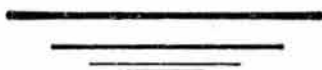


**DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT
ET DES RECHERCHES OCEANIQUES**

Surveillance ECOLOGIQUE

Site du BLAYAIS

-Année 1987-



Rapport scientifique



IFREMER - Centre de BREST
BP. 70 - 29263 PLOUZANE
Tél 98 22 40 40 - Télex 940627 F

DERO - 88.21 - EL

ELECTRICITE DE FRANCE

CONTRAT 82.2667/F

SURVEILLANCE ECOLOGIQUE DU SITE DU BLAYAIS

=====

ANNEE 1987

RAPPORT SCIENTIFIQUE

INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE POUR L'EXPLOITATION DE LA MER
DÉPARTEMENT ENVIRONNEMENT LITTORAL
DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DES RECHERCHES OCÉANQUES

JUIN 1988

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
I - MATERIEL ET METHODES DE MESURES UTILISES	5
I.1 MESURES IN SITU	6
I.2 MESURES EN LABORATOIRE	6
II - DEROULEMENT DES CAMPAGNES	10
II.1 DÉROULEMENT DES CAMPAGNES	12
III - RESULTAT DES MESURES DE TEMPERATURE, DE SALINITE, DE TURBIDITE ET D'OXYGENE DISSOUS	15
III.1 TEMPÉRATURE	16
III.2 SALINITÉ	36
III.3 VITESSES DE COURANT	51
III.4 TURBIDITÉ	57
III.5 OXYGÈNE DISSOUS	72
IV - EVOLUTION DES FONDS	89
V - PARAMETRES HYDROBIOLOGIQUES	93
V.1 DEMANDES BIOCHIMIQUES EN OXYGENE	94
V.2 PIGMENTS CHLOROPHYLIENS	102
V.3 PARAMÈTRES COMPLÉMENTAIRES	109
VI - ELEMENTS NUTRITIFS DISSOUS	111
VI.1 AZOTE MINÉRAL	112
VI.2 PHOSPHORE MINÉRAL	119
VI.3 SILICE MINÉRALE	123
VII - PARAMETRES BACTERIOLOGIQUES	127
VII.1 GERMES AÉROBIES MÉSOPIHILES	128
VII.2 VIBRIO HALOPHILE	134
VIII - LE ZOOPLANCTON	136
VIII.1 INTRODUCTION	137
VIII.2 MATÉRIEL ET MÉTHODES	138
VIII.3 ÉVOLUTION TEMPORELLE DES PRINCIPAUX CONTINGENTS AU POINT E	143
VIII.4 STRUCTURE DÉMOGRAPHIQUE DE EURYTEMORA HIRUNDOIDES	149
VIII.5 COMPARAISON DE L'ÉVOLUTION DES PRINCIPAUX CONTINGENTS AUX POINTS E, J ET K	154

VIII.6	STRUCTURE DEMOGRAPHIQUE DE EURYTEMORA HIRUNDOIDES AUX POINTS E, J ET K	162
VIII.7	ÉVOLUTION DES POPULATIONS ZOOPLANCTONIQUES AU COURS DE LA MARÉE AUX POINTS E, J ET K	165
VIII.8	CONCLUSIONS	176
IX	- RESUME ET CONCLUSIONS	179
X	- BIBLIOGRAPHIE	207

ANNEXES

I - INTRODUCTION

Le schéma général des études écologiques relatives à l'implantation des centrales nucléaires en estuaire prévoit deux étapes :

- le projet
- la surveillance

Les études de projet ont pour but de préciser l'état écologique du milieu dans la zone qui subira l'influence de la centrale.

Le programme de surveillance est effectué en deux temps :

- 1) étude des fluctuations naturelles du milieu (variations pluri-annuelles notamment) avant la mise en service de la centrale
- 2) études de modification du milieu après la mise en service de la centrale

Projet et surveillance écologiques sont deux phases complémentaires d'une même étude visant à mettre en évidence les règles évolutives d'un écosystème soumis aux effluents thermiques d'une centrale nucléaire. Les lois recherchées, utilisables à des fins prédictives, ne peuvent être dégagées que dans la comparaison des états successifs du milieu avant et après la mise en service d'une centrale. Cette analyse des déséquilibres éventuels par "constat" implique une connaissance approfondie des modifications naturelles du milieu dans le temps (cycles et dérives) sur une période de plusieurs années. Il est en effet indispensable, dans une perspective de généralisation, de pouvoir distinguer les modifications dues au fonctionnement de la centrale de celles qui résultent des dérives naturelles ou d'éventuelles sources polluantes étrangères au phénomène.

Les résultats réunis dans les dossiers de projet, sur l'estuaire de la Gironde, comportent des observations effectuées pendant une année et demi (mai 1975-décembre 1976) sur les paramètres relatifs aux domaines de la physique, de l'hydrobiologie, de la biologie et de la pollution. Au terme de cette étude, une synthèse faisant appel au traitement mathématique des données a été faite, permettant de dégager les principales composantes écologiques de l'état de référence du site, notamment les paramètres et les espèces les plus caractéristiques. De même, les résultats du projet ont permis de préciser la variabilité, dans le même temps et dans l'espace, des phénomènes définissant l'état de référence (dispersion verticale et horizontale des organismes, saisons hydrobiologiques, pics d'abondance zooplanctonique, période de recrutement des organismes benthiques, etc...).

Par conséquent, un programme pluriannuel de surveillance a été défini sur la base de la synthèse écologique de l'état de référence du site. Il a été mis en application pendant une période de 6 ans (janvier 78-décembre 83). La mise en place par le CNEOX d'un programme d'études supplémentaires (campagne LIBELLULE) faisant appel à un échantillonnage rapide par hélicoptère sur l'ensemble du système fluvio-estuarien de la Gironde - Dordogne/Garonne, a permis de dégager quelques idées permettant d'améliorer l'approche spatio-temporelle de l'échantillonnage dans le cadre des études de surveillance.

De même, la redondance ou le manque d'intérêt de certains résultats d'une part, les nouvelles exigences de l'arrêté concernant l'autorisation de rejet d'eau de la centrale d'autre part, nous ont conduits à modifier dès 1984 certains des paramètres échantillonnés.

