



# **ETUDE DE SURVEILLANCE ECOLOGIQUE SUR LE SITE DU BLAYAIS**

## **RAPPORT GENERAL**

**Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine  
Laboratoire Municipal de Bordeaux**

**Institut Universitaire de Biologie Marine  
d'Arcachon**

# S O M M A I R E

---

	<u>Pages</u>
<u>INTRODUCTION</u> .....	1
<u>CHAPITRE I : HYDROLOGIE</u> .....	2
I-1. <u>Matériel et méthodes de mesures utilisées</u> .....	3
1-1. Mesures in situ .....	3
1-2. Mesures en laboratoire .....	3
I-2. <u>Déroulement des campagnes</u> .....	5
2-1. Mission lourde .....	5
2-1.1. Organisation générale .....	5
2-1.2. Moyens à la mer .....	5
2-1.3. Déroulement des opérations .....	7
2-1.4. Bilan général .....	8
2-2. Missions légères .....	8
2-2.1. Organisation générale .....	8
2-2.2. Moyens à la mer .....	9
2-2.3. Déroulement des opérations .....	9
2-2.4. Bilan général .....	9
I-3. <u>Résultats</u> .....	10
3-1. Température .....	10
3-1.1. Variations dans le temps .....	10
3-1.2. Variations dans l'espace .....	11

	<u>Pages</u>
3-2. Salinités .....	14
3-2.1. Variations dans le temps .....	15
3-2.2. Variations dans l'espace .....	18
3-3. Vitesse de courant .....	21
3-4. Oxygène dissous .....	24
3-4.1. Variations dans le temps .....	24
3-4.2. Variations dans l'espace .....	26
3-5. Turbidités .....	28
3-5.1. Variations dans le temps .....	28
3-5.2. Variations dans l'espace .....	30
I-4. <u>Conclusion</u> .....	32
<u>CHAPITRE II : INDICATEURS DE POLLUTION</u> .....	34
II-1. <u>Récapitulatif des campagnes et analyses réalisées en 1978.</u>	35
II-2. <u>Discussion sur les résultats d'analyses</u> .....	37
2-1. Méthodes d'analyses utilisées .....	38
2-2. Etude de la DBO <sub>5</sub> .....	38
2-2.1. Influence de la charge rejetée .....	40
2-2.2. Caractéristiques des fleuves et de l'estuaire.	41
2-3. Métaux lourds .....	45
2-3.1. Cadmium .....	45
2-3.2. Cuivre .....	46
2-4. Bactériologie .....	46
II-3. <u>Conclusion</u> .....	48

	<u>Pages</u>
<u>CHAPITRE III : ZOOPLANCTON</u> .....	49
III-1. <u>Introduction</u> .....	50
III-2. <u>Matériels et méthodes</u> .....	51
2-1. Opérations sur le terrain .....	51
2-1.1. Echantillonnage du zooplancton .....	51
2-1.2. Calendrier des prélèvements .....	52
2-2. Traitement des échantillons au laboratoire .....	52
2-2.1. Pré-traitement des échantillons .....	52
2-2.2. Comptages des organismes .....	52
2-2.3. Estimation de la biomasse .....	53
2-2.4. Présentation des résultats .....	54
III-3. <u>Distribution différentielle des peuplements</u> .....	54
3.1. Aspect systématique qualitatif .....	55
3.2. Aspect quantitatif .....	56
III-4. <u>Evolution dans le temps des principaux contingents au point E</u> .....	56
4-1. Variations des effectifs au point E .....	56
4-2. Variations des biomasses au point E .....	62
III-5. <u>Evolution des principaux paramètres démographiques de <i>Eurytemora hirundoïdes</i></u> .....	62
5-1. Production des oeufs .....	62
5-2. Structure des populations .....	63
III-6. <u>Evolution des populations de Copépodes au cours de la marée au point E</u> .....	63
III-7. <u>Conclusions</u> .....	66
<u>CONCLUSION GENERALE</u> .....	67

	<u>Pages</u>
	69
<u>BIBLIOGRAPHIE</u> .....	
<u>ANNEXES I</u> .....	71
<u>ANNEXES II</u> .....	101
<u>ANNEXES III</u> .....	124

## INTRODUCTION

---

## INTRODUCTION

Ce rapport présente les résultats obtenus en 1978 par trois équipes de recherche, dans le cadre du contrat CNEXO n° 78/1821/B, intitulé "Surveillance écologique du site du Blayais".

Les trois groupes de travail ont été les suivants :

- l'Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine -  
chapitre I : Hydrobiologie - Responsable : Monsieur MOYES, Professeur

Participants :       - POLI, J.M.  
                          - PUJOS, M.

- le Laboratoire Municipal de Bordeaux -  
chapitre II : Indicateurs de pollution - Responsable : Monsieur FAUGERES

Participants :       - CHAURIAL, B.  
                          - SALINERES, J.B.

- l'Institut Universitaire de Biologie Marine d'Arcachon -  
chapitre III : Zooplancton - Responsable : Monsieur LASSERRE

Participants :       - CASTEL, J.  
                          - COURTIES, C.

CHAPITRE I

-----

HYDROLOGIE



L'Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine devait, aux termes de la convention :

- organiser et réaliser les missions à la mer suivant le schéma défini dans l'annexe technique et comportant mesures de paramètres hydrologiques in situ et prélèvements hydrologiques et biologiques en liaison avec l'Institut de Biologie Marine d'Arcachon.

- fournir au Laboratoire Municipal de Bordeaux les échantillons destinés aux analyses chimiques et bactériologiques.

- regrouper les mesures in situ.

- effectuer les dosages d'oxygène dissous et les mesures de turbidité sur les échantillons prélevés.

## I-1. MATERIEL ET METHODES DE MESURES UTILISEES

### 1-1. MESURES IN SITU.

#### 1-1.1. Types de mesures. Prélèvements.

Ont été mesurés les paramètres suivants :

- vitesse du courant,
- salinité,
- température,
- prises d'eau,
- prises de plancton.

#### 1-1.2. Matériel utilisé.

- Courantomètre Toho Dentan directionnel  
Neyrpic
- pont de mesures de température et de conductivité Cambridge MC5
- bouteille à prélèvement horizontal
- filet à plancton Nansen avec collecteur type bouteille  
de Cachan.

#### 1-1.3 Précision des résultats.

Le pont de mesures Cambridge donne, autant pour les valeurs de la température que pour celles de la salinité, des résultats concordants et stables. La précision des mesures de température est de 1° ; celle des mesures de salinité de 0,05 ‰.

Les informations fournies par les 2 types de courantomètres sont comparables. La précision sur la mesure du courantomètre Toho Dentan est de 2,5 cm/sec. ; celle du courantomètre Neyrpic est de 5 cm/sec. ; le temps d'intégration retenu a été de 100 sec.

### 1-2. MESURES EN LABORATOIRE.

Deux types de mesures ont été effectuées en laboratoire :

- teneur en matière en suspension totale (turbidité)
- teneur en oxygène dissous.

### 1-2.1. Teneur en matière en suspension totale

Elle a été déterminée par pesée après filtration d'un volume de 100 à 250 cm<sup>3</sup> d'eau (suivant turbidité) sur des filtres de 0,45 µ et séchage en étuve à 105°C.

### 1-2.2. Teneur en oxygène dissous.

Elle a été déterminée par la méthode de WINKLER : dosage par oxydo-réduction (à l'hydrate manganéux). L'addition des deux réactifs dans l'eau a été effectué à bord immédiatement après la prise d'échantillons ; le dosage proprement dit a été réalisé au laboratoire 24 heures après.

### 1-2.3. Précision des résultats obtenus.

Les résultats de ces deux méthodes ont été obtenus avec une précision de plus ou moins 1 mg/l pour la turbidité et plus ou moins 0,01 ml/l pour l'oxygène dissous.

Les opérations à la mer qui se sont déroulées en 1978 ont comporté :  
9 missions "légères" et 1 mission "lourde".

## 2-1. MISSION LOURDE.

La mission lourde annuelle a été effectuée dans la semaine du 05 au 10 Juin 1978.

### 2-1.1. Organisation générale.

Cette mission couvre huit stations où les mesures ont été effectuées pendant la quasi-totalité du cycle de la marée.

Les stations ont été réalisées simultanément :

- en 6 jours consécutifs sur l'Ebalia (stations A à F),
- en 2 jours consécutifs sur le Gardour (stations G et H).

(cf. figure I.1)

Stations	PK	Position de la station	Coordonnées géographiques		Date de la mission	Navire utilisé
			Nord	Ouest		
A	20	Garonne	45°00' 3/10	0°33' 8/10	10/06	Ebalia
B	-	Dordogne	45°02' 4/10	0°33' 8/10	09/06	Ebalia
C	35	Chenal de Blaye	45°06' 4/10	0°39' 3/10	08/06	Ebalia
D	42	Chenal de navigation et fle Vasard	45°10' 4/10	0°42' 7/10	07/06	Ebalia
E	52	Chenal médian	45°14' 8/10	0°43' 7/10	05/06	Ebalia
F	67	Près de la digue Valeyrac	45°26' 3/10	0°52' 5/10	06/06	Ebalia
G	78	Chenal de navigation	45°26' 8/10	0°53' 3/10	06/06	Gardour
H	89	En bordure du chenal de navigation	45°31' 0/10	0°59' 1/10	07/06	Gardour

### 2-1.2. Moyens à la mer.

#### 2-1.2.1. Embarcations.

- "Ebalia" armé par l'Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine.
- "Gardour" armé par le Port Autonome de Bordeaux.

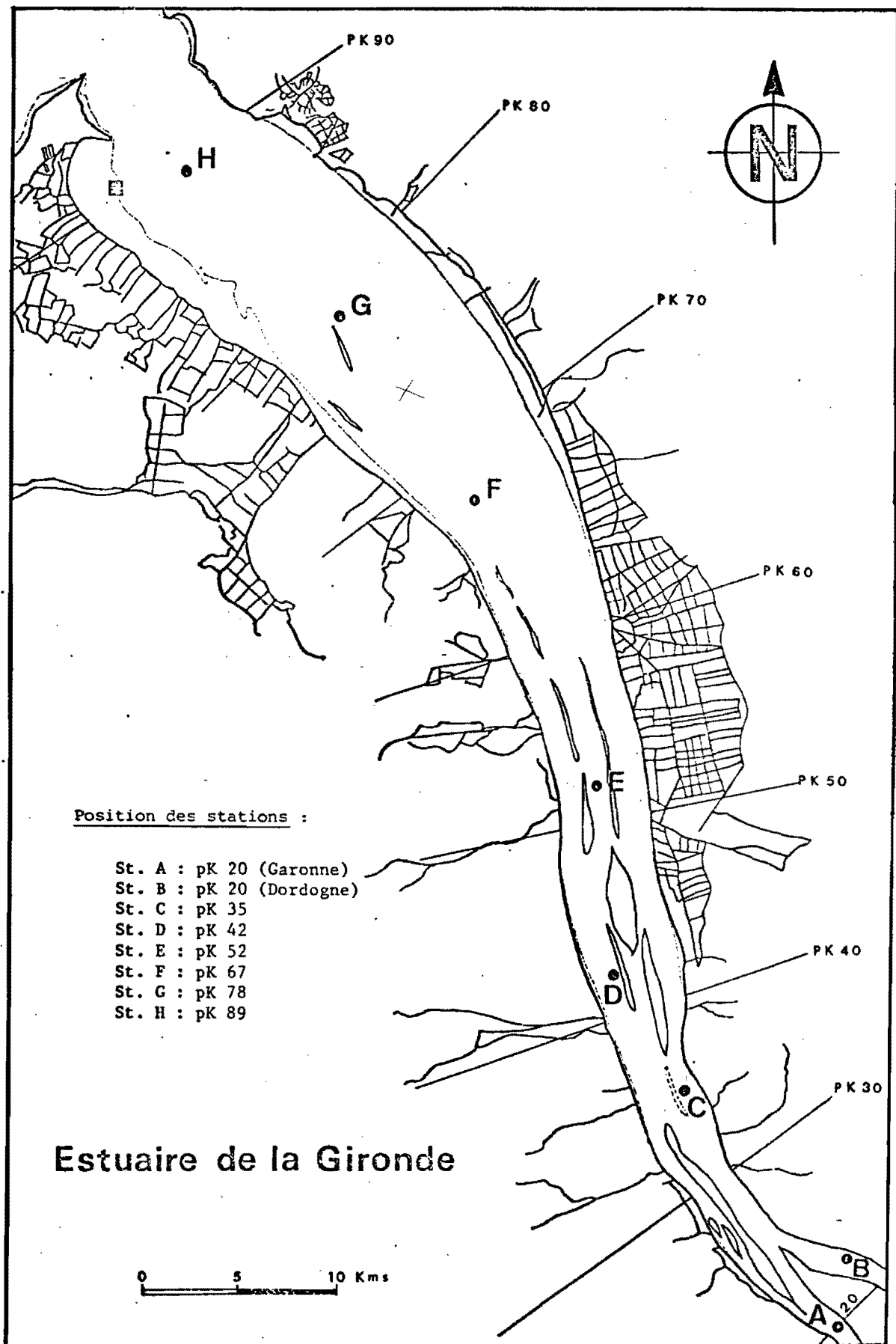


Fig. I-1 : Carte de l'estuaire de la Gironde avec emplacement des stations.

- Sur l'Ebalia -

- courantomètre directionnel Toho Dentan
- pont de mesure de température et de conductivité Cambridge
- bouteille à prélèvement horizontal
- filets à plancton
- glacière portative et carbo-glace
- bouteilles plastiques et flacons de verre.

- Sur le Gardour -

- pont de mesure de température et de conductivité Cambridge
- courantomètre Neyric
- bouteille à prélèvement horizontal
- filets à plancton
- glacière portative et carbo-glace
- bouteilles plastiques et flacons de verre.

Les deux navires étaient équipés de moyens de radio-localisation (Toran - Radar) qui ont permis une bonne approche des stations choisies.

2-1.3. Déroulement des opérations.

A chaque station fixe, les opérations suivantes ont été réalisées :

2.1.3.1. Hydrologie.

Toutes les deux heures, en surface et au fond (soit six séries de manipulations), ont été mesurées :

- la hauteur de la tranche d'eau
- la vitesse du courant
- la température
- la salinité

ont été prélevés :

- 350 cc (flacon de verre) : dosage de l'oxygène dissous
- 2 l (bouteille plastique) : turbidité.

2.1.3.2. Pollution.

Trois types de prélèvements ont été réalisés :

- à chaque station, toutes les deux heures, uniquement en surface :
  - . prélèvement de 1 l d'eau (bouteille plastique) pour étude de la Demande Biologique en Oxygène.

- à la station E, en surface, 3 prises d'eau par cycle de marée :
  - . 2 prélèvements pour l'étude bactériologique (flacon de verre de 1 l et 250 cc).
  - . 1 prélèvement de 1 l pour l'étude des métaux lourds.

### 2-1.3.3. Biologie.

Toutes les deux heures ont été effectuées des prises de plancton (en surface et au fond).

### 2.1.4. Bilan général.

#### Hydrologie.

- + mesures :
  - 48 mesures de profondeur
  - 96 mesures de température.
  - 96 mesures de salinité
  - 96 mesures du courant
- + prélèvements :
  - 96 prélèvements de 300 cc pour dosage de l'oxygène dissous
  - 96 prélèvements de 1 l pour mesure de turbidité
- + Pollution :
  - 48 prélèvements de 1 l pour la D.B.O.
  - 3 prélèvements de 1 l pour les métaux lourds
  - 3 prélèvements de 250 cc pour la bactériologie
  - 3 prélèvements de 1 l pour la bactériologie
- + Biologie :
  - 96 prélèvements de plancton.

## 2-2. MISSIONS LEGERES.

De Février à Novembre 1978, 9 missions "légères" ont été réalisées à la station E (cf. figure I.1.).

### 2-2.1. Organisation générale.

Ces missions ont eu lieu aux dates suivantes :

Date de la mission	07. II	09. V	20. VI	04. VII	18. VII	08. VIII	29. VIII	10. X	21. XI
Navire utilisé	Ebalia	Ebalia	Ebalia	Chardon bleu	Ebalia	Chardon bleu	Chardon bleu	Ebalia	Ebalia

## 2-2.2. Moyens à la mer.

### 2-2.2.1. Embarcations.

- "Ebalia" armé par l'I. G. B. A.
- "Chardon bleu" armé par M. GOUZIL, Patron pêcheur du Verdon.

### 2.2.2.2. Matériel embarqué.

Le matériel embarqué sur l' Ebalia et le Chardon bleu est le même que celui cité précédemment pour la mission "lourde".

## 2-2.3. Déroulement des opérations.

Mêmes modalités que pour la mission "lourde".

## 2.2.4. Bilan général.

### Hydrologie.

- |                         |                                                             |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------|
| + <u>mesures</u> :      | 56 mesures de profondeur                                    |
|                         | 112 mesures de température                                  |
|                         | 112 mesures de salinité                                     |
|                         | 112 mesures du courant                                      |
| + <u>prélèvements</u> : | 112 prélèvements de 300 cc pour dosage de l'oxygène dissous |
|                         | 112 prélèvements de 1l pour mesure de la turbidité          |
| + <u>Pollution</u> :    | 106 prélèvements de 1 l pour la D. B. O.                    |
|                         | 24 prélèvements de 1 l pour les métaux lourds               |
|                         | 24 prélèvements de 250 cc pour la bactériologie             |
|                         | 24 prélèvements de 1 l pour la bactériologie                |
| + <u>Biologie</u> :     | 112 prélèvements de plancton.                               |



Les variations de la température, de la salinité, de la vitesse du courant, de l'oxygène dissous et de la turbidité ont été analysées :

- dans le temps grâce aux missions "légères" réalisées à la station E,
- dans l'espace grâce à la mission "lourde" dont les stations sont disposées régulièrement tout au long de l'estuaire.

Les variations des différents paramètres dans le temps d'une marée ou dans la tranche d'eau (station E), complètent les résultats précédemment acquis dans la région.

### 3-1. TEMPERATURE:

Dans un estuaire se mélangent des eaux de température le plus souvent différentes, les unes d'origine fluviale, les autres d'origine marine.

En fonction du degré de mélange de ces eaux (dépendant en un point donné de l'estuaire : de sa situation par rapport à l'embouchure, du débit fluvial, du coefficient de marée) leur température sera différente et, soumise aux influences générales suivantes :

- en été, le continent étant plus chaud que l'océan, les eaux fluviales seront plus chaudes que les eaux marines.

- en hiver, le phénomène inverse se produit : le continent étant plus froid que l'océan, les eaux fluviales seront plus froides que les eaux marines.

En fait, la variation de température en Gironde dépend davantage de la saison et du débit fluvial que de la variation journalière de la température ambiante.

#### 3-1.1. Variations dans le temps.

##### 3.1.1.1. Au cours de la marée.

Les variations observées sont en général faibles. L'écart le plus grand a été enregistré en Août (inférieur à 2°C).

A un même niveau de mesure (surface ou fond), les variations de températures observées sont en général inférieures à 1°C (maximum observé : 1,2° C en surface et en Août).

La variation diurne de la température (eaux plus froides durant la nuit et début de la matinée et plus chaudes au début de l'après midi) est :

- particulièrement sensible pour les eaux de surface (qui se réchauffent et se refroidissent plus vite),
- variable suivant la saison.

Elle masque l'influence thermique de la marée.

### 3-1.1.2. Variations annuelles (fig. I-2)

Les variations de température observées à la station E sont importantes :

- les plus basses températures ont été enregistrées lors de la mission de Février (7, 2°C pour la surface et le fond), ce qui représente également la température moyenne de la tranche d'eau.
- les plus hautes températures ont été mesurées à la mi-Juillet (21, 8°C) pour le fond, et fin Août (22°C) pour la surface.

L'amplitude thermique maximale est de 13, 8° C.

L'étude de la température moyenne de la tranche d'eau représente une approximation qui semble suffisante du fait des faibles variations observées entre les valeurs de surface et de fond. Nous constatons qu'à partir de Février (7, 2°C) s'installe une longue période de lent réchauffement jusqu'en Mai-Juin (12, 4° C et 13, 5°C), puis apparaît un réchauffement rapide jusqu'au maximum d'Août (20, 9°C) auquel succède une courte période de brutal refroidissement particulièrement sensible en Octobre (16, 6° C) et Novembre (11, 2° C).

### 3-1.2. Variations dans l'espace.

#### 3-1.2.1. Variations longitudinales (fig. I-3)

Durant le mois de Juin, la température est élevée dans toute la partie amont de l'estuaire et décroît à partir de la station F vers l'aval ; l'écart thermique moyen observé sur toute la tranche d'eau, entre les PK 57 et 78, est importante : 2, 1°C.

Remarquons la température particulièrement élevée des eaux de la Dordogne (station B).

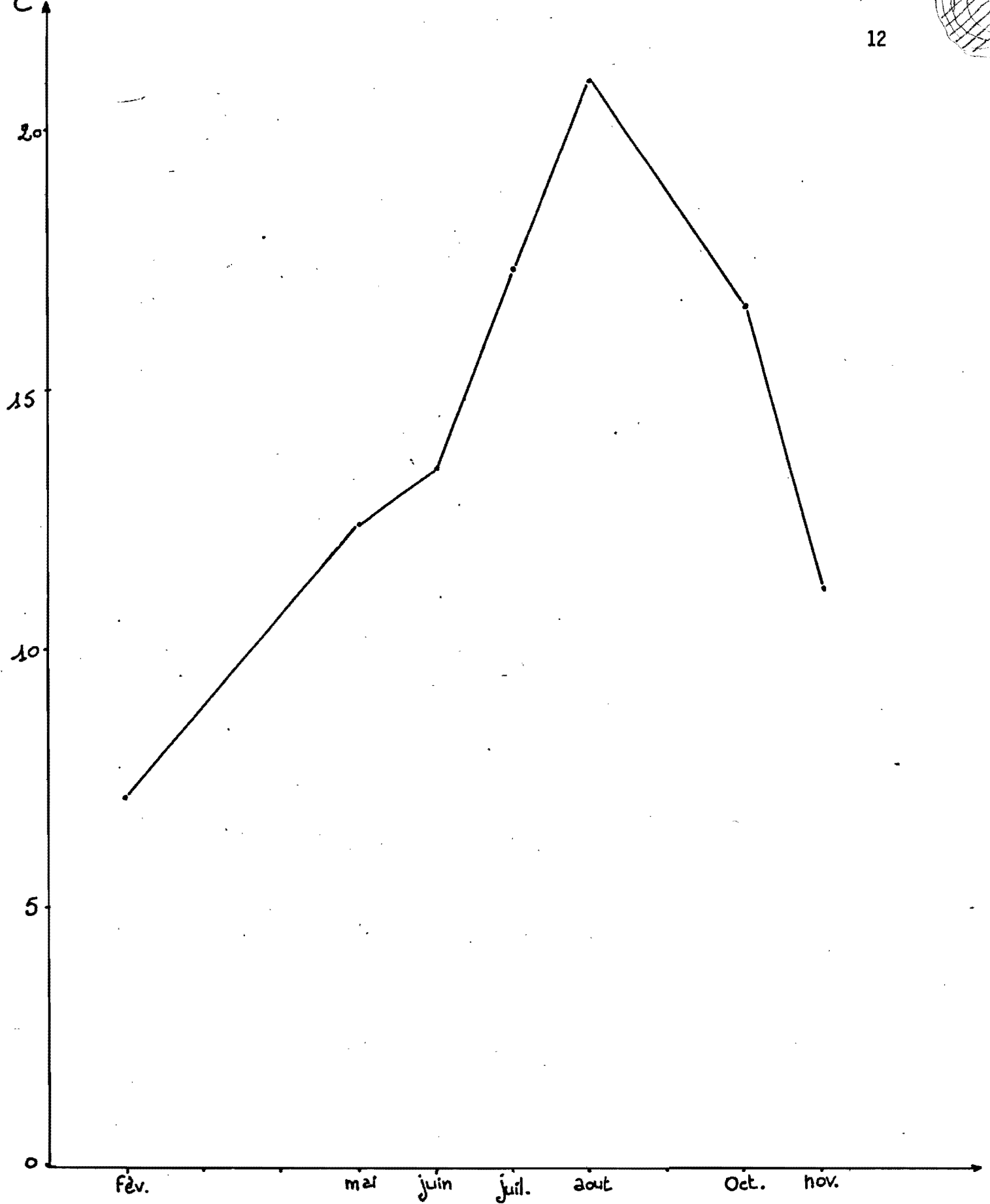


Fig. I-2 : Variations annuelles des températures  
(températures moyennes en surface et au fond de Février à Novembre 1978  
station E - PK 52).

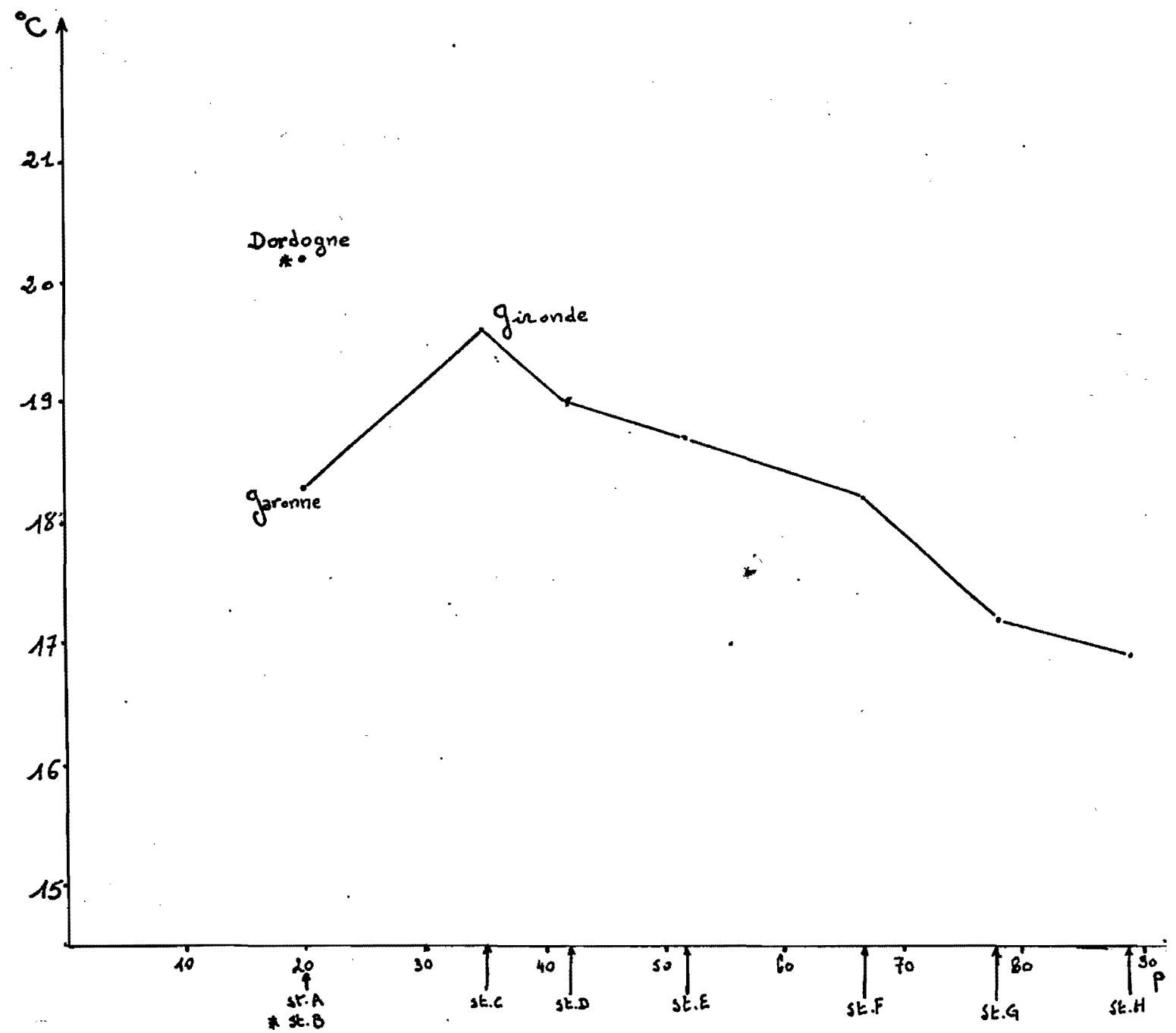


Fig. I-3.: Variations longitudinales des températures  
(semaine du 05 au 10 Juin 1978).

Ainsi, les températures de surface et de fond diminuent de l'amont vers l'aval.

Le fort réchauffement des eaux fluviales paraît lié aux conditions climatiques continentales ambiantes; plus en aval, la température des eaux estuariennes est influencée par les eaux marines qui jouent un rôle de régulateur thermique.

### 3-1.2.2. Variations verticales.

Alors que normalement des variations sensibles de température devraient exister entre les points extrêmes de la tranche d'eau, les différences de températures entre les eaux de surface et celles situées près du fond sont restées faibles (de l'ordre de 0,2°C). Une exception cependant pour la station E (mission "légère" du 29 Août) où des écarts de 1° ont été observés 3 heures après la pleine mer; deux heures auparavant, pour une hauteur d'eau sensiblement égale (de l'ordre de 7 m), la différence de température entre le fond et la surface n'était que de 0,2°C.

Lors de la mission "lourde" de Juin, l'écart de température a été de 0,2 à 0,4°C, sauf pour les stations G et H où la plus grande hauteur d'eau permet une meilleure stratification des eaux donc une meilleure différenciation des températures (station G  $\Delta t = 0,9^\circ$ ; station H  $\Delta t = 0,7^\circ$ ).

## 3-2. SALINITE.

D'après ALLEN (1972) : "Le volume et la répartition des masses d'eaux salées introduites par la marée dans l'estuaire sont des éléments fondamentaux de l'hydraulique estuarienne car c'est en grande partie cette intrusion saline qui, par les courants de densité qu'elle engendre, conditionne la diversification des circulations résiduelles. Celles-ci à leur tour agissent sur la répartition et l'intensité des processus sédimentaires."

Les paramètres fondamentaux régissant l'intrusion saline sont le rapport : débit fluvial/volume oscillant et la morphologie.

A court terme, la salinité en un point donné varie en fonction de trois facteurs liés aux marées et aux débits fluviaux :

- la marée semi-diurne.
- le cycle des coefficients de marée.
- les cycles saisonniers des débits fluviaux.

La géométrie de l'intrusion saline s'organise selon trois gradients orthogonaux :

a) Le gradient longitudinal qui matérialise l'étendue de l'intrusion saline, d'aval en amont. En étiage, celle-ci peut s'étendre jusqu'en amont du Bec d'Ambès, tandis qu'en période de crue, elle est refoulée en aval de Trompeloup, plus de 30 km en aval.

b) Le gradient vertical qui reflète les mélanges verticaux, entre les eaux douces fluviales et salées marines. Le débit fluvial favorise lors des crues les forts gradients verticaux.

c) Le gradient transversal qui traduit la plus forte dessalure des eaux de la rive droite par rapport à celles de la rive gauche. Ce phénomène se manifeste aussi bien en crue qu'en étiage. Ce gradient matérialise la diffusion et les écoulements latéraux des eaux plus douces vers la rive droite, et l'intrusion des eaux plus salées par la rive gauche.

### 3-2.1. Variations dans le temps.

#### 3-2.1.1. Au cours de la marée (fig. I-4).

Les variations de salinité suivent le jeu des marées : maximum à l'étale de flot et minimum à l'étale de jusant.

Les variations ayant souvent une très grande amplitude au cours de la marée, nous suivons les variations de salinité sur un certain temps (station E) plutôt que de considérer la seule valeur absolue de la salinité à un moment donné.

Les plus fortes valeurs de la salinité ont été mesurées de manière générale au voisinage de la pleine mer près du fond alors que les plus faibles l'ont été à l'étale de basse mer en surface (deux exceptions : Juin et Juillet, périodes pendant lesquelles les valeurs maximales ont été rencontrées en surface, au voisinage de l'étale de haute mer).

En 1978, les variations des écarts de salinité au cours de la marée dans l'année au point E ont été comprises entre 0 et 4,8 ‰.

Les faibles variations de salinité des mois de Février et Mai correspondent à la période des crues saisonnières (voir Annexe I-2.2. Débits fluviaux), et le fort gradient du mois de Novembre à un automne particulièrement sec.

#### 3-2.1.2. Variations annuelles (fig. I-5).

Les variations annuelles de salinité sont le reflet des variations saisonnières du volume d'eau douce introduit dans l'estuaire. Ce volume provoque

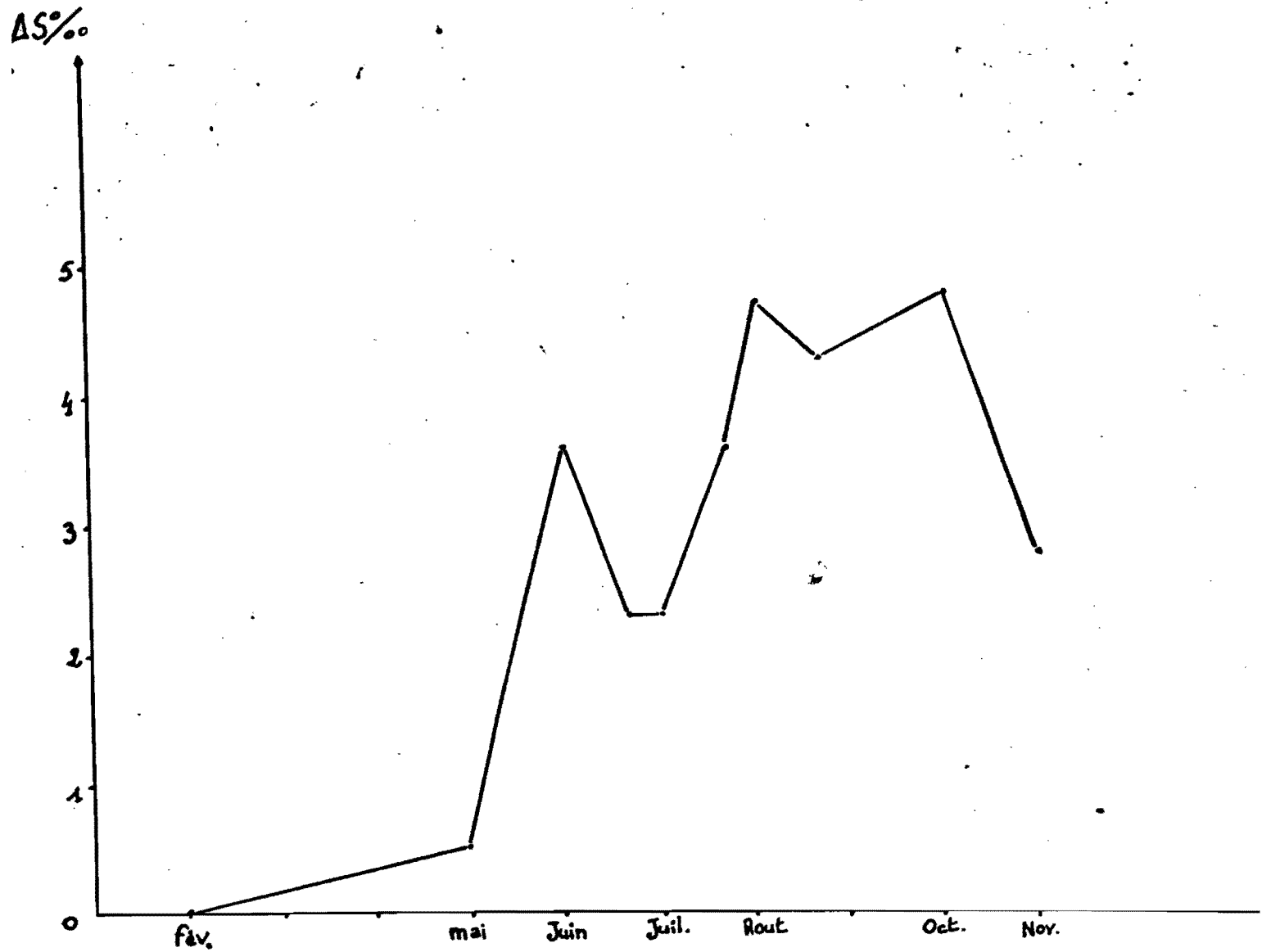


Fig. I-4.: Variations annuelles des écarts de salinité au cours de la marée.  
(Février à Novembre 1978 - station E - PK 52).

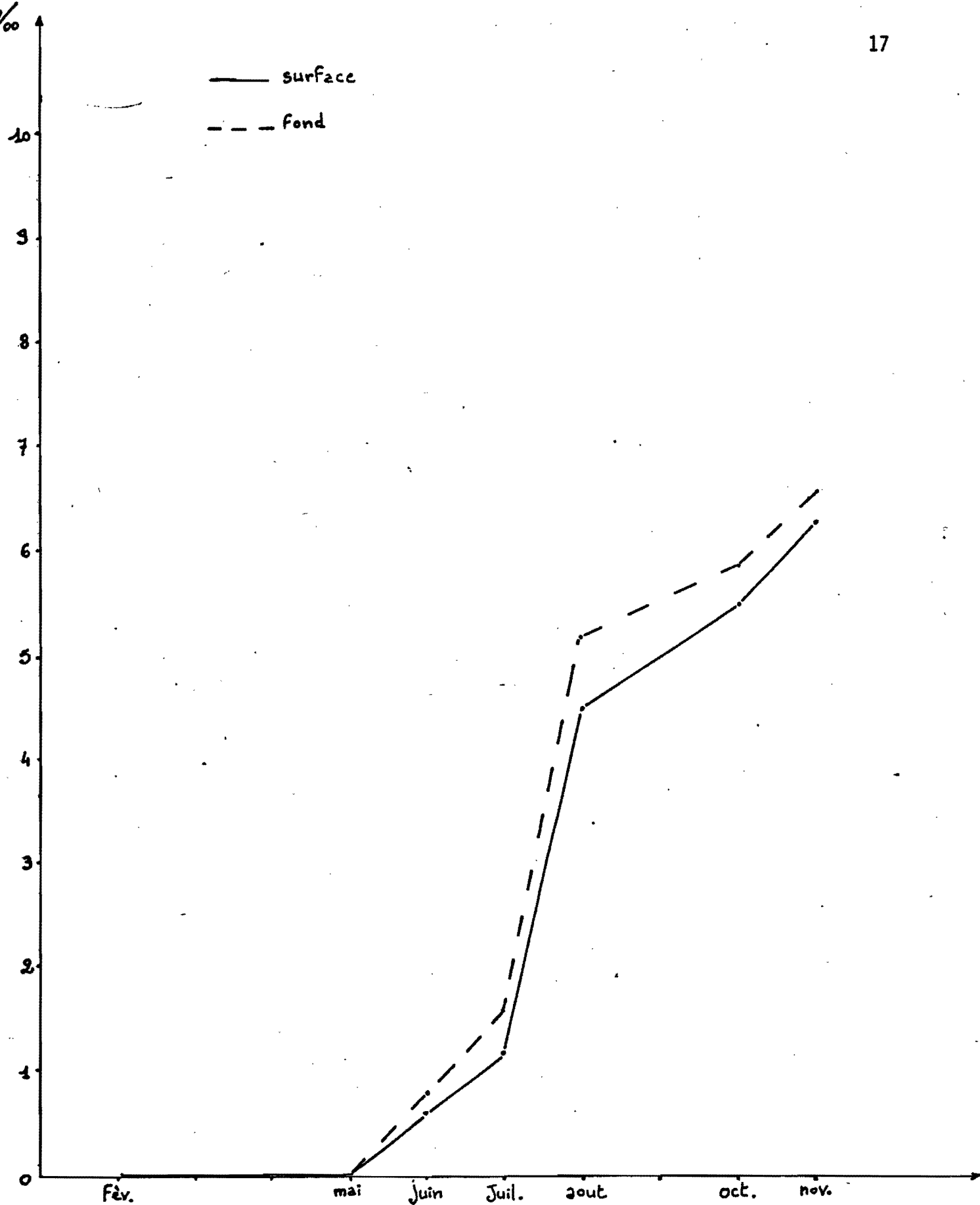


Fig. I-5a: Variations annuelles de salinité  
(de Février à Novembre 1978 - Station E - PK 52).



un changement général de salinité dans tout l'estuaire : la position du front de salinité (moyenne :  $0,5\text{‰}$ ) oscille entre Ambès (en étiage) et le PK 55 (crue importante).

Les salinités les plus basses ont été mesurées en Février et en Mai à l'époque des forts débits fluviaux ; les plus hautes en Octobre à l'époque des faibles débits.

