0		0	1	1,9
13 S	3	2	0	5	0	5	2,5
13 F	6	3	0		0	3	2,4
14 S	2	1	0	4	0	2	1,5
14 F	3	5	0		0	6	2,8
15 S	0	2	0	9	0	3	2,3
15 F	0	0	0		0	3	0,6

Tableau 4 - Analyse des phénols dans l'eau. Valeurs exprimées en µg/l.

	Mercure en mg/kg	
	Chair lyophilisée	Chair égouttée
Picarelles	0,36	0,10
Capelans	0,94	0,23
Bogues	0,23	0,08
Encornets	0,19	0,05
Merlus	0,73	0,15
Cardines	1,45	0,31
Pageots	0,26	0,07
Chinchards	0,24	0,06
Rougets	0,43	0,10

Tableau 5 - Teneur en mercure de quelques espèces de poissons benthiques du Golfe de Fos.

Stations \ Dates	Mercure (mg/kg)					
	Chair lyophilisée			Chair égouttée		
	24.I.78	9.II.78	Moyenne	24.I.78	9.II.78	Moyenne
A	0,40	0,60	0,5	0,05	0,10	0,07
F	0,38	0,60	0,49	0,04	0,10	0,07
G	0,59	3,10	1,85	0,09	0,52	0,31
H		2,49	2,49		0,37	0,37
I	1,13	2,42	1,78	0,16	0,44	0,30
J		0,15	0,15		0,03	0,03

Tableau 6 - Teneur en mercure des moules du Golfe de Fos.