Le programme annuel de la surveillance écologique comporte 3 stations d'échantillonnage :

- une station au droit du site (pour E du projet), située au niveau du chenal médian
- une station au droit du site et placée dans le chenal de navigation. Elle doit servir à l'établissement d'un point de référence, non perturbé, puisque le rejet d'eau chaude se situe au niveau du chenal médian. Cette station portera désormais le nom de point J
- une station située à l'amont de la centrale (point K) permettant la connaissance du milieu, avant son passage en face de la centrale.

Par ailleurs, l'ensemble des 3 stations doit couvrir en grande partie la zone géographique colonisée par l'espèce *Eurytemora Hyrundoides*, quelle que soit la période de l'année.

Le nombre de campagnes annuelles est de 9.

Afin d'évaluer les apports Garonne-Dordogne, deux prélèvements supplémentaires sont effectués à la limite amont de pénétration de la marée dynamique.

Ces prélèvements concernent tous les paramètres hydrobiologiques et bactériologiques, plus la température de l'eau. Des prélèvements supplémentaires ont été effectués pour étudier les aspects méio et macro-benthiques autour de la centrale.

Ce rapport présente les résultats obtenus au cours des études de 7^{ème} année de surveillance écologique sur le site du Blayais, réalisées dans le cadre du contrat CNEOX n° 82/2667.

Trois organismes ont participé à ce programme :

- . le Laboratoire Municipal de Bordeaux pour la surveillance de la qualité des eaux de l'estuaire de la Gironde
- . l'Institut Universitaire de Biologie Marine d'Arcachon pour l'étude des peuplements zooplanctoniques
- . l'Institut de Géologie du bassin d'Aquitaine.

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 les mesures de paramètres hydrologiques in situ et les prélèvements hydrologiques et biologiques en liaison avec l'Institut de Biologie Marine d'Arcachon

- fournir au Laboratoire Municipal de Bordeaux des échantillons destinés aux analyses chimiques et bactériologiques
- regrouper les mesures in situ
- effectuer les mesures de courant, les dosages d'oxygène dissous et les mesures de turbidité sur les échantillons prélevés.

Le Laboratoire Municipal de Bordeaux devait, aux termes de la convention :

- . réaliser les prélèvements d'échantillons aux 2 stations fluviales sur la Dordogne et la Garonne
- . effectuer les dosages et recherches stipulés dans le contrat, sur les échantillons prélevés aux stations fluviales par nos soins et aux stations de l'estuaire par l'IGBA.

Les personnes ayant participé à cette étude sont les suivantes :

CASTEL J.	I. B. M. A.
CASTAING P.	I. G. B. A.
CHAURIAL B.	L. M. B.
FAUGERE J. C.	L. M. B.
FEURTET A.	I. B. M. A.
JOUANNEAU J. M.	I. G. B. A.
MOYES J.	I. G. B. A.
SALINIERES J. B.	L. M. B.
SERCEAU R.	L. M. B.
SEVERAC J.	I. G. B. A.

sous la responsabilité de L. A. ROMANA (IFREMER, centre de Toulon).

I - MATERIEL ET METHODES DE MESURES UTILISES.

I - 1. MESURES IN SITU.

I-1.1. Types de mesures. Prélèvements.

- . Vitesse du courant
- . Direction du courant
- . Salinité
- . Température
- . Hauteur d'eau
- . Prélèvements d'eau
- . Prélèvements de plancton

I-1.2. Matériel utilisé.

- . Courantomètre TOHO DENTAN directionnel
- . Pont de mesures de température et de conductivité MONTEDORO CTU-3
- . Echo-sondeur
- . Bouteille à prélèvement horizontal
- . Filet à plancton NANSEN avec collecteur type bouteille de Cachan

I-1.3. Précision des résultats.

Les ponts de mesures donnent des résultats concordants et stables. La précision des mesures de températures est de $0,1^{\circ}$; celle des mesures de salinité de $0,5 \text{ }^{\circ}/\text{‰}$.

La précision sur la mesure du courantomètre TOHO DENTAN est de 5 cm/sec.

I-2. MESURES EN LABORATOIRE.

Deux types de mesures ont été effectués en laboratoire :

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

I-2.1. Teneur en matière en suspension totale.

Elle a été déterminée par pesée après filtration d'un volume de 100 à 250 cm³ d'eau (suivant turbidité) sur des filtres de $0,45 \mu$ et séchage en étuve à 105°C .

I-2.2. Teneur en oxygène dissous.

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

I-2.3. Précision des résultats obtenus.

Les résultats de ces deux méthodes ont été obtenus avec une précision de ± 1 mg/l pour la turbidité et ± 1 % pour l'oxygène dissous.

Paramètres hydrobiologiques

. Température: mesure in situ, thermomètre à mercure au 1/5 de degré.

. Oxygène dissous: méthode de Winkler optimisée par Carpentier (1965), stabilisation sur place, dosage au Laboratoire.

. Demande Biochimique en Oxygène: norme française AFNOR T 90103 avant (eau brute) et après filtration (eau filtrée).

. Chlorophylle et phéopigments: filtration de l'échantillon sur Wathmann GF/C, application de la méthode trichromatique de l'extrait eau/acétone (10:90) du filtre avant (chlorophylle, équation UNESCO) et après acidification (phéopigments, équation de Lorenzen).

Eléments nutritifs dissous

Les éléments nutritifs dissous sont analysés, après filtration de l'échantillon selon les méthodes décrites dans le "Manuel des analyses chimiques en milieu marin" (A. Aminot et M. Chaussepied 1983).

. Azote nitrique (NO_3^-): réduction de NO_3^- en NO_2^- par passage sur une colonne de cadmium traité par CuSO_4 (Wood et al. 1967), dosage des ions nitreux.

. Azote nitreux (NO_2^-): mesure spectrophotométrique (543 nm) selon la technique Bendschneider et Robinson (1952).

. Azote ammoniacal (NH_4^+): application de la réaction de Berthelot à l'eau de mer, méthode spectrophotométrique (630 nm) de Koroleff (1969).

. Phosphore minéral (PO_4^{3-}): méthode spectrophotométrique (885 nm) de Murphy et Riley (1962).

. Silicium (Si(OH)_4): méthode spectrophotométrique (810 nm) de Mulin et Riley (1955) adaptée par Strickland et Parsons (1972).