### 3-2.2. Variations dans l'espace.

#### 3-2.2.1. Variations longitudinales (fig. I-6).

Elles se manifestent en relation avec :

- la marée semi-diurne qui entraîne une oscillation des différentes isohalines.
- les variations bimensuelles des coefficients de marée.

D'après ALLEN (1972) : "Les différences de salinité lors des marées de différents coefficients se font sentir surtout dans les valeurs maximales atteintes à l'étale de flot, et cette différence ne dépasse guère quelques unités de part pour mille . A l'étale du jusant, la salinité minimale est parfois plus élevée en mortes eaux qu'en vives eaux, car l'estuaire se "vide" moins au cours des marées de faibles coefficients".

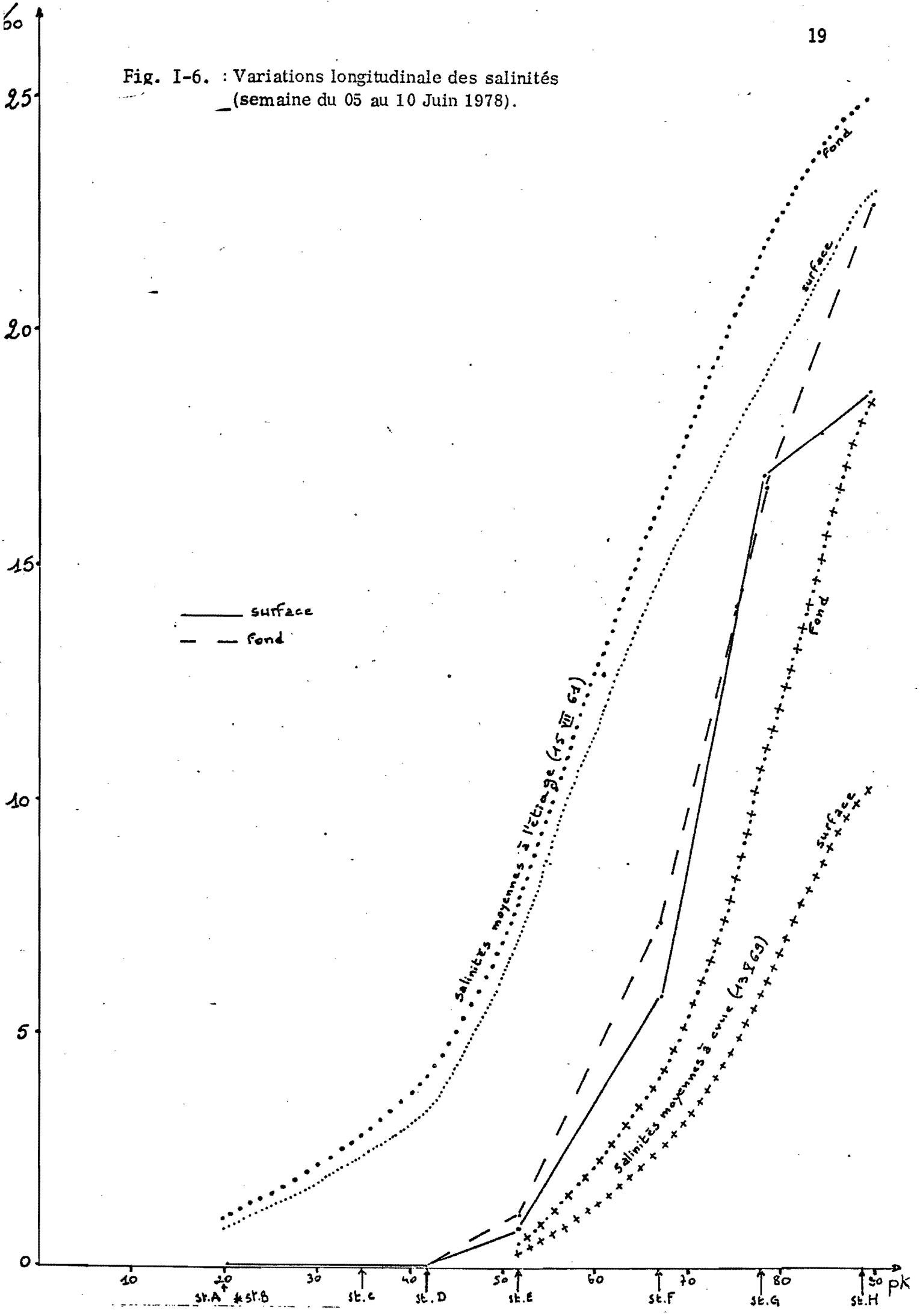
- les variations du débit fluvial au cours de l'année qui implique des variations corrélatives de la salinité.

En Juin, alors que le débit est voisin de  $700 \text{ m}^3/\text{sec.}$ , la limite amont de l'isohaline  $0,5\text{‰}$  se trouve aux environs du PK 42 (en surface et près du fond).

Vers l'aval, l'influence des eaux marines est progressive :

- + la limite supérieure de la zone oligohaline ( $5\text{‰}$ ) se trouve sensiblement au PK 60.
- + les salinités moyennes atteignent des valeurs élevées au PK 89, point H situé le plus en aval , ( $18,8\text{‰}$  en surface et  $22,6\text{‰}$  près du fond).

Fig. I-6. : Variations longitudinale des salinités  
(semaine du 05 au 10 Juin 1978).



### 3-2.2.2. Variations verticales.

Au cours de la marée, la variation verticale de salinité (due à une différence de densité des eaux) varie : d'après ALLEN, elle est maximum au jusant, peu avant l'étale de basse mer. Les variations verticales faibles en période d'étiage et augmentant lors des périodes de forts débits fluviaux, traduisent le degré de mélange des différentes masses d'eau d'origine fluviale et marine.

En 1978, les variations de salinité au point E, entre le fond et la surface, sont généralement faibles (inférieures ou égales à 1‰).

L'écart maximum entre la surface et le fond a été mesuré le 29 Août au jusant (2,6‰).

C'est au cours de la mission "lourde", en aval (stations F, G et H), que les plus fortes variations verticales de salinité ont été rencontrées.

Stations	S ‰ max.	Période de marée
A	0	pendant le cycle de marée
B	0	"
C	0	"
D	0	"
F	4,2	Début jusant
G	7,5	Début jusant
H	7,1	Début jusant

Ecart maximum de salinité entre la surface et le fond.

En Gironde, comme dans la plupart des estuaires, les marées jouent un rôle primordial, lequel se manifeste par deux mécanismes :

- des phénomènes de mélange et de diffusion des eaux marines et fluviales.
- l'action des courants de marées, parfois violents, engendrant d'importants mouvements de sédiments.

Les mesures de courants ayant été réalisées toutes les deux heures, il n'est pas du tout certain que les valeurs maximales aient été mesurées, de même que l'instant des renverses de courant.

De plus, les observations n'ont porté que sur 10 h 30 alors que le cycle de marée dans l'estuaire est de 12 h 25 mn.

Nous avons regroupé les vitesses maximales observées dans le tableau suivant :

VITESSES MAXIMALES DES COURANTS

Stations	Février	Mai	Juin	Juillet	Août	Octobre	Novembre
A	Surface		+ 1,10				
	Fond		+ 0,65				
B	Surface		+ 1,30				
	Fond		+ 1,00				
C	Surface		- 1,35				
	Fond		- 0,90				
D	Surface		- 1,00				
	Fond		+ 0,75				
E	Surface	+ 1,60	+ 1,45	+ 1,65	+ 1,50	- 1,40	+ 1,25
	Fond	+ 1,55	+ 1,35	- 1,30	+ 1,20	- 0,95	+ 0,90
F	Surface		- 1,80				
	Fond		- 1,30				
G	Surface		+ 2,07				
	Fond		+ 1,15				
H	Surface		- 2,02				
	Fond		- 0,85				

N.B. : Les résultats sont exprimés en mètre par seconde.  
Le signe + indique une mesure de courant de flot.  
Le signe - indique une mesure de courant de jusant.

Remarques :

-- pour l'année 1978 (station E), les maximum de vitesse ont été enregistrés pour la surface en Juin (1,65 m/sec. au cours du flot) et pour le fond en Février (1,55 m/sec. au cours du flot). Les vitesses semblent décroître aussi bien en surface qu'au fond, de Février à Novembre.

- pour le mois de Juin (d'amont en aval), les maximum de vitesse au fond oscillent entre 0,65 m/sec. (au flot, à la station A) et 1,30 m/sec. (au jusant des stations E et F).

En surface, ils augmentent d'amont en aval (1,10 m/sec. au flot, à la station A ; 2,02 m/sec. au jusant à la station H).

Ces informations bien que fragmentaires, rejoignent les connaissances générales sur la distribution des vitesses de courant dans l'estuaire, à savoir que les vitesses sont toujours plus élevées en surface qu'au fond.

Des vitesses supérieures à 2,5 m/sec. en surface et à 1,5 m/sec. près du fond ont été précédemment mesurées dans l'estuaire ; de telles valeurs n'ont pas été enregistrées en 1978.

En règle générale (ALLEN, 1972) : "Les vitesses maximales tant en surface qu'au fond sont atteintes au jusant 3 à 4 heures après l'étale de flot, et au flot, environ 2 heures après l'étale de jusant".

Bien que les mesures de courant n'aient pas été réalisées sur une marée, nous avons joint les vitesses résiduelles calculées à partir des courbes vitesse/temps.

Dates	Stations	PK	Coefficient de marée	Vitesse résiduelle de surface (cm/sec.)	Vitesse résiduelle de fond (cm/sec.)
07.II.78	E	52	97-102	- 18,1	- 11,2
09.V.78	E	52	85- 89	+ 5,9	+ 14,4
05.VI.78	E	52	79- 80	- 5,3	- 5,3
06.VI.78	F	67	80- 80	- 26,7	- 6,9
06.VI.78	G	78	80- 80	- 14,4	+ 9,6
07.VI.78	H	89	79- 78	- 21,3	+ 8,5
07.VI.78	D	42	79- 78	- 17,2	- 20,4
08.VI.78	C	35	77- 75	- 5,4	- 18,3
09.VI.78	B	"20"	72- 70	+ 37,6	+ 21,5
10.VI.78	A	Dordogne 20	67- 64	- 24,7	- 26,8
20.VI.78	E	52	91- 96	- 11,7	- 2,7
04.VII.78	E	52	70- 72	+ 5,9	- 3,2
18.VII.78	E	52	76- 82	+ 2,7	- 1,6
08.VIII.78	E	52	80- 78	- 6,4	0
29.VIII.78	E	52	43- 47	+ 1,1	+ 9,6
10.X.78	E	52	50-	+ 17,6	+ 13,3
21.XI.78	E	52	50- 46	+ 16,0	+ 12,3

N.B. : + vitesse résiduelle vers l'amont

- vitesse résiduelle vers l'aval.

### 3-4. OXYGENE DISSOUS.

La teneur en oxygène dissous de l'eau varie en fonction de divers facteurs parmi lesquels :

- la température et la salinité suivant la relation de MURRAY et al. (1969).
- les mécanismes de la photosynthèse aboutissant à une production d'oxygène par le phyto plancton.
- les mécanismes de respiration conduisant à une consommation d'oxygène par le plancton et une production de gaz carbonique.
- les mécanismes d'oxydation des déchets organiques et de certains composés minéraux entraînant une forte consommation en oxygène.
- l'agitation des eaux qui provoque surtout en surface un apport d'oxygène en amont.

La méthode de dosage par oxydo-réduction de WINKLER, constamment utilisée, donne des résultats fiables. Ceux-ci sont exprimés sous forme de taux de saturation, calculés d'après les tables de MURRAY et RILEY (1969) par interpolation entre les données les plus proches.

#### 3-4.1. Variations dans le temps.

##### 3.4.1.1. Au cours d'une marée.

Les variations observées à la station E au cours d'une marée sont en général faibles ( 1 ml/l au maximum) ; des exceptions apparaissent lors de la mission "lourde" de Juin avec un maximum de 3 ml/l pour les stations A et B.

##### 3.4.1.2. Variations saisonnières.

Celles-ci ont été reportées sur la figure I-7. et sont exprimés en pourcentage de saturation.

Durant la période de Février à Novembre 1978, il n'existe pas (à la station E) de forte sous saturation (taux toujours supérieur ou égal à environ 80 %).

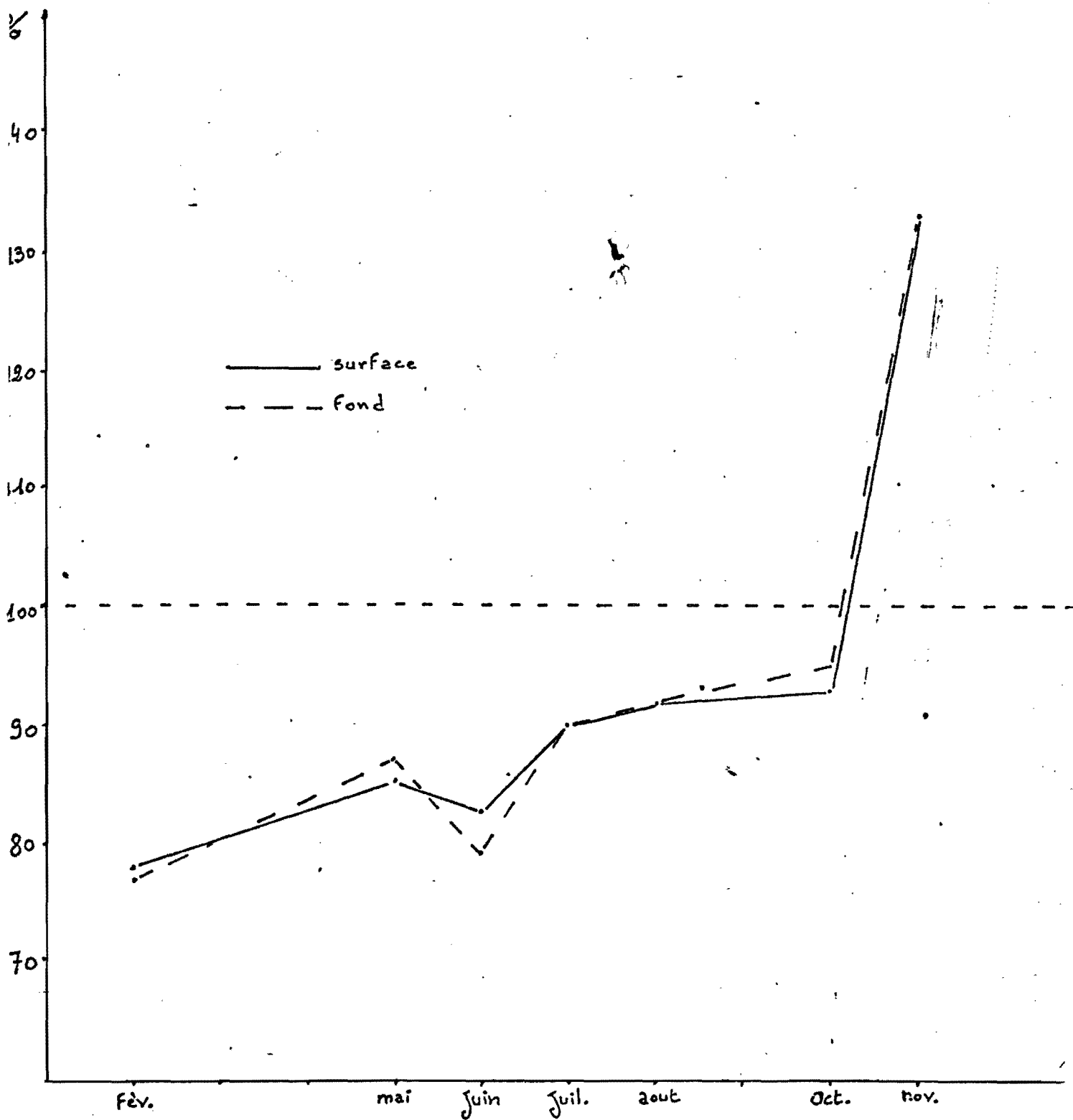


Fig. I-7. : Variations annuelles du taux de saturation d'oxygène dissous  
(Février à Novembre 1978 - Station E - PK 52)



Une croissance lente et régulière des valeurs se manifeste de Février à Octobre avec une chute en Juin, suivie d'une brusque sursaturation en Novembre (supérieur à 130 %).

Mis à part le mois de Juin, il n'est pas observé de chute du taux en été, mais au contraire une légère augmentation. Ceci est peut être du aux faibles températures enregistrées durant l'été 1978 : moyennes (sur toute la tranche d'eau) de 18°C et 20°C pour les missions de Juillet et 21°C en Août.

Autre caractéristique : la longue durée de la sous-saturation (9 mois en 1978).

### 3-4.2. Variations dans l'espace.

#### 3-4.2.1. Variations longitudinales (fig. I-8).

\* D'une manière générale, il est constaté que pour une même période les eaux marines sont légèrement plus oxygénées que les eaux fluviales . Assez souvent se profuit une croissance du taux de saturation de l'amont vers l'aval.

\* Dans la semaine du 05 au 10 Juin, ce phénomène semble se répéter à l'exception des stations A et D ou les eaux sont plus oxygénées que celles des deux stations G et H, plus proches de l'embouchure.

A noter la très forte oxygénation enregistrée à la station B, peut être due au fait que tous les prélèvements ont eu lieu en matinée (entre 02 et 12 heure GMT).

Il est probable que la présence du bouchon vaseux riche en matière organique consommatrice d'oxygène gouverne dans une certaine mesure la répartition en oxygène. Les faibles déficits enregistrés peuvent, dès lors, être liés à ce mécanisme, le bouchon vaseux ayant bénéficié à cette époque d'un apport fluvial.

#### 3-4.2.2. Variations verticales.

Pour une période donnée et à une station donnée, les variations entre surface et fond sont le plus souvent très faibles.

Les teneurs en surface sont supérieures à celles du fond (50 % des mesures), mais le cas inverse se retrouve presque aussi souvent (43 %) ; un très faible pourcentage (7 %) correspond à une égale teneur au fond et en surface (valeurs mesurées à moins de 0,05 ml/l).

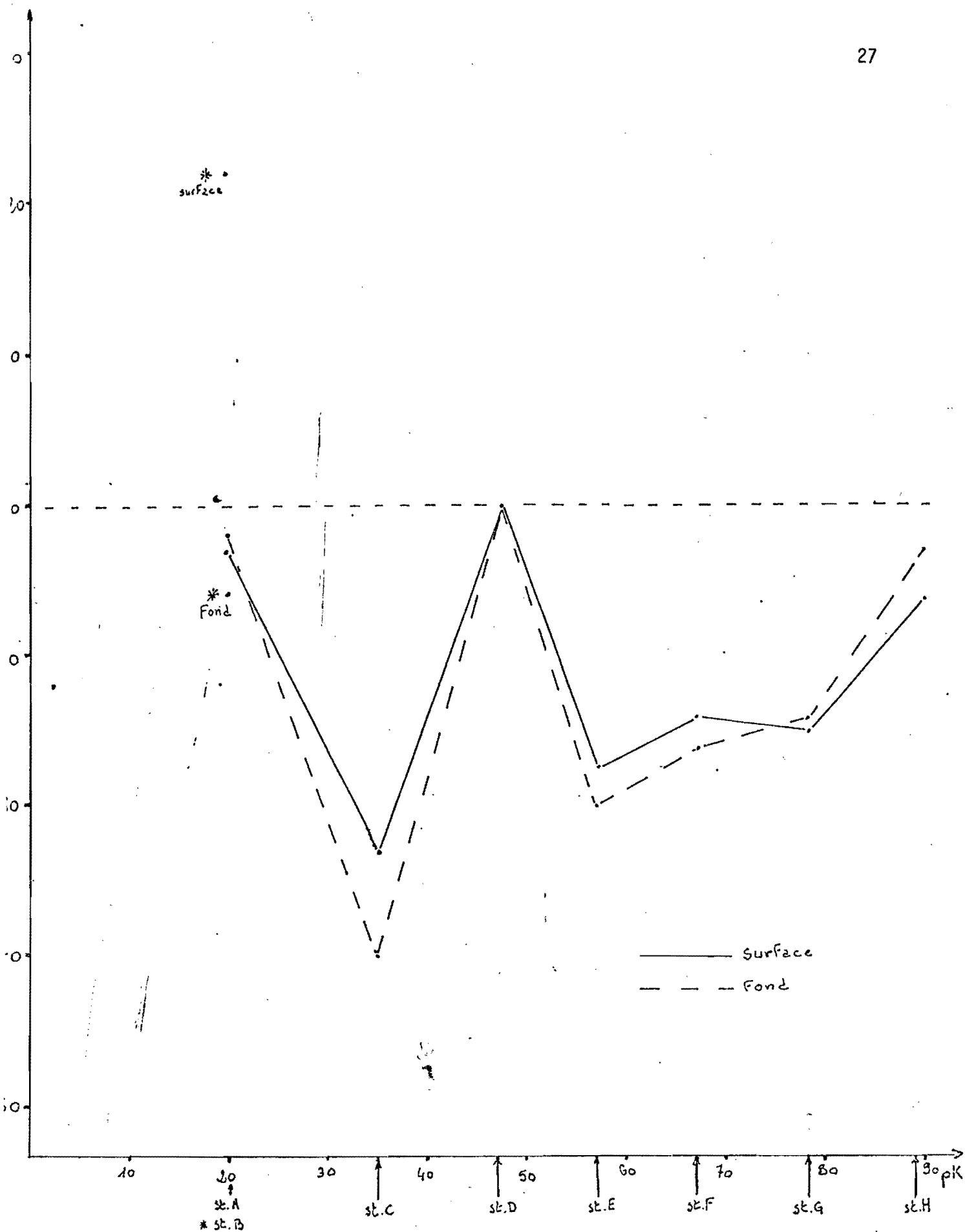


Fig. I-8 : Variations longitudinales du taux de saturation d'oxygène dissous.  
(semaine du 05 au 10 Juin 1978).

Les décroissances des teneurs vers la surface ou vers le fond, exprimées en taux de saturation, sont dans la plus grande majorité des cas inférieures ou égales à 5 %. Parfois, des écarts plus importants ont été mesurés :

- 31 % à la station C et 22 % à la station E en faveur de la surface (Juin 1978).

- 18 % à la station A et 6 % à la station E en faveur du fond (respectivement en Juin et Mai 1978).

### 3-5. TURBIDITES.

Dans l'estuaire de la Gironde, qui est avec celui de la Loire, un des plus turbides de la zone tempérée (apports moyens annuels de 2 millions de tonnes), existe un important stock oscillant de matières en suspension ; le bouchon vaseux (2,5 à 4 millions de tonnes) correspondant à une concentration de sédiments en suspension par le jeu des écoulements résiduels dans l'estuaire. Il oscille au cours de l'année en fonction des débits fluviaux, et au cours de la marée du fait de la remise en suspension des matières par les courants de marée. Son extension maximale au plus fort des courants peut atteindre 30 km.

Un autre phénomène est la formation de crème de vase (concentration supérieure à 100 g/l) dans les chenaux en mortes eaux à la faveur des points nodaux de la circulation estuarienne et par décantation aux étales.

#### 3.5.1. Variations dans le temps.

##### 3.5.1.1. Au cours de la marée.

Les mesures faites au cours de cette étude confirment les principes suivants :

- la turbidité est toujours plus élevée au fond qu'en surface,
- la turbidité augmente près du fond aux étales et surtout à celles de pleine mer.
- la turbidité est proportionnelle à la vitesse du courant.

##### 3.5.1.2. Variations annuelles (fig. I-9).

Toutes les variations qui affectent les valeurs de la turbidité au cours d'une marée, nous ont amené à utiliser les valeurs moyennes des turbidités en surface et au fond établies sur l'ensemble des analyses effectuées à la station E au cours de chaque mission légère : en 1978, les valeurs mesurées au fond sont très

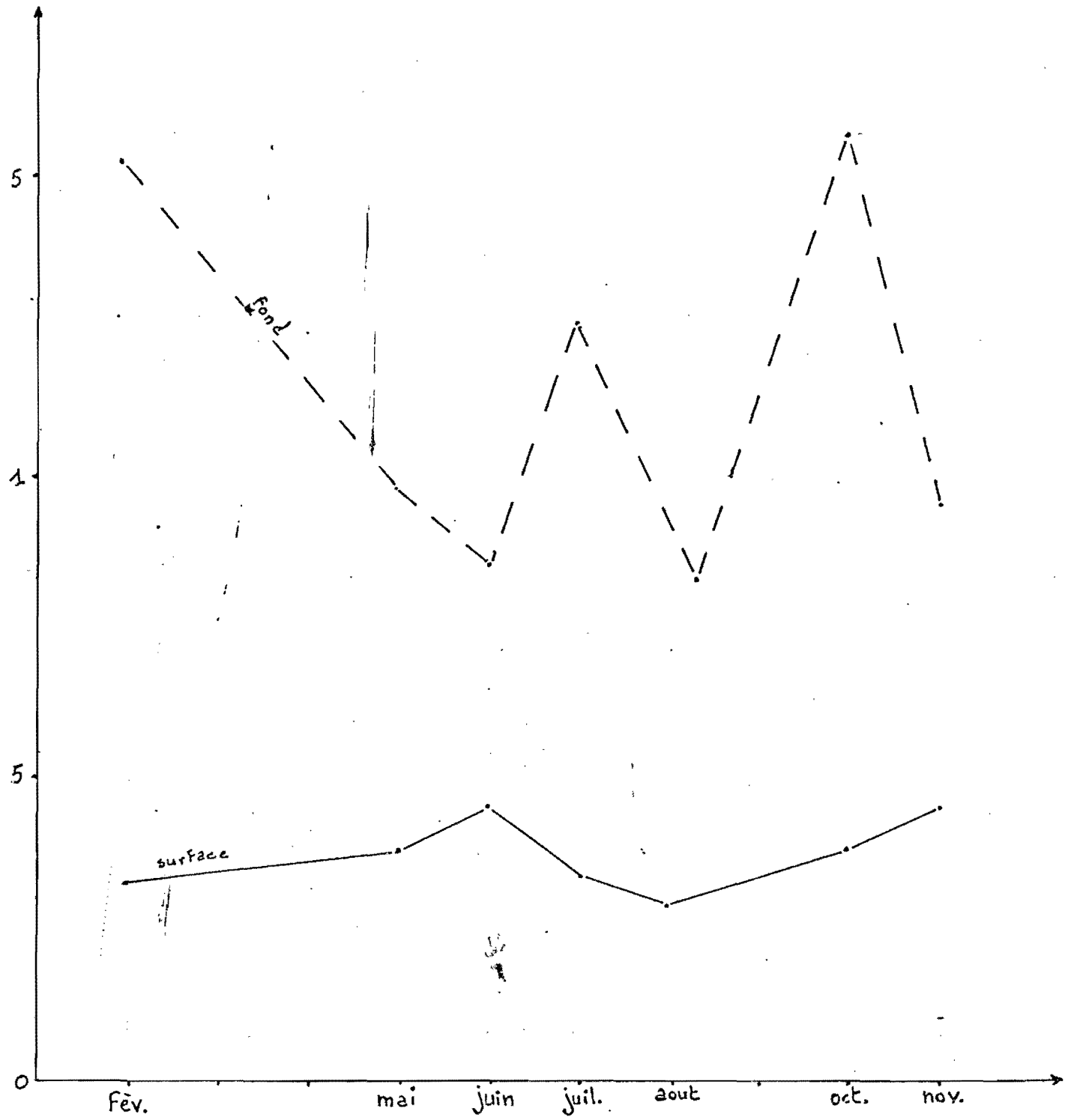


Fig. I-9 : Variations annuelles des turbidités  
(Février à Novembre 1978 - Station E - PK 52).

variables au contraire de celles de surface comportant deux faibles maxima en Juin et Novembre

Maximum et minimum de turbidité observés pendant la période d'étude  
(en gramme par litre)

	Février	Mai	Juin	Juillet	Aout	Octobre	Novembre
minimum	0,114	0,208	0,090	0,092	0,056	0,130	0,148
maximum	2,922	3,200	1,620	3,340	2,530	2,500	1,560

Les minima ont toujours été mesurées sur des prélèvements de surface et les maxima sur des prélèvements réalisés à 1 mètre du fond.

Les turbidités les plus faibles ont été mesurées durant l'été (Août) alors que les plus fortes sont observées au printemps (Mai).

La station E, située entre les deux bancs de Saint Estèphe et de Saint Louis, est comprise dans une zone de sédimentation active (ALLEN, 1972). Remarquons à cet effet les très fortes turbidités au voisinage du fond. A cela deux raisons :

- la situation de la station dans l'estuaire moyen, fréquemment occupé durant l'année par le bouchon vaseux.

- la nature des sédiments du fond (vase molle) remis facilement en suspension par les courants de marée, la tranche d'eau étant relativement faible à cet endroit.

### 3-5.2. Variations dans l'espace.

#### 3-5.2.1. Variations longitudinales (fig. I-10).

Au mois de Juin 1978, compte tenu des valeurs de la turbidité moyenne en surface, on peut penser que le bouchon vaseux se trouve dans la partie moyenne de l'estuaire entre les stations D et G et particulièrement centré sur la station F. Cette position du bouchon vaseux semble confirmée par les turbidités moyennes près du fond (les valeurs mesurées à la station F sont particulièrement fortes par rapport à celles des autres stations).

De part et d'autre de cette région, les turbidités moyennes sont faibles autant en surface qu'au fond.

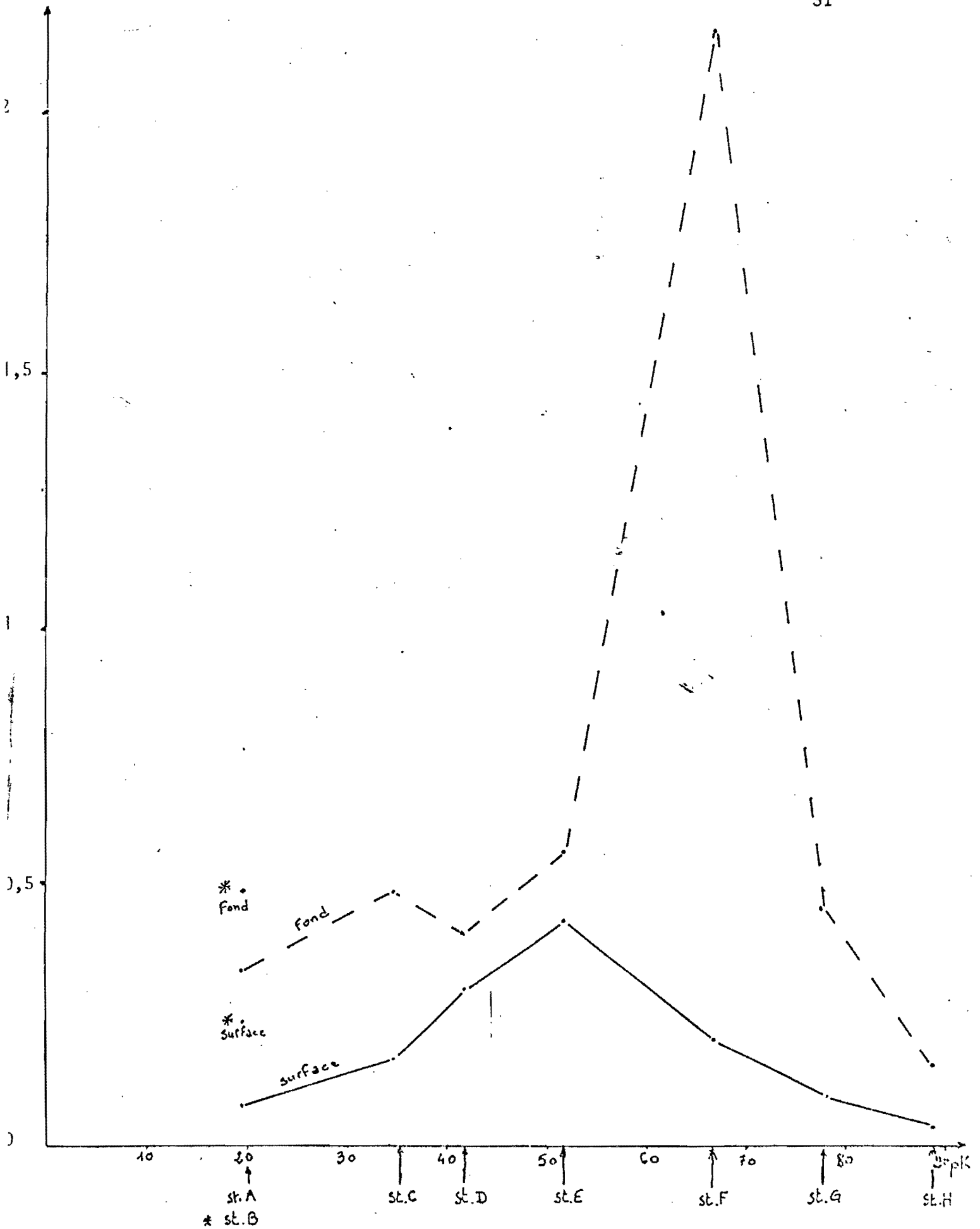


Fig. I-10. Variations longitudinales des turbidités moyennes  
(semaine du 05 au 10 Juin 1978).

### 3-5.2.2. Variations verticales (fig. II-9 et II-10)

Divers facteurs influencent les variations verticales. En particulier :

- la nature du fond
- les coefficients de marée
- l'intensité du courant
- la hauteur de la tranche d'eau
- le moment de la marée auquel est faite la mesure
- la saison
- la présence de crème de vase
- nature des suspensions (sables, minéraux argileux)

En 1978, une très forte variation apparaît à la station E (minimum en Juin avec une différence fond-surface de 0,40 g/l et un maximum en Février avec 1,19 g/l).

Pendant la mission "lourde" de Juin, la plus forte variation a été rencontrée à la station F (19,5 g/l), la plus faible à la station D (0,11 g/l).

Dans les zones de fort gradient, l'éventualité d'une formation de crème de vase est grande (surtout en période de mortes' eaux dans un chenal quand le bouchon vaseux est présent).

#### I-4. CONCLUSION

Les caractéristiques hydrologiques de l'estuaire se sont montrées plus homogènes au cours du second cycle d'études qu'en 1975-1976.

Les températures présentent des écarts entre valeurs extrêmes, moins importantes qu'en 1975-1976, comme le résume le tableau suivant pour le point E :

Année	Maxi	Mini	Ecart
1975 - 1976	25,8°C (août)	5,7°C	20°C
1978	21°C (août)	7,2°C (février)	13,8°C

Le gradient longitudinal présente les mêmes caractéristiques que celles déjà observées au cours du 1er cycle.

Les salinités, très liées au débit fluvial, montrent également des variations plus faibles : en E elles varient de 0 à 9,9 ‰ en 1975-1976, et de 0 à 4,8 ‰ en 1978.

L'influence des paramètres météorologiques (températures, précipitations) joue un rôle non négligeable au niveau des variations de ces données.

Les pourcentages de saturation en oxygène dissous descendent à 80 % en fin d'hiver et début d'été. Le maximum, plus de 130 %, correspond à la période automnale.

Les variations de la turbidité en E sont importantes, entre juin (8,5 g/l au niveau du fond), et février (1,5 g/l) au niveau du fond, et dépendent du débit.



CHAPITRE II

-----  
INDICATEURS DE POLLUTION

A la suite des travaux de surveillance de la qualité des eaux de l'estuaire de la Gironde, il avait été décidé de poursuivre les contrôles sur un certain nombre de paramètres caractéristiques dont l'importance avait été mise en évidence lors de l'étude.

Par suite de retards divers, les contrôles effectifs n'ont pu commencer qu'en Mai 1978.

Nous donnons ici les résultats des campagnes réalisées entre le mois de mai et la fin du mois de Novembre 1978

L'étude porte sur les DBO/5, les métaux lourds retenus comme tests de contamination métallique (Cadmium et Cuivre) et enfin la bactériologie (coliformes totaux, coliformes fécaux, streptocoques fécaux, bactéries sulfato réductrices, germes aérobies totaux, vibrio haemolyticus).

II-1. RECAPITULATIF DES CAMPAGNES ET ANALYSES  
REALISEES EN 1978

---

Tableau II-1  
Récapitulatif des Sorties  
Effectuées au cours de l'année 1978

-:-:-:-:-:-:-:-:-:-:-

Dates	Stations	Déterminations devant être réalisées	Observations
9/05/78	E	6 DBO <sub>5</sub> ; 3 Cu ; 3 Cd 3 Bactério.	Présence d'un Technicien LMB lors du prélèvement.
6/06/78	E	6 DBO <sub>5</sub> ; 3 Cu ; 3 Cd 3 Bactério.	
6/06/78	F - G	12 DBO <sub>5</sub>	Confusion flaconnage
7/06/78	D - H	12 DBO <sub>5</sub>	"
8/06/78	C	6 DBO <sub>5</sub>	"
9/06/78	B	6 DBO <sub>5</sub>	"
10/06/78	A	6 DBO <sub>5</sub>	"
20/06/78	E	6 DBO <sub>5</sub> ; 3 Cd ; 3 Cu	Oubli des prélèvements "Bactério" et "métaux lourds" Mesures du Cd et Cu réalisées à partir du prélèvement desti- né à la DBO/5
4/07/78	E	6 DBO <sub>5</sub> ; 3 Cd ; 3 Cu 3 Bactério.	
18/07/78	E	6 DBO <sub>5</sub> ; 3 Cd ; 3 Cu 3 Bactério.	
8/08/78	E	6 DBO <sub>5</sub> ; 3 Cd ; 3 Cu 3 Bactério.	
29/08/78	E	6 DBO <sub>5</sub> ; 3 Cd ; 3 Cu 3 Bactério.	
10/10/78	E	6 DBO <sub>5</sub> ; 3 Cd ; 3 Cu 3 Bactério.	
21/11/78	E	6 DBO <sub>5</sub> ; 3 Cd ; 3 Cu 3 Bactério.	

## II-2. DISCUSSION SUR LES RESULTATS D'ANALYSES

---

1) DBO/5 : mesures réalisées selon la norme T 90 103.

Responsable des analyses : Mr. DESCAS

2) Métaux lourds Cadmium et Cuivre : mesures par spectrophotométrie d'absorption atomique sans flamme. Extraction des éléments à l'A.P.D.C. - Atomisation par four graphite. Appareil utilisé : Perkin Elmer 420 four HGA 76.

Responsable des analyses : Mr. HOCQUELLET

3) Bactériologie :

- coliformes totaux  
Milieu lactosé
- coliformes fécaux  
Méthode Mac Kenzie
- streptocoques fécaux  
Milieu de Litsky
- germes aérobies totaux  
Milieu de Wilson Blair

Responsable des analyses : Melle SERCEAU !

## 2-2. ETUDE DE LA DBO/5 - (cf Tableaux et graphiques Annexe II-2)

Les mesures ont été réalisées au niveau de la station E (PK 52) pour chaque mission, 6 prélèvements étant effectués à intervalles de 2 heures. Avec la même périodicité 6 échantillons ont été recueillis, lors de la campagne lourde de début Juin 1978, aux stations A (PK 20 Garonne), B (PK 41 Dordogne), C (PK 35), D (PK 42), E (PK 52), F (PK 67), G (PK 78), et H (PK 89).

L'étude de ces premiers résultats a été volontairement schématisée en raison de renseignements antérieurs insuffisants concernant les mesures de DBO/5 dans l'estuaire et la complexité de ce milieu.

.../...

T A B L E A U II-2

	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
a) <u>Dordogne</u>								
Aval de Bergerac* (Pont de Gardonne)	3,2	2,9	2,5	2,4	2,7	3,5	2,3	2,4
Aval de Libourne* (Vayres)	2,6	5,8	8,0	1,6	10,5	1,6	9,6	4,2
b) <u>Garonne</u>								
Amont Bordeaux* (Couthures)	1,6	2,8	1,2	1,7	1,8	2,0	2,6	2,8
Sortie Bordeaux* (Bassens B.M.)	1,6	2,75	-	1,6	2,3	3,1	5,0	8,0
Aval Bordeaux* (St-Louis de Montferrand)	1,7	3,6	1,0	1,2	1,8	1,9	2,1	1,9

LEGENDE : \* Mesures réalisées par le Laboratoire Municipal de Bordeaux pour le compte de l'Agence Financière Adour-Garonne (stations permanentes).

\* Mesures réalisées par le Laboratoire Municipal pour son propre compte.