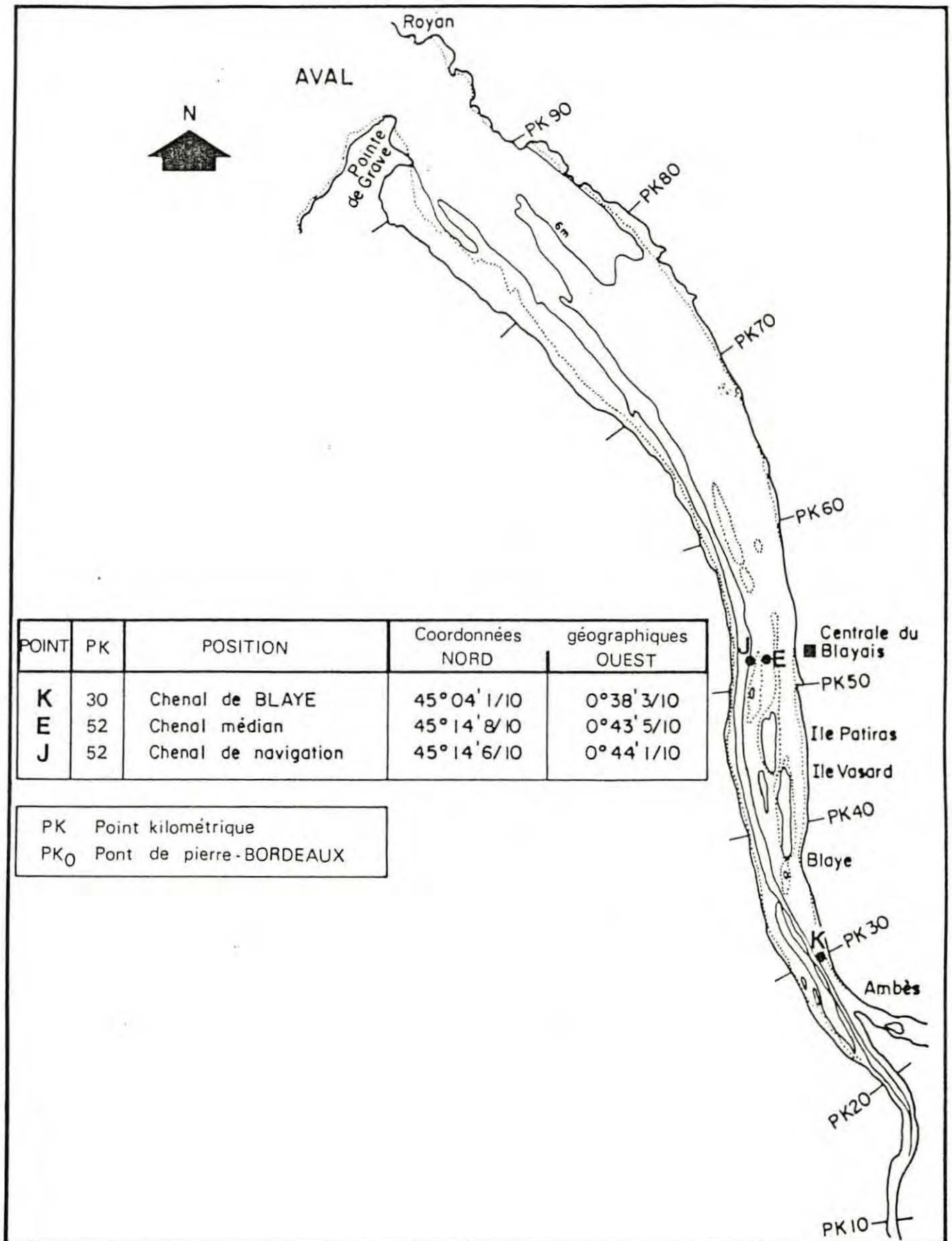
Paramètres bactériologiques

. Germes aérobie mésophiles: incorporation des dilutions utiles en géloses standard pour dénombrement de l'Institut Pasteur, incubation à 30°C pendant 72 H.

. Vibrio halophiles: préenrichissement sur bouillon B.T.B. d'Akyama, incubation à 37°C pendant 18 à 20 heures, isolement sur T.C.B.S. agar, incubation à 37°C pendant 24 heures, repiquage sur Kligler salé à 3% (m/m), identification biochimique.

II - DEROULEMENT DES CAMPAGNES

Tableau n° 1



Carte de positionnement des points

Le programme concernant la Surveillance du Site du Blayais, établi en 1984 après avoir subi certaines modifications à la suite de l'analyse des résultats obtenus au cours des années précédentes, a été poursuivi sur les mêmes bases en 1987.

Les différents prélèvements et mesures ont été effectués au cours de neuf missions réparties de Mars à Novembre, deux de ces missions étant regroupées en Juillet, période considérée comme la plus critique.

Les mêmes modalités ont été observées :

- à chaque campagne, les paramètres choisis ont été étudiés sur un cycle de marée, dans des conditions de marées comparables ;
- les mesures et les prélèvements ont été effectués aux heures de BM, BM + 3, PM, PM + 3.

II-1. DEROULEMENT DES CAMPAGNES.

II-1.1. Moyens à la mer.

II-1.1.1. Embarcations.

"EBALIA" armé par l'Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine.

II-1.1.2. Matériel utilisé.

- . Radar
- . Echo-sondeur
- . Courantomètre directionnel TOHO DENTAN
- . Conductimètre MONTEDORO CTU-3
- . Oxygène Orbisphère mod. 2609
- . Bouteille à prélèvement horizontal
- . Glacière portative
- . Flacons d'échantillonnage
- . Filets à plancton

II-1.2. Caractéristiques.

Voir tableau n° 1

. Positionnement des points de mesures.

Point E - PK 52 : chenal médian
 Coordonnées : N 45°14'8/10 - W 0°43'5/10

Point J - PK 52 : chenal de grande navigation
 Coordonnées : N 45°14'6/10 - W 0°44'1/10

Point K - PK 30 :
 Coordonnées : N 45°04'1/10 - 0°38'3/10

NOTA : PK = Point kilométrique

L'origine des PK est le Pont de Pierre à Bordeaux.

. Dates des missions.

07-08-09 Avril	1987 (Points E-J-K)	18-19-20 Août	1987 (Points E-J-K)
19-20-21 Mai	1987 "	29-30 Sept.- 1er Oct.	1987
23-24-25 Juin	1987 "	27-28-29 Octobre	1987
07-08-09 Juillet	1987 "	17-18-19 Novembre	1987

II-1.3. Déroulement des opérations.

Chaque point a été échantillonné pendant un cycle de marée complet, soit 12 heures 30, dans des conditions de marée comparables.

Les paramètres d'hydrologie ont été relevés sur cinq séries de mesures correspondant aux heures de pleine mer, de basse mer et des mi-marées, à deux niveaux : 1 m de la surface et 1 m du fond.

Les prélèvements se rapportant à la pollution et destinés au Laboratoire Municipal de Bordeaux ont été effectués au niveau de la surface - donc à 1 m- et aux heures de marée prescrites : basse mer, mi-marée, pleine mer.

Le Laboratoire de Biologie Marine d'Arcachon a réalisé dans les mêmes conditions, à l'aide d'un filet à plancton, les prélèvements qui le concernent.

II-1.3.1. Hydrologie.

	<u>NOMBRE</u>		
	<u>! Point E !</u>	<u>! Point J !</u>	<u>! Point K !</u>
- Mesures -			
Hauteur d'eau	45	45	45
Températures	90	90	90
Salinités	90	90	90
Vitesse du courant	90	90	90
Direction du courant	90	90	90

- Prélèvements -

I.G.B.A.

300 cc = dosage oxygène dissous	90	90	90
1 l = détermination des matières en suspension	90	90	90

II-1.3.2. Pollution.Laboratoire Municipal

250 cc = analyse bactériologique	27	27	27
100 cc = NH ₄	"	"	"
1 l = DBO 5	"	"	"
1 l = Chlorophylle, Phaeopigments	"	"	"
1 l = Nitrates, Silicates	"	"	"

II-1.3.3. Biologie.Laboratoire de Biologie Marine d'Arcachon

Traits de plancton	90	90	90
--------------------	----	----	----

III - RESULTATS DES MESURES DE TEMPERATURES, DE SALINITES, DE TURBIDITES,
D'OXYGENE DISSOUS

III - 1. TEMPERATURES.

III-1.1. Variations dans le temps.

III-1.1.1. Au cours de la marée.

Point E - PK 52 (tableaux 2 et 3)

Les mesures de températures réalisées aux heures de basse mer, pleine mer et mi-marée font apparaître des écarts qui sont compris entre :

1°30 C et 3°75 C en surface et 0°65 C et 3° C au fond

Les minima 0°65 C et 1°30 C correspondent aux mesures effectuées le 18 Août et le 29 Septembre, en présence de faibles débits (\approx 400 m³/s) et de températures moyennes de 23°40 C et de 20°30 C ; les maxima 3° C et 3°75 C aux mesures du 27 Octobre (températures moyennes de 15°45 C et débit moyen de 1034 m³/s).

Le graphique établi avec les mesures principales et les mesures intermédiaires effectuées d'heure en heure pendant toute la marée (cf. p. 13) montre que les températures les plus faibles sont observées en jusant et à l'étale de basse mer, les plus élevées dans l'heure qui suit la basse mer, donc au début du flot, et à l'étale de pleine mer, donc en fin de flot.

D'une façon générale, la température atteint son maximum en une heure environ après le début du flot, décroît jusqu'à mi-flot puis augmente progressivement jusqu'à l'étale de pleine mer. Elle diminue ensuite pendant le jusant jusqu'à l'étale de basse mer. On estime qu'au moment des étales, la tache thermique se concentre autour des exutoires, est rapidement entraînée et diluée par le courant de flot puis avec la diminution progressive de la vitesse du courant stagne à la pleine mer, est de nouveau dissipée au jusant dans un temps variant entre une et trois heures suivant la température des eaux de l'amont, le débit fluvial et les coefficients de marée.

Depuis 1982, ces remarques ont été faites chaque année et consignées dans les rapports précédents.

Point J - PK 52 (tableaux 4 et 5)

Les écarts de température au cours de la marée au Point J évoluent entre : 0°70 C et 2°70 C en surface et 0°35 C et 2°10 C au fond
Les écarts minima étant observés le 24 Juin, les maxima le 8 Avril et le 19 Août. Ils sont moins importants qu'au Point E et on constate que les températures les plus élevées sont observées en général à la pleine mer et en début de jusant, les plus faibles à basse mer, excepté quand les eaux d'amont sont plus chaudes que les eaux marines.

TABLEAU N° 2

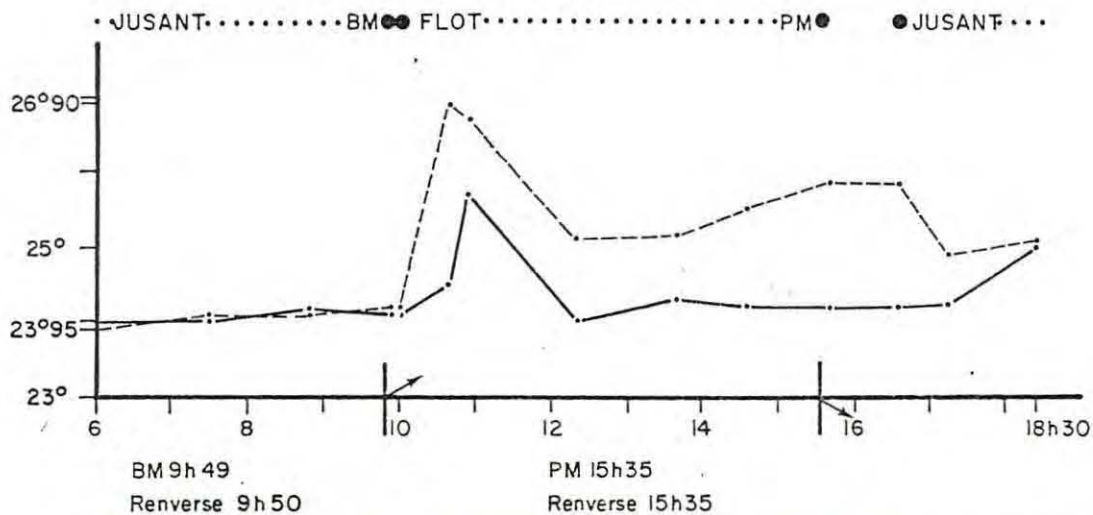
Point E - PK 52

TEMPERATURES
de l'eau en surface (S) et au fond (F)