Les valeurs en DBO/5 enregistrées sont dans l'ensemble assez faibles et les valeurs extrêmes se situent entre 0,10 mg/l et 3,30 mg/l.

Nous avons essayé de définir les principaux paramètres pouvant influencer sur la DBO/5 des eaux de l'estuaire à savoir :

- La Charge rejetée :
  - \* 1) Les effluents urbains ou industriels
  - \* 2) Le ruissellement
- Les caractéristiques des fleuves et de l'estuaire
  - \* 1) Débit
  - \* 2) Marée
  - \* 3) Bouchon vaseux

#### 2-2.1. INFLUENCE DE LA CHARGE REJETEE -

1) Les effluents urbains ou industriels :

La traversée des fleuves d'agglomérations urbaines et industrielles se traduit par une augmentation de la charge de DBO/5.

A titre d'exemple sont données dans le tableau II-2. les valeurs de la DBO/5 obtenues dans les eaux de la Dordogne et de la Garonne de Mai à Décembre 1978.

On constate que la charge de la Dordogne à la sortie de Bergerac n'est pas négligeable et oscille entre 2,3 et 3,5 mg/l.

En aval de Libourne les valeurs de DBO/5 sont très fluctuantes mais on note souvent des pollutions assez importantes avec des valeurs supérieures à 5 mg/l.

L'eau de Garonne en amont à Couthures présente une assez bonne qualité. A la sortie de Bordeaux, la charge des eaux à Basse mer présente une légère augmentation qui devient notable de Novembre à Décembre (étiage).

A St Louis de Montferrand, les valeurs de DBO/5 des eaux de Garonne sont assez identiques à celles rencontrées au niveau de Couthures.



A la vue de ces résultats il semble que les eaux de la Garonne à leur arrivée dans l'estuaire ne présentent pas une qualité inférieure à celles de la Dordogne au point de vue charge organique.

Toutes ces études ne prennent en compte que les eaux de surface ou subsurface et permettent mal d'appréhender la charge représentée par les matières en suspension véhiculées au fond des fleuves.

## 2) Le ruissellement :

Les eaux de ruissellement contribuent à entraîner vers les fleuves une charge organique par lessivage des sols.

Ce phénomène est marqué principalement pendant les premiers jours de pluies violentes succédant à une période de sécheresse sévère comme c'était le cas en 1976. Nous avons pris comme exemple la station permanente en Garonne, en amont de Couthures. De Janvier à Juillet 1976, les valeurs de DBO/5 étaient comprises de 0,8 à 3,0 mg/l. Après les violentes pluies de début Août, la DBO/5 passait à 9,0 mg/l pour retomber à 2,9 mg/l fin Août et à 1 mg/l début Novembre. Cette constatation avait été générale pour tous les points de contrôles de fleuves ou de rivière.

## 2-2.2. LES CARACTERISTIQUES DES FLEUVES ET DE L'ESTUAIRE -

### 1) Le débit d'amont :

L'année 1978 a été caractérisée par 2 périodes bien tranchées au point de vue climatique : une période à forte pluviométrie jusqu'à Mai 1978 les fleuves présentant de forts débits et une période de sécheresse très marquée de Juillet à Décembre, les fleuves étant à l'étiage.

L'eau prélevée le 9 Mai 1978 à la station E à basse mer présentait la plus forte valeur de DBO/5 enregistrée pour les 9 campagnes avec 2,40 mg/l, le débit moyen journalier Garonne + Dordogne étant de 1 240 m<sup>3</sup>/s pendant les 30 jours précédant le prélèvement.

Par contre les eaux recueillies à basse mer au même point d'Août à fin Novembre avaient une DBO/5 faible voisine de 1 mg/l, le débit moyen journalier Garonne + Dordogne restant inférieur à 200 m<sup>3</sup>/s (cf graphique I de l'annexe II-2.).

Si on considère comme constante la pollution urbaine et industrielle il apparaît d'après les constatations précédentes le rôle du temps de transport donc du débit des fleuves dans la dégradation biologique des effluents. En période de crue la dégradation est faible entre les sources de pollution et la station E, et se fera essentiellement dans la partie aval de l'estuaire; en revanche en période d'étiage, le phénomène s'inverse.

Ces observations sont à rapprocher avec les études réalisées en 1976 sur les eaux de l'estuaire par le Laboratoire Municipal\* qui avaient permis d'aborder le problème de la minéralisation des déchets organiques par le biais de l'examen des teneurs en nitrates dans les eaux.

Il avait été constaté que la minéralisation des matières organiques se faisait principalement dans la partie aval de l'estuaire quand les fleuves avaient un débit assez important et inversement était prépondérante dans la portion amont de l'estuaire quand les fleuves étaient à l'étiage.

## 2) Le phénomène de marée :

Tout l'estuaire ainsi que la Garonne et la Dordogne dans leur partie terminale sont soumis à l'influence de la marée.

En période de fort débit d'amont les valeurs de la DBO/5 des eaux sont maximales à basse mer (apport des fleuves) et minimales à pleine mer (dilution en raison du volume d'eau plus important alors).

\* FAUGERE, J.G. et J.B. SALINERES, 1977.

\* FAUGERE, J.G., J.B. SALINERES, B. BASCANS, B. CHAURIAL, 1977.

Ce phénomène est d'autant plus net que le débit des fleuves est important et que l'on se situe vers l'amont (cf graphique 2 et 6 A de l'annexe II-2.)

A l'étiage les apports des fleuves étant très réduits la dilution par les eaux marines est de plus en plus importante et maximale à pleine mer (cf graphique 9 B et 10 de l'annexe II-2.).

D'autres facteurs peuvent modifier le schéma préalablement défini notamment la présence de rejets situés en aval ou la présence du bouchon vaseux susceptible d'entraîner des "perturbations" importantes.

### 3) Le bouchon vaseux :

Plusieurs études réalisées par le Laboratoire Municipal de Bordeaux\* avaient souligné l'influence du bouchon vaseux sur la DBO/5 des eaux.

L'examen des résultats des analyses effectuées en 1978 dans les eaux d'estuaire et de Garonne permet d'établir des constatations similaires.

a) Bouchon vaseux situé dans la partie aval de l'estuaire. Début juin 1978 en raison des forts débits d'amont de Janvier à fin Mai 1978 le bouchon vaseux se situe dans la partie terminale de l'estuaire.

Le tableau II-3 rassemble les principaux résultats de DBO/5 obtenus pour les échantillons prélevés au niveau des "stations estuariennes"

	Minimum	Maximum	Moyenne sur les 6 mesures
Station C PK 35	1,15	1,85	1,43
Station D PK 42	0,90	1,90	1,29
Station E PK 52	1,00	1,40	1,17
Station F PK 67	1,55	2,50	1,85
Station G PK 78	0,65	1,60	1,30
Station H PK 89	1,20	1,90	1,56

Tableau II-3

\* DANGOUMAU, A., A. LAVILLE, N. DANGOUMAU, J. BARDY, 1964.  
 FAUGERE, J.G., A. LAVILLE, Y. FAUGERE, 1971.

Du PK 35 au PK 52 on note une légère diminution de la DBO/5 due à l'autoépuration et à la dilution.

A partir du PK 67, la DBO/5 augmente de façon assez marquée et demeure relativement élevée jusqu'au PK 89.

Au centre du bouchon vaseux des discontinuités de composition ou de densité peuvent expliquer la baisse de la DBO/5 au PK 70 et les fluctuations importantes enregistrées à cette station au cours d'une marée (graphique 4 B de l'annexe II-2).

b) bouchon vaseux situé dans la partie médiane de l'estuaire :

Fin Juin en raison de la chute des débits des fleuves, le bouchon vaseux remonte vers l'amont.

Au niveau de la station E du 29.06.78 au 8.08.78 on note que les valeurs de DBO/5 ne subissent pas de diminution malgré les apports d'amont très réduits.

Au cours d'une marée les variations de la DBO/5 sont assez anarchiques (cf graphiques 1, 7 et 8 de l'annexe II-2).

Fin Août 1978, le bouchon vaseux se situe bien en amont de la station E et ne remonte plus à basse mer. En son absence et en raison des apports d'amont presque nuls (étiage), les valeurs de la DBO/5 diminuent assez nettement avec une baisse sensible à pleine mer due à la dilution (10.10.78 et 21/11/78) (cf graphiques 9 et 10 de l'annexe II-2).

c) bouchon vaseux à Bordeaux :

L'arrivée du bouchon vaseux au niveau de Bordeaux en Octobre 1978 se traduit par une remontée spectaculaire des valeurs de DBO/5 dans les eaux de la Garonne, particulièrement à pleine mer, qui passent de 2 - 3 mg/l à 10 - 21 mg/l.

Ces mesures ont été réalisées par le Laboratoire Municipal de Bordeaux pour son propre compte à Bègles (niveau entrée agglomération bordelaise), Lormont (niveau centre agglomération bordelaise) et Bassens (niveau sortie agglomération bordelaise).

#### 4) Conclusion -

Les observations précédentes ont permis de donner un aperçu de la complexité des facteurs interférant sur la qualité des eaux d'estuaire. Parmi ces paramètres, le bouchon vaseux apparaît comme l'un des facteurs les plus importants sur la DBO/5 des eaux et surtout un des plus délicat à cerner en raison des connaissances trop sommaires sur ce dernier.

Des études spécifiques sur le bouchon vaseux seraient utiles afin de disposer du maximum de connaissances sur ce dernier aussi bien sur ses déplacements, ses dimensions, sa structure, ses caractéristiques physico-chimiques et biologiques.

### 2-3. METEAUX LOURDS -

Trois prélèvements ont été réalisés en surface à chaque campagne à la station E.

#### 2-3.1. Cadmium

Les pourcentages de fréquence de teneurs sont donnés dans le tableau ci-dessous calculés sur 27 résultats :

<u>Classe</u>	<u>Pourcentage</u>	<u>Pourcentage cumulé</u>	
$\leq 0,50 \mu\text{g}/\text{l}$	44 %		
$> 0,50 \text{ à } \leq 1 \mu\text{g}/\text{l}$	26 %	$\leq 1 \mu\text{g}/\text{l}$	70 %
$> 1 \text{ à } \leq 2 \mu\text{g}/\text{l}$	26 %	$\leq 2 \mu\text{g}/\text{l}$	96 %
$> 2 \mu\text{g}/\text{l}$	4 %		

Les teneurs en cadmium sont relativement homogènes 96 % des valeurs étant inférieures à  $2 \mu\text{g/l}$  et 70 %  $< 1 \mu\text{g/l}$ .

Ces concentrations sont identiques à celles trouvées à l'embouchure de l'estuaire (cf bulletin trimestriel n°9 CNEXO-RND p; 143), et à celles rencontrées au niveau de la station E en 1976 avant la période de fort ruissellement et de crue fin Juillet 1976 succédant à une période de sécheresse sévère.

### 2-3.2. Cuivre -

Les pourcentages de fréquence de teneurs sont donnés dans le tableau ci-dessous calculés sur 27 résultats :

<u>Classe</u>	<u>Pourcentage</u>	<u>Pourcentage cumulé</u>	
$\leq 5 \mu\text{g/l}$	41 %		
$> 5 \text{ à } \leq 10 \mu\text{g/l}$	30 %	$\leq 10 \mu\text{g/l}$	71 %
$> 10 \text{ à } \leq 15 \mu\text{g/l}$	18 %	$\leq 15 \mu\text{g/l}$	89 %
$> 15 \mu\text{g/l}$	11 %		

Les concentrations en Cuivre sont assez proches à celles relevées à la station E en 1976, 100 % des valeurs étant alors  $< 15 \mu\text{g/l}$ .

### 2-4. BACTERIOLOGIE -

Trois prélèvements en surface ont été réalisés à chaque campagne. Les résultats sont exprimés sous forme numérique et sous forme logarithmique dans l'annexe II-4

On constate que la charge bactérienne dans les eaux est sensiblement identique de Mai à fin Novembre 1978.

Les valeurs les plus probables sont les suivantes :

- coliformes totaux : 230-430/100 ml
- coliformes fécaux : 230-430/100 ml
- streptocoques fécaux : 23-43/100 ml
- bactéries sulfato réductrices : 230-430/100 ml
- germes aérobies totaux : 1.000-50.000/ml

Les fluctuations pendant une marée sont identiques à celles que l'on trouve au cours de l'année avec quelques valeurs s'écartant nettement de la "moyenne" et qui semblent assez peu significatives.

La charge bactérienne des eaux d'estuaire au niveau du PK 52 semble relativement constante, les valeurs trouvées de Janvier à Septembre 1976 étant identiques à celles de Mai à Novembre 1978 (FAUGERE, J.G. et J.B. SALINERES, 1977).

L'intrusion des eaux marines ne paraît avoir aucun effet sur le développement des bactéries. Il semble qu'il existe un certain "plateau" qui n'est pas ou peu influencé par la teneur en chlorures des eaux ou les apports d'amont.

Seules des conditions extrêmes, telles l'effet de chasse provoqué en 1976 par les fortes crues d'Octobre à Décembre succédant à une période d'étiage sévère, peuvent entraîner une augmentation nette de la population bactérienne.

L'examen des germes aérobies totaux en 1976 comme en 1978 montre une augmentation assez marquée au mois de Juillet.

Les prélèvements ultérieurs permettent de préciser si ce phénomène est occasionnel ou périodique.

La recherche des *vibrio haemolyticus* a été négative pour les 27 prélèvements réalisés.

### II-3. CONCLUSION

Les indicateurs de pollution étudiés ont montré l'influence de la charge organique des eaux, des apports terrigènes et des températures. Ainsi, la DBO/5 et la charge bactérienne se trouvent favorisées par un fort débit fluvial et la richesse en matières organiques. Les températures plus élevées permettent également l'accroissement des populations bactériennes. Les dosages de métaux en E ont montré que les concentrations en cadmium sont toujours inférieures à  $1 \mu\text{g/l}$ , et celles de cuivre, toujours inférieures à  $15 \mu\text{g/l}$ .



CHAPITRE III

-----  
ZOOPLANCTON

Le programme de surveillance écologique sur le site du Blayais, faisant suite à l'étude de projet, vise à mettre en évidence les modifications naturelles du milieu dans le temps sur une période de plusieurs années.

L'étude a porté sur une station (point E du projet, situé dans la future tache thermique) suivie de mai à novembre 1978. Une mission lourde (juin 1978) prévoyant l'étude de huit stations réparties le long de l'estuaire, a permis de recadrer l'ensemble, notamment de positionner les masses d'eau et les peuplements qui y sont inféodés.

Les conclusions émises lors de l'étude de projet restent valables pour l'essentiel. Il n'a pas été constaté de différence de composition spécifique entre 1975-1976 et 1978.

Quantitativement, les résultats sont assez reproductibles également malgré l'apparent désordre des fluctuations d'effectifs et de biomasses. Les valeurs moyennes sont comparables entre les deux périodes étudiées et il est particulièrement intéressant de noter que les principaux pics d'abondance ont lieu à peu près à la même époque.

L'évolution des principaux paramètres démographiques de l'espèce zooplanctonique dominante *Eurytemora hirundoïdes* reste difficile à interpréter. L'étude expérimentale au laboratoire devrait apporter des éléments de réponse sur ce point.

### III-1. Introduction

Le zooplancton de l'estuaire de la Gironde a déjà fait l'objet d'une étude écologique importante menée par l'Institut Universitaire de Biologie Marine de Bordeaux à l'initiative du CNEOX.

Les résultats sont nombreux (CASTEL et al., 1976; BOUCHET et al., 1976; CASTEL & COURTIES, 1977; CASTEL, 1979). Ils ont servi de base pour la présente étude.

L'estuaire de la Gironde est colonisé par des espèces zooplanctoniques autochtones euryhalines et eurythermes, bien adaptées aux vitesses de courant et aux turbidités élevées. Ce type de communauté est riche en individus mais comprend un nombre restreint d'espèces : *Eurytemora hirundoïdes*, *Acartia bifilosa*, *A. tonsa*, *Mesopodopsis slabberi*, *Neomysis integer*.

Encadrant ce type de plancton estuarien, on trouve un plancton d'origine dulçaquicole et un plancton d'origine marine, néritique. Leur pénétration dans l'estuaire dépend de la balance débit de marée/débit fluvial.

La distribution différentielle de ces trois contingents a été décrite en détail. Elle est sous l'influence de phénomènes hydrologiques et biologiques.

Les facteurs hydrologiques et hydrodynamiques responsables des perturbations de la zonation des peuplements sont essentiellement : le cycle de marée, la vitesse des courants, le coefficient de marée et le débit fluvial.

Cependant, les perturbations ayant une origine biologique ne sont pas négligeables. Elles sont à mettre en relation avec les caractéristiques adaptatives des espèces : tolérance aux facteurs de l'environnement, potentiels de reproduction, capacités de colonisation et de dissémination.

Au terme de cette étude, il est apparu que, les espèces autochtones en particulier, ont une hétérogénéité spatiale et temporelle importante.

Les variations dans le temps des deux espèces pilotes : *Eurytemora hirundoïdes* et *Acartia bifilosa* sont mieux appréciées, dans le présent travail, grâce à une fréquence plus rapprochée des prélèvements.

Une approche expérimentale devra compléter cette étude et donner certains éléments de réponse aux fluctuations observées dans le milieu.

### III-2. Matériels & méthodes

L'étude écologique du zooplancton sur le site du Blayais a été abordée par deux méthodes différentes : comptage des individus et estimation de la biomasse.

Comme il a déjà été indiqué par ailleurs (CASTEL & COURTIES, 1977), ces méthodes ont été mises au point progressivement car il n'a pas été possible d'utiliser les méthodes classiques en Océanographie sans y apporter de modifications. La raison principale est l'extrême abondance des débris organiques et des particules minérales dans les eaux de l'estuaire.

#### 2.1. Opérations sur le terrain

##### 2.1.1. Echantillonnage du zooplancton

Les prélèvements ont été effectués à l'aide d'un filet filtrant de type WP<sub>2</sub> de forme cylindro-conique (échantillonneur standard international). Ce filet, décrit par FRASER (1966), a une longueur totale de 2,6 m et une embouchure de 0,25 m<sup>2</sup> de surface. Le tissu filtrant a un vide de maille de 200 µm et une porosité de 0,45. Un lest de 20 à 40 kg est placé à l'extrémité du câble tracteur. L'importance du lest varie en fonction de la vitesse du courant.

A chaque point sont effectués deux traicts : un en surface et un au voisinage du fond, le filet étant immergé dans le courant pendant quelques dizaines de secondes (le bateau est ancré pendant la durée de opérations). Le volume filtré est calculé à partir des vitesses de courant et avec des volu-compteurs T.S.K.

Le coefficient de filtration est également calculé. Pour cela, deux volu-compteurs sont placés dans l'axe du diamètre de l'embouchure du filet : un dans l'ouverture du filet et un à l'extérieur. La vitesse de l'eau dans l'ouverture du filet est ainsi comparée à la vitesse du courant à l'extérieur. Le coefficient moyen de filtration est de 70 à 81 %, ce qui correspond aux normes généralement admises (voir TRANTER & SMITH, 1968).

Enfin, l'échantillon issu du collecteur est concentré puis stocké dans un flacon de 500 ml et formolé immédiatement après la remontée du filet.

### 2.1.2. Calendrier des prélèvements

Les prélèvements ont été effectués toutes les deux heures pendant un cycle de marée. A chaque sortie, 12 prélèvements sont réalisés (6 en surface et 6 au fond). Au total, 108 échantillons ont été récoltés au pK 52 (station E) entre le 9 mai 1978 et le 21 novembre 1978. Une "mission lourde" a eu lieu entre le 5 et le 10 juin 1978, comportant l'échantillonnage de huit stations réparties le long de l'estuaire (Fig. I-1.), ce qui a permis de collecter 96 prélèvements.

## 2.2. Traitement des échantillons au laboratoire

### 2.2.1. Pré-traitement des échantillons

Les prélèvements contiennent très souvent une grande proportion de particules non vivantes (organiques : débris de lignine surtout, ou inorganiques : mica, sable) qui gênent les comptages et les évaluations de biomasse.

La séparation entre zooplancton et tripton est encore difficile à réaliser dans de bonnes conditions (CASTEL & COURTIES, en préparation). Nous avons essayé une séparation par densité dans une silice colloïdale LUDOX-TM. Ce liquide, miscible à l'eau, a un poids spécifique de 1,39 g/cm<sup>3</sup>. La méthode, préconisée par BOWEN et al. (1972) et JONGE & BOUWMAN (1977), est en cours de mise au point. Il n'est pas encore possible de l'appliquer de façon routinière à cause de l'hétérogénéité des échantillons.

Le pré-traitement des échantillons consiste en l'élimination des particules les plus fines par lavage sur un tamis de 100 µm et en la séparation des particules les plus lourdes (sable en particulier) par élutriation.

Enfin, les plus grosses particules, qu'elles soient vivantes (macrofaune vagile : Décapodes, Mysidacés adultes, Poissons ; macroplancton : Méduses) sont enlevées à la pince.

Dans cette étude on ne considère qu'une partie du microplancton (organismes dont la taille varie entre 0,05 et 1 mm) et le mésoplancton (organismes dont la taille est comprise entre 1 et 5 mm).

### 2.2.2. Comptages des organismes

L'échantillon, éventuellement fractionné, est ramené exactement à un volume de 500 ml puis homogénéisé par agitation. Chaque sous-échantillon, d'un volume de 5 ml, est prélevé avec une pipette dont le bout fait 4 mm de diamètre.

En opérant toujours de la même façon, cette méthode ne laisse qu'un faible pourcentage d'erreur (EDMONSON, 1971).

Le sous-échantillon est ensuite placé dans une cuvette de Dolfuss pour examen à la loupe binoculaire. Pour chaque échantillon, un à quatre sous-échantillons sont triés en totalité. Le nombre d'individus comptés est ensuite ramené au volume total de l'échantillon.

Au moins 100 individus de chaque espèce dominante sont dénombrés. Ce chiffre permet de déterminer une erreur relative comprise entre -26 et + 31 % sur l'estimation du nombre total d'individus (FRONTIER, 1972). Cette limite est admise par la plupart des auteurs; le comptage d'un plus grand nombre d'individus n'apporterait que peu de précision supplémentaire.

### 2.2.3. Estimation de la biomasse

Le but de l'étude étant une meilleure appréciation des variations dans le temps des deux espèces dominantes du zooplancton (*Eurytemora hirundoïdes* et *Acartia bifilosa*), la détermination des biomasses a été faite à partir de pesées individuelles pour chaque espèce ou taxon.

Plusieurs individus de chaque taxon, après avoir été lavés à l'eau distillée, sont séchés à l'étuve pendant 24 h à 80°C. Les pesées ont été faites sur une micro-balance METTLER ME 22 sensible à 0,1 µg. Les valeurs moyennes sont récapitulées dans le Tableau III-1.

Taxons	Poids sec (en µg)
HOLOPLANCTON :	
<i>Noctiluca scintillans</i>	0,19 ± 0,04
Cladocères	1,68 ± 0,08
Ostracodes	3,89 ± 0,59
Nauplii Copépodes	0,80 ± 0,10
<i>Sagitta</i> sp	6,55 ± 0,81
<i>Oikopleura dioica</i>	5,30 ± 0,42
Copépodes	4,45 ± 0,44
Mysidacés	678 ± 67,2
MEROPLANCTON :	
Coelentérés	7,35 ± 2,05
Larves de Polychètes	2,78 ± 0,13
Cyphohautes de Bryozoaires	8,62 ± 1,62
Larves de Gastéropodes	1,62 ± 0,40
Larves de Bivalves	2,07 ± 0,32
Nauplii de Cirripèdes	1,91 ± 0,10
Cypris de Cirripèdes	4,93 ± 0,67
Zoés de Crabes	5,30 ± 0,51
Larves Mysis	18,00 ± 1,00

Tableau III-1. : Poids secs des principaux taxons zooplanctoniques récoltés dans l'estuaire de la Gironde.

Pour les espèces dominantes à la station E (les Copépodes *Eurytemora hirundoïdes* et *Acartia bifilosa*; les Mysidacés *Neomysis integer* et *Mesopodopsis slabberi*) le poids moyen individuel a été déterminé à partir de quatre prélèvements et à chaque sortie. Les courbes d'évolution des biomasses traduisent donc bien les variations de poids individuels des espèces.

#### 2.2.4. Présentation des résultats

La représentation graphique des résultats utilise la transformation  $\log^2$  préconisée par FRONTIER (1969).

L'hétérogénéité temporelle du plancton de l'estuaire de la Gironde est importante puisque les résultats varient dans une gamme de 1 à 10 000, que ce soit pour les effectifs ou les biomasses.

La représentation en échelle arithmétique, souvent employée, est fort mal commode à cause de l'étendue des valeurs à porter sur les graphes. D'autre part, elle ne donne aucune indication quant au seuil de signification du résultat. En effet, en raison de la dispersion aléatoire des organismes planctoniques dans le milieu naturel, les faibles valeurs d'effectifs ou de biomasses représentent moins probablement leur valeur moyenne que les grands. Par exemple, une variation de 1000 à 5000 est très certainement significative; une variation de 1 à 5 est souvent due au hasard.

L'échelle logarithmique est également utilisée fréquemment car elle réduit les écarts entre les fortes et les faibles valeurs. Cependant, elle attribue une importance égale à une variation relative de même valeur, que ce soit dans les petits nombres ou dans les grands.

La transformation  $\log^2$  rapproche les faibles valeurs et éloigne les fortes valeurs de sorte que les fluctuations de ces dernières, plus significatives, sont plus distinctes.

Il convient, avec FRONTIER (1969) d'insister sur le fait que cette transformation repose sur des bases empiriques et qu'il ne s'agit pas d'un modèle mathématique de distribution; c'est une méthode de représentation des résultats.

### III-3. Distribution différentielle des peuplements

La distribution différentielle des peuplements zooplanctoniques de l'estuaire de la Gironde a été étudiée grâce à des prélèvements effectués en huit stations réparties entre le bec d'Ambès et l'embouchure (Fig. I-1). Cette campagne a eu lieu entre le 5 et le 10 juin 1978.

Chacune des stations étudiées a été caractérisée au point de vue hydrologique (voir chapitre Hydrologie).

La caractéristique hydrologique la plus évidente est le gradient décroissant de salinité depuis la station située le plus en amont (pK 20) et la station située le plus en aval (pK 89).

### 3.1. Aspect systématique qualitatif

L'étendue de la gamme de salinité des eaux de l'estuaire (0-30 ‰) ne permet pas à un même groupe d'espèces de coloniser, avec succès, l'ensemble de ce milieu. Sur le plan qualitatif on peut définir des contingents vivant préférentiellement dans certaines gammes de salinité. Trois groupements d'espèces holoplanctoniques sont distingués d'après leur origine et leurs affinités (Tableau III-2).

Espèces marines euryhalines	Espèces estuariennes autochtones	Espèces limniques euryhalines
<i>Pleurobrachia pileus</i>	<i>Eurytemora hirundoides</i>	<i>Daphnia</i> spp
<i>Sagitta</i> sp	<i>Acartia bifilosa</i>	<i>Ceriodaphnia</i> sp
<i>Evadne normanni</i>	<i>Acartia tonsa</i>	<i>Bosmina longirostris</i>
<i>Paracalanus parvus</i>	<i>Neomysis integer</i>	<i>Alona rectangula</i>
<i>Pseudocalanus elongatus</i>	<i>Mesopodopsis slabberi</i>	<i>Eudiaptomus gracilis</i>
<i>Temora longicornis</i>		<i>Macrocyclus albidus</i>
<i>Centropages typicus</i>		<i>Eucyclops serratulus</i>
<i>Acartia clausi</i>		<i>Paracyclops fimbriatus</i>
<i>Oithona helgolandica</i>		<i>Cyclops</i> spp
<i>Oithona nana</i>		<i>Acanthocyclops robustus</i>
<i>Oncaea</i> sp		
<i>Corycaeus anglicus</i>		
<i>Oikopleura dioica</i>		
<i>Gastrosaccus spinifer</i>		
<i>Schistomysis spiritus</i>		

Tableau III-2.: Classification sommaire des principales espèces holoplanctoniques récoltées dans l'estuaire de la Gironde (1978).

En règle générale, les Copépodes constituent l'essentiel du zooplancton.

Le méroplancton est sous-représenté. Il y a deux explications à ce fait : d'une part la macrofaune est pauvre dans le chenal où ont été faits les prélèvements; d'autre part, les larves d'Invertébrés benthiques sont souvent de petite taille, inférieure à 200 µm, dimension de l'ouverture de maille du filet à plancton.

Le nombre d'espèces est un peu plus faible qu'en 1975-1976. Il faut tenir compte du fait que le présent recensement ne porte que sur une seule campagne en ce qui concerne les stations les plus marines.



### 3.2. Aspect quantitatif :

D'une manière générale, les effectifs (Fig. III-1) et les biomasses (fig. III-2) ont tendance à décroître du pK 20 au pK 90. C'est un phénomène déjà observé, les espèces autochtones sont plus abondantes que les espèces marines immigrantes.

Cette décroissance est nette pour *Eurytemora hirundoides*, surtout à partir du pK 52 (station E). L'espèce est significativement moins abondante en Dordogne (station B) qu'en Garonne (station A). Le débit de la Garonne, toujours plus important que celui de la Dordogne, a provoqué, très probablement, un recul des eaux estuariennes. On peut considérer, qu'à cette époque, la station A se situait dans le domaine fluvial, ce qui ne permettait pas à *E. hirundoides* de prospérer.

### III-4. Evolution dans le temps des principaux contingents au point E :

Copépodes et Mysidacés constituent l'essentiel du zooplancton dans cette station. Cinq espèces dominent nettement : *Eurytemora hirundoides*, *Acartia bifilosa*, *Acartia tonsa*, *Neomysis integer*, *Mesopodopsis slabberi*.

#### 4.1. Variations des effectifs au point E :

Les Copépodes, plus abondants au fond qu'en surface, présentent un maximum en juin (fig. III-3). *Eurytemora hirundoides* est responsable, pour l'essentiel, des variations d'effectifs des Copépodes (Fig. III-4).

En 1976, le maximum d'abondance avait eu lieu fin mai. Les valeurs observées en juin 1978 sont supérieures (15 000 ind.m<sup>-3</sup> en surface, 18 000 ind.m<sup>-3</sup> au fond) à celles de mai 1976 (4 000 ind.m<sup>-3</sup> en surface; 6 500 ind.m<sup>-3</sup>).

Les effectifs passent par un minimum en août. Les températures, relativement élevées (21-22°C) et leur action synergique avec les tensions en oxygène dissous sont peut être à l'origine d'un certain déclin des populations de Copépodes. Les phénomènes n'ont toutefois pas l'ampleur qu'ils avaient eu en juillet 1976.

On notera également (fig. III-5) le remplacement de *Eurytemora hirundoides* par *Acartia tonsa*, espèce typiquement estivale, dont on avait déjà signalé la présence en 1976. Cette dernière espèce est elle-même remplacée par *Acartia bifilosa* en automne.

Les Mysidacés ont une abondance moyenne inférieure de beaucoup à celle des Copépodes (fig. III-6). Les espèces recensées, *Neomysis integer* et *Mesopodopsis slabberi* présentent des variations d'abondances à peu près semblables, cependant, *N. integer* domine en mai-juin, tandis que *M. slabberi* domine de juillet à novembre.

$(\text{Log}(N+1))^2 / \text{m}^3$

Eurytemora : surface  $\circ$ — $\circ$  57  
fond  $\diamond$ — $\diamond$

Acartia : surface  $\circ$ — $\circ$   
fond  $\diamond$ — $\diamond$

esp. nêritiques : surface  $\circ$ .....  
fond  $\diamond$ .....

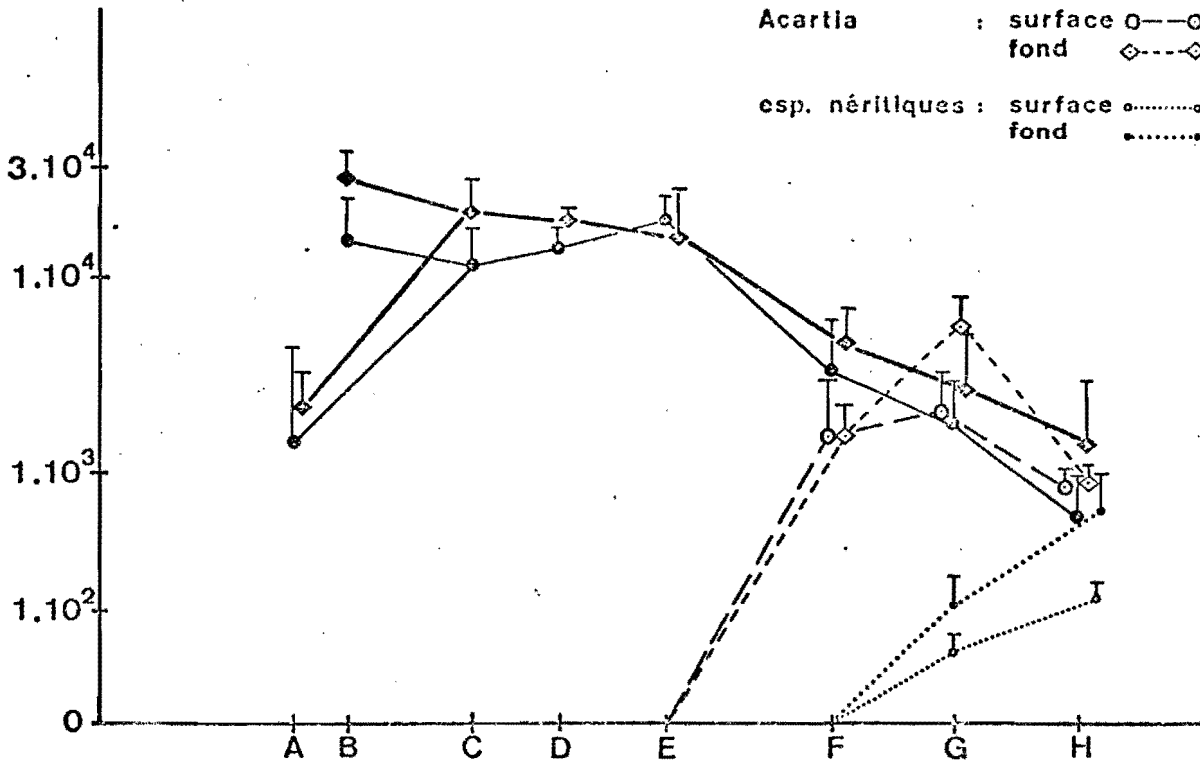


Fig. III-1? : Distribution longitudinale des effectifs de Copépodes (juin 1978)

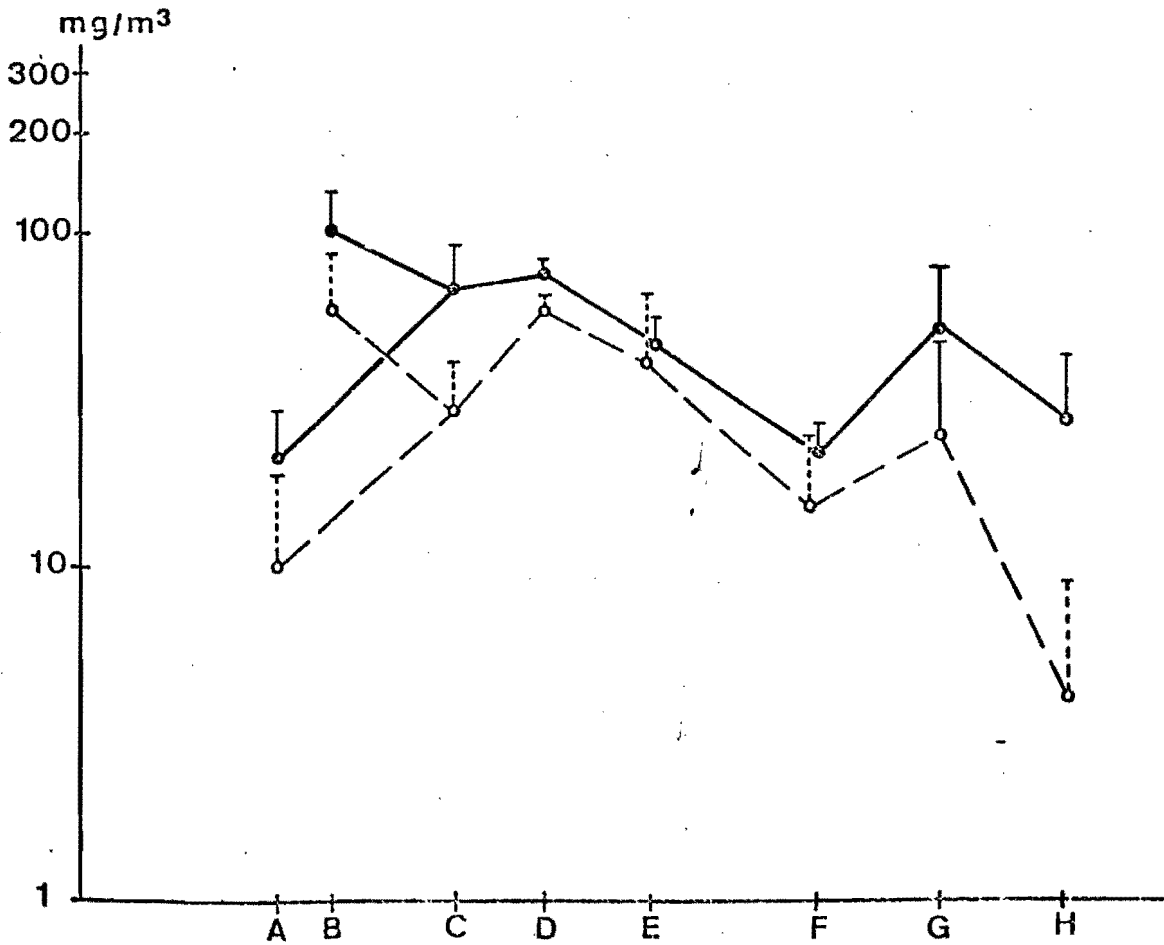


Fig. III-2: : Distribution longitudinale des biomasses de Copépodes (juin 1978) en surface (tirets) et au fond (trait continu).

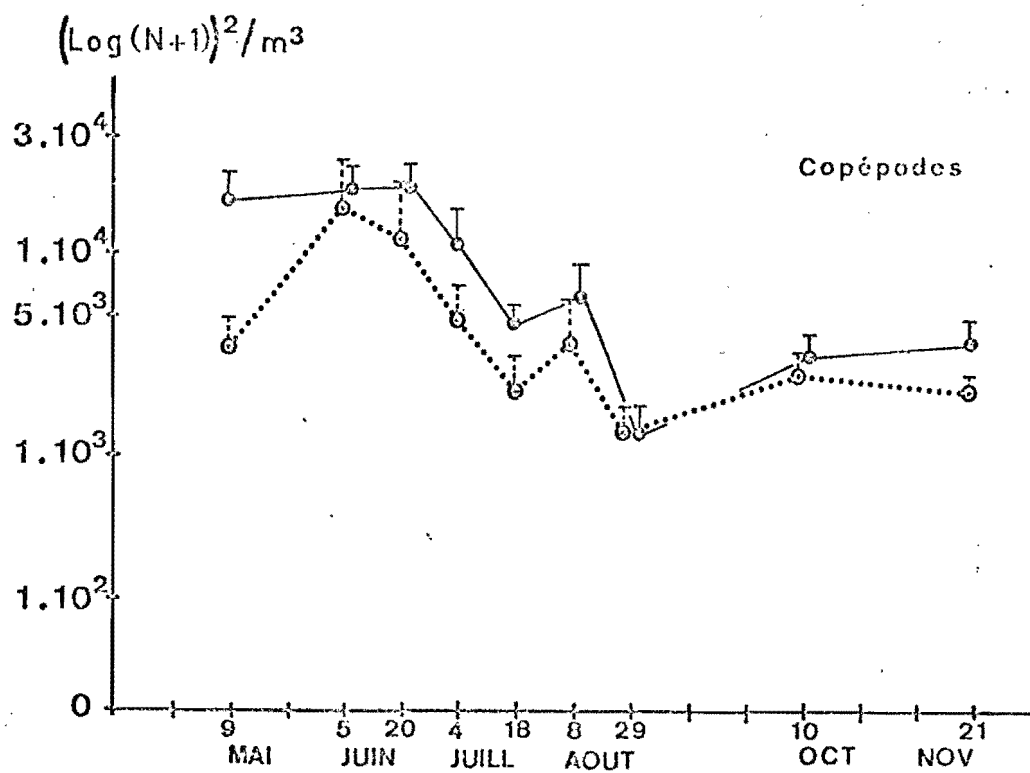


Fig. III-3 : Evolution dans le temps des effectifs de Copépodes au point E (pK 52) en surface (pointillé) et au fond (trait continu).