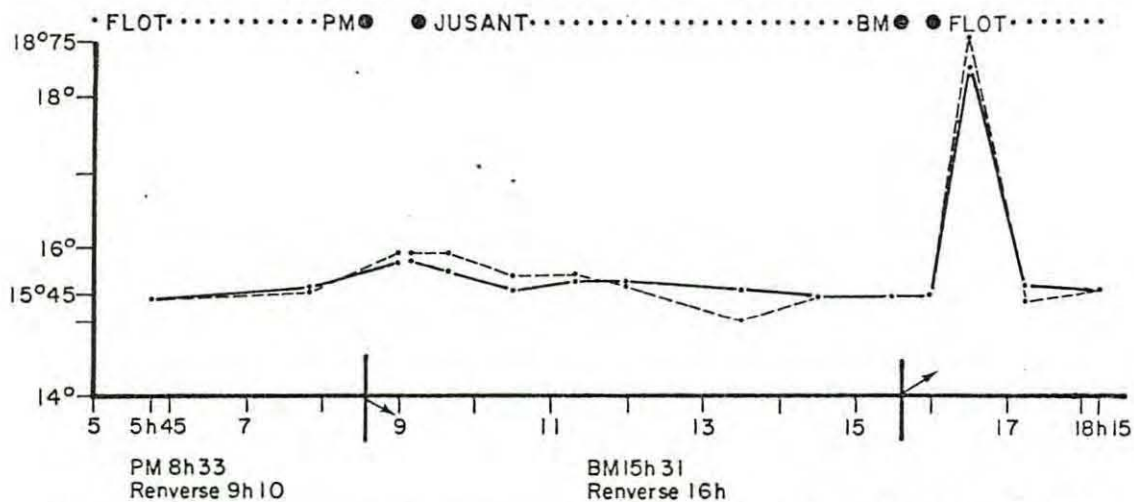
1987

	Dates	minimum absolu	maximum absolu	Ecart	moyenne de la marée	Ecart maximum sur tranche d'eau	Coefficient	Dates	Qf1* m3/s
107.04	S	10°60	14°	3°40	11°60	2°85	25	20.03	1127
	F	10°70	12°	1°30	10°95			31.03	1040
119.05	S	15°55	17°30	1°75	16°25	1°45	58-54	30.04	836
	F	15°65	17°40	1°75	15°90			10.05	700
123.06	S	18°80	21°50	2°70	19°60	1°95	60-61	10.06	542
	F	18°80	19°55	0°75	19°			20.06	634
107.07	S	23°90	26°90	3°	24°80	1°65	53-56	30.06	648
	F	24°	25°70	1°70	24°30				
121.07	S	22°	24°	2°	22°70	1°25	44-44	10.07	471
	F	22°1	23°10	1°	22°30			20.07	485
118.08	S	23°15	24°90	1°75	23°70	1°50	33	31.07	538
	F	23°10	23°75	0°65	23°40			10.08	438
129.09	S	19°80	21°10	1°30	20°30	1°40	60-53	10.09	370
	F	19°60	20°35	0°75	19°90			20.09	338
127.10	S	15°	18°75	3°75	15°45	0°40	73-66	10.10	468
	F	15°30	18°35	3°	15°45			20.10	1034
117.11	S	12°25	15°30	3°05	13°80	1°60	53-59	31.10	785
	F	12°20	14°40	2°20	13°20			10.11	655

TABLEAU N° 3



7 JUILLET 1987 Coefficient 53-56 $Q_{fl} = \begin{matrix} (20-06) & 634 \text{ m}^3/\text{s} \\ (30-06) & 648 \text{ m}^3/\text{s} \end{matrix}$



27 OCT. 1987 Coefficient 73-66 $Q_{fl} = \begin{matrix} (10-10) & 468 \text{ m}^3/\text{s} \\ (20-10) & 1034 \text{ m}^3/\text{s} \end{matrix}$

----- Surface ----- Fond

Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée, Point E - PK 52.

TABLEAU N° 4

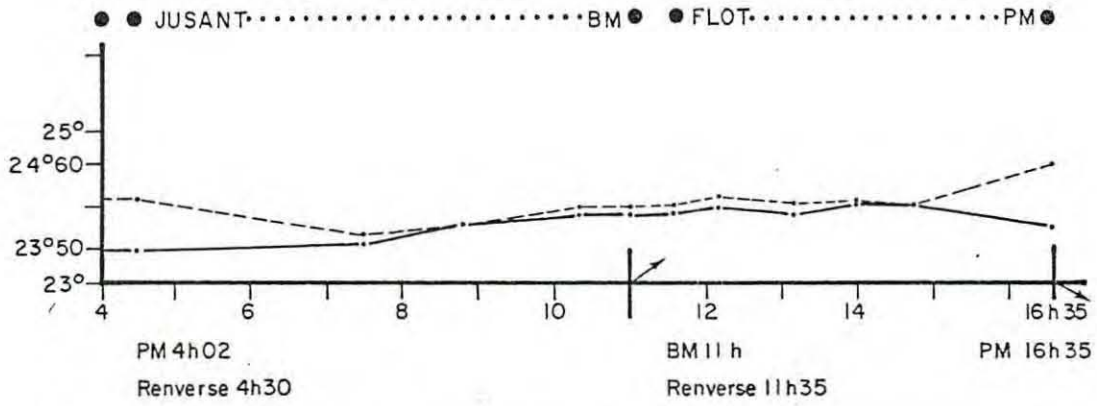
Point J - PK 52

TEMPERATURES
de l'eau en surface (S) et au fond (F)