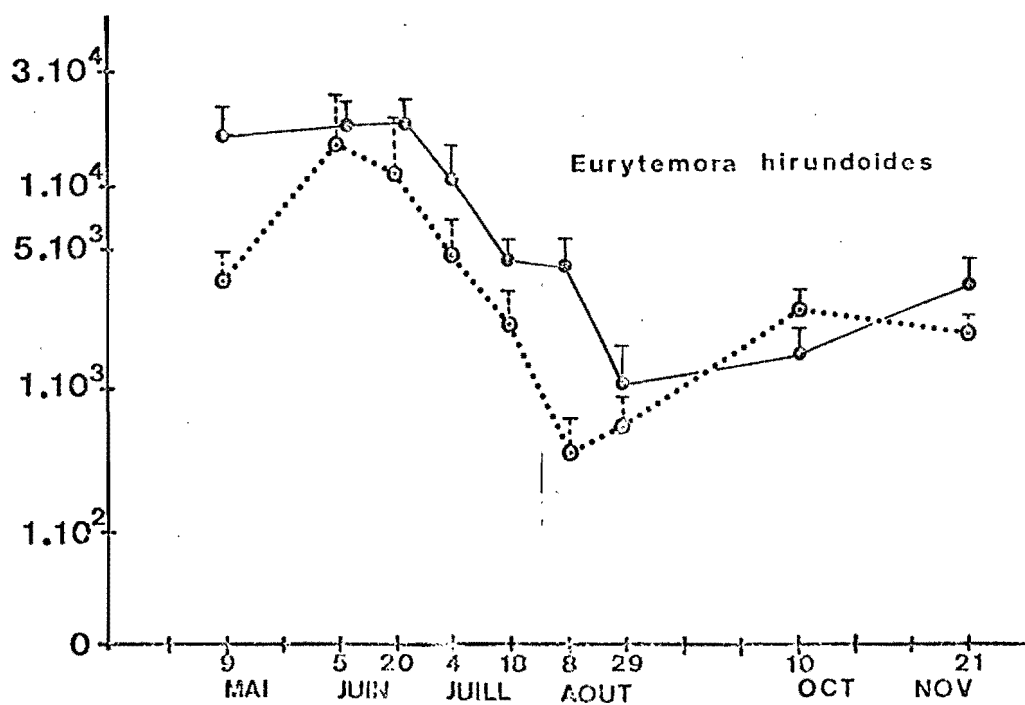


Fig. III-4 : Evolution dans le temps des effectifs de *Eurytemora hirundoides* au point E (pK 52) en surface (pointillé) et au fond (trait fin).

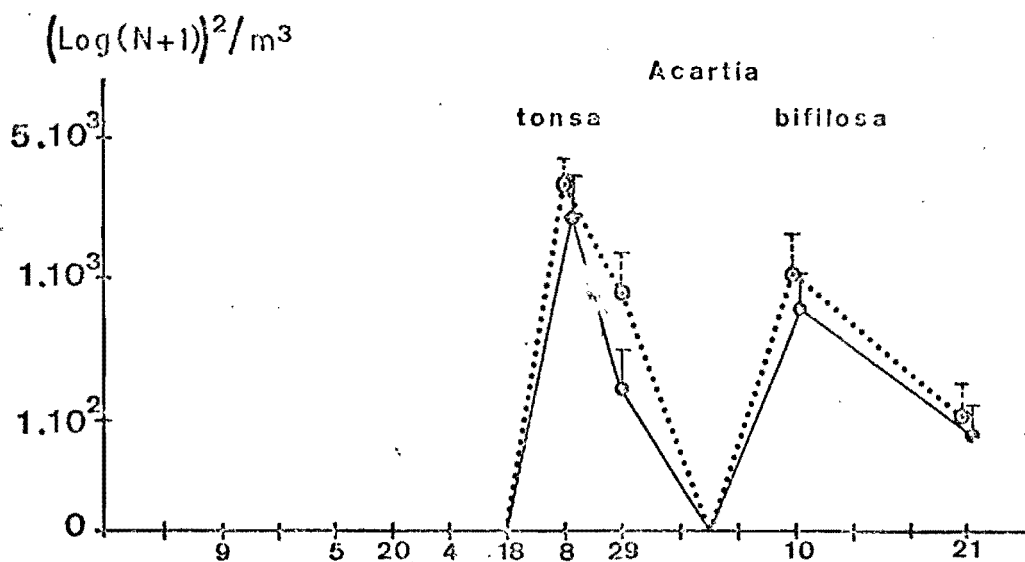


Fig. III-5 : Evolution dans le temps des effectifs de *Acartia tonsa* et *A. bifilosa* au point E (pK 52) en surface (pointillé) et au fond (trait fin).

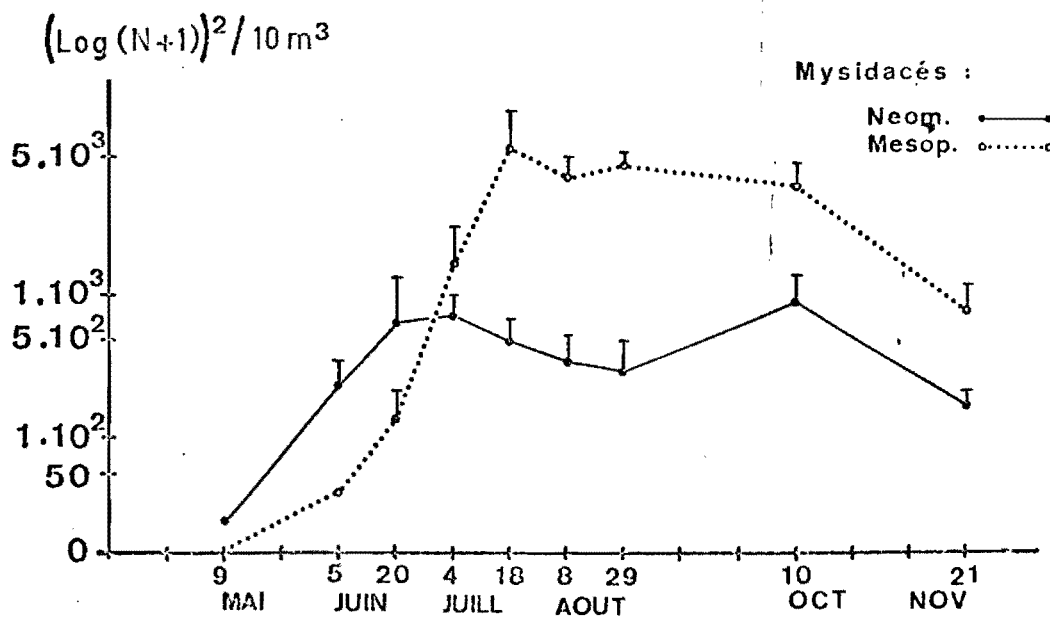


Fig. III-6 : Evolution dans le temps des effectifs de Mysidacés au point E (pK 52) *Neomysis integer* (trait continu) et *Mesopodopsis slabberi* (pointillé).

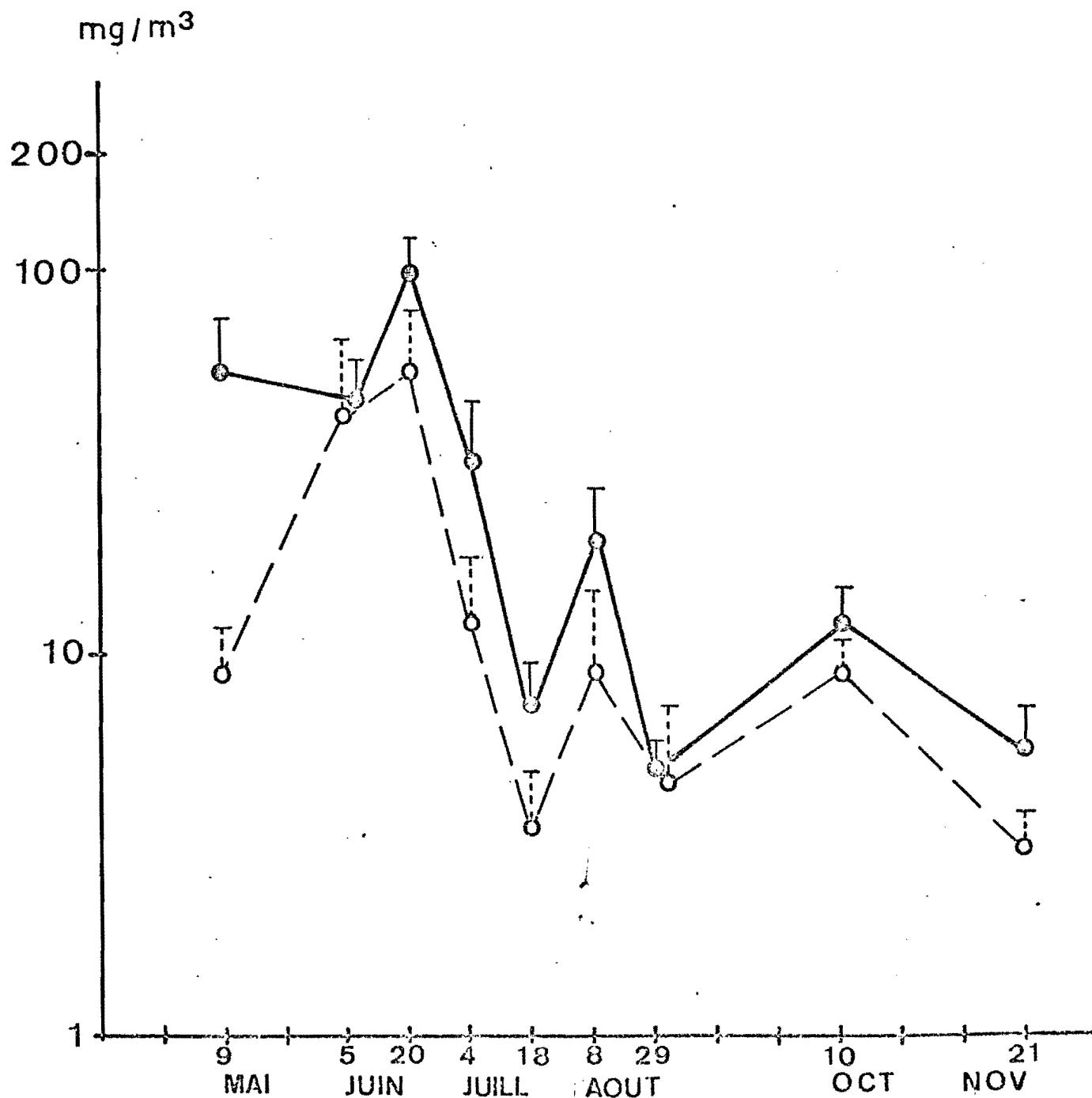


Fig. III-7: Evolution dans le temps des biomasses de Copépodes au point E (pK 52) en surface (tirets) et au fond (trait continu).

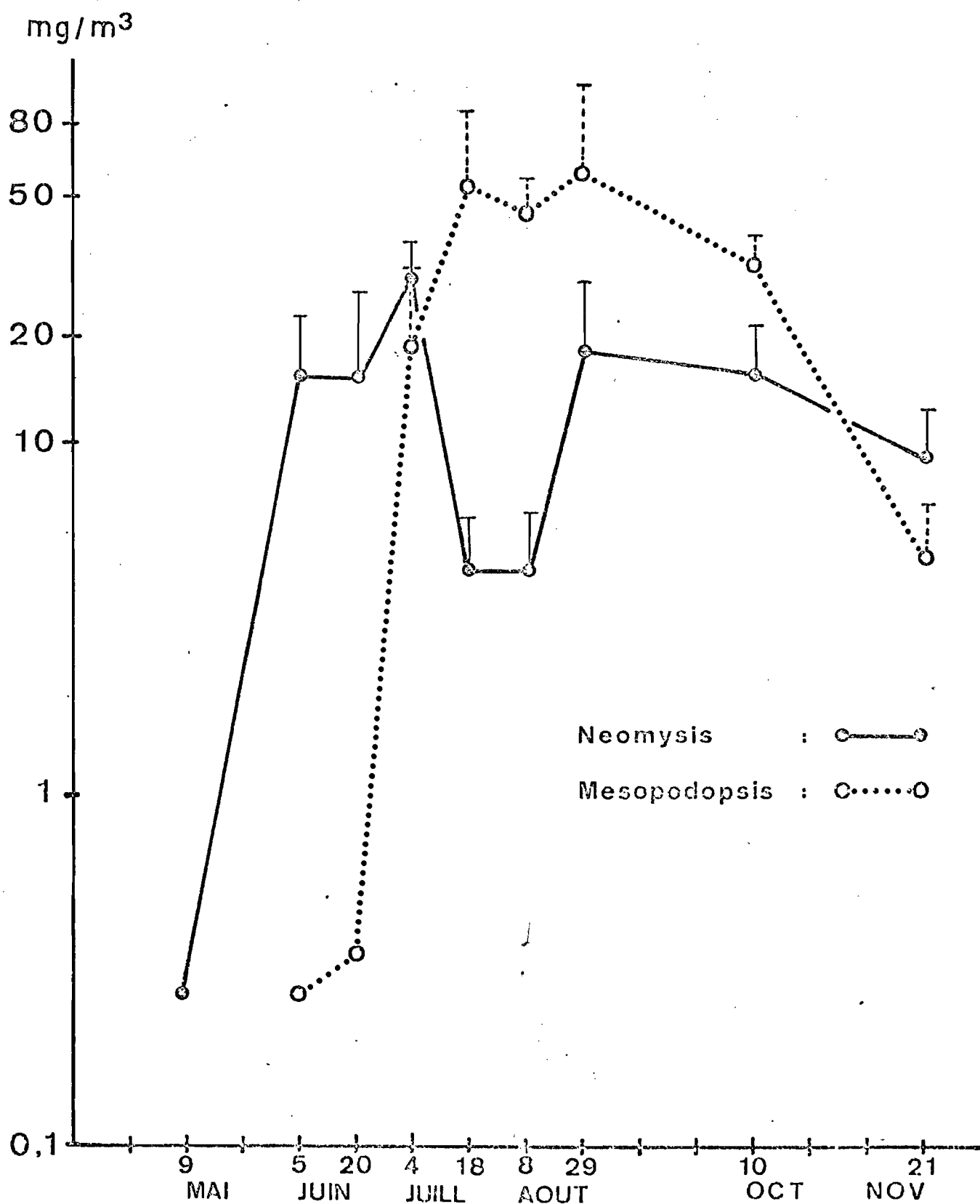


Fig. III-8 : Evolution dans le temps des biomasses de Mysidacés au point E (pK 52)  
*Neomysis integer* (trait continu) et *Mesopodopsis slabberi* (pointillés).

#### 4.2. Variations des biomasses au point E :

Les biomasses présentent sensiblement les mêmes variations que les effectifs, surtout en ce qui concerne les Copépodes (Fig. III-7). Les valeurs moyennes (3,1 à 96,4 mg/m<sup>3</sup>) sont comparables à celles de 1975-1976 (2,1 à 80,9 mg/m<sup>3</sup>) pour la même station.

La similitude d'évolution entre densités (Fig. III-6) et biomasses (fig. III-8) est moins nette chez les Mysidacés, notamment en ce qui concerne *Neomysis integer* dont la biomasse diminue sensiblement le 18 juillet et le 8 août par rapport au reste de l'année alors que les effectifs restent à un niveau constant (Fig. III-6). Il s'agit d'une population jeune, issue d'une génération printanière.

#### III-5. Evolution des principaux paramètres démographiques de *Eurytemora hirundooides* :

##### 5.1. Production des oeufs :

Les fluctuations au cours du temps du nombre moyen d'oeufs par sac ovigère sont relativement difficiles à interpréter (Fig. III-9).

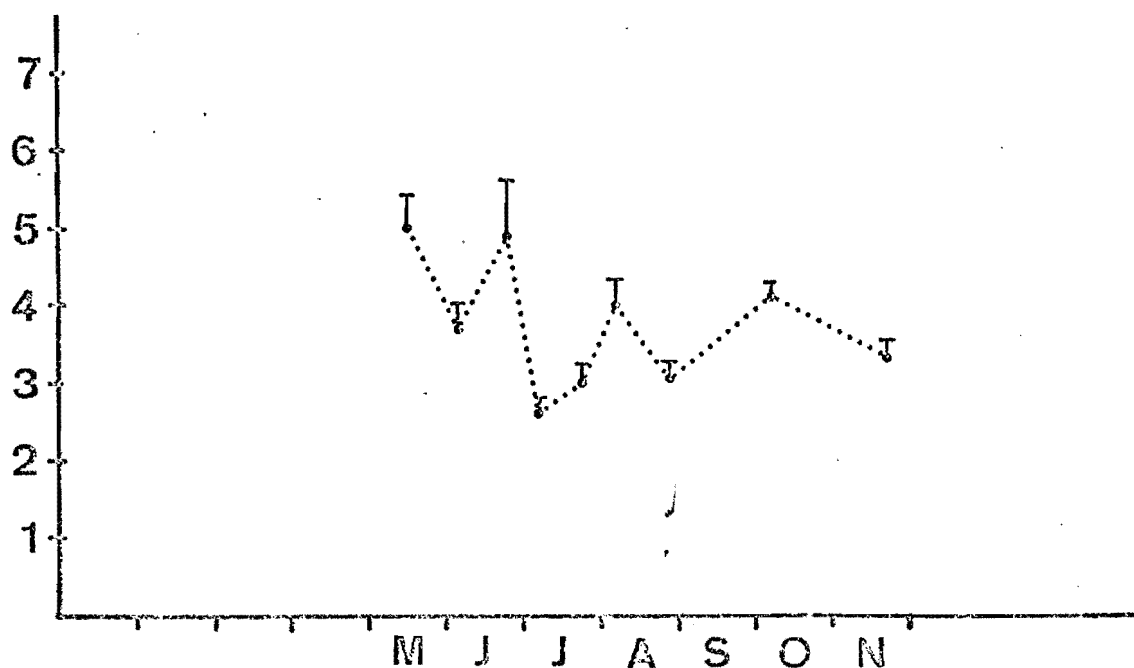


Fig. III-9: Evolution au cours du temps du nombre moyen d'oeufs par sac ovigère chez *Eurytemora hirundooides* (station E).

On observe, comme en 1975-76, une certaine diminution de la fertilité des femelles en été. Les différents pics reflètent probablement différentes périodes de ponte. Le nombre moyen d'oeufs portés par sac ovigère semble un peu plus élevé en 1978 qu'en 1976.

## 5.2. Structure des populations :

D'une manière générale, les copépodites vivent plutôt en surface tandis que les femelles se tiennent plutôt près du fond (Fig. III-10).

Tous les paramètres démographiques envisagés présentent des oscillations correspondant probablement à des successions de générations.

Malgré ces variations on constate certaines tendances générales. La proportion de copépodites dans la population de *E. hirundoïdes* dépasse 70 % en juin-juillet et en novembre. Les plus faibles valeurs sont atteintes d'août à octobre.

Le pourcentage de femelles ovigères présente des variations importantes mais semble augmenter d'août à octobre pour diminuer ensuite en novembre.

Pourcentage de copépodites et proportion de femelles ovigères semblent donc évoluer en sens inverse.

Les variations du sex-ratio paraissent aléatoires, les valeurs moyennes se situant autour du rapport 1/1, c'est-à-dire 50 % de mâles et 50 % de femelles.

L'évolution des principaux paramètres démographiques relatifs à *Eurytemora hirundoïdes* le long de l'estuaire sont difficiles à interpréter. Compte tenu de l'erreur faite sur la moyenne effectuée en chaque point, il apparaît que la population présente peu de différences d'une station à l'autre, sauf au point H.

Près de l'embouchure se trouve une population peu développée comme l'indiquent les faibles pourcentages de copépodites et de femelles ovigères (Fig. III-11).

## III-6 Evolution des populations de Copépodes au cours de la marée au point E :

L'évolution des effectifs et des biomasses des trois espèces dominantes de Copépodes permet d'avoir une idée de l'oscillation des populations en fonction de la marée par rapport à un point fixe, le pK 52. Les résultats sont présentés en annexes III-1 à III-18.

D'une manière générale, les effectifs et les biomasses sont plus élevées au voisinage du fond qu'en surface. Les seules exceptions significatives sont constatées en juillet, au moment du jusant (annexes III-7 à III-10).

L'amplitude des variations est plus grande en surface qu'au voisinage du fond. Cela reflète probablement une moins grande stabilité des eaux de surface. On constate, pendant certaines périodes, une certaine indépendance des eaux de surface par rapport à la masse d'eau sous-jacente. Ceci est particulièrement net en juin-juillet (annexes III-5 à III-10) où les différences quantitatives entre plancton de fond et plancton de surface sont considérables à marée haute. La stratification tend ensuite à disparaître à marée basse.



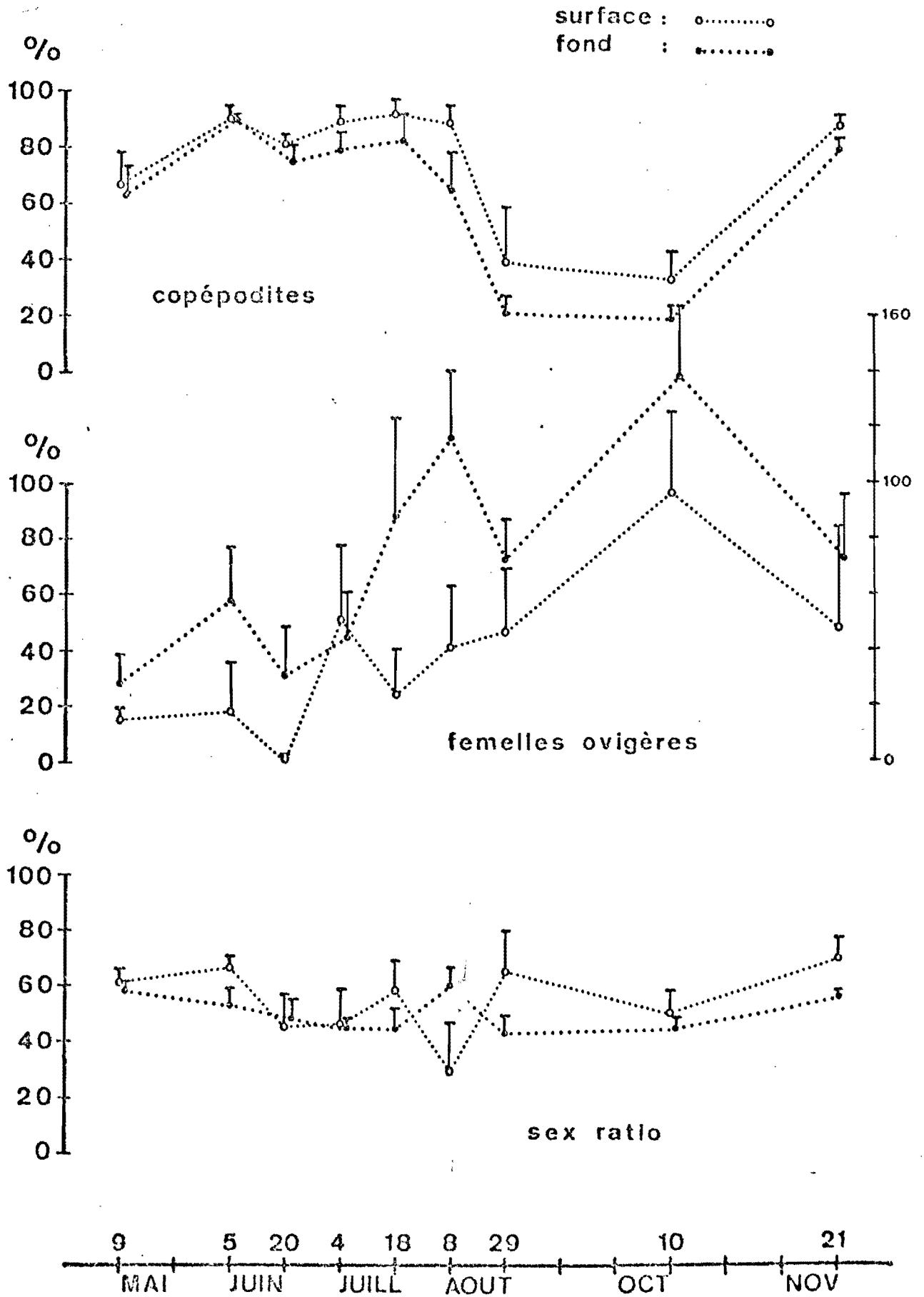


Fig. III-10 : Evolution dans le temps des principaux paramètres démographiques de *Eurytemora hirundoides* au point E (pK 52).

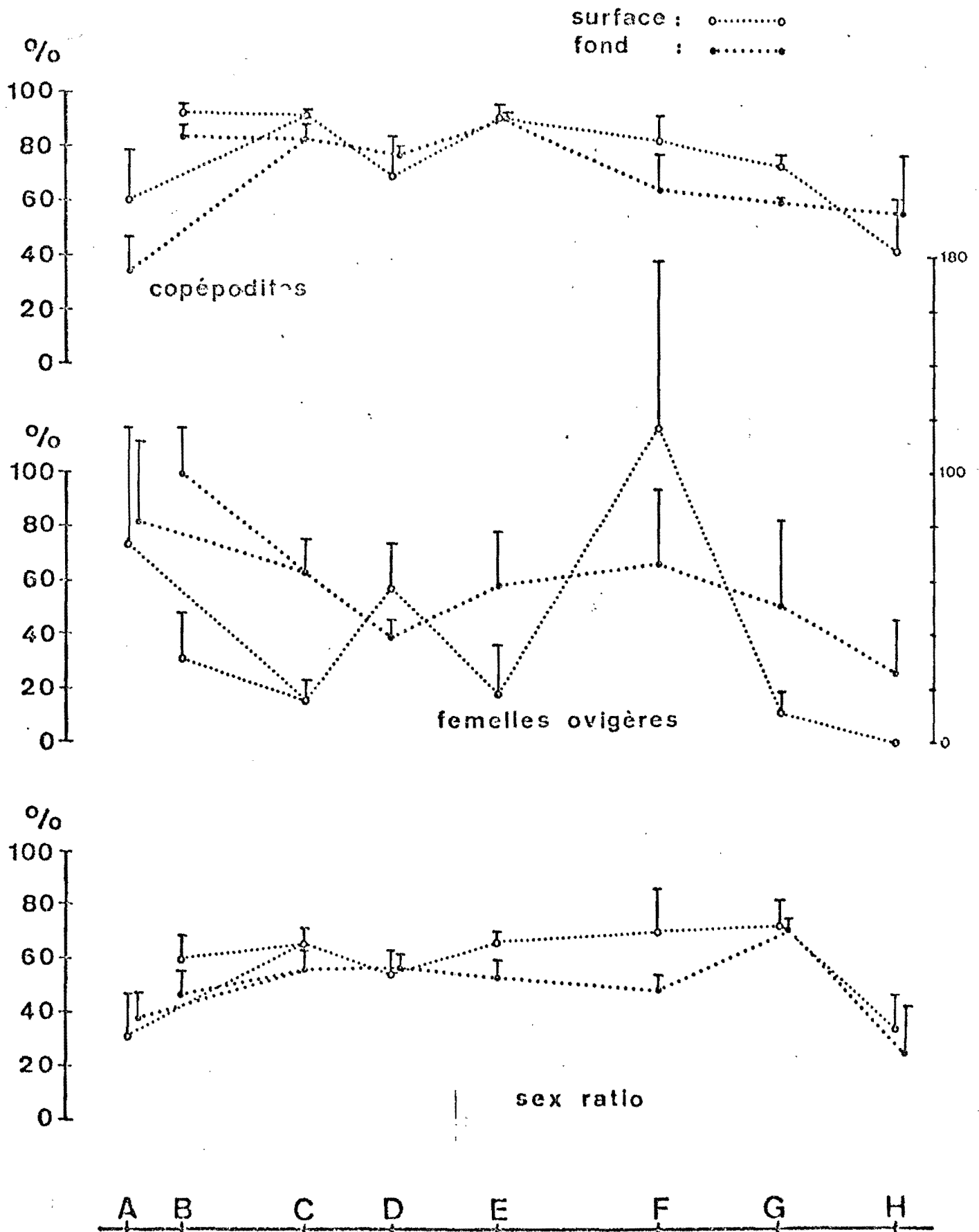


Fig. III-11' : Evolution des principaux paramètres démographiques de *Eurytemora hirundooides* le long de l'estuaire (juin 1978).

L'évolution quantitative des populations de Copépodes au cours de la marée ne semble pas obéir à une règle générale. Dans certains cas il y a un pic à marée haute et un pic à marée basse, surtout au niveau du fond (9 mai, 20 juin, 4 juillet, 8 août, 29 août, 21 novembre), dans d'autres cas les maximums ont lieu entre les étales (5 juin) ou bien on observe une certaine stabilité des effectifs et des biomasses au cours de la marée (10 octobre).

Les variations quantitatives du plancton au pK 52 dépendent essentiellement de la position du centre de dispersion des espèces par rapport à ce point.

En ce qui concerne *E. hirundoïdes* la position du foyer de dispersion se déplace au cours de l'année. En revanche, *Acartia tonsa* et *Acartia bifilosa*, espèces à caractère saisonnier plus marqué, ont une distribution spatiale plus limitée. *Acartia tonsa* apparaît en août et présente un maximum à marée basse (annexes III-11 à 13) tandis que *A. bifilosa* a été récolté en octobre-novembre, surtout à marée haute (annexes III-15 à 18). Ces deux espèces ont donc des centres de distribution très différents : en amont du pK 52 pour *A. tonsa* et en aval du pK 52 pour *A. bifilosa*.

Par rapport à 1975-1976 l'espèce *A. bifilosa* apparaît beaucoup plus limitée dans le temps : elle a été récoltée uniquement en octobre et novembre 1978 alors qu'elle colonisait la station E de juin à novembre 1976.

L'importance et la durée de la crue en 1978 est probablement à l'origine de ce phénomène. Les salinités enregistrées en 1978 ont toujours été très faibles alors que *A. bifilosa* a des affinités pour un régime de salinité méso-polyhalin (CASTEL & LASSERRE, 1977; CASTEL & COURTIES, 1977).

### III-7 Conclusions :

Les grands traits de l'écologie du plancton de l'estuaire de la Gironde avaient déjà été dégagés lors des travaux précédents (1975-1976).

Bien que la présente étude ait été restreinte dans l'espace et dans le temps, les conclusions émises antérieurement restent valables dans leurs grandes lignes.

Il n'y a pas de différence au point de vue spécifique, le contingent d'espèces autochtones et le contingent d'espèces immigrantes restent les mêmes.

Quantitativement, les résultats sont assez comparables également. Il est intéressant de constater que les pics d'abondance ont lieu à peu près à la même période. L'hétérogénéité temporelle des populations planctoniques n'est pas tout à fait aléatoire; elle obéit, en partie au moins, à des phénomènes cycliques dont la caractérisation ne pourra se faire que peu à peu, notamment à partir d'études en laboratoire.

## CONCLUSION GENERALE

-----

## CONCLUSION GENERALE

---

Les études de surveillance écologique de l'estuaire de la Gironde ont permis d'approfondir les connaissances acquises au cours du premier cycle sur les principales caractéristiques. Coefficient de marée, flot et jusant, conditions climatiques, influent le rapport débit de marée/débit fluvial, lequel joue un rôle essentiel dans la régulation des paramètres physicochimiques et biologiques.

L'année 1978 se présente comme une année moyenne au point de vue température, avec l'hiver et le printemps pluvieux, l'été et l'automne secs. Il en résulte des crues saisonnières en février et mai, un étiage en novembre. L'influence de ces facteurs s'est fait peu sentir sur les variations de salinités, températures, concentrations en oxygène dissous, qui sont restées relativement faibles par rapport à l'année 1976. La position du bouchon vaseux en période de crue entraîne un maximum de turbidité (3,200 g/l) en mai, tandis que son recul vers l'amont en août, période de faible débit, correspond à un minimum (0,056 g/l).

Par sa richesse en matières organiques, le bouchon vaseux est un consommateur d'oxygène, caractéristique définie par la demande biologique en oxygène ( $DBO_5$ ). La charge organique étant apportée par le ruissellement des eaux telluriques et les rejets urbains, la  $DBO_5$  est maximale lorsque le bouchon vaseux se trouve au niveau de Bordeaux (21 mg/l en octobre 1978, à pleine mer). Les fortes crues d'octobre à décembre favorisent l'augmentation de la charge bactérienne. Celle-ci s'accroît également en juillet 1978, phénomène déjà observé en juillet 1976. L'intrusion saline n'influe apparemment pas sur le développement des bactéries, et jouerait seulement un rôle de dilution. Les concentrations en métaux : cadmium et cuivre, mesurées dans l'eau, se montrent relativement constantes et pas très élevées.

La pénétration et l'établissement des différentes espèces zooplanctoniques dans l'estuaire sont soumis aux variations de la salinité. Les espèces autochtones (Copépodes *Eurytemora hirundoides*, *Acartia bifilosa*, *Acartia tonsa*, Mysidacés *Neomysis integer* et *Mesopodopsis slaberi*) se caractérisent par une richesse en individus et une pauvreté en nombre d'espèces. Elles prédominent par l'étendue de l'aire occupée (au moins du pk 20 au pk 98) et leur biomasse. De façon générale, les effectifs et les biomasses sont élevés au niveau du fond, sauf en juillet, et les deux paramètres tendent à décroître d'amont en aval.

## BIBLIOGRAPHIE

---

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

-----

- Anonyme, 1959. Symposium on the classification of brackish waters. *Arch. Oceanogr. Limnol.*, (suppl.) : pp. 1-248.
- Anonyme, 1968. Zooplankton sampling. *Monographs on oceanographic methodology*. Unesco : 174 p.
- BOUCHET, J.M., J. CASTEL, J.C. SORBE, 1976. Particularités biologiques d'un site estuarien : l'estuaire de la Gironde. In : *Journées de la Thermoécologie*, Brest 15-16 novembre 1976. EDF/Direction de l'Équipement.
- BOWEN, R.A., J.M. STONGE, J.B. COLTON, C.A. PRICE, 1972. Density-gradient centrifugation as an aid to sorting planktonic organisms. I. gradient materials. *Mar. Biol.* 14 : pp. 242-247.
- CASTEL, J., 1979. Aspects de l'étude écologique du plancton de l'estuaire de la Gironde. *Océanic* (sous-presse).
- CASTEL, J., G. ARZUL, J.P. LISSALDE, 1976. Etude préliminaire du plancton de l'estuaire de la Gironde. *J. Rech. Océanogr.*, 1 : pp. 17-24.
- CASTEL, J. et C. COURTIÉS, 1977. Le zooplancton. In : *Etude écologique de l'estuaire de la Gironde*. Rapport EDF/CNEXO : pp. 220-295.
- CASTEL, J. et C. COURTIÉS, 1979. Structure et importance des peuplements zooplanctoniques dans la baie d'Arcachon : milieux ouverts et lagunes aménagées de Certes. Colloque Ecotron, Brest 3-5/07/1978. *Actes de Colloques* (sous-presse).
- CASTEL, J. et P. LASSERRE, 1977. Colonisation et distribution spatiale des Copépodes dans des lagunes semi-artificielles. In : *Biology of benthic organisms with E.M.B.S.*, Galway, Ireland (Keegan, B.F., Ceidigh P.O. & P.J.S. Boaden eds) : pp. 129-146. Pergamon Press, Oxford & New-York.
- DANGOUMAU, A., A. LAVILLE, N. DANGOUMAU, J. BARDY, 1964. Assainissement de Bordeaux - Etude de la Garonne et des égouts, novembre 1974, 4 tomes.
- EDMONSON, W.T., 1971. Methods for processing samples and developing data. In : *A manual for the assessment of secondary productivity in freshwater* (Edmonson W.T. & Winberg G.G. eds). I.B.P. Handbook n° 17 I.B.P. Handbook n° 17 : 127-169, Blackwell Oxford & Edimburgh.



- FAUGERE, J.G. et J.B. SALINERES, 1977. EDF 1977 - *Etude écologique de l'estuaire de la Gironde* - 2 vol. sujets traités par
- FAUGERE, J.G., J.B. SALINERES, B. BASCANS, B. CHAURIAL, 1977. *Etude pour la prévention de la pollution de l'estuaire et de l'embouchure de la Gironde.*
- AUGERE, J.G., A. LAVILLE, Y. FAUGERE, 1971. *Pour une connaissance de la qualité des eaux en amont de Bordeaux.* Campagne 1970 - 1971.
- FRASER, J.H., 1966. Cit. Tranter D.J. & Smith P.E., 1968. Filtration performance. In : *Zooplankton sampling. Monogr. Oceanogr. Method.*, UNESCO, 2 : pp. 27-56.
- FRONTIER, S., 1969. Sur une méthode d'analyse faunistique rapide du zooplancton. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 3 : 18-26.
- FRONTIER, S., 1972. Calcul de l'erreur sur un comptage du zooplancton. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 8 : pp. 121-132.
- JONGE, W.N. (de) et L.A. BOUWMAN, 1977. A simple density separation technique for quantitative isolation of meiobenthos using the colloidal silica Ludox-TM. *Mar. Biol.*, 42 : pp. 143-148.
- TRANTER, D.J. et P.E. SMITH, 1968. Filtration performance. In : *Zooplankton sampling. Monogr. oceanogr. Methodol.*, UNESCO, 2 : pp. 27-56.

ANNEXES

-----

ANNEXES I



## A N N E X E I-1

-----

DENOMBREMENTS DES DIVERS PRELEVEMENTS ET  
MESURES EFFECTUEES DE FEVRIER A NOVEMBRE 1978

## NOMBRE DE MESURES REALISEES IN SITU

(Total = surface + fond )

Dates	Vitesse et direction du courant	Température	Salinité	Station
07 II	14	14	14	E
09 V	14	12	12	E
05 VI	12	12	12	E
06 VI	24	24	24	F-G
07 VI	24	24	24	D-H
08 VI	12	12	12	C
09 VI	12	12	12	B
10 VI	12	12	12	A
20 VI	12	12	12	E
04 VII	12	12	12	E
18 VII	12	12	12	E
08 VIII	12	12	12	E
29 VIII	12	12	12	E
10 X	12	12	12	E
21 XI	12	12	12	E
Total	206	206	206	
réalisation %	99,03	99,03	99,03	

NOMBRE DE PRELEVEMENTS EFFECTUES  
POUR L'ETUDE DE LA TURBIDITE ET LA TENEUR EN  
OXYGENE DISSOUS

Dates	Turbidité		Oxygène dissous		Station
	Surface	Fond	Surface	Fond	
07 II	7	7	7	7	E
09 V	7	7	7	7	E
05 VI	6	6	6	6	E
06 VI	12	12	12	12	F-G
07 VI	12	12	12	12	D-H
08 VI	6	6	6	6	C
09 VI	6	6	6	6	B
10 VI	6	3	6	6	A
20 VI	6	6	6	6	E
04 VII	6	6	6	6	E
18 VII	6	6	5	6	E
08 VIII	6	6	6	6	E
29 VIII	6	6	6	6	E
10 X	6	6	6	6	E
21 XI	6	6	6	6	E
Total	104	101	103	104	
réalisation %	100	97,11	99,03	100	

NOMBRE DE PRELEVEMENTS POUR  
L'ETUDE DE LA BIOMASSE PLANCTONIQUE

Dates	Surface	Fond	Station
07 II	7	7	E
09 V	7	7	E
05 VI	6	6	E
06 VI	12	12	F-G
07 VI	12	12	D-H
08 VI	6	6	C
09 VI	6	6	B
10 VI	6	6	A
20 VI	6	6	E
04 VII	6	6	E
18 VII	6	6	E
08 VIII	6	6	E
29 VIII	6	6	E
10 X	6	6	E
21 XI	6	6	E
Total	104	104	
réalisation %	100	100	

NOMBRE DE PRELEVEMENTS POUR  
L'ETUDE DE LA POLLUTION DANS LES MASSES D'EAU

Dates	D. B. O.	Métaux lourds	Bactériologie		Station
			1 l	250 cc	
09 V	6	3	3	3	E
05 VI	6	3	3	3	E
06 VI	12	-	-	-	F-G
07 VI	12	-	-	-	D-H
08 VI	6	-	-	-	C
09 VI	6	-	-	-	B
10 VI	6	-	-	-	A
20 VI	6	3	3	3	E
04 VII	6	3	3	3	E
18 VII	6	3	3	3	E
08 VIII	6	3	3	3	E
29 VIII	6	3	3	3	E
10 X	6	3	3	3	E
21 XI	6	3	3	3	E
Total réalisation %	102 100	30 100	30 100	30 100	



## ANNEXE I-2

-----

CLIMATOLOGIE ET DEBITS FLUVIAUX

1 - CLIMATOLOGIE : Caractéristiques climatologiques de l'année 1978 et comparaison avec la période de référence (1946-1975).