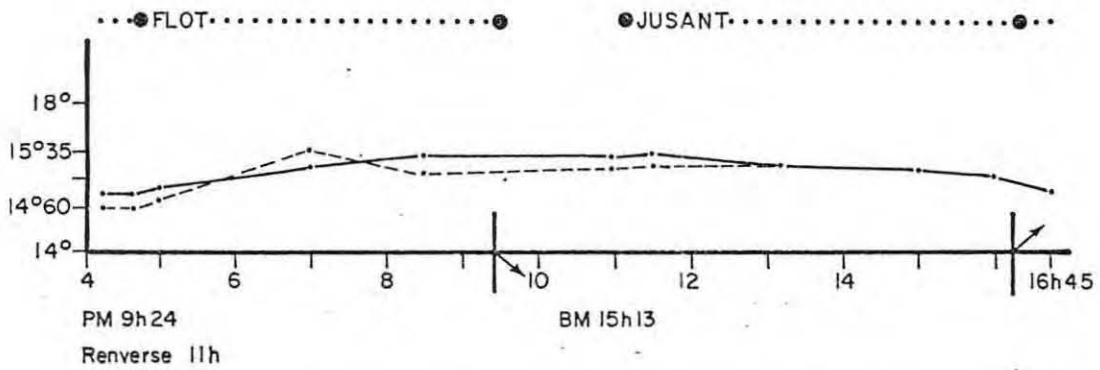
1987

	Dates	minimum absolu	maximum absolu	Ecart	moyenne de la marée	Ecart maximum sur tranche d'eau	Coefficient	Dates	Qf1* m3/s
108.04	S	10°50	13°30	2°70	11°50	2°55	26-30	20.03	1127
	F	10°45	12°10	1°65	10°50			31.03	1040
120.05	S	15°35	17°	1°65	15°75	1°30	53-52	30.04	826
	F	15°40	16°10	0°70	15°70			10.05	700
124.06	S	18°55	19°35	0°70	18°95	0°85	63-65	10.06	542
	F	18°55	18°9	0°35	18°70			20.06	634
108.07	S	23°50	24°50	1°	24°10	0°85	59-63	30.06	648
	F	23°40	24°05	0°65	23°70				
122.07	S	21°50	24°05	2°15	22°50	2°	45-49	10.07	471
	F	21°75	22°30	0°55	22°			20.07	485
119.08	S	23°	25°30	2°30	23°90	2°	32-34	31.07	538
	F	22°50	24°50	2°10	23°10			10.08	439
130.09	S	19°05	20°50	1°55	19°50	0°55	47-41	10.09	370
	F	19°05	20°50	1°55	19°50			20.09	338
128.10	S	14°50	15°35	0°75	15°	0°20	60-53	10.10	468
	F	14°50	15°30	0°50	15°			20.10	1034
118.11	S	12°	13°	1°	12°70	0°20	65-70	31.10	785
	F	12°	13°15	1°15	12°70			10.11	655

TABLEAU N° 5



8 JUILLET 1987 Coefficient 59-63 $Q_{fl} = \begin{matrix} (20-06) & 634 \text{ m}^3/\text{s} \\ (30-06) & 648 \text{ m}^3/\text{s} \end{matrix}$



28 OCT. 1987 Coefficient 60-53 $Q_{fl} = \begin{matrix} (10-10) & 468 \text{ m}^3/\text{s} \\ (20-10) & 1034 \text{ m}^3/\text{s} \end{matrix}$

----- Surface ———— Fond

Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée, Point J - PK 52.

Point K - PK 30 (tableaux 6 et 7)

Situé dans le chenal d'accès au Port de Blaye, les températures en ce point présentent des écarts qui varient de $0^{\circ}20$ C à $1^{\circ}50$ C en surface et de $0^{\circ}20$ C à $1^{\circ}25$ C au fond.

Les écarts minima $-0^{\circ}20$ C- sont observés le 1er Octobre, en étiage (température voisine de $19^{\circ}50$ C aux trois points). Les écarts maxima, le 9 Juillet (graphique p. 18) date à laquelle la température des eaux à basse mer $-25^{\circ}20$ C- était plus élevée que celle des eaux d'aval (à pleine mer, au Point J: $24^{\circ}60$ C en surface, $23^{\circ}50$ C au fond).

Les températures de l'eau, en surface et au fond, évoluent de façon presque similaire et d'une manière générale sont plus élevées à la pleine mer et au début du jusant ; on observe aussi, suivant les moments, une inversion des températures, celles du fond devenant légèrement plus élevées que celles de la surface (quelques dixièmes de degré seulement).

D'après ces remarques, l'augmentation de la température des eaux due au rejet est nettement sensible au Point E - PK 52 : $3^{\circ}75$ C. Au Point J, cette augmentation observée atteint $2^{\circ}70$ C, alors qu'au Point K, l'écart le plus caractéristique qui correspond à un réchauffement au flot -les eaux d'amont étant plus fraîches que les eaux d'aval- est de 1° C le 29.10 (tableau n° 7), au maximum de $1^{\circ}20$ C le 21.05.

Les températures les plus élevées sont relevées au début et à la fin du flot au Point E - PK 52, à la fin du flot et au début du jusant aux Points J - PK 52 et K - PK 30.

III-1.1.2. Variations annuelles.

Point E - PK 52 (tableau 8)

Les températures moyennes, entre Avril et Novembre 1987, ont évolué de $11^{\circ}60$ C à $24^{\circ}80$ C en surface et de $10^{\circ}95$ C à $24^{\circ}30$ C au fond.

Les températures minimales ont été relevées le 7 Avril : $10^{\circ}60$ C en surface et $10^{\circ}70$ C au fond ; les températures maximales le 7 Juillet : $26^{\circ}90$ C en surface et $25^{\circ}70$ C au fond.

(Amplitude thermique : $16^{\circ}30$ C en surface et 15° C au fond).

TABLEAU N° 6

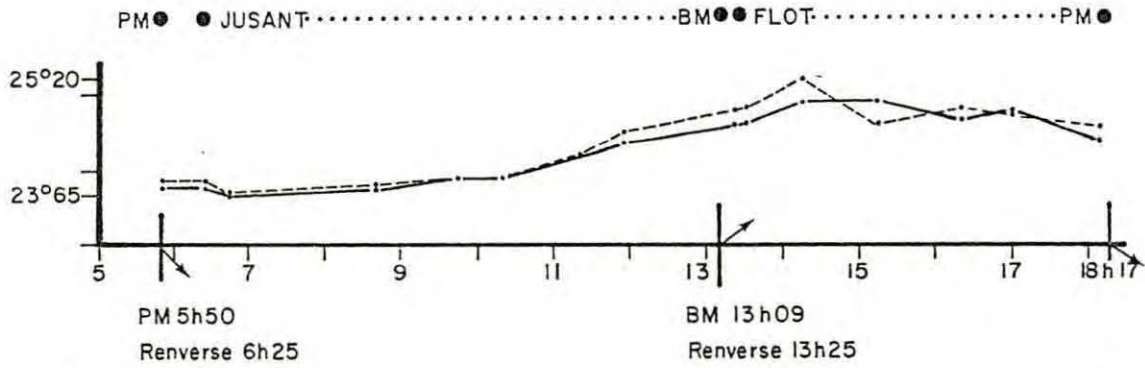
Point K - PK 30

TEMPERATURES
de l'eau en surface (S) et au fond (F)