(Données du bureau climatologique de la région de Bordeaux, graphique 1).

\* Moyennes mensuelles des températures maximales quotidiennes.

°C	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	moyenne années
1946-1975	9,3	10,8	14,9	16,9	20,1	23,2	25,6	25,3	23,1	18,5	12,9	9,6	17,5
1978	9,3	11,4	13,7	14,2	18,5	21,8	24,2	25,4	24,3	19,4	14,5	11,9	17,4

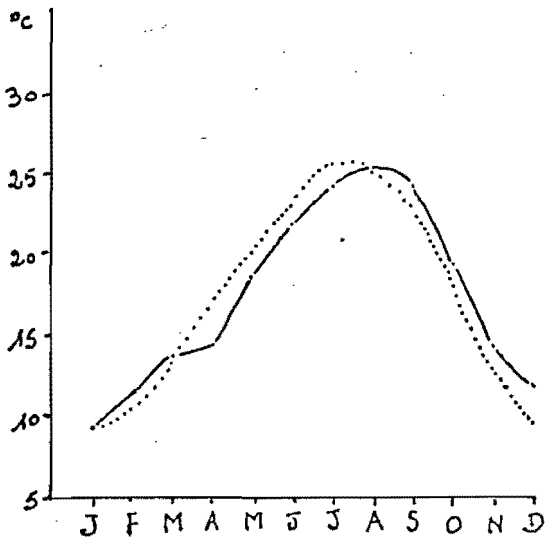
Remarques : de Février à Juillet, les températures sont plus faibles que la moyenne générale.

d'Août à Décembre, les températures sont plus fortes que la moyenne générale.

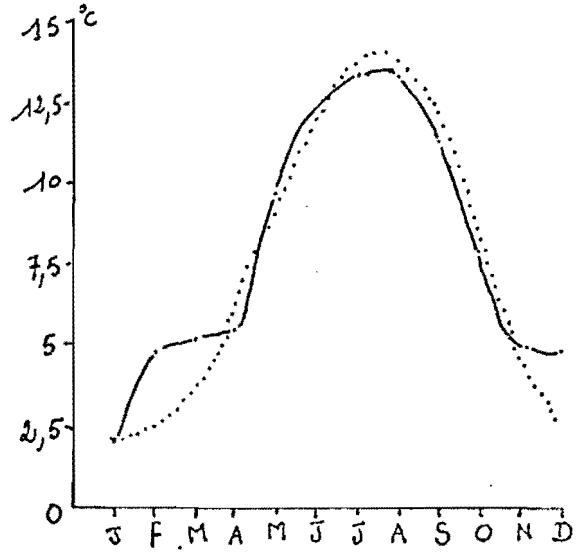
\* Moyennes mensuelles des températures minimales quotidiennes.

°C	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	moyenne années
1946-1975	2,0	2,3	3,9	6,2	9,2	12,1	13,9	13,8	12,2	8,4	4,9	2,7	7,6
1978	2,1	4,9	5,2	5,5	9,7	12,0	13,4	13,3	11,2	8,0	5,0	4,9	7,9

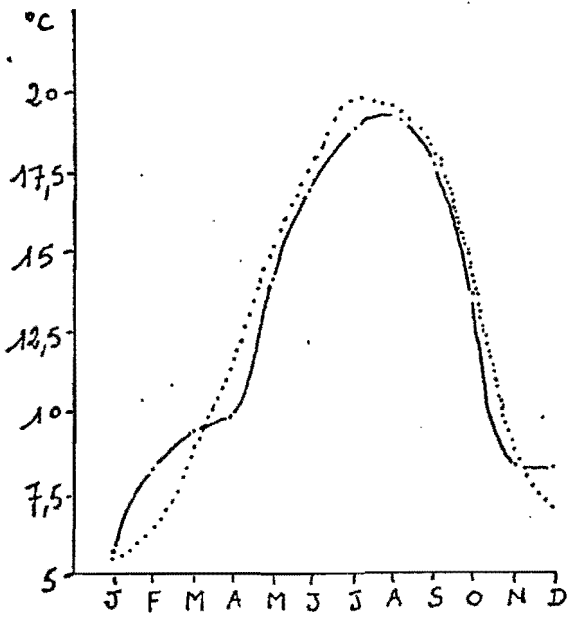
Les températures de l'année 1978 ne connaissent pas un écart considérable par rapport à la période de référence (exception pour les mois de Février, Mars, Avril et Septembre).



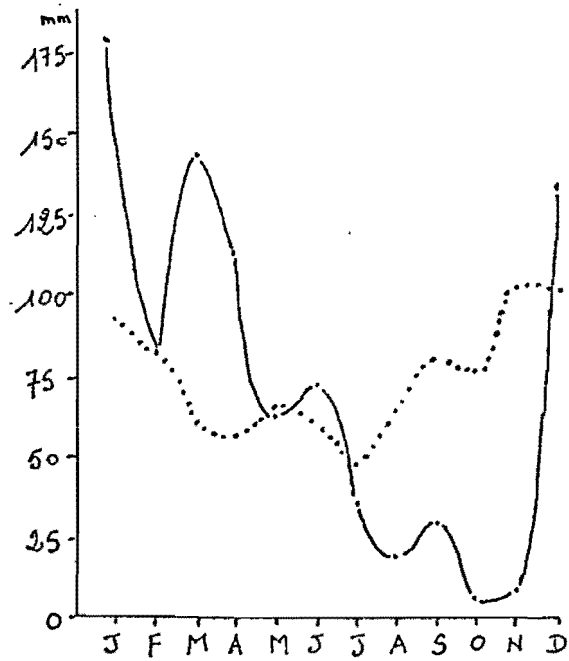
Moyenne des températures maximales



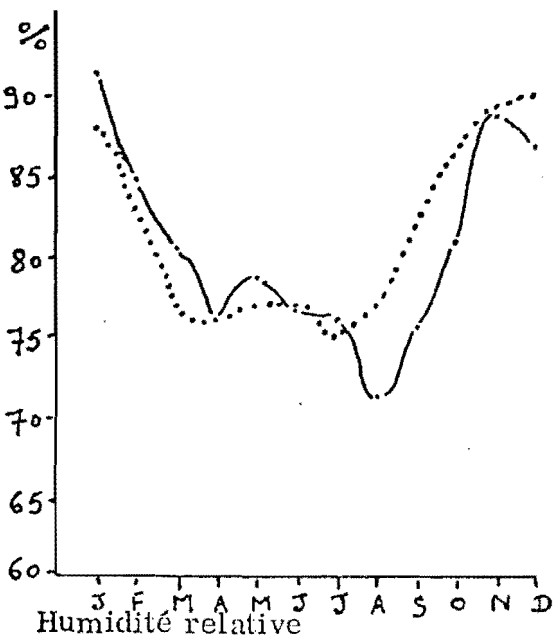
Moyenne des températures minimales



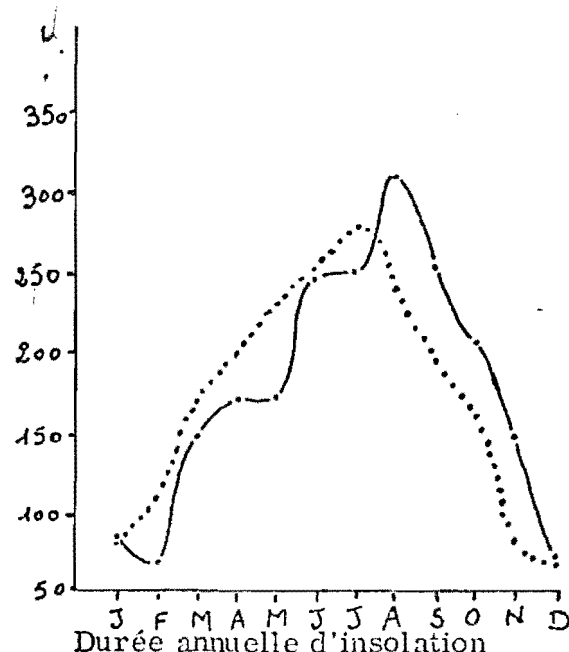
Températures moyennes



Précipitations annuelles



Humidité relative



Durée annuelle d'insolation

Graphique 1 : Données climatologiques de la région de Bordeaux

\* Températures moyennes mensuelles.

°C	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	moyenne années
1946-1975	5,6	6,5	9,0	11,6	14,7	17,6	19,7	19,6	17,6	13,5	8,9	6,1	12,5
1978	5,7	8,2	9,4	9,8	14,1	16,9	18,8	19,3	17,8	13,7	8,4	8,4	12,5

Comparativement à la période de référence, le printemps et le début de l'été ont été plus froids ; l'hiver sensiblement plus chaud.

\* Hauteurs mensuelles des précipitations en mm.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total années
1946-1975	93	83	62	57	65	62	48	64	82	78	103	103	900
1978	179	83	145	114	62	73	37	20	31	6	10	134	894

Les valeurs mesurées en 1978 s'écartent sensiblement des valeurs moyennes. L'hiver et le printemps sont particulièrement pluvieux, l'été et surtout l'automne particulièrement secs.

\* Moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air.

%	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	moyenne années
1946-1975	88	83	77	76	77	77	75	77	82	86	89	90	81
1978	91	85	81	76	79	77	76	71	75	81	89	87	81

Comparativement à la période de référence, l'humidité relative de l'air a des valeurs plus fortes en Janvier et Mai, plus faibles d'Août à Décembre.

\* Durées mensuelles de l'insolation (exprimées en heures).

	janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	total années
1946-1975	82	110	170	199	228	251	276	245	193	163	87	87	2071
1978	87	69	149	172	172	247	249	311	252	206	148	73	1963

Pour l'ensemble de 1978, la durée d'insolation est plus faible que pour la période 1946-1975.

On observe :

- une insolation plus faible de Février à Juillet,
- une insolation plus forte d'Août à Novembre.

En résumé, l'année 1978 fut caractérisée par :

- un hiver et un printemps pluvieux et peu ensoleillés,
- un automne particulièrement sec et légèrement plus chaud que la moyenne,
- un été sans fortes températures,
- une humidité relativement moyenne et une durée d'ensoleillement annuelle plus faible.

## 2 - DEBITS FLUVIAUX : Caractéristiques de l'année 1978 pour l'estuaire de la Gironde.

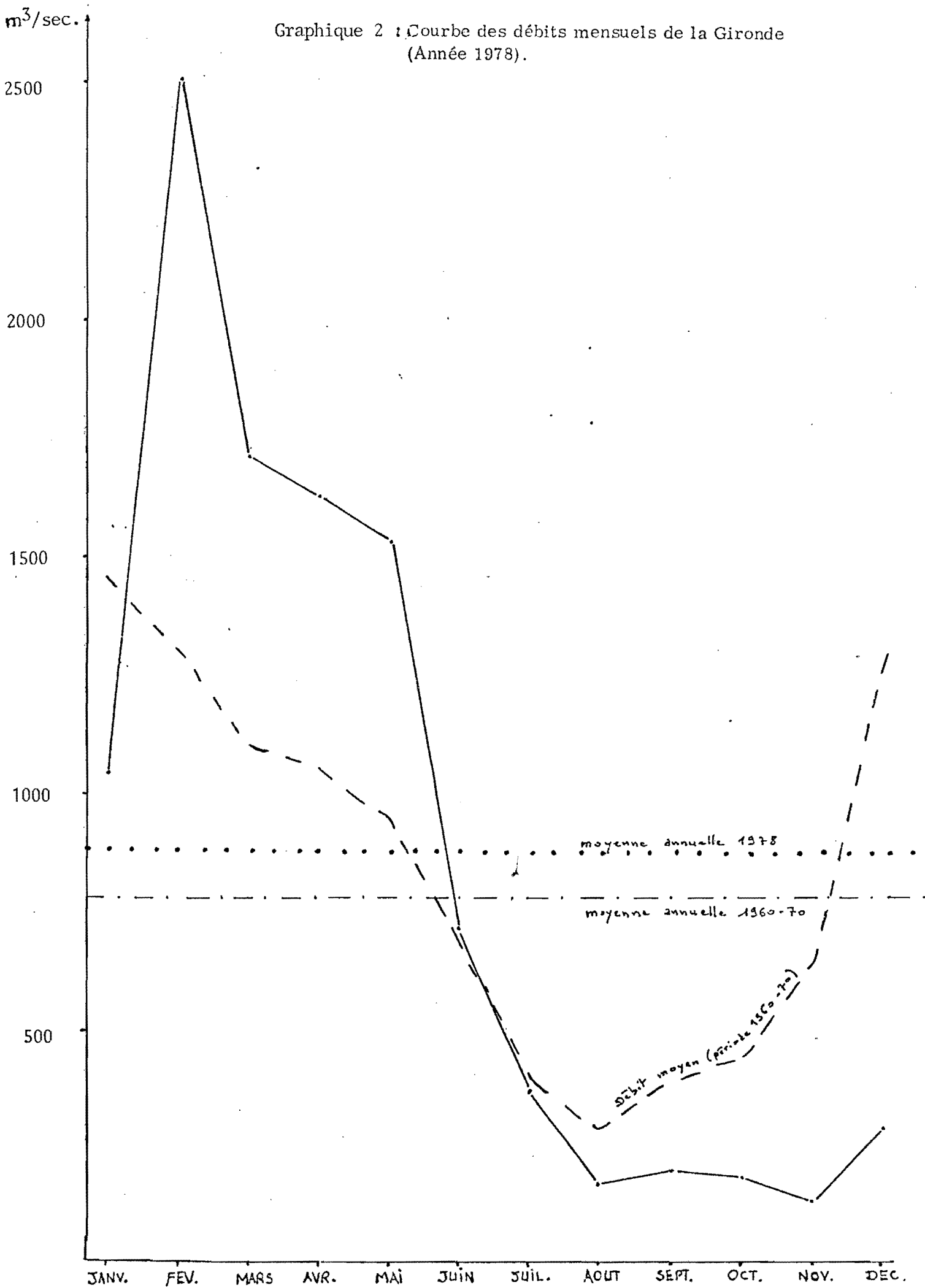
(graphique 2)

L'année 1978 a été sujette à des crues importantes en Février.

Le mois de Janvier est déficitaire par rapport à la moyenne calculée sur dix ans ; les mois de Février, Mars, Avril et Mai sont fortement excédentaires. Au mois de Février, les débits ont été très supérieurs à la moyenne calculée sur dix ans ; au cours de la première semaine, ils ont oscillé entre 4294 et 4561 m<sup>3</sup>/sec.

Le phénomène de sécheresse des mois d'Août, Septembre et Octobre (débits à peu près stables) s'accroît en Décembre où le déficit, par rapport à la moyenne des dix dernières années, devient particulièrement important.

Graphique 2 : Courbe des débits mensuels de la Gironde  
(Année 1978).



## ANNEXE I-3

-----  
TABLEAUX DE MESURES

Stations	Heure (T.U.)	Profondeur totale (m)	Hauteur de la mesure (m)	Salinité (‰)	Température (°C)	Courant		O <sub>2</sub> dissous (ml/l)	Turbidités (mg/l)	Mission au point : E Position : PK 52 Date : 7 Février 1978 Coefficient : 97 - 102	
						Vitesse (cm/sec.)	Direction (/Nord)				
1	S	05 h 30	9,30	1	0	7,2	042	360	6,89	178	<u>Observations :</u>  BM : 0 h 36 et 13 h 04  HM: 05 h 49 et 18 h 13
	F		8,30	0	7,2	038	360	7,33	628		
2	S	07 h 30	7,50	1	0	7,2	120	355	6,63	840	
	F		6,5	0	7,2	150	355	6,43	878		
3	S	09 h 30	5	1	0	7,2	110	360	7,17	114	
	F		4	0	7,2	105	355	6,58	2236		
4	S	11 h 30	4	1	0	7,2	100	360	6,47	140	
	F		3	0	7,2	080	360	6,36	1536		
5	S	13 h 30	6	1	0	7	160	150	6,66	562	
	F		5	0	7	140	155	6,38	1034		
6	S	15 h 30	8,70	1	0	7	155	145	6,38	140	
	F		7,70	0	7	080	150	6,42	2784		
7	S	17 h 30	9,40	1	0	7,2	055	140	6,73	120	
	F		8,40	0	7,2	065	155	6,42	2422		



Stations	Heure (T.U.)	Profondeur totale (m)	Hauteur de la mesure (m)	Salinité (‰)	Température (°C)	Courant		O <sub>2</sub> dissous (ml/l)	Turbidités (mg/l)	Mission au point : E Position : PK 52 Date : 9 Mai 1978 Coefficient : 85 - 84
						Vitesse (cm/sec.)	Direction (/Nord)			
1	S	02 h 00	5,50	1	7	100	200	7,33	307,5	<u>Observations :</u> BM : 00 h 23 et 13 h 28 HM : 06 h 23 et 18 h 40  Station 1 et 2 : sonde T° et S‰ en panne
	F			4,50		0	090	200	6,89	
2	S	03 h 30	6,50	1		080	130	6,43	208	
	F			5,50			100	160	6,63	
3	S	06 h 00	7,50	1	13,4	070	180	6,58	496,3	
	F			6,50		0,5	030	180	7,17	
4	S	08 h 00	6,00	1	13,2	075	10	6,36	230	
	F			5,00		0	045	0	6,47	
5	S	10 h 00	5,50	1	13,4	060	20	6,38	532,5	
	F			4,50		0	045	350	6,66	
6	S	12 h 15	5,00	1	13,2	065	20	6,42	495	
	F			4,00		0	050	10	6,38	495
7	S	14 h 30	4,50	1	13,4	145	155	6,42	440	
	F			4,50		0	135	165	6,73	940

Stations	Heure (T.U.)	Profondeur totale (m)	Hauteur de la mesure (m)	Salinité (‰)	Température (°C)	Courant		O <sub>2</sub> dissous (ml/l)	Turbidités (mg/l)	Mission au point : E Position : PK 52 Date : 5 Juin 1978 Coefficient : 79-80	
						Vitesse (cm/sec.)	Direction (/Nord)				
1	S	06 h 30	8	1	0,5	18	095	360	6,28	92	<u>Observations :</u>  BM : 12 h 07  HM: 04 h 53 et 17 h 12
	F			7	2	18	045	0	5,53	380	
2	S	08 h 30	6	1	0	18,2	145	0	6,09	560	
	F			5	0,4	18	130	0	6,16	850	
3	S	10 h 30	5	1	0	18,6	100	0	6,57	453,4	
	F			4	0	18,6	075	0	6,30	530	
4	S	12 h 30	5,50	1	0	18,8	130	150	6,49	144	
	F			4,50	0	18,8	070	140	6,69	366,7	
5	S	14 h 45	8	1	0,4	18,9	150	170	6,10	486,7	
	F			7	0,4	18,9	120	170	6,22	670	
6	S	17 h 00	9,20	1	3,5	19	035	160	5,59	828,6	
	F			8,20	3,6	18,8	005	170	5,41	850	

Stations	Heure (T.U.)	Profondeur totale (m)	Hauteur de la mesure (m)	Salinité (‰)	Température (°C)	Courant		O <sub>2</sub> dissous (ml/l)	Turbidités (mg/l)	Mission au point : F Position : PK 67 Date : 6 Juin 1978 Coefficient : 80-80	
						Vitesse (cm/sec.)	Direction (/Nord)				
1	S	03 h 30	9,40	1	9,1	18	75	150	5,94	185	<u>Observations :</u>  BM : 11 h 55 HM: 05 h 12 et 17 h 29  Turbidites de fond exagérées car la prise a peut-être été faite à moins de 1 m du fond.
	F			9,40	9,8	18	65	150	4,81	4480	
2	S	05 h 30	9,20	1	10	17,8	25	310	5,48	56	
	F			9,20	13,5	17,4	0		5,36	400	
3	S	07 h 30	8,00	1	4,8	18,2	180	360	5,42	56	
	F			7,00	9,0	18	130	360	5,31	810	
4	S	09 h 30	6,00	1	3,5	18,2	145	360	5,54	364	
	F			5,00	4,4	18,2	60	360	5,85	3320	
5	S	11 h 45	5,30	1	1,5	18,6	25	0	5,68	192	
	F			4,30	1,6	18,6	15	315	5,66	910	
6	S	14 h 15	7,80	1	5,9	18,6	125	160	5,22	490	
	F			6,80	6,2	18,6	100	160	5,51	3020	

Stations	Heure (T. U.)	Profondeur totale (m)	Hauteur de la mesure (m)	Salinité (‰)	Température (°C)	Courant		O <sub>2</sub> dissous (ml/l)	Turbidités (mg/l)	Mission au point : G Position : PK 78 Date : 6 Juin 1978. Coefficient : 80-80	
						Vitesse (cm/sec.)	Direction (/Nord)				
1	S	06 h 00	12,40	1	14,8	17,4	115		5,57	20	<u>Observations :</u>  BM : 10 h 46 HM : 04 h 38 et 16 h 51  Direction courant non évaluée
	F			11,40	22,3	16,5	015		5,51	44	
2	S	08 h 00	11,20	1	12,7	17,5	175		5,35	176,7	
	F			10,20	17,4	17,0	092		5,30	100	
3	S	10 h 00	9,20	1	12,0	17,6	150		4,90	244	
	F			8,20	14,8	17,4	080		4,95	800	
4	S	12 h 00	9,60	1	7,9	18,0	041		5,12	206,7	
	F			8,60	13,8	17,4	055		5,46	940	
5	S	14 h 15	11,40	1	15,9	17,4	207		5,51	22	
	F			10,40	17,9	17,0	115E		5,28	42	
6	S	16 h 00	12,60	1	19,00	16,8	107		5,52	38	
	F			11,60	21,5	16,6	069		5,33	540	

Stations	Heure (T. U.)	Profondeur totale (m)	Hauteur de la marée (m)	Salinité (‰)	Température (° C)	Courant		O <sub>2</sub> dissous (ml/l)	Turbidités (mg/l)	Mission au point : H Position : PK 89 Date : 7 Juin 1978 Coefficient : 79-78
						Vitesse (cm/sec.)	Direction (/Nord)			
1	S	06 h 00	14,70	1	23,0	16,5	027	5,78	20	<u>Observations :</u>  BM : 10 h 10 et 22 h 39 HM : 04 h 17 et 16 h 35  Direction courant non évaluée
	F			13,70	26,7	16,4	011	5,91	22	
2	S	08 h 00	14,20	1	17,9	17,0	182	5,75	20	
	F			13,20	25,0	16,4	066	5,87	84	
3	S	10 h 00	12,40	1	16,0	17,2	202	5,73	94	
	F			11,40	18,3	17,0	085	5,76	213,4	
4	S	12 h 00	12,60	1	14,2	17,7	006	5,55	60	
	F			11,60	18,0	17	045	5,60	416	
5	S	14 h 15	14,80	1	17,5	17,2	126	5,75	30	
	F			12,80	20,5	16,8	080	5,77	180	
6	S	16 h 00	16,00	1	25,5	16,8	102	6,06	28	
	F			15,00	26,5	16,7	050	5,95	30	

Stations	Heure (T.U.)	Profondeur totale (m)	Hauteur de la mesure (m)	Salinité (‰)	Température (°C)	Courant		O <sub>2</sub> dissous (ml/l)	Turbidités (mg/l)	Mission au point : D Position : PK 42 Date : 7 Juin 1978. Coefficient : 79-78  <u>Observations :</u>  BM : 01 h 02 et 13 h 20 HM : 06 h 04 et 18 h 11	
						Vitesse (cm/sec.)	Direction (/Nord)				
1	S	04 h 30	7,40	1	0	18,8	95	160	6,69		326,7
	F			6,40	0	18,8	60	170	6,54		426,7
2	S	06 h 30	8,20	1	0	18,8	30	150	6,54		175
	F			7,20	0	18,8	5	150	6,75		708,3
3	S	08 h 30	6,50	1	0	18,8	100	0	6,59		253,3
	F			5,50	0	18,8	60	340	6,46		340
4	S	10 h 30	5,20	1	0	19	90	0	6,85		433,3
	F			5,20	0	19	55	360	6,70		366,6
5	S	12 h 45	4,00	1	0	19	75	10	6,76	280	
	F			3,00	0	19	50	0	6,45	286,7	
6	S	15 h 00	5,50	1	0	19,2	80	170	6,78	306,7	
	F			4,50	0	19,2	75	180	6,80	306,7	

Stations	Heure (T. U.)	Profondeur totale (m)	Hauteur de la mesure (m)	Salinité (‰)	Température (°C)	Courant		O <sub>2</sub> dissous (ml/l)	Turbidités (mg/l)	Mission au point : c Position : PK 35 Date : 8 Juin 1978 Coefficient : 77-75  <u>Observations :</u>  BM : 02 h 42 et 14 h 59 HM : 07 h 08 et 19 h 25	
						Vitesse (cm/sec.)	Direction (/Nord)				
1	S	05 h 30	9,00	1	0	19,4	105	170	4,70		212
	F			8,00	0	19,4	80	180	4,33		433,3
2	S	07 h 30	9,50	1	0	19,4	5	160	5,23		92
	F			8,50	0	19,4	10	110	3,20		128
3	S	09 h 30	8,10	1	0	19,4	100	5	5,17		124
	F			7,10	0	19,4	90	335	4,80		780
4	S	11 h 30	6,90	1	0	19,6	105	0	5,02		250
	F			5,90	0	19,5	70	335	5,42		413,3
5	S	13 h 45	5,90	1	0	19,8	100	330	5,09	235	
	F			4,90	0	19,8	85	340	4,57	373,3	
6	S	15 h 45	7,50	1	0	19,9	105	160	5,06	100	
	F			6,50	0	19,9	75	160	5,13	830	

Stations	Heure (T. U.)	Profondeur totale (m)	Hauteur de la mesure (m)	Salinité (‰)	Température (°C)	Courant		O <sub>2</sub> dissous (ml/l)	Turbidités (mg/l)	Mission au point : B Position : PK 20 (Dordogne) Date : 9 Juin 1978 Coefficient : 72-70	
						Vitesse (cm/sec.)	Direction (/Nord)				
1	S	05 h 30	5,20	1	0	19,8	130	120	5,12	156	<u>Observations :</u>  BM : 03 h 15 et 15 h 28  HM : 07 h 42 et 19 h 59
	F			4,20	0	19,8	100	120	5,96	555	
2	S	07 h 30	6,80	1	0	19,8	70	100	4,88	115,7	
	F			5,80	0	19,8	55	120	6,37	730	
3	S	09 h 30	6,10	1	0	20	70	340	5,06	188	
	F			5,10	0	20	55	320	6,46	362	
4	S	11 h 30	4,45	1	0	20	60	350	6,62	465,7	
	F			3,45	0	20	45	325	6,49	472	
5	S	13 h 30	3,90	1	0	20,8	45	360	6,01	385	
	F			2,90	0	20,8	35	340	7,15	624	
6	S	15 h 30	3,40	1	0	20,7	45	90	8,55	110	
	F			2,40	0	20,7	45	90	8,77	220	



Stations	Heure (T. U.)	Profondeur totale (m)	Hauteur de la mesure (m)	Salinité (‰)	Température (°C)	Courant		O <sub>2</sub> dissous (ml/l)	Turbidités (mg/l)	Mission au point : A Position : PK 20 (Garonne) Date : 10 Juin 1978 Coefficient : 67-64  <u>Observations :</u>  BM : 04 h 02 et 16 h 15 HM : 08 h 25 et 20 h 43
						Vitesse (cm/sec.)	Direction (/Nord)			
1	S	00 h 30	1	0	18,2	085	350	6,61	62	
	F		3,10	0	18,2	045	340	6,69	426,7	
2	S	02 h 30	1	0	18	050	0	6,38	118	
	F		2,20	0	18	035	340	6,21	250	
3	S	04 h 30	1	0	18	060	120	6,21	42	
	F		2,60	0	18	040	130	6,27	117,1	
4	S	06 h 30	1	0	18,5	110	130	7,07	130	
	F		4,40	0	18,5	065	140	7,03	432	
5	S	08 h 30	1	0	18,7	035	130	6,96	26	
	F		5,50	0	18,8	015	160	7,01	144	
6	S	10 h 45	1	0	18,7	090	335	5,53	112	
	F		4,25	0	18,7	055	315	6,72	666,7	

Stations	Heure (T. U.)	Profondeur totale (m)	Hauteur de la mesure (m)	Salinité (‰)	Température (°C)	Courant		O <sub>2</sub> dissous (ml/l)	Turbidités (mg/l)	Mission au point : E Position : PK 52 Date : 20 Juin 1978 Coefficient :	
						Vitesse (cm/sec.)	Direction (/Nord)				
1	S F	04 h 30	9,50	1	1,3	18,3	30	180	5,26	90	<u>Observations :</u>  BM : 11 h 32 HM : 04 h 21 et 16 h 46
				8,50	2,3	18,3	20	165	3,89	1210	
2	S F	06 h 30	7,80	1	0,8	18,2	105	10	4,74	192	
				6,80	1,1	18,2	55	340	4,09	1620	
3	S F	08 h 30	6	1	0	18	135	0	4,33	260	
				5	0	18	75	340	4,69	1260	
4	S F	10 h 30	4,70	1	0	18,3	125	0	4,44	466,7	
				3,70	0	18,3	90	340	4,37	820	
5	S F	12 h 45	6,25	1	0	18,4	120	160	4,66	630	
				5,25	0	18,4	100	160	4,50	1100	
6	S F	15 h 00	8,70	1	0	18,6	165	170	4,18	1260	
				7,70	0	18,7	120	170	4,11	1120	

Stations	Heure (T. U. )	Profondeur totale (m)	Hauteur de la mesure (m)	Salinité (‰)	Température (°C)	Courant		O <sub>2</sub> dissous (ml/l)	Turbidités (mg/l)	Mission au point : E  Position : PK 52 Date : 4 Juillet 1978 Coefficient : 70-72
						Vitesse (cm/sec. )	Direction (/Nord)			
1 S F	06.00	7,50	1	1,5	18,4	50	360	6,06	137	<u>Observations :</u>  H. M. 04.34 4,8 70 B. M. 11.44 0,7 H. M. 16.59 4,9 72
			6,50	2,3	18,4	35	320	5,95	240	
2 S F	08.00	6	1	1	18,4	100	0	5,98	504	
			5	1,2	18,4	80	0	5,86	770	
3 S F	10.00	4	1	0	18,4	85	0	5,84	360	
			3	0	18,4	95	350	6,03	635	
4 S F	12.00	4,50	1	0	18,6	55	160	6,07	344	
			3,50	0	18,6	60	160	6,05	284	
5 S F	14.14	6,50	1	0,7	18,6	115	160	6,01	862	
			5,50	0,7	18,6	105	170	5,96	1553	
6 S F	16.30	8,50	1	1,6	18,6	90	170	6,08	163	
			7,50	2,3	18,6	65	180	6,00	1680	

Stations	Heure (T.U.)	Profondeur totale (m)	Hauteur de la mesure (m)	Salinité (‰)	Température (°C)	Courant		O <sub>2</sub> dissous (ml/l)	Turbidités (mg/l)	Mission au point : E  Position : PK 52 Date : 18 juillet 1978 Coefficient : 76-82
						Vitesse (cm/sec.)	Direction (/Nord)			
1 S F	05.00	8	1	1,4	21,8	120	0	5,67	92	<u>Observations :</u>  H.M. 03.08 4,9 76 B.M. 10.06 0,6 Renverse du courant : 10.20 H.M. 15.37 5,1 82 B.M. 22.40 0,6
			7	3,4	21,8	70	0	5,59	228	
2 S F	07.00	6	1	1,4	20,8	100	10	5,53	264	
			5	1,4	20,8	75	0	5,65	2010	
3 S F	09.00	4,60	1	0,5	20,8	120	360	5,63		
			3,60	0,5	20,8	40	360	5,69	1170	
4 S F	11.00	5,50	1	0,7	21,0	120	180	5,68	204	
			4,50	0,7	21,0	75	180	5,70	1300	
5 S F	13.15	7,60	1	1,6	21,0	150	150	5,26	635	
			6,60	1,6	21,0	120	150	5,54	1860	
6 S F	17.30	9	1	4,1	20,8	90	150	5,73	256	
			8	4	20,8	60	160	5,84	3340	

Stations	Heure (T.U.)	Profondeur totale (m)	Hauteur de la mesure (m)	Salinité (‰)	Température (°C)	Courant		O <sub>2</sub> dissous (ml/l)	Turbidités (mg/l)	Mission au point : E  Position : PK 52 Date : 08 Aout 1978 Coefficient : 80-78
						Vitesse (cm/sec.)	Direction (/Nord)			
1 S F	06.00	6	1	4,3	19,3	95	180	5,59	330	<u>Observations :</u>  B. M. 02.25 H. M. 07.34 <b>coef. 80</b> Renverse : 08.05 B. M. 14.38 Renverse : 14.55 H. M. 19.50 <b>coef. 78</b>
			5	4,3	19,3	85	170	5,48	980	
2 S F	08.00	8	1	5,0	21,5		330	5,59	100	
			7	7,2	21,5		300	5,50	185	
3 S F	10.00	6	1	3,7	20,5	140	0	5,46	160	
			5	5,7	20,5	95	360	5,56	2530	
4 S F	12.15	5	1	3,1	21	80	0	5,51	606	
			4	3,1	21	70	360	5,37	1000	
5 S F	14.15	3,50	1	2,5	21	70	0	5,64	553	
			2,50	2,6	21	40	0	5,56	800	
6 S F	16.30	5	1	3,0	21,2	100	160	5,46	646	
			4	3,0	21,2	70	150	5,42	1173	

Stations	Heure (T. U.)	Profondeur totale (m)	Hauteur de la mesure (m)	Salinité (‰)	Température (°C)	Courant		O <sub>2</sub> dissous (ml/l)	Turbidités (mg/l)	Mission au point : E  Position : PK 52 Date : 29 Août 1978 Coefficient : 43-47
						Vitesse (cm/sec.)	Direction (/Nord)			
1 S F	05.45	6	1	5,8	20,8	95	0	5,79	164	<u>Observations :</u>  H. M. 02.07 43 B. M. 08.55 Ecale B. M. et renverse des courants 09.15 H. M. 14.39 47 Ecale H. M. et renverse des courants 15.20
			5	5,8	20,8	75	0	6,03	380	
2 S F	07.45	5	1	4,8	21	75	0	5,76	190	
			4	4,8	21	60	0	6,01	970	
3 S F	10.00	5,50	1	4,2	21	85	170	5,72	104	
			4,50	4,5	21	70	170	5,83	593	
4 S F	12.00	7	1	5,30	21,2	95	170	5,66	460	
			6	5,30	21,2	90	170	5,60	780	
5 S F	14.00	7,50	1	6,50	21,4	65	180	5,92	72	
			6,50	7,50	21,2	60	175	5,82	446	
6 S F	18.15	7	1	5,9	22	60	0	5,83	56	
			6	8,5	21,0	30	330	5,79	136	

Stations	Heure (T. U. )	Profondeur totale (m)	Hauteur de la mesure (m)	Salinité (‰)	Température (°C)	Courant		O <sub>2</sub> dissous (ml/l)	Turbidités (mg/l)	Mission au point : E  Position : PK 52 Date : 10 Octobre 1978 Coefficient : 50
						Vitesse (cm/sec.)	Direction (/Nord)			
1 S F	05.00	4,80	1	4	16,4	0	-	6,23	400	<u>Observations :</u>  Marées : (heures T. U. ) B. M. 05.07 H. M. 11.03 coef. 50 B. M. 17.46 Renverse entre 06.00 et 06.30 et entre 11.15 et 12.00
			3,80	3,8	16,4	20	150	6,42	1350	
2 S F	07.00	6,00	1	3,7	16,6	105	120	6,10	253	
			5	4,1	16,5	90	150	6,03	1320	
3 S F	09.00	7,30	1	5,9	16,4	125	170	6,15	400	
			6,30	5,6	16,5	80	170	6,45	2500	
4 S F	11.15	8,00	1	7,6	16,5	50	165	6,17	233	
			7	8,3	16,5	55	160	6,15	387	
5 S F	13.15	7,20	1	7	16,8	85	10	6,29	130	
			6,20	8,5	16,6	60	340	6,54	1000	
6 S F	15.30	5,60	1	5	16,8	65	10	6,18	850	
			4,60	5,6	16,8	85	285	6,36	1580	

Stations	Heure (T.U.)	Profondeur totale (m)	Hauteur de la mesure (m)	Salinité (‰)	Température (°C)	Courant		O <sub>2</sub> dissous (ml/l)	Turbidités (mg/l)	Mission au point : E  Position : PK 52  Date : 21 Novembre 1978 Coefficient : 50-46
						Vitesse (cm/sec.)	Direction (/Nord)			
1	06.00	5,80	1	6,5	11,2	125	150	10,17	393,3	<u>Observations :</u>  <u>Heures (T.U.) des marées :</u>  B. M. 03.24    0,9 H. M. 08.51    4,4    coef. 50  Renverse : 10.35 — 10.50  B. M. 25.42    1,0  Renverse : 16.25 — 16.50  H. M. 21.14    4,3    coef. 46
			4,80	6,4	11,2	95	180	9,93	700	
2	08.00	6,90	1	7,5	11,2	100	160	9,94	480	
			5,90	7,5	11,2	65	160	10,02	1170	
3	10.00	6,80	1	7,4	11,2	30	20	9,82	148	
			5,80	8,2	11,2	25	0	10,10	270	
4	12.30	5,30	1	6,4	11,2	70	10	9,65	920	
			4,30	6,4	11,2	60	0	9,58	1560	
5	14.30	4,50	1	5,8	11,4	25	30	9,70	613,3	
			3,50	5,9	11,3	25	0	9,62	1280	
6	16.30	5,10	1	5,4	11,3	50	150	9,75	168	
			4,10	5,8	11,3	55	160	9,82	766,6	



ANNEXES II

---

A N N E X E    II-1

-----

HAUTEURS D'EAU A LA REOLE

HAUTEURS D'EAU A LA REOLE A 12H00

---

MAI 1978		JUN 1978		JUILLET 1978		AOÛT 1978		SEPTEMBRE 1978		OCTOBRE 1978		NOVEMBRE 1978	
Haut. m	Moyenne	Haut. m	Moyenne	Haut. m	Moyenne	Haut. m	Moyenne	Haut. m	Moyenne	Haut. m	Moyenne	Haut. m	Moyenne
1:+ 3,30:		:+ 2,80:		:+ 1,10:		:+ 0,20:		:- 0,30:		:- 0,20:		:- 0,60:	
2:+ 4,10:		:+ 2,62:		:+ 1,90:		:+ 0,40:		:- 0,20:		:- 0,30:		:- 0,30:	
3:+ 4,86:		:+ 2,54:		:+ 2,34:		:+ 0,32:		:- 0,35:		:- 0,30:		:- 0,24:	
4:+ 3,86:	4,54	:+ 2,60:	2,51	:+ 1,60:	1,62	:+ 0,14:	0,20	:- 0,30:	- 0,12	:- 0,50:	- 0,10	:- 0,50:	- 0,42
5:+ 3,50:		:+ 2,50:		:+ 1,62:		:+ 0,10:		:- 0,40:		:+ 0,05:		:- 0,30:	
6:+ 3,40:		:+ 2,14:		:+ 1,76:		:+ 0,12:		:- 0,50:		:+ 0,08:		:- 0,30:	
7:+ 6,43:		:+ 2,60:		:+ 1,60:		:+ 0,04:		:+ 0,20:		:+ 0,40:		:- 0,60:	
8:+ 6,14:		:+ 2,64:		:+ 1,66:		:+ 0,00:		:+ 0,00:		:+ 0,20:		:- 0,50:	
9:+ 5,00:		:+ 2,40:		:+ 1,44:		:+ 0,30:		:+ 0,26:		:- 0,20:		:- 0,50:	
10:+ 4,80:		:+ 2,30:		:+ 1,20:		:+ 0,34:		:+ 0,44:		:- 0,40:		:- 0,40:	
11:+ 4,72:		:+ 2,20:		:+ 1,06:		:+ 0,20:		0,14:		:- 0,50:		:- 0,30:	
12:+ 4,10:		:+ 4,40:		:+ 1,24:		:+ 0,02:		0,00:		:- 0,50:		:- 0,40:	
13:+ 3,66:		:+ 3,20:		:+ 1,30:		:- 0,04:		:- 0,14:		:- 0,30:		:- 0,40:	
14:+ 3,50:	3,32	:+ 2,44:	2,55	:+ 1,04:	0,97	:- 0,03:	- 0,10	:- 0,10:	- 0,15	:- 0,40:	- 0,32	:- 0,50:	- 0,40
15:+ 3,06:		:+ 2,14:		:+ 1,04:		:- 0,12:		0,00:		:- 0,40:		:- 0,50:	
16:+ 2,80:		:+ 2,40:		:+ 1,00:		:- 0,20:		:- 0,12:		:- 0,12:		:- 0,50:	
17:+ 2,60:		:+ 2,25:		:+ 0,90:		:- 0,21:		:- 0,15:		:- 0,50:		:- 0,20:	
18:+ 2,80:		:+ 2,20:		:+ 0,64:		:- 0,20:		:- 0,20:		:- 0,30:		:- 0,30:	
19:+ 3,00:		:+ 2,24:		:+ 0,80:		:- 0,24:		:- 0,40:		0,00:		:- 0,36:	
20:+ 3,00:		:+ 2,05:		:+ 0,66:		:- 0,16:		:- 0,50:		:+ 0,10:		:- 0,50:	
21:+ 2,70:		:+ 1,74:		:+ 0,50:		:- 0,26:		:- 0,30:		:+ 0,20:		:- 0,50:	
22:+ 2,90:		:+ 1,70:		:+ 0,53:		:- 0,30:		:- 0,20:		:+ 0,10:		:- 0,40:	
23:+ 5,10:		:+ 1,50:		:+ 0,50:		:- 0,40:		:- 0,10:		:- 0,05:		:- 0,20:	
24:+ 5,00:	3,68	:+ 1,46:	1,48	:+ 0,50:	0,28	:- 0,30:	- 0,35	:- 0,20:	- 0,25	:- 0,03:	- 0,09	:- 0,30:	- 0,27
25:+ 3,92:		:+ 1,48:		:+ 0,22:		:- 0,30:		:- 0,30:		:- 0,20:		:- 0,30:	
26:+ 3,60:		:+ 1,40:		:+ 0,20:		:- 0,34:		:- 0,40:		:- 0,10:		:- 0,20:	
27:+ 3,80:		:+ 1,40:		:+ 0,10:		:- 0,34:		:- 0,30:		:- 0,10:		:- 0,40:	
28:+ 3,30:		:+ 1,50:		:+ 0,12:		:- 0,36:		:- 0,20:		:- 0,10:		:- 0,45:	
29:+ 3,20:		:+ 1,36:		:+ 0,10:		:- 0,40:		:- 0,30:		:- 0,20:		:- 0,20:	
30:+ 3,40:		:+ 1,30:		:+ 0,12:		:- 0,50:		:- 0,20:		:- 0,20:		:+ 0,30:	
31:+ 3,60:		:		:+ 0,20:		:- 0,40:		:		:- 0,30:		:	

## A N N E X E II-2

-----

RESULTATS DE DBO/5

DBO<sub>5</sub> sur les stations E (pk 52)

du 9/05/78 au 21/11/78

-----

Marégraphie de référence pour les heures de Marées : PAUILLAC

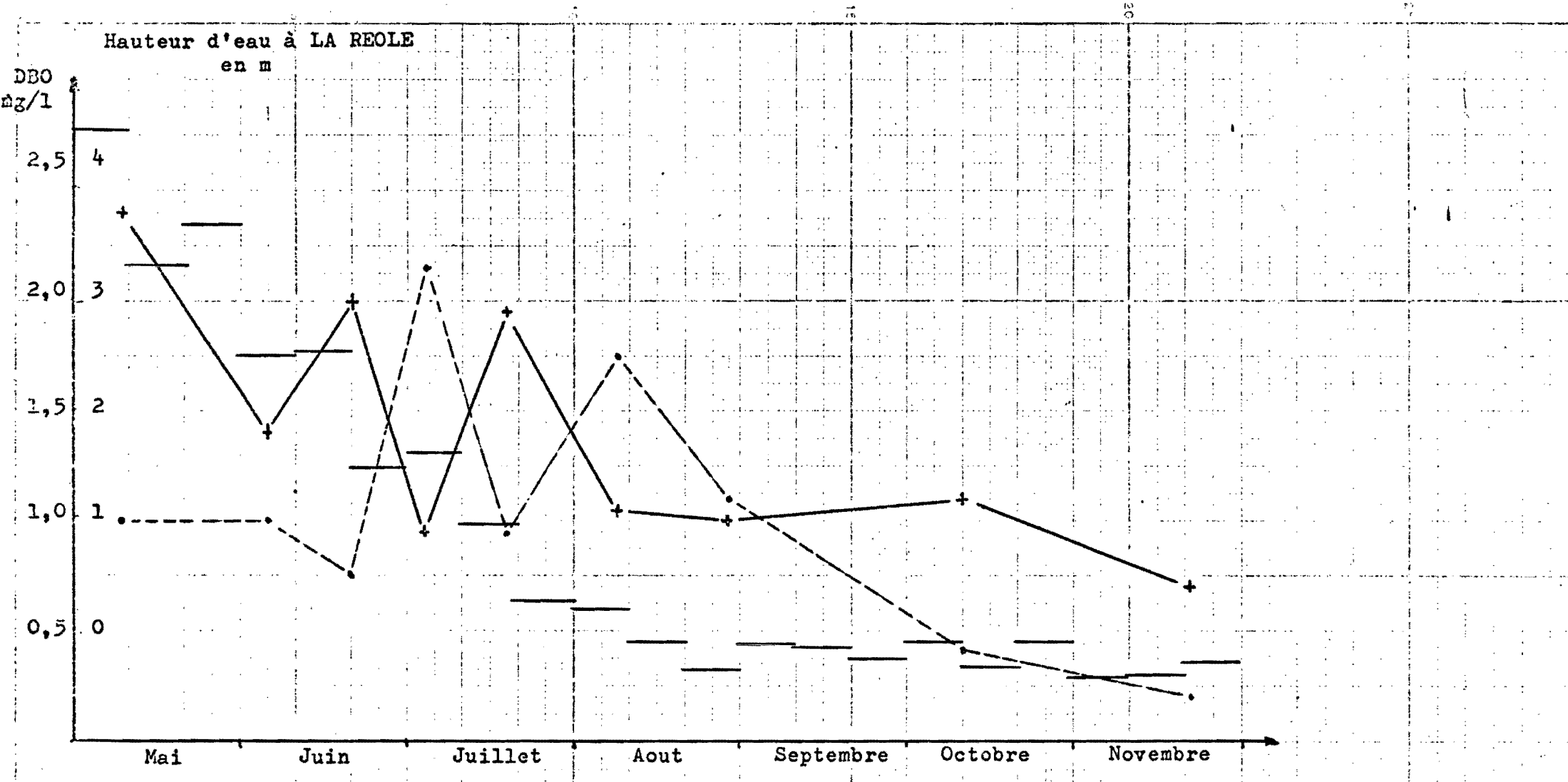
9/05/78		5/06/78		20/06/78		4/07/78		18/07/78		8/08/78		29/08/78		10/10/78		21/11/78	
Heures	DBO <sub>5</sub> **	Heures	DBO <sub>5</sub>	Heures	DBO <sub>5</sub>	Heures	DBO <sub>5</sub>	Heures	DBO <sub>5</sub>	Heures	DBO <sub>5</sub>	Heures	DBO <sub>5</sub>	Heures	DBO <sub>5</sub>	Heures	DBO <sub>5</sub>
2H00	1,65	6H30	1,15	4H30	0,75	6H00	0,85	5H00	0,60	6H00	1,15	5H45	1,10	5H00	1,10	6H00	0,85
3H30	1,40	8H30	1,05	6H30	0,80	8H00	0,80	7H00	1,45	8H00	1,75	7H45	1,20	7H00	1,45	8H00	0,60
6H00	1,00	10H30	1,10	8H30	1,15	10H00	1,05	9H00	1,30	10H00	0,95	10H00	1,00	9H00	0,80	10H00	0,20
8H00	0,65	12H30	1,40	10H30	1,10	12H00	0,95	11H00	1,15	12H15	0,60	12H00	1,20	11H15	0,40	12H30	1,00
10H00	0,90	14H45	1,30	12H45	2,05	14H15	1,20	13H15	2,30	14H15	1,05	14H00	1,10	13H15	0,65	14H30	0,70
2H15	2,40	17H00	1,00	15H00	1,60	16H30	2,15	15H30	0,95	16H30	0,75	16H15	1,30	15H30	1,45	16H30	0,10
Marées*		Marées		Marées		Marées		Marées		Marées		Marées		Marées		Marées	
BM : 1H23		HM : 4H53		HM : 4H21		HM : 4H34		HM : 3H08		BM : 2H25		HM : 2H07		BM : 5H07		BM : 3H24	
HM : 6H23		BM : 12H07		BM : 11H32		BM : 11H44		BM : 10H06		HM : 7H34		BM : 8H55		HM : 11H03		HM : 8H51	
BM : 13H38		HM : 17H12		HM : 16H46		HM : 16H54		HM : 15H37		BM : 14H38		HM : 14H39		BM : 17H46		BM : 15H42	
C = 85		C = 79-80		C = 91-96		C = 70-72		C = 76-82		C = 80		BM : 21H29		C = 50		HM : 21H14	
												C = 43-47				C = 50-46	

\* Les heures de prélèvements et de Marées sont exprimées en Temps Universel

\*\* Les DBO<sub>5</sub> sont exprimées en mg/l d'oxygène

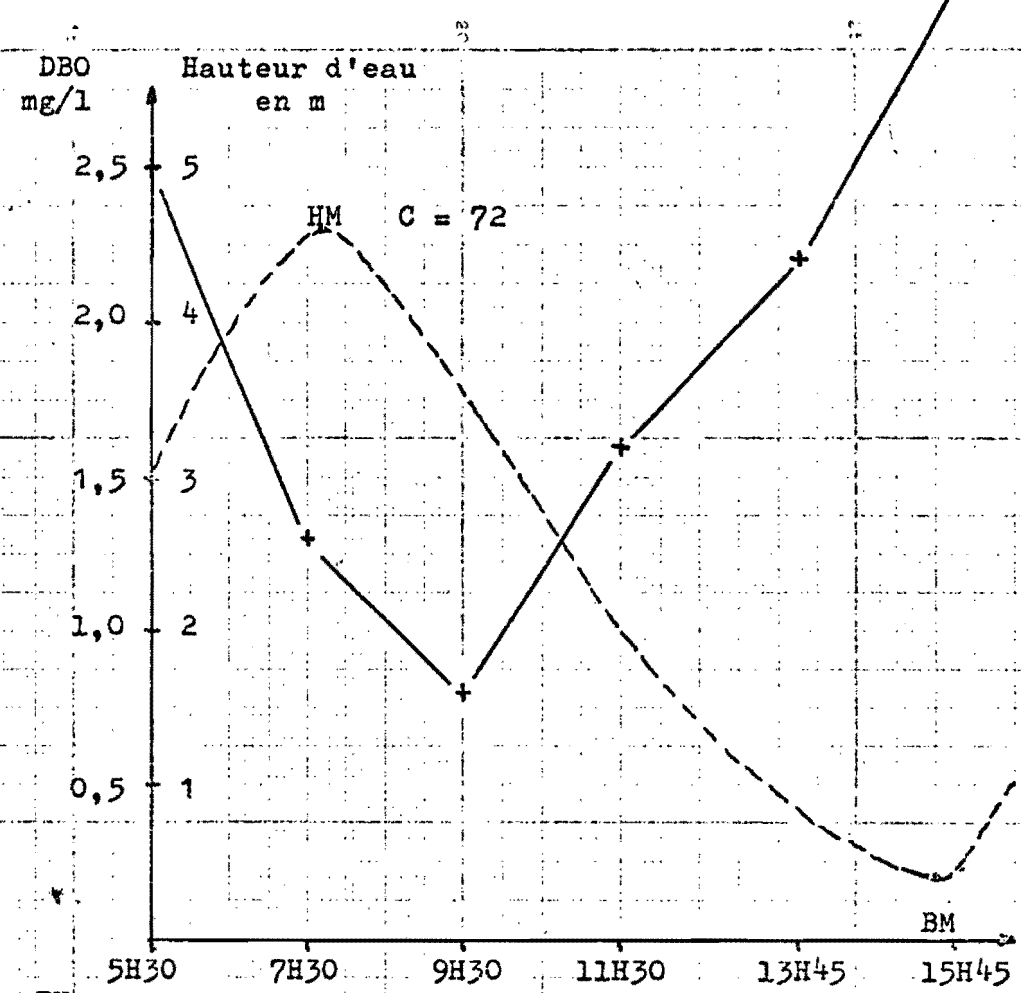
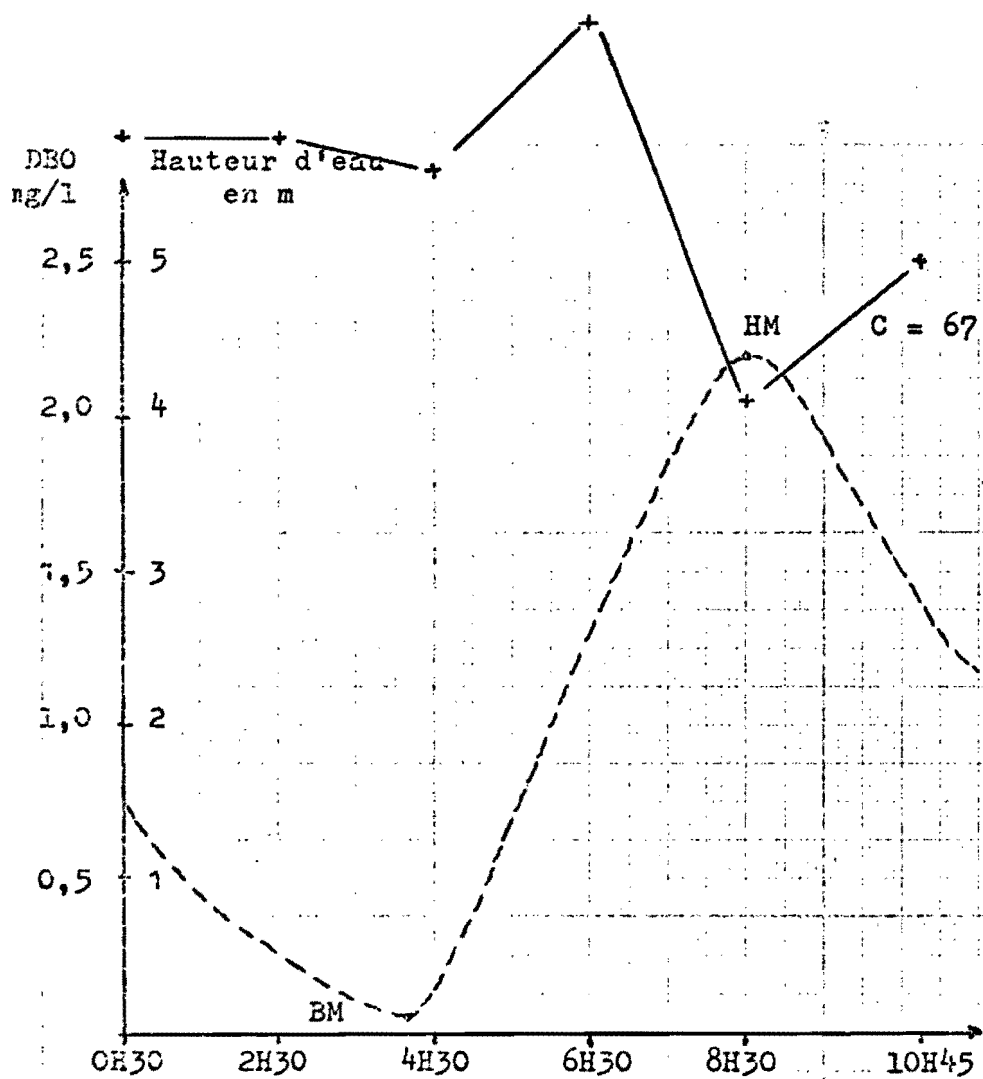
\*\*\* BM : Basse Mer ; HM : Haute Mer ; C : coefficient des hautes mers.





———— Moyenne des hauteurs d'eau journalières sur une décade à LA REOLE  
 + ———— DBO/5 mg/l à BM pour les stations E  
 • - - - - DBO/5 mg/l à HM pour les Stations E

Graphique 1



Heures TU

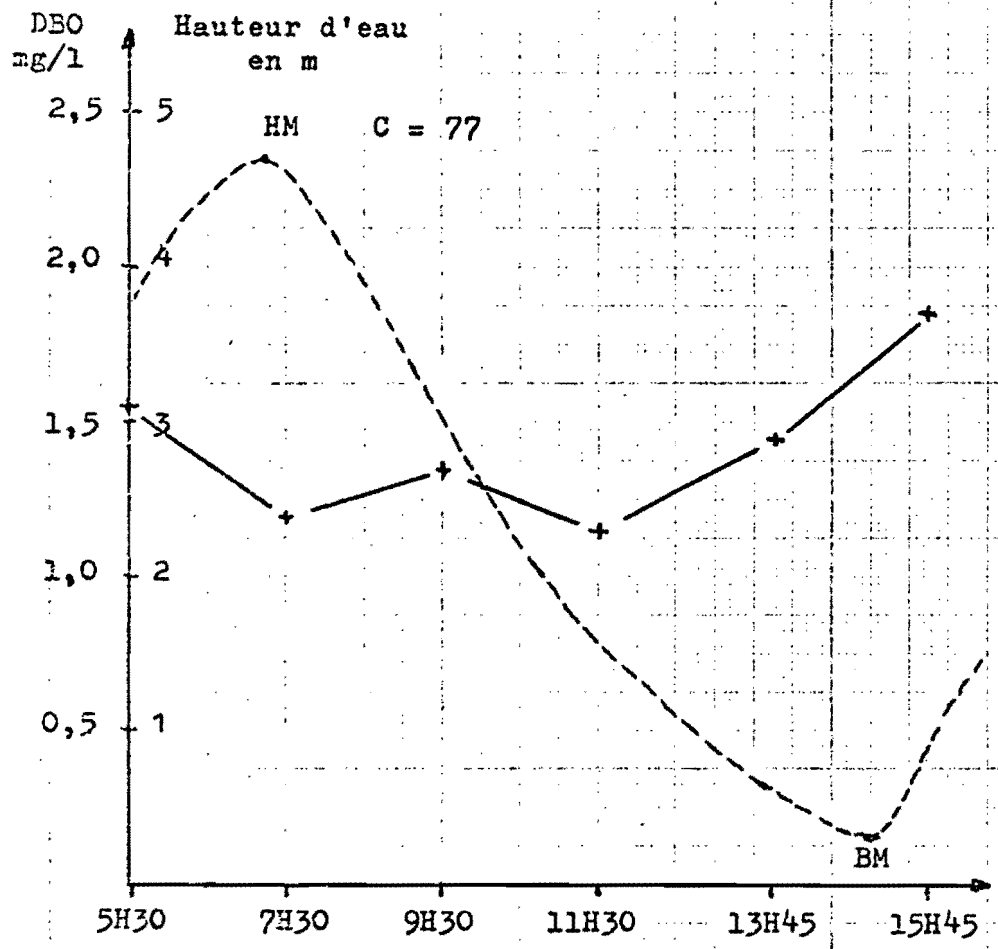
Station A du 10/06/78  
Marégraphe : LE MARQUIS

Station B du 9/06/78  
Marégraphe : LA REUILLE

—+— courbe Marégraphe  
+—+ DBO/5

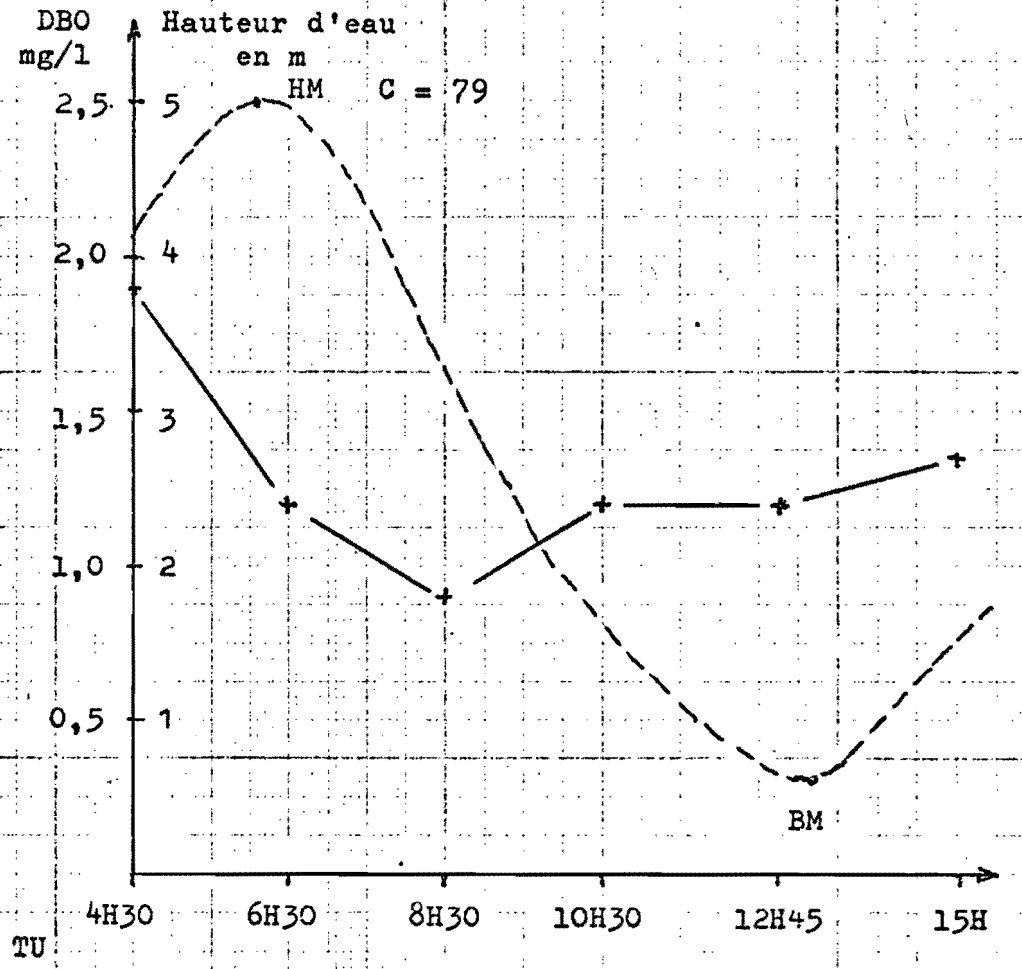
Graphique 2





Station C du 8/06/78  
Marégraphe : LA REUILLE

A



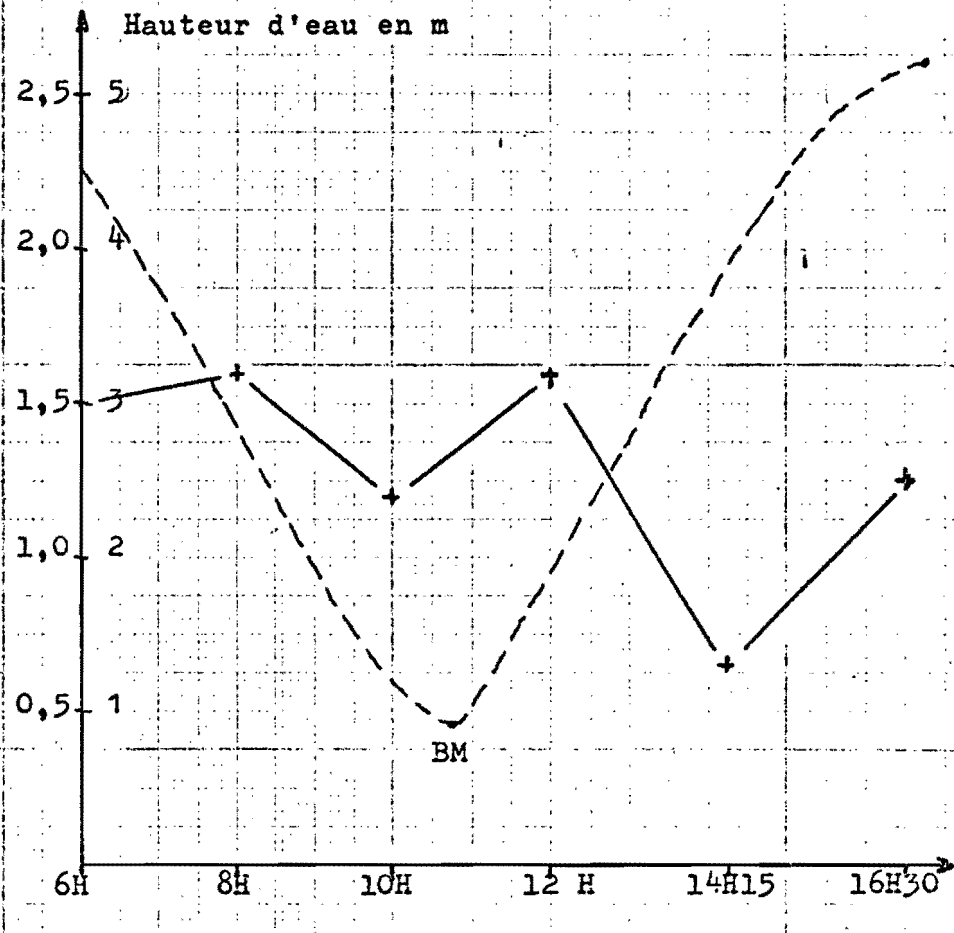
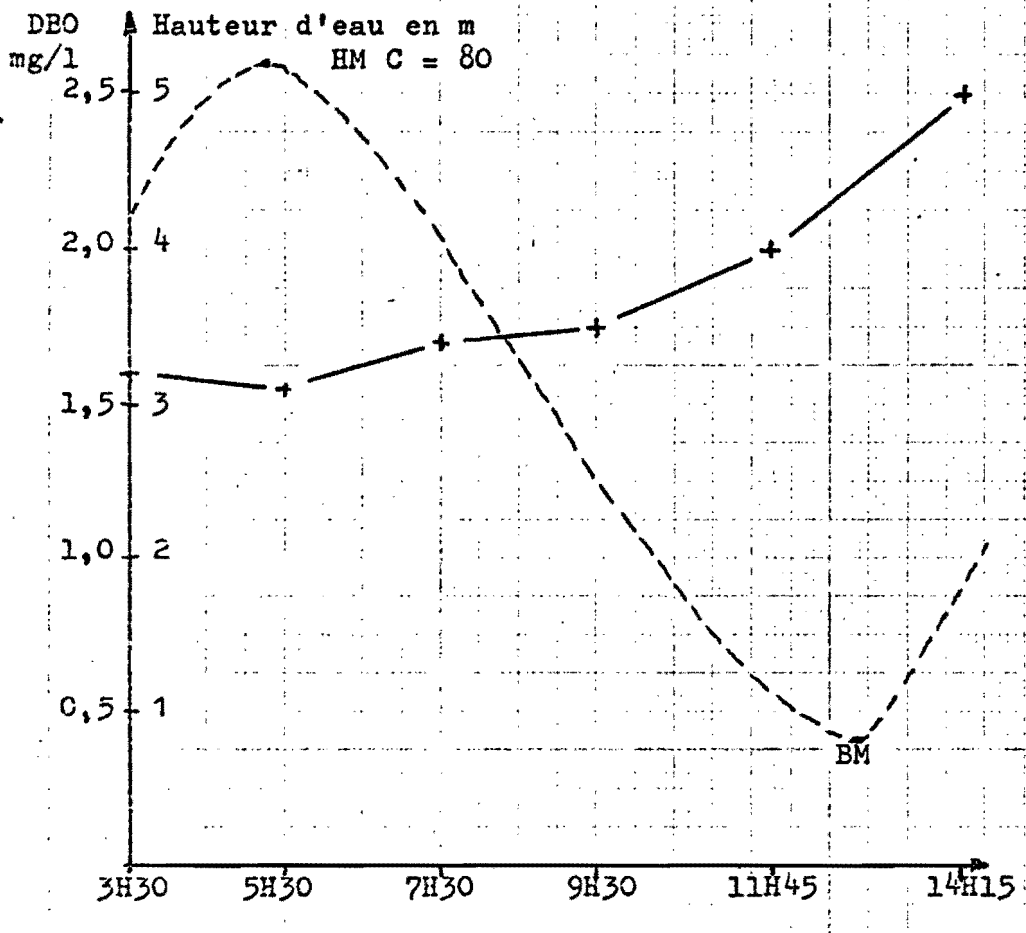
Station D du 7/06/78  
Marégraphe : PAUILLAC

B

—+— Courbe Marégraphe

+ —+ DBO/5

Graphique 3



Heures TU

Station F du 6/06/78  
Marégraphe : LAMENA

Station G du 6/06/78  
Marégraphe : RICHARD

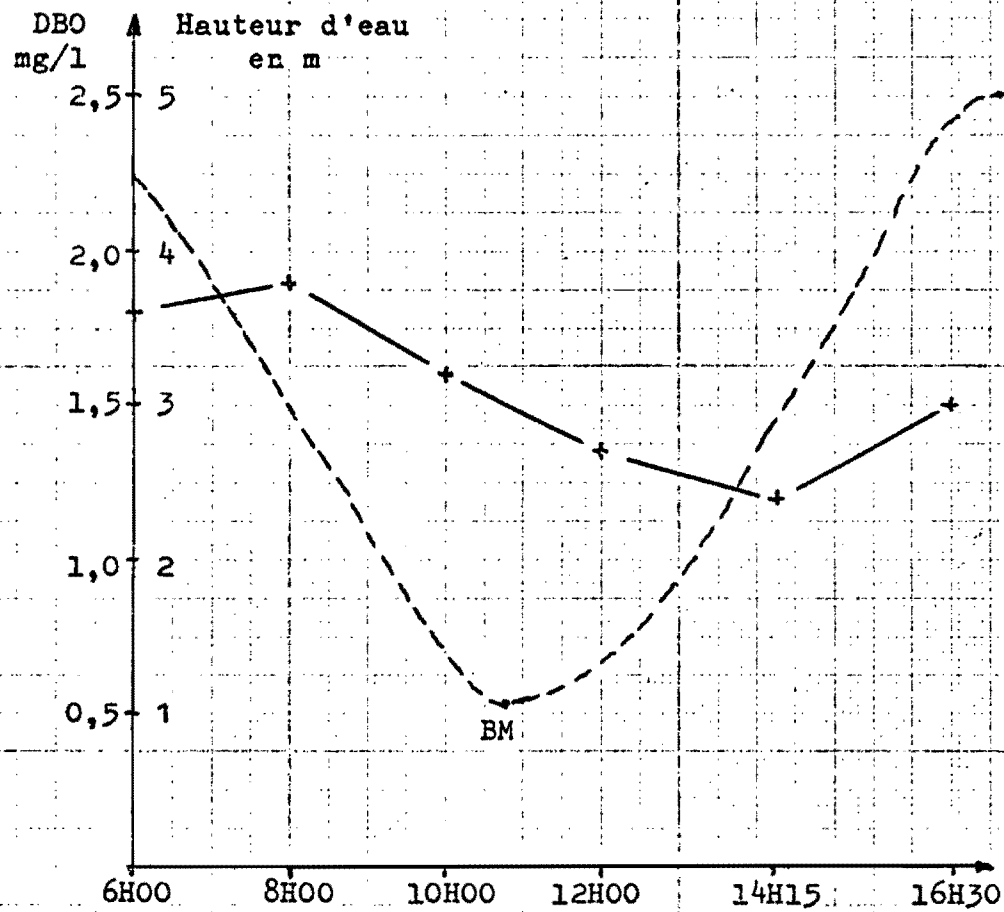
A

B

— — — — — Courbe Marégraphique

+ — + DBO/5

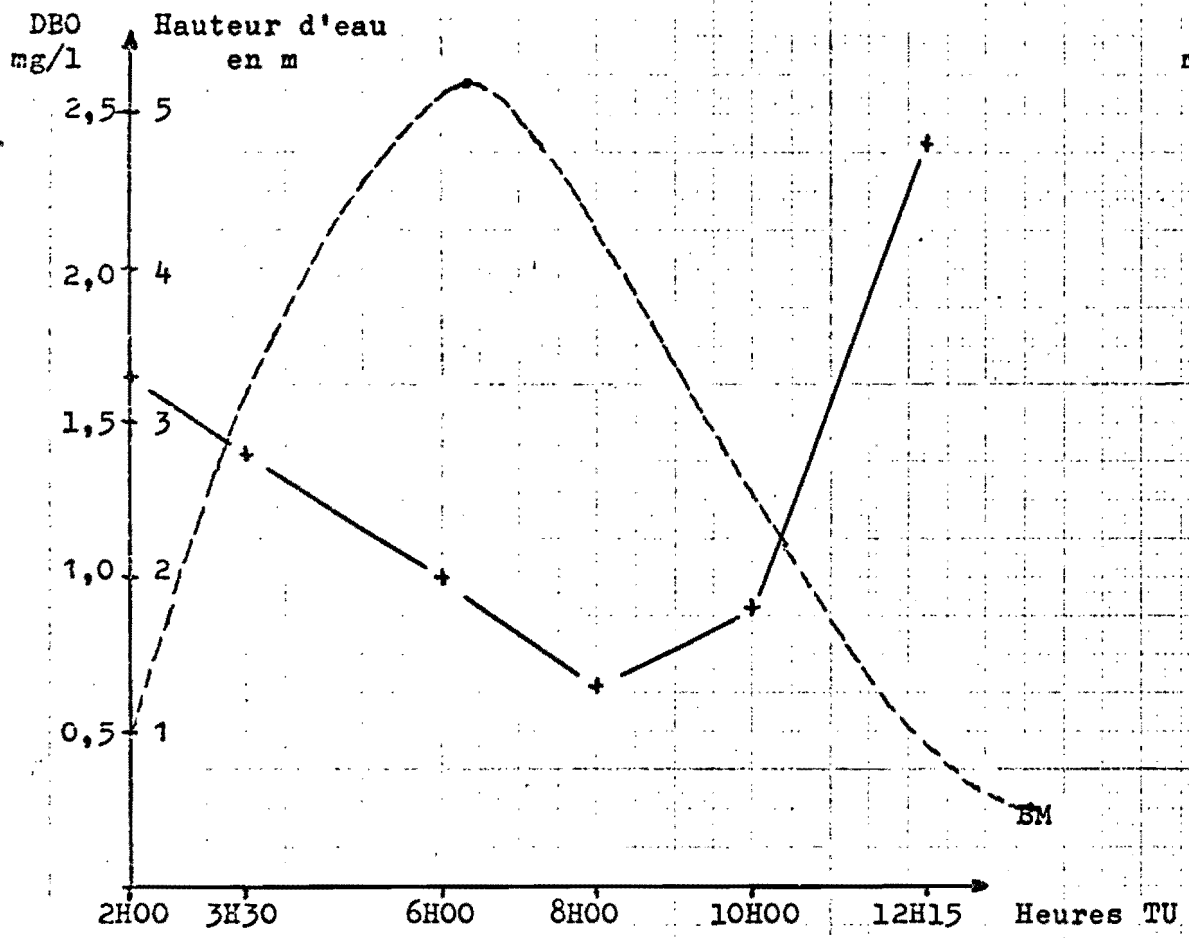
Graphique 4



Station H du 7/06/78

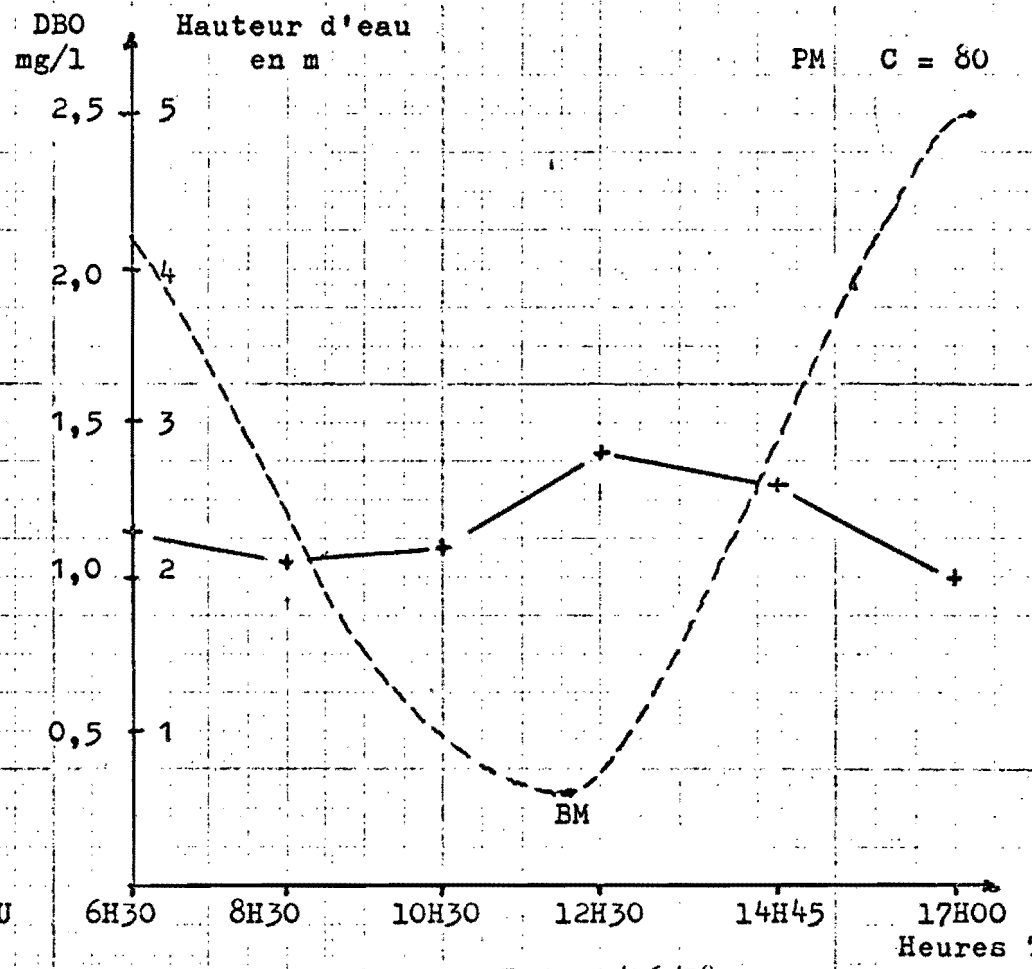
Marégraphe : GRAVE

● ——— ● Courbe Marégraphique  
 + ——— + DBO/5  
 Graphique 5



Station E du 9/05/78  
Marégraphe : PAUILLAC

A



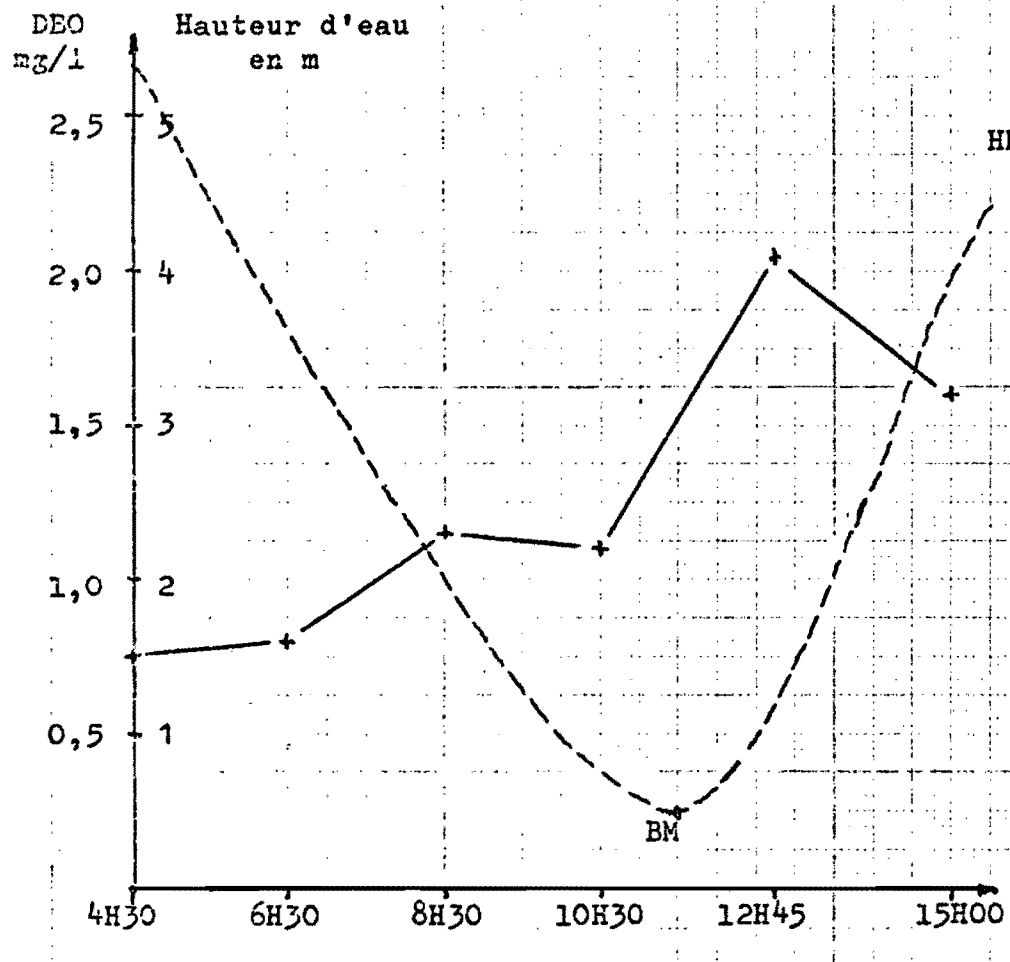
Station E du 5/06/78  
Marégraphe : PAUILLAC