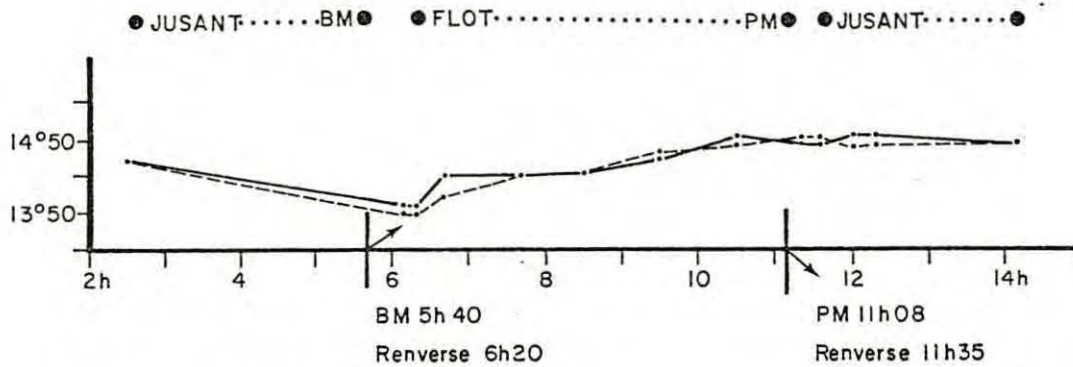
1987

Dates	minimum absolu	maximum absolu	Ecart	moyenne de la marée	Ecart maximum sur tranche d'eau	Coefficient	Dates	Qf1* m3/s
109.04 S	10°75	11°20	0°45	11°	0°2	36-42	20.03	1127
F	10°70	11°30	0°60	11°			31.03	1040
121.05 S	14°90	16°10	1°20	15°5	0°15	54	30.04	636
F	14°80	16°	1°20	15°45			10.05	700
125.06 S	18°40	19°60	1°20	18°80	0°30	65-67	10.06	542
F	18°40	19°60	1°20	18°70			20.06	634
109.07 S	23°70	25°20	1°50	24°40	0°30	67-72	30.06	648
F	23°65	24°90	1°25	24°30				
123.07 S	21°90	22°40	0°50	22°10	0°25	52-55	10.07	471
F	21°90	22°30	0°40	22°10			20.07	465
120.08 S	23°70	24°70	1°	24°15	0°20	37-41	31.07	538
F	23°70	24°65	0°95	24°15			10.08	438
101.10 S	19°50	19°70	0°20	19°60	0°10	36-39	10.09	370
F	19°50	19°70	0°20	19°60			20.09	336
129.10 S	13°50	14°50	1°	14°10	0°30	46-44	10.10	468
F	13°60	14°50	0°90	14°10			20.10	1034
119.11 S	11°15	11°80	0°65	11°45	0°10	75-79	31.10	785
F	11°15	11°85	0°70	11°45			10.11	655

TABLEAU N° 7



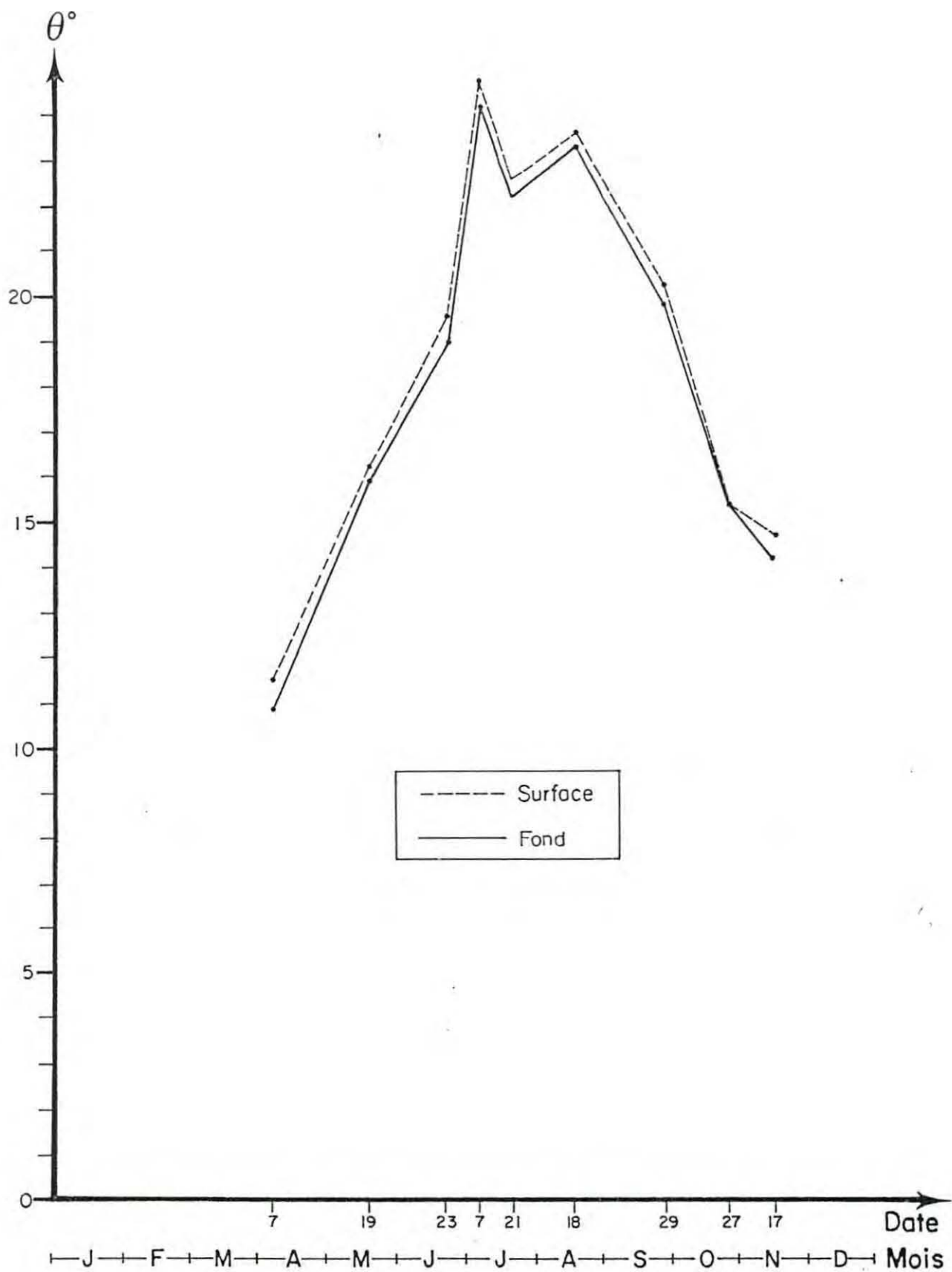
9 JUILLET 87 Coefficient 67-72 $Qf1 = \begin{matrix} (20-06) & 634 \text{ m}^3/\text{s} \\ (30-06) & 648 \text{ m}^3/\text{s} \end{matrix}$



29 OCT. 87 Coefficient 48-44 $Qf1 = \begin{matrix} (10-10) & 468 \text{ m}^3/\text{s} \\ (20-10) & 1034 \text{ m}^3/\text{s} \end{matrix}$

----- Surface ———— Fond

Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée, Point K - PK 30.