B

--- Courbes Marégraphiques

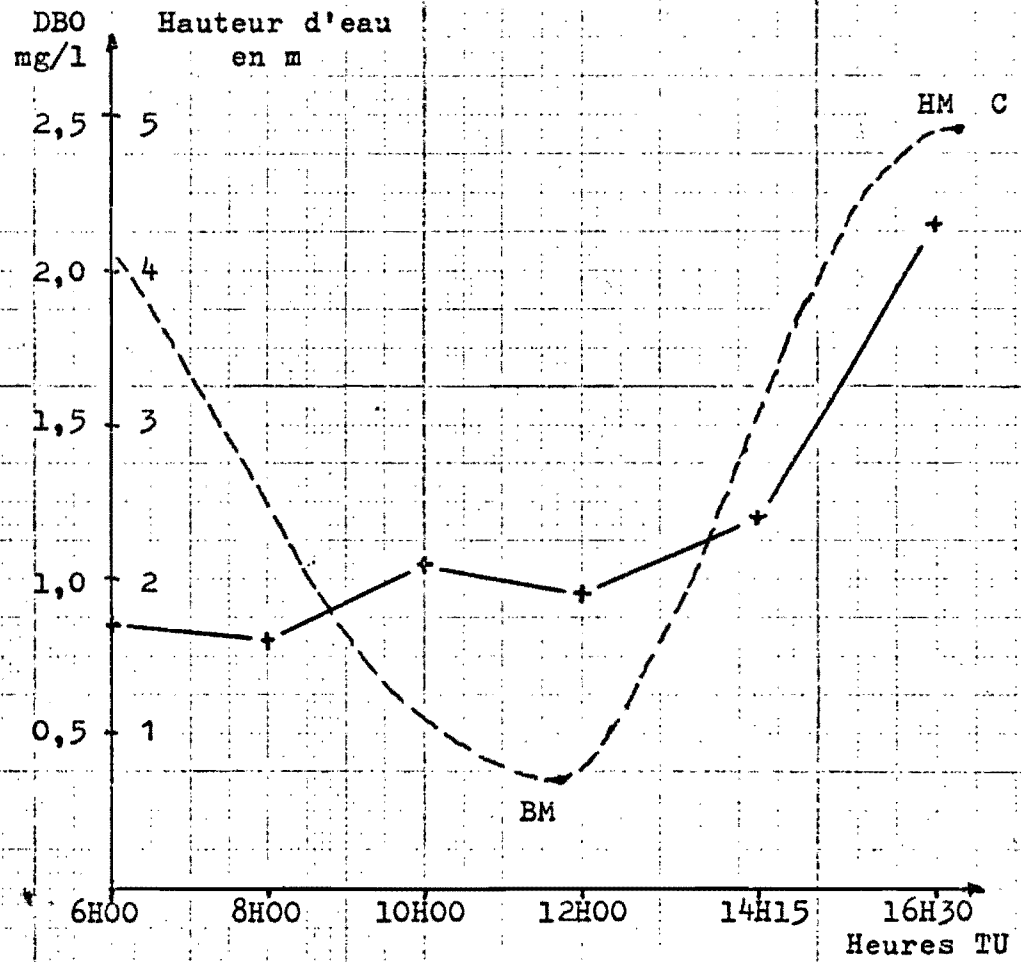
— DBO

Graphique 6



Station E du 29/06/78  
Marégraphe : PAUILLAC

A



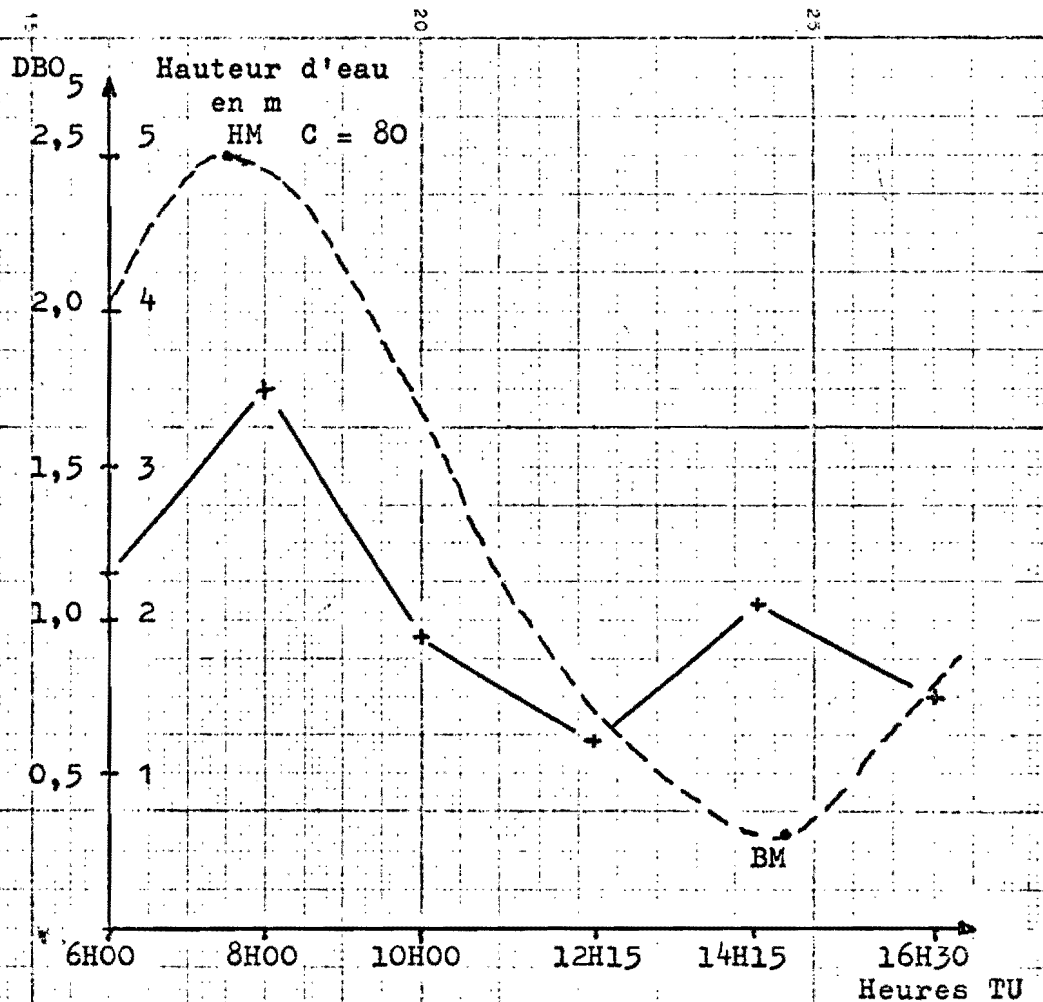
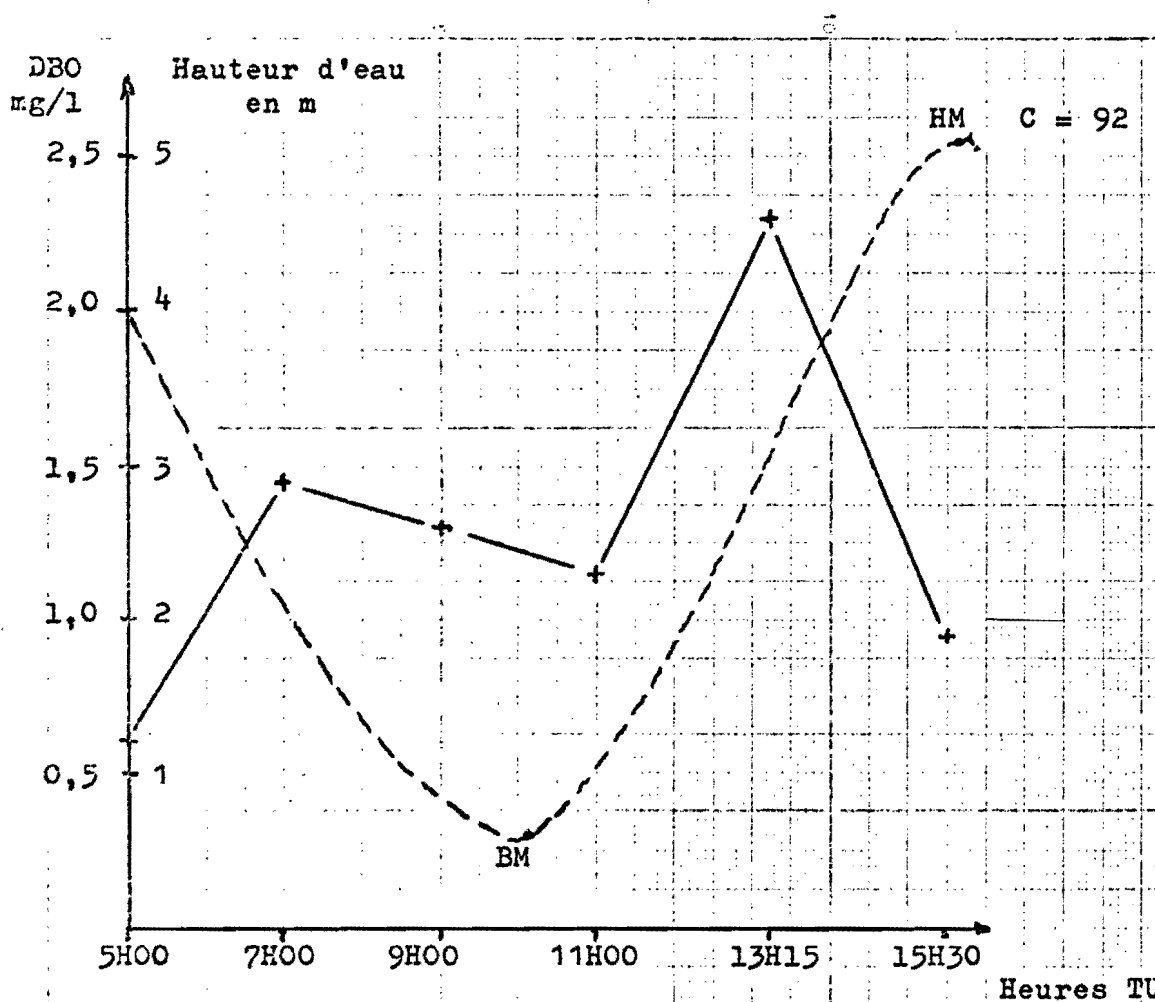
Station E du 4/07/78  
Marégraphe : PAUILLAC

B

--- Courbes Marégraphiques

+ ——— DBO/5

Graphique 7

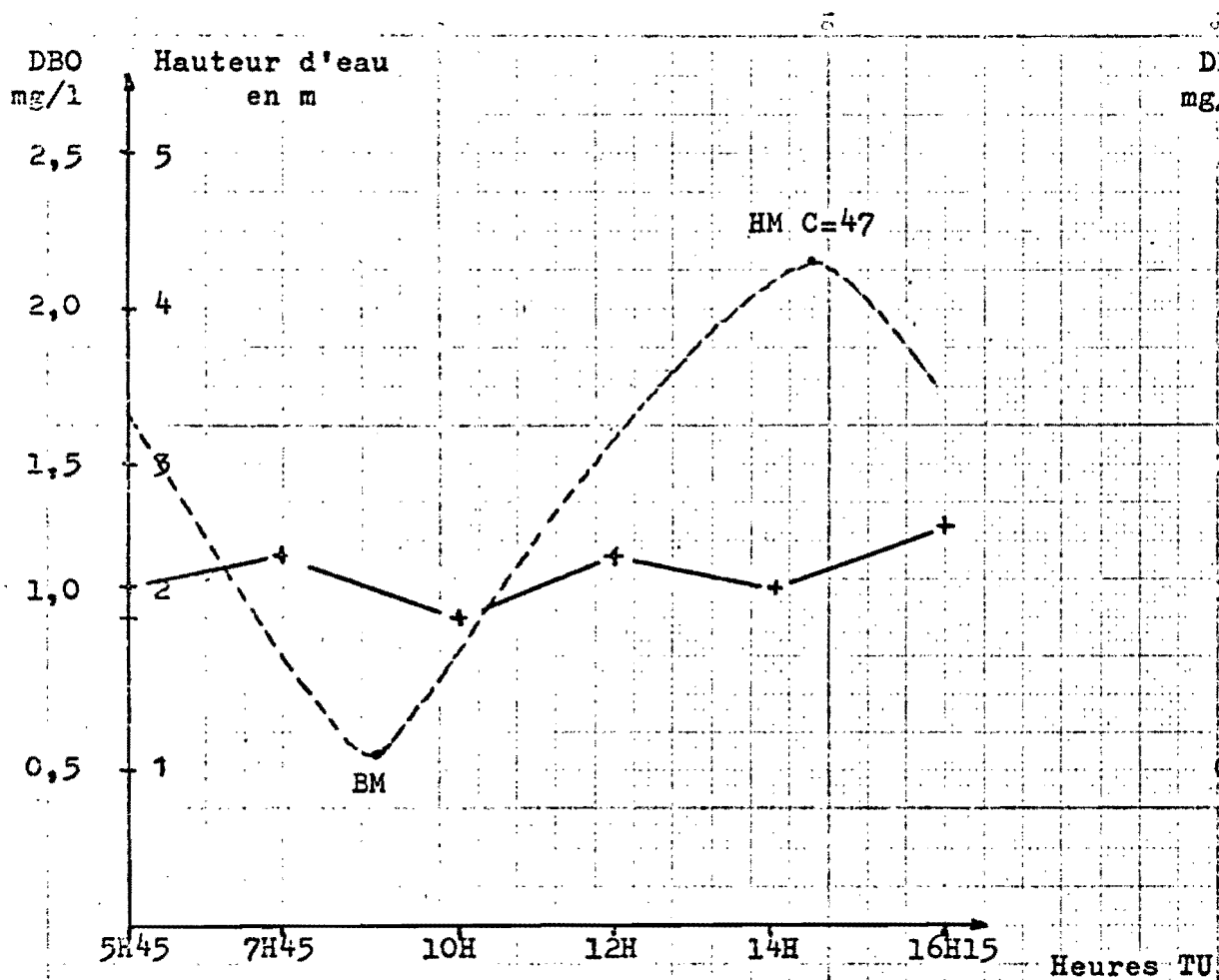


A

B

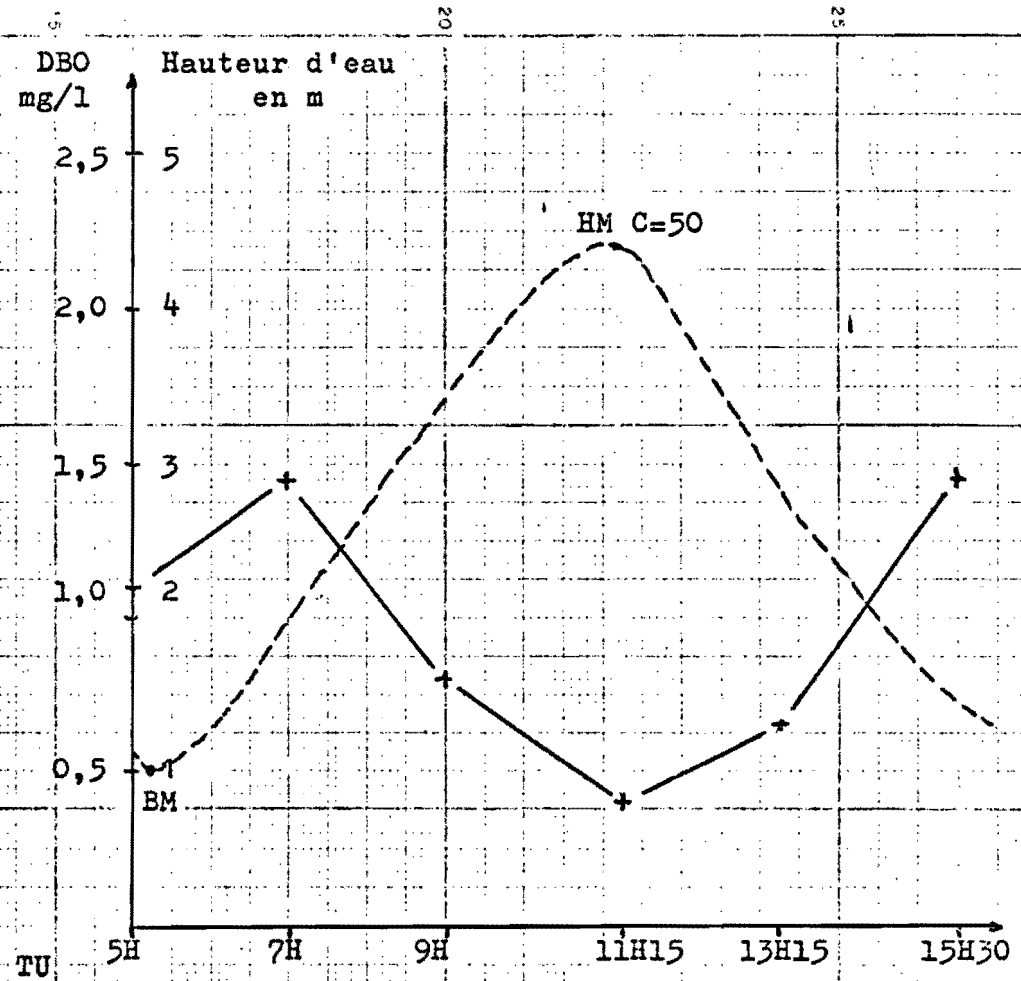
← ———— + courbe marégraphe  
 ← ———— + DBO/5

Graphique 8



Station E du 29/08/78  
Marégraphe : PAUILLAC

A



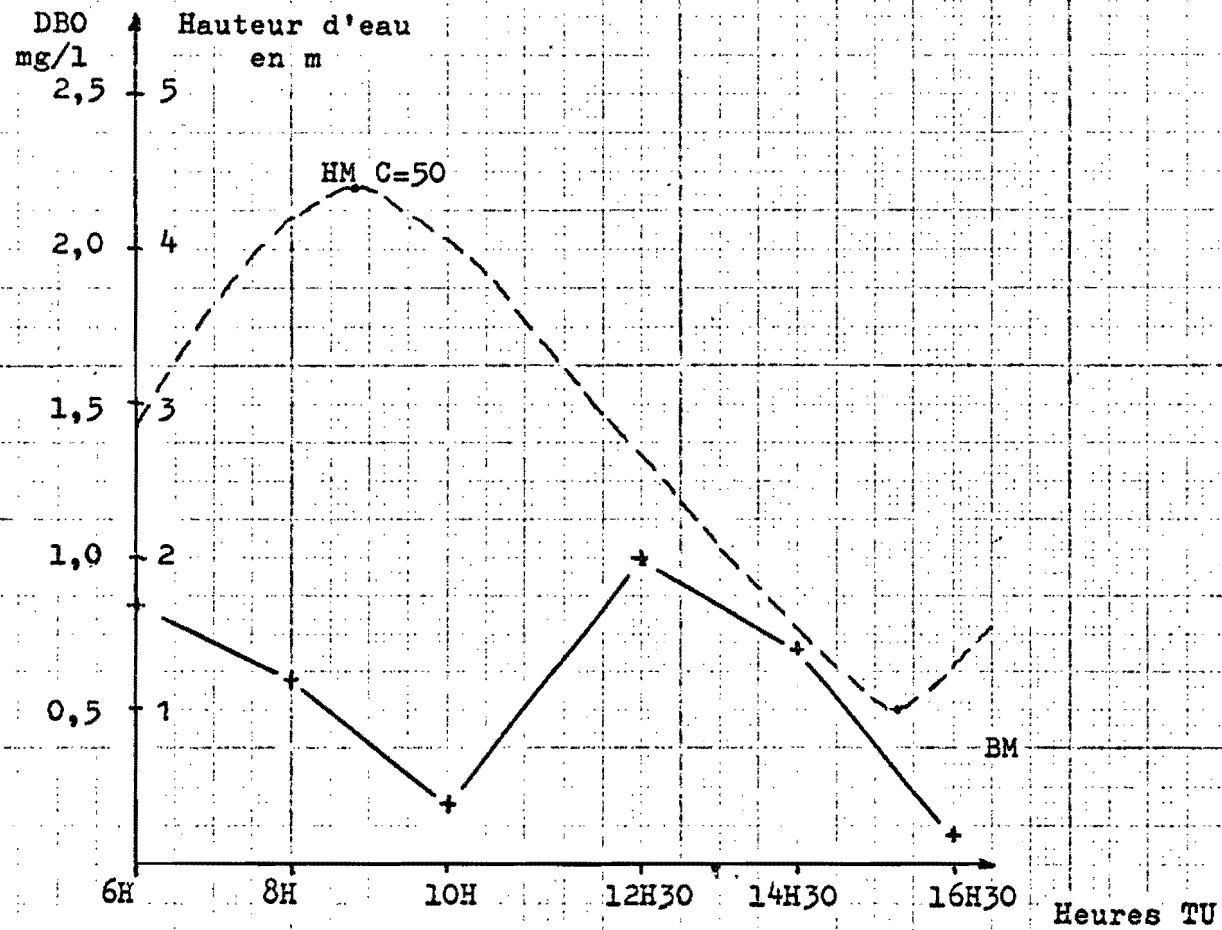
Station E du 10/10/78  
Marégraphe : PAUILLAC

B

—•— courbe Marégraphe

+ —+— DBO/5

Graphique 9



● — Courbe Marégraphe

+ — DBO/5

Graphique 10



## ANNEXE II-3

-----

RESULTATS DE METAUX LOURDS

METAUX LOURDS SUR LES STATIONS E (pK 52)

du 9/05/78 au 21/11/78

Cd µg/l

9/05/78		5/06/78		20/06/78		4/07/78		18/07/78		8/08/78		29/08/78		10/10/78		21/11/78	
Heures:	Cd	Heures:	Cd	Heures:	Cd	Heures:	Cd	Heures:	Cd	Heures:	Cd	Heures:	Cd	Heures:	Cd	Heures:	Cd
2h00	1,20	6h30	0,50	4h30	1,30	6h00	0,20	5h00	0,40	6h00	0,55	5h45	0,40	5h00	1,00	6h00	4,15
8h00	0,90	12h30	0,80	8h30	0,20	10h00	0,70	9h00	0,40	8h00	0,70	10h00	1,80	11h15	0,50	10h00	0,45
12h15	1,60	17h00	1,20	15h00	0,40	16h30	0,50	15h30	0,20	16h30	1,55	16h15	0,45	15h30	1,10	16h30	0,80

Cu µg/l

9/05/78		5/06/78		20/06/78		4/07/78		18/07/78		8/08/78		29/08/78		10/10/78		21/11/78	
Heures:	Cu	Heures:	Cu	Heures:	Cu	Heures:	Cu	Heures:	Cu	Heures:	Cu	Heures:	Cu	Heures:	Cu	Heures:	Cu
2h00	26,0	6h30	8,4	4h30	14,8	6h00	4,0	5h00	5,0	6h00	3,2	5h45	2,0	5h00	21,0	6h00	48,0
8h00	12,0	12h30	12,8	8h30	5,4	10h00	13,0	9h00	3,2	8h00	3,4	10h00	6,4	11h15	8,8	10h00	5,0
12h15	6,6	17h00	12,4	15h00	3,8	16h30	3,2	15h30	3,8	16h30	3,2	16h15	5,2	15h30	5,4	16h30	6,6

\* Les heures sont exprimées en Temps Universel.

## ANNEXE II-4

-----

## RESULTATS BACTERIOLOGIQUES

STATION E (PK 52)

-----

Dates	Heures	Coliformes totaux par 100 ml	Coliformes fécaux par 100 ml	Streptocoques Fécaux par 100 ml	Germes aérobies totaux par ml	Bactéries Sulfito-réductrices par 100 ml
9/05/78	2H00	230	230	9	46000	230
	8H00	230	43	23	1900	230
	12H15	2300	930	23	7500	430
5/06/78	6H30	930	23	4	24000	<36
	12H30	9300	93	<3	4900	<36
	17H00	120	43	<3	6000	<36
4/07/78	6H00	230	23	<3	166000	91
	10H00	430	230	4	55000	<36
	16H30	23	23	<3	5900	
18/07/78	5H00	1200	1200	11	>300000	36
	9H00	430	230	23	61000	230
	15H30	93	23	43	10100	210
8/08/78	6H00	36	36	<3	4300	210
	8H00	230	230	<3	550	36
	16H30	230	230	43	760	930
29/08/78	5H45	230	230	<3	3500	36
	10H00	230	230	<3	5000	230
	16H15	230	15	<3	720	430
10/10/78	5H00	2100	230	43	23900	230
	11H15	430	150	<3	1250	150
	15H30	430	430	9	9300	150
21/11/78	6H00	430	430	430	5000	430
	10H00	93	93	4	<1000	36
	16H30	430	430	43	1370	230



Station E (pK 52)

Bactéries Sulfatoréductrices  $\log_{10}$  (n + 1) /100 ml

---:---:---:---:---

9/05/78		5/06/78		20/06/78		4/07/78		18/07/78		8/08/78		29/08/78		10/10/78		21/11/78	
Heures	log	Heures	log	Heures	log	Heures	log	Heures	log	Heures	log	Heures	log	Heures	log	Heures	log
2H00	2,36	6H30	1,56R	4H30		6H00	1,96	5H00	1,57	6H00	2,32	5H45	1,56	5H00	2,36	6H00	2,63
8H00	2,36	12H30	1,56R	8H30		10H00	1,56R	9H00	2,36	8H00	1,56	10H00	2,36	11H15	2,18	10H00	1,56
12H15	2,63	17H00	1,56R	15H00		16H30	1,56	15H30	2,32	16H30	2,97	16H15	2,63	15H30	2,18	16H30	2,36

\* Les heures sont exprimées en temps universel

\*\* R : valeurs inférieures au seuil analytique.

STATION E (PK 52)

Coliformes Totaux log<sub>10</sub> (n/100 ml)

---:---:---:---:---:---:---:---:---

9/05/78		5/06/78		20/06/78		4/07/78		18/07/78		8/08/78		29/08/78		10/10/78		21/11/78	
Heures	log	Heures	log	Heures	log	Heures	log	Heures	log	Heures	log	Heures	log	Heures	log	Heures	log
2H00	2,36	6H30	2,97	4H30		6H00	2,36	5H00	3,08	6H00	1,56	5H45	2,36	5H00	3,32	6H00	2,63
8H00	2,36	12H30	3,97	8H30		10H00	2,63	9H00	2,63	8H00	2,36	10H00	2,36	11H15	2,63	10H00	1,97
12H15	3,36	17H00	2,08	15H00		16H30	1,36	15H30	1,97	16H30	2,36	16H15	2,36	15H30	2,63	16H30	2,63

STATION E (PK 52)

Coliformes fécaux log<sub>10</sub> (n/100 ml)

---:---:---:---:---:---:---:---:---

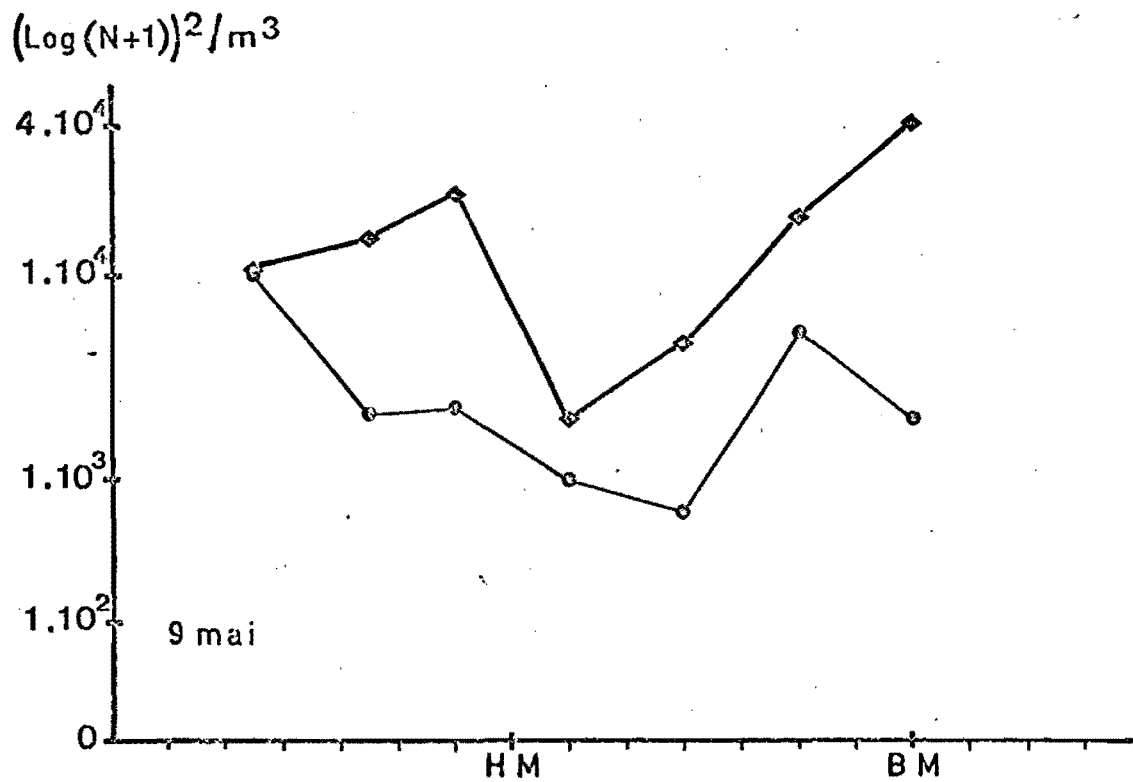
9/05/78		5/06/78		20/06/78		4/07/78		18/07/78		8/08/78		29/08/78		10/10/78		21/11/78	
Heures	log	Heures	log	Heures	log	Heures	log	Heures	log	Heures	log	Heures	log	Heures	log	Heures	log
2H00	2,36	6h30	1,36	4H30		6H00	1,36	5H00	3,08	6H00	1,56	5H45	2,36	5H00	2,36	6H00	2,63
8H00	1,63	12H30	1,97	8H30		10H00	2,36	9H00	2,36	8H00	2,36	10H00	2,36	11H15	2,18	10H00	1,97
12H15	2,97	17H00	1,63	15H00		16H30	1,36	15H30	1,36	16H30	2,36	16H15	1,17	15H30	2,63	16H30	2,63

\* les heures sont exprimées en Temps Universel.

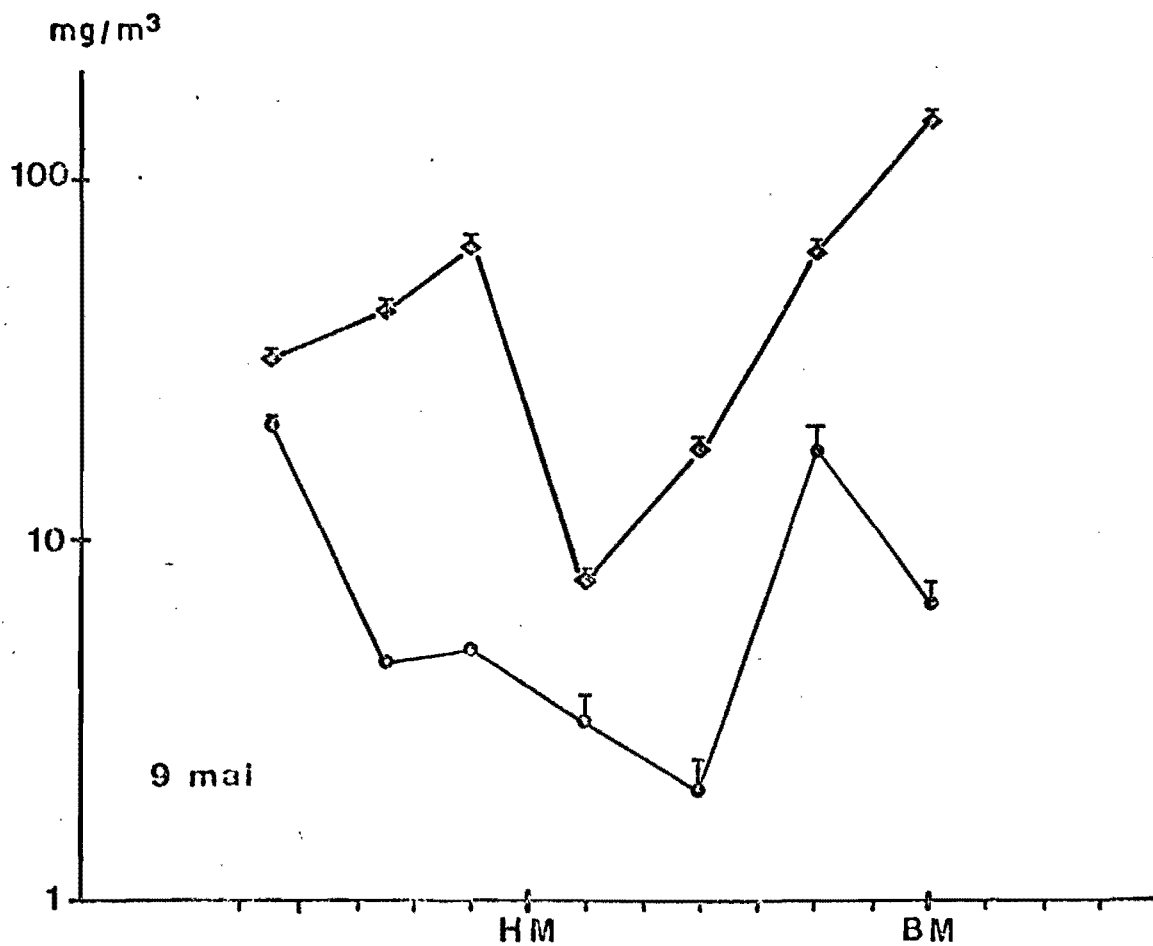
## ANNEXES III

---

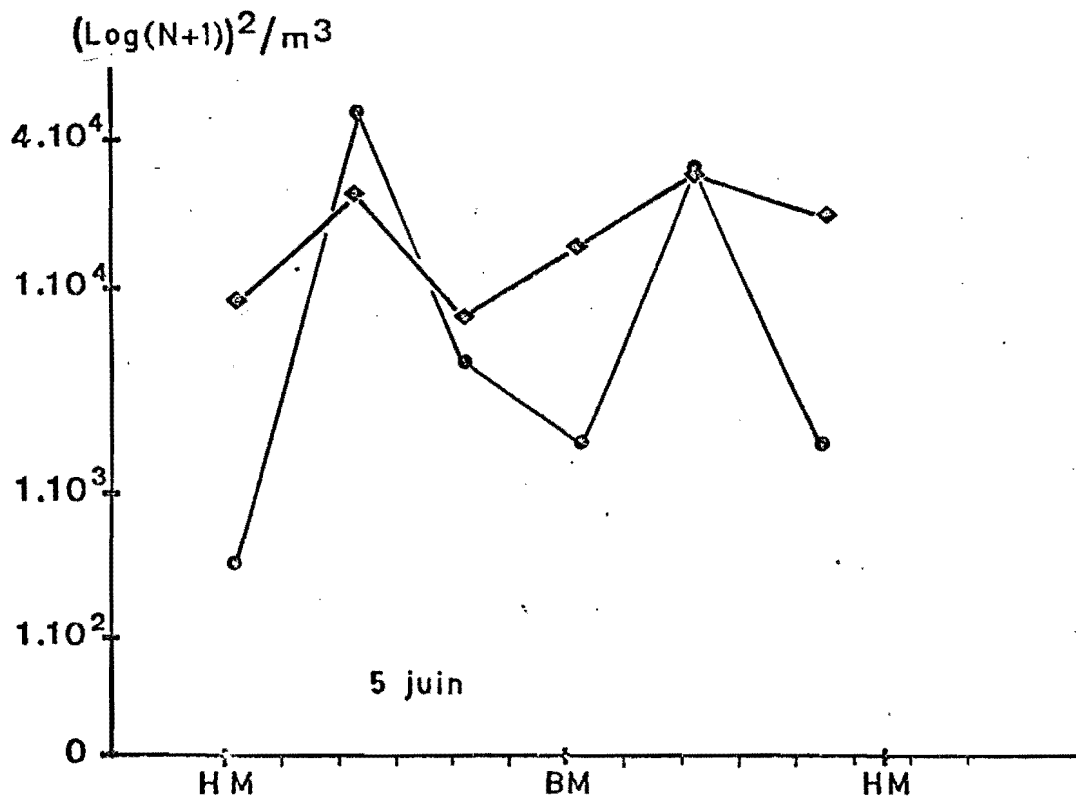




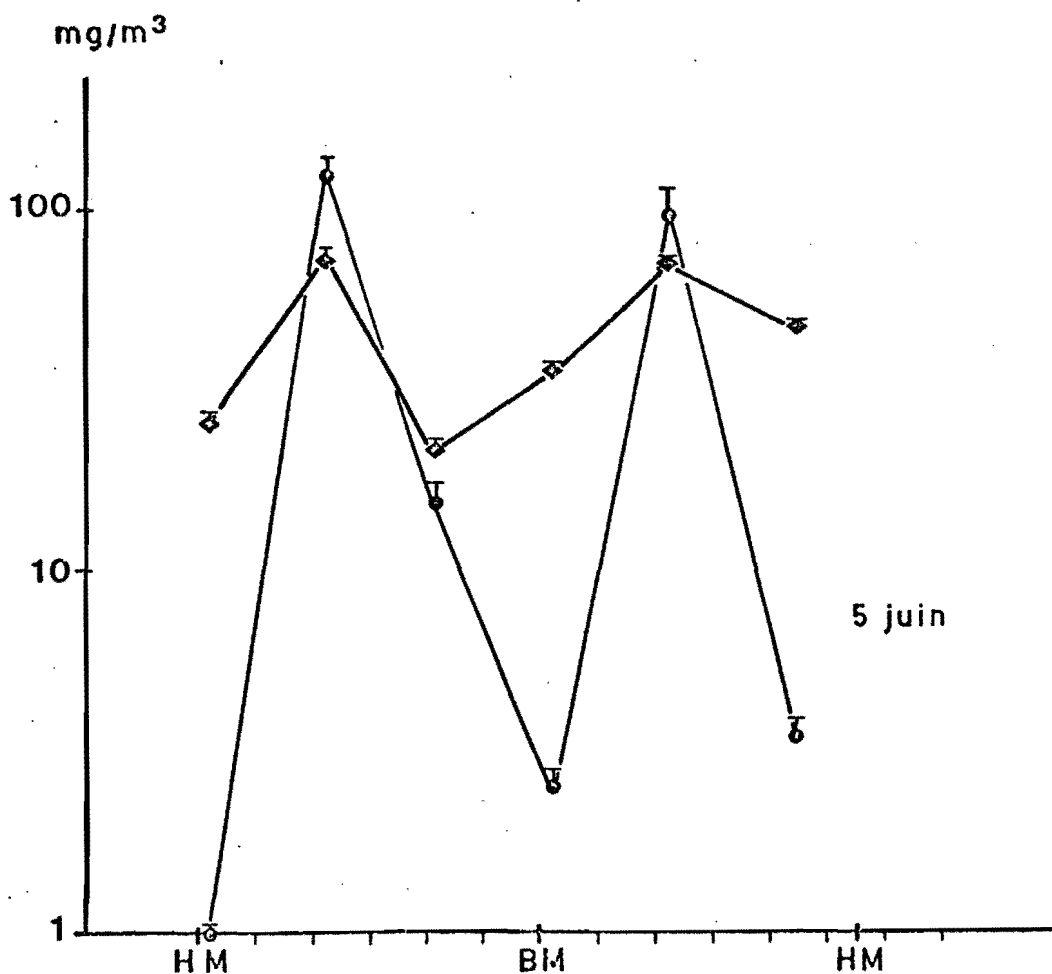
Annexe III-1 : Evolution au cours de la marée des effectifs de *Eurytemora himandoides* au point E (pK 52) en surface (trait fin) et au fond (trait épais).



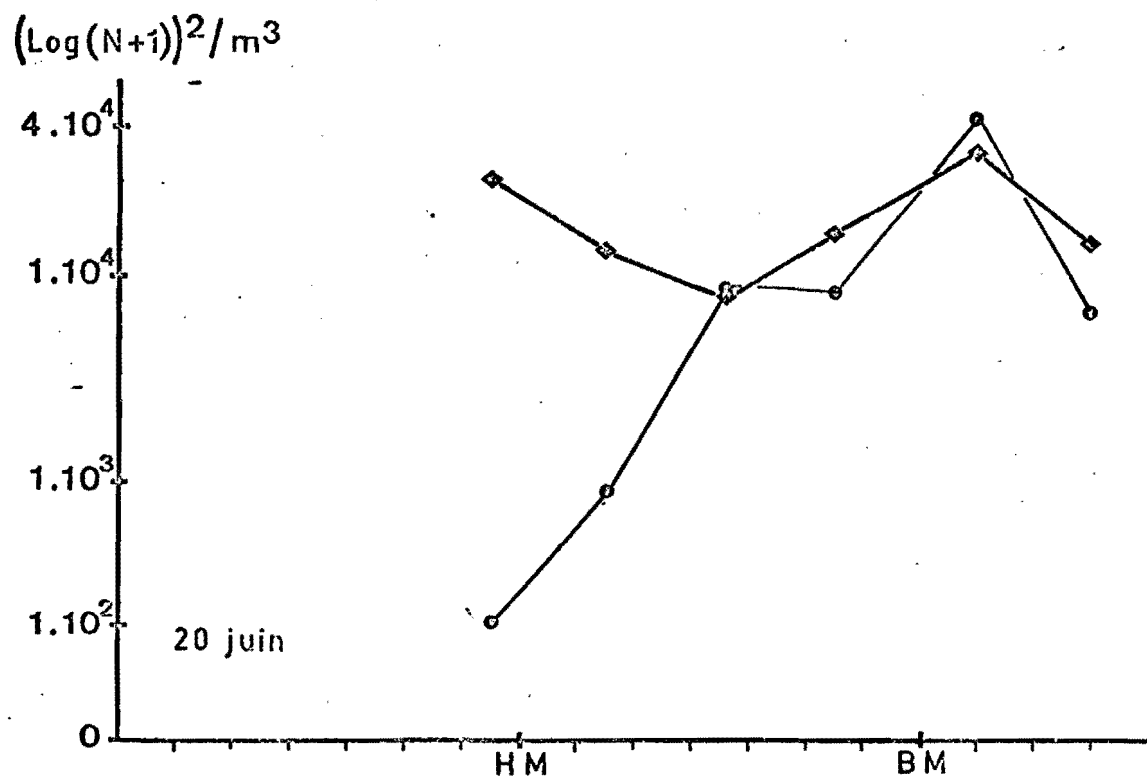
Annexe III-2 : Evolution au cours de la marée de la biomasse des Copépodes au point E (pK 52) en surface (trait fin) et au fond (trait épais).



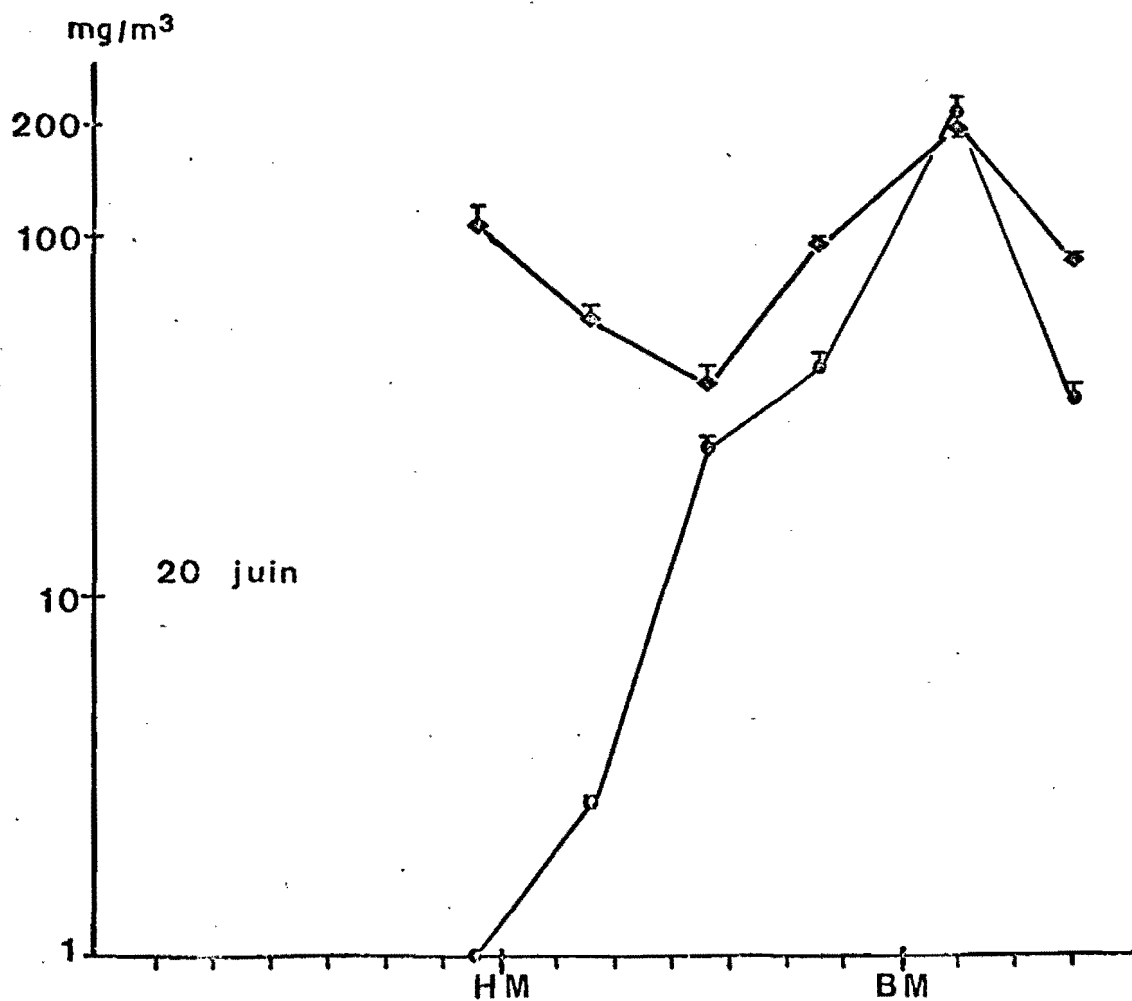
Annexe III-3: Evolution au cours de la marée des effectifs de *Eurytemora hirundoïdes* au point E (pK 52) en surface (trait fin) et au fond (trait épais).



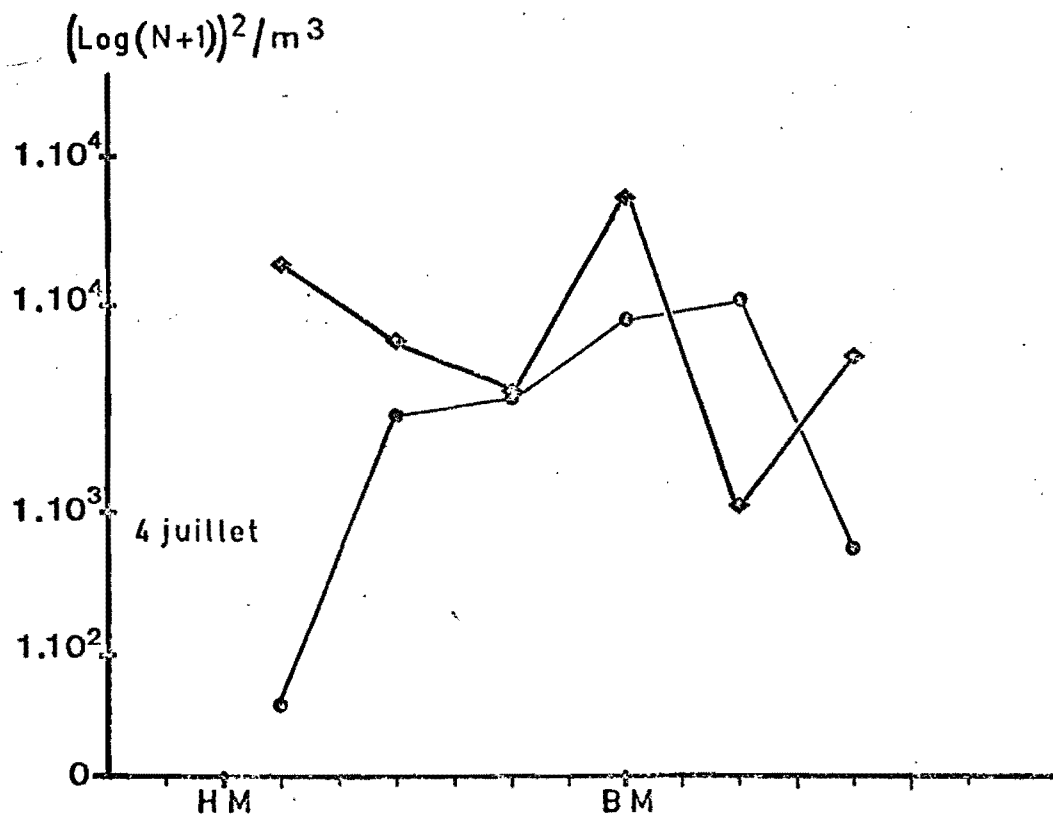
Annexe III-4: Evolution au cours de la marée de la biomasse des Copépodes au point E (pK 52) en surface (trait fin) et au fond (trait épais).



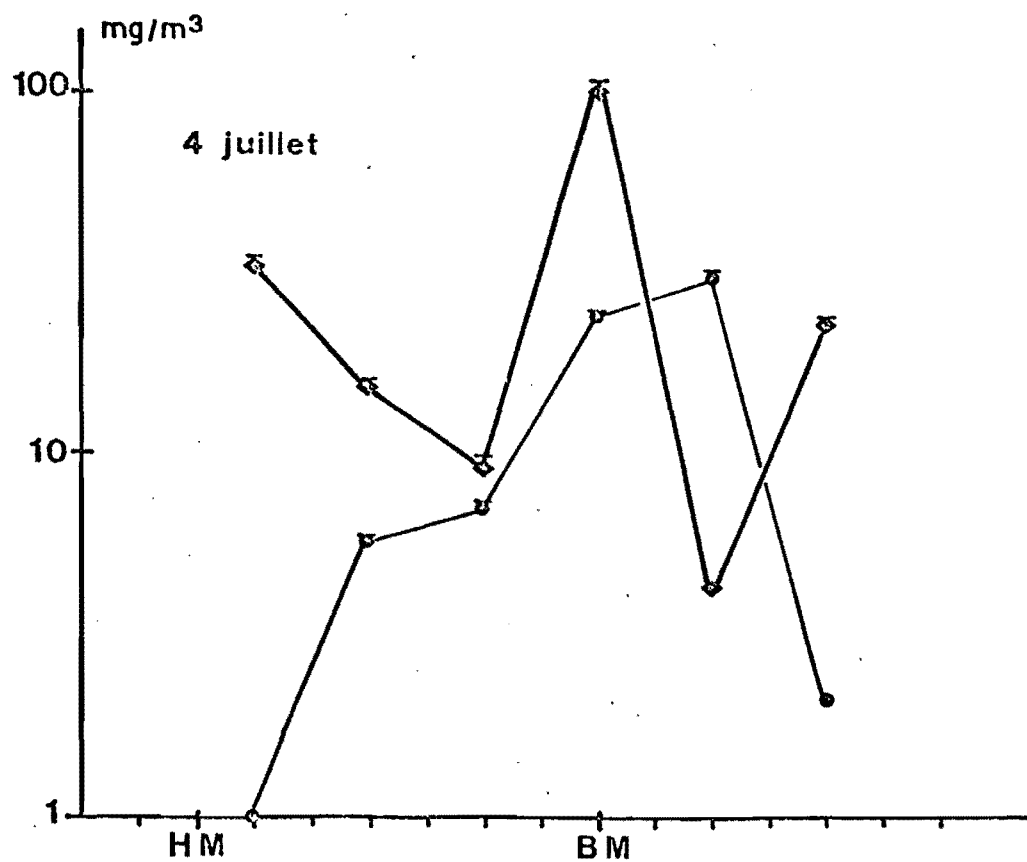
Annexe III-5 : Evolution au cours de la marée des effectifs de *Eurytemora hirundoides* au point E (pK 52) en surface (trait fin) et au fond (trait épais).



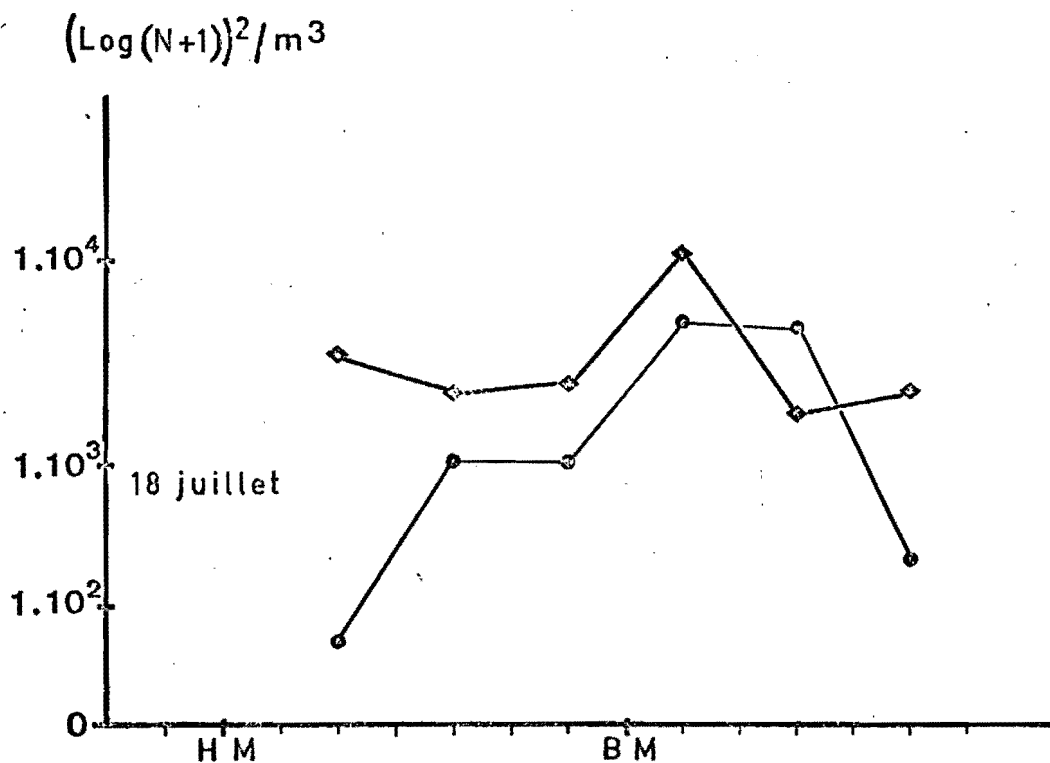
Annexe III-6 : Evolution au cours de la marée de la biomasse des Copépodes au point E (pK 52) en surface (trait fin) et au fond (trait épais).



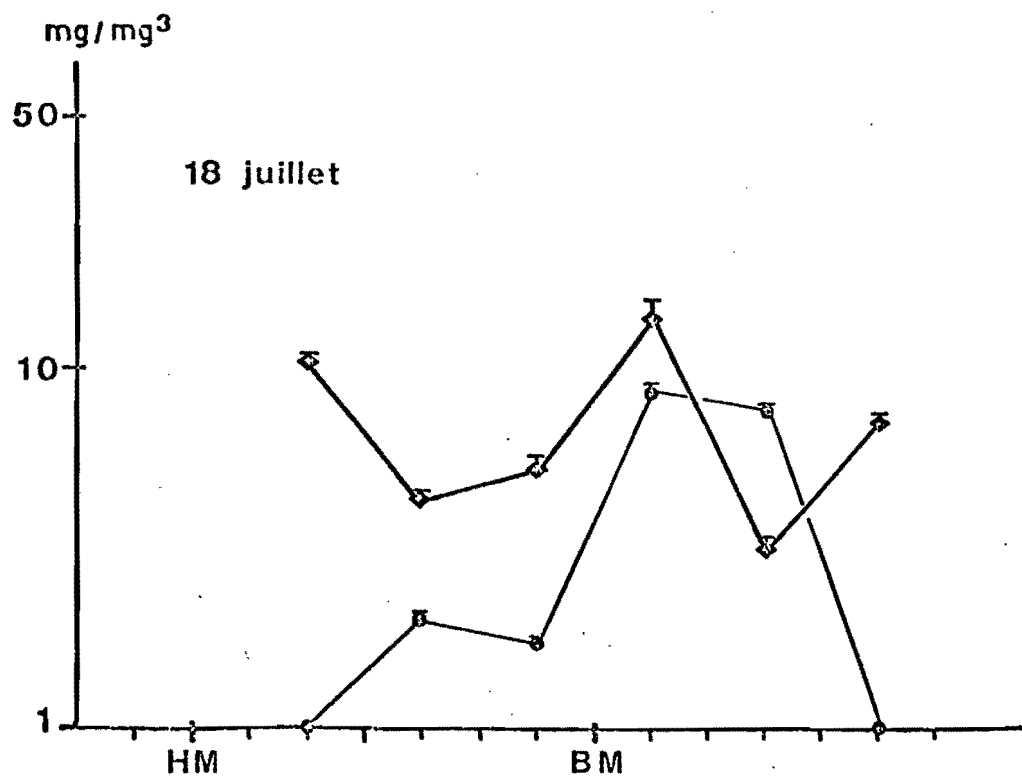
Annexe III-7 : Evolution au cours de la marée des effectifs de *Eurytemora hirundoides* au point E (pK 52) en surface (trait fin) et au fond (trait épais).



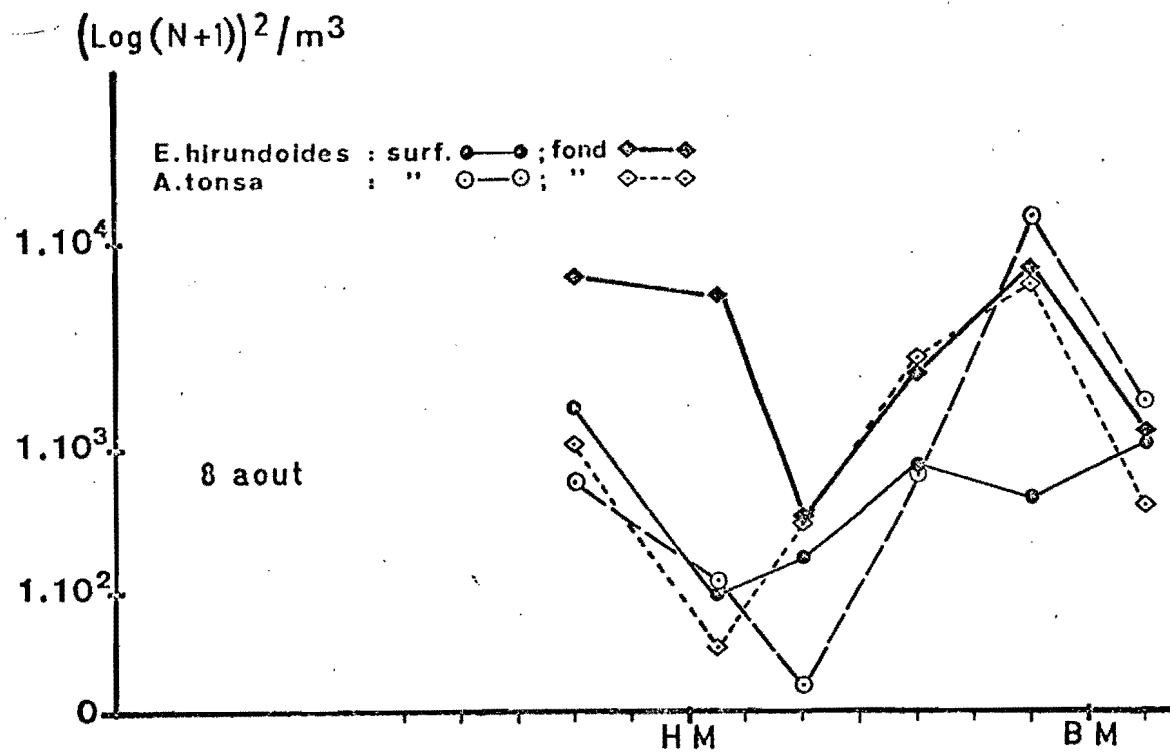
Annexe III-8 : Evolution au cours de la marée de la biomasse des Copépodes au point E (pK 52) en surface (trait fin) et au fond (trait épais).



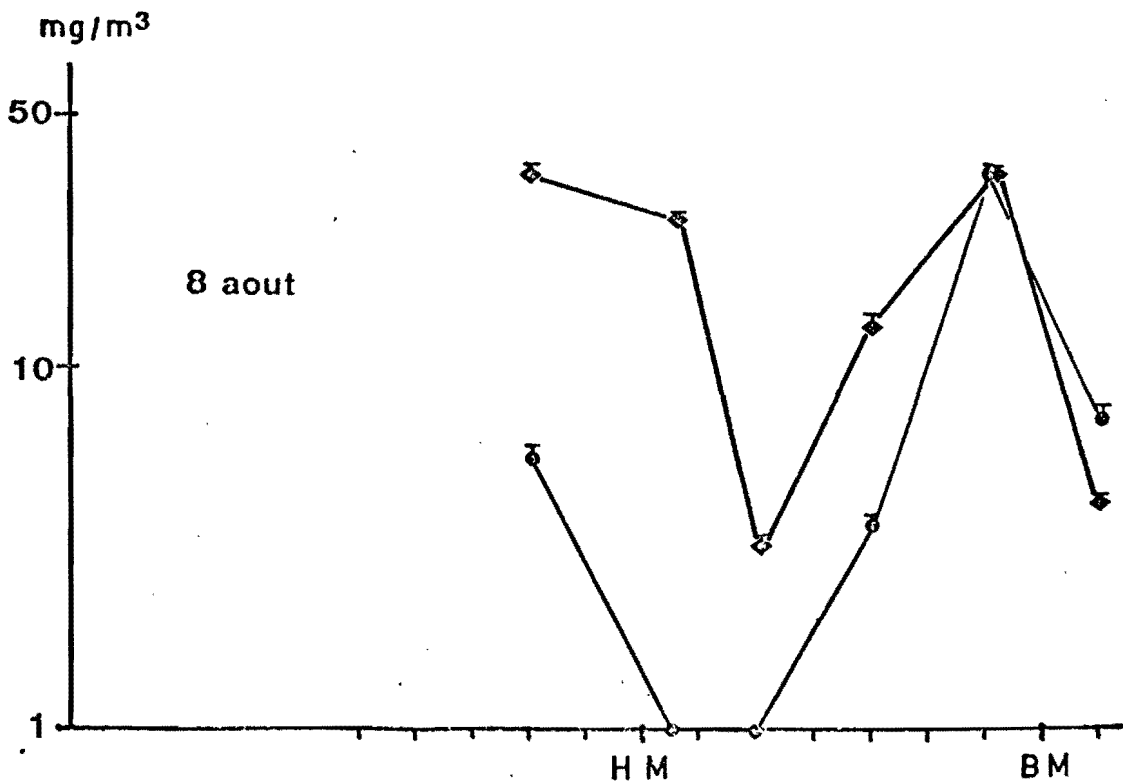
Annexe III-9 : Evolution au cours de la marée des effectifs de *Eurytemora hirundoides* au point E (pK 52) en surface (trait fin) et au fond (trait épais).



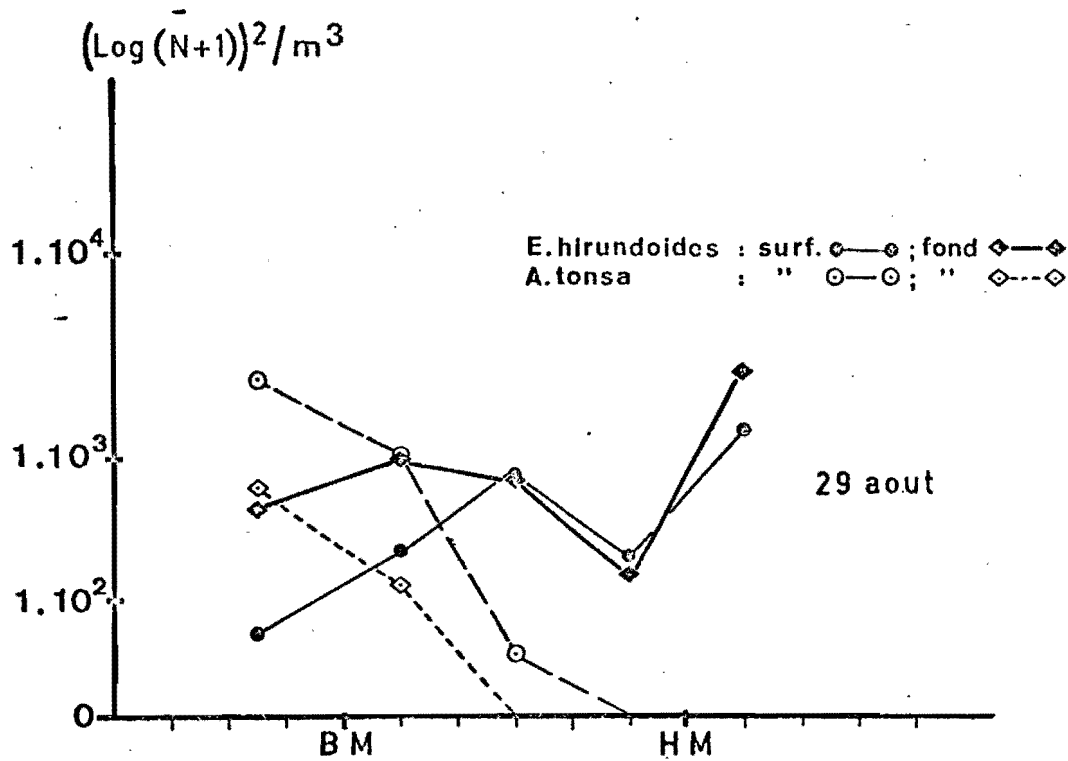
Annexe III-10 : Evolution au cours de la marée de la biomasse des Copépodes au point E (pK 52) en surface (trait fin) et au fond (trait épais).



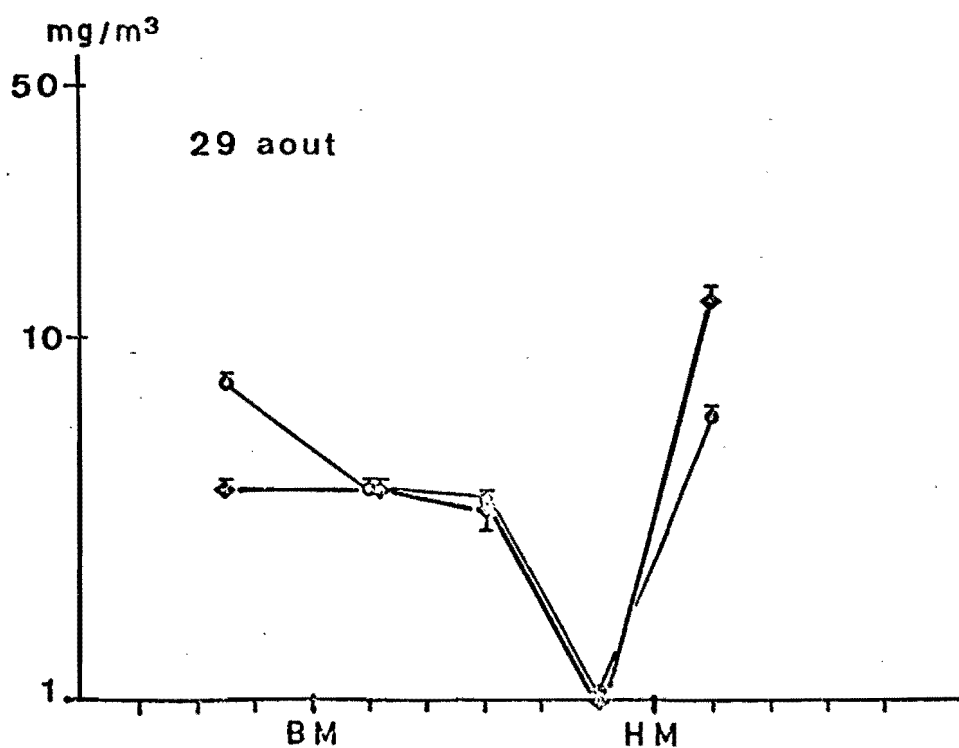
Annexe III-11 : Evolution au cours de la marée des effectifs de Copépodes au point E.



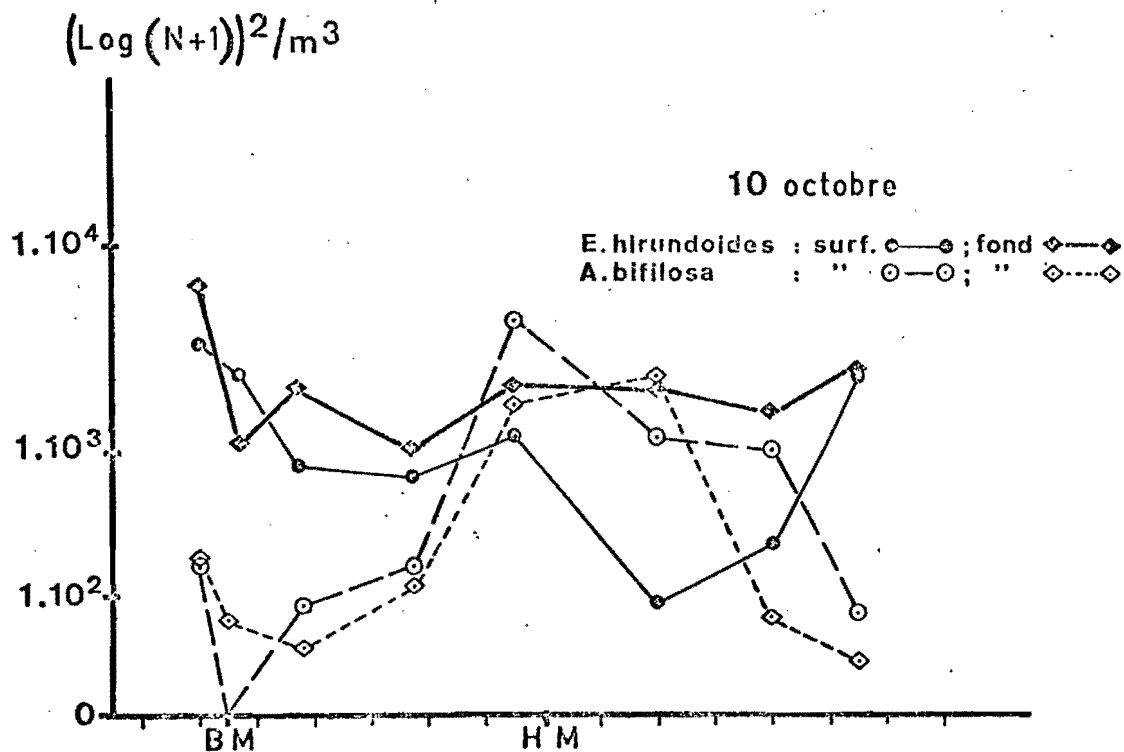
Annexe III-12 : Evolution au cours de la marée de la biomasse des Copépodes au point E (pK 52) en surface (trait fin) et au fond (trait épais).



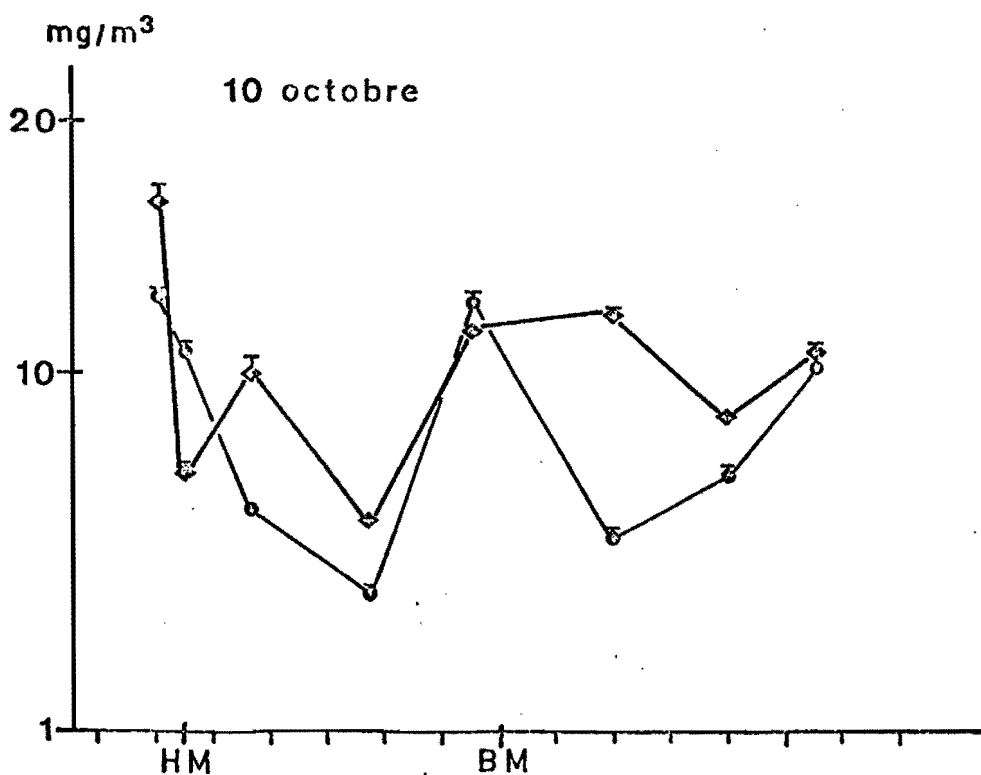
Annexe III-13 : Evolution au cours de la marée des effectifs de Copépodes au point E.



Annexe III-14 : Evolution au cours de la marée de la biomasse des Copépodes au point E (pK 52) en surface (trait fin) et au fond (trait épais).

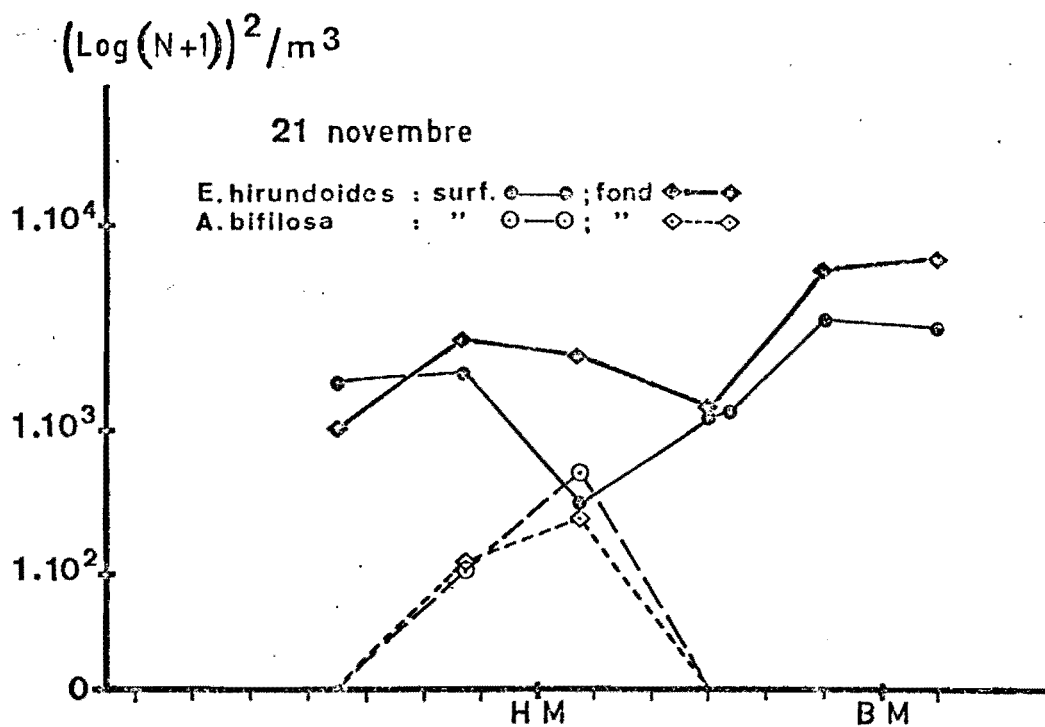


Annexe III-15 : Evolution au cours de la marée des effectifs de Copépodes au point E.

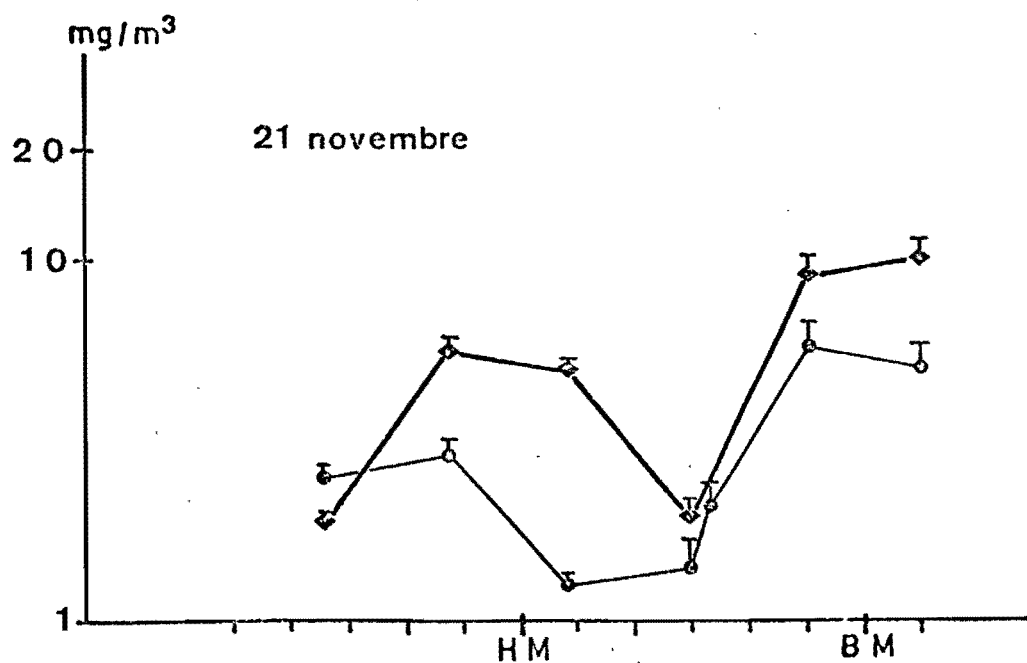


Annexe III-16 : Evolution au cours de la marée de la biomasse des Copépodes au point E (pK 52) en surface (trait fin) et au fond (trait épais).





Annexe III-17 : Evolution au cours de la marée des effectifs de Copépodes au point E.



Annexe III-18 : Evolution au cours de la marée de la biomasse des Copépodes au point E (pK 52) en surface (trait fin) et au fond (trait épais).