Variations annuelles des températures moyennes de l'eau au Point E - PK 52 en 1987.

Remarque : Il faut rappeler qu'au mois de Janvier, pendant la période neigeuse et très froide qui a persisté du 12 au 26, la température de l'eau était descendue à 1° C.

Les températures moyennes de l'année demeurent dans les limites déterminées par les variations des moyennes annuelles établies d'après les données des années antérieures (cf. tableaux 9, 10, 11) malgré les faibles débits fluviaux enregistrés depuis fin Avril, conséquence du déficit des précipitations des cinq premiers mois de l'année.

Les températures maximales observées début Juillet (26°90 C en surface et 25°70 C au fond) concordent avec la période des fortes chaleurs de fin Juin et début Juillet, où les températures de l'air dépassent largement 30° l'après-midi (tableau 12 et caractères météorologiques de la région en 1987).

Point J - PK 52 (tableau 13)

En ce point les températures moyennes relevées entre Avril et Novembre 1987 ont évolué entre 11°60 C (08.04), 24°10 C (08.07) en surface et 10°60 C (08.04), 23°70 C (08.07) au fond.

Les températures minimales ont été relevées le 8 Avril : 10°60 C en surface et 10°45 C au fond. Les températures maximales, le 19 Août : 25°30 C en surface et 24°90 C au fond (en période de très fortes chaleurs de 30 à 37° du 11 au 20 Août).

(Amplitude thermique : 14°7 C en surface et 14°45 C au fond).

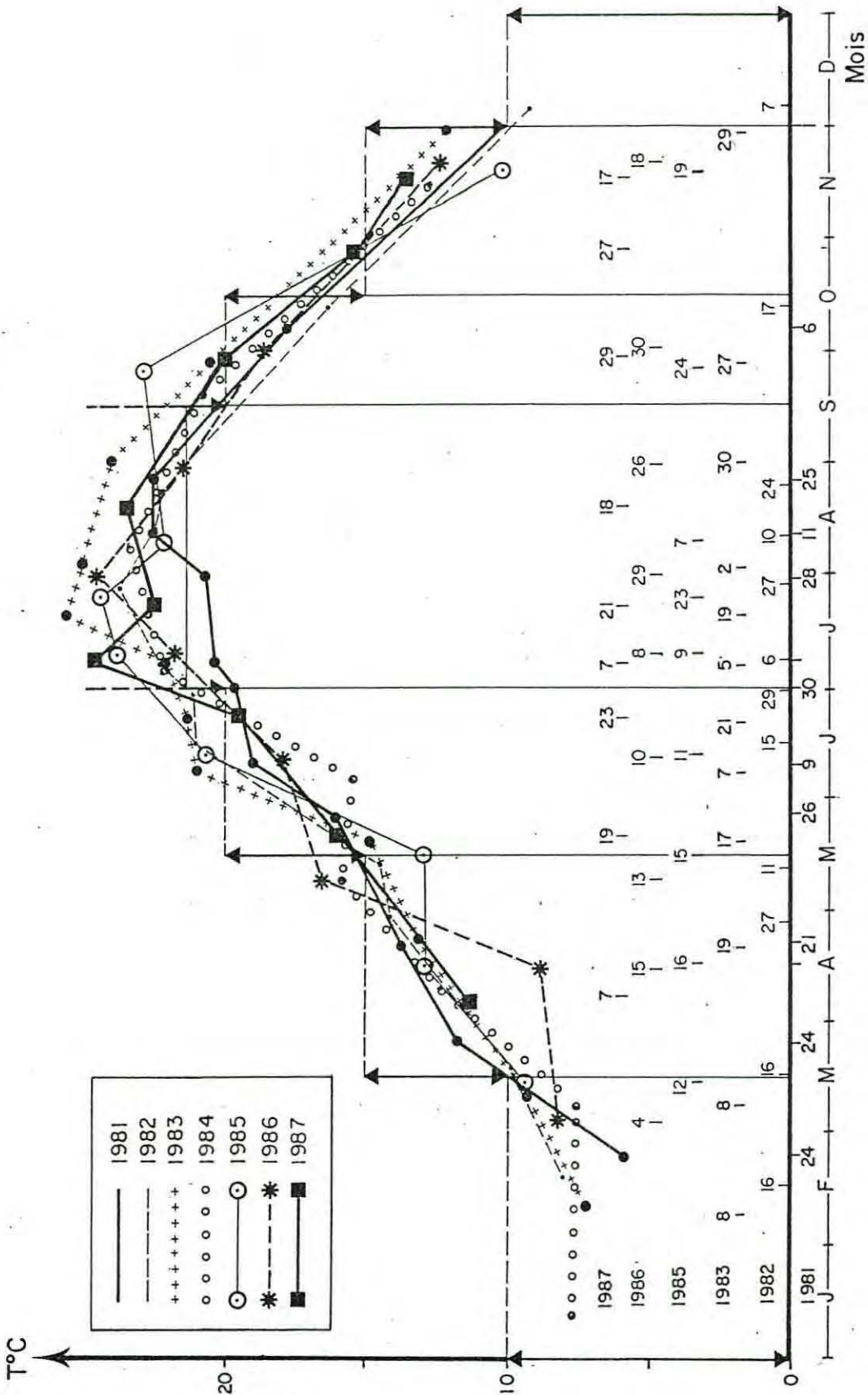
Point K - PK 30 (tableau 14)

En ce point les températures moyennes ont évolué entre 11° C (9 Avril) et 24°15 C (20 Août), température en surface et au fond.

Les températures minimales ont été relevées en Avril, 10°75 C en surface et 10°70 C au fond ; les températures maximales en Août : 24°70 C en surface et 24°65 C au fond.

(Amplitude thermique maximum : 13°95 C en surface et au fond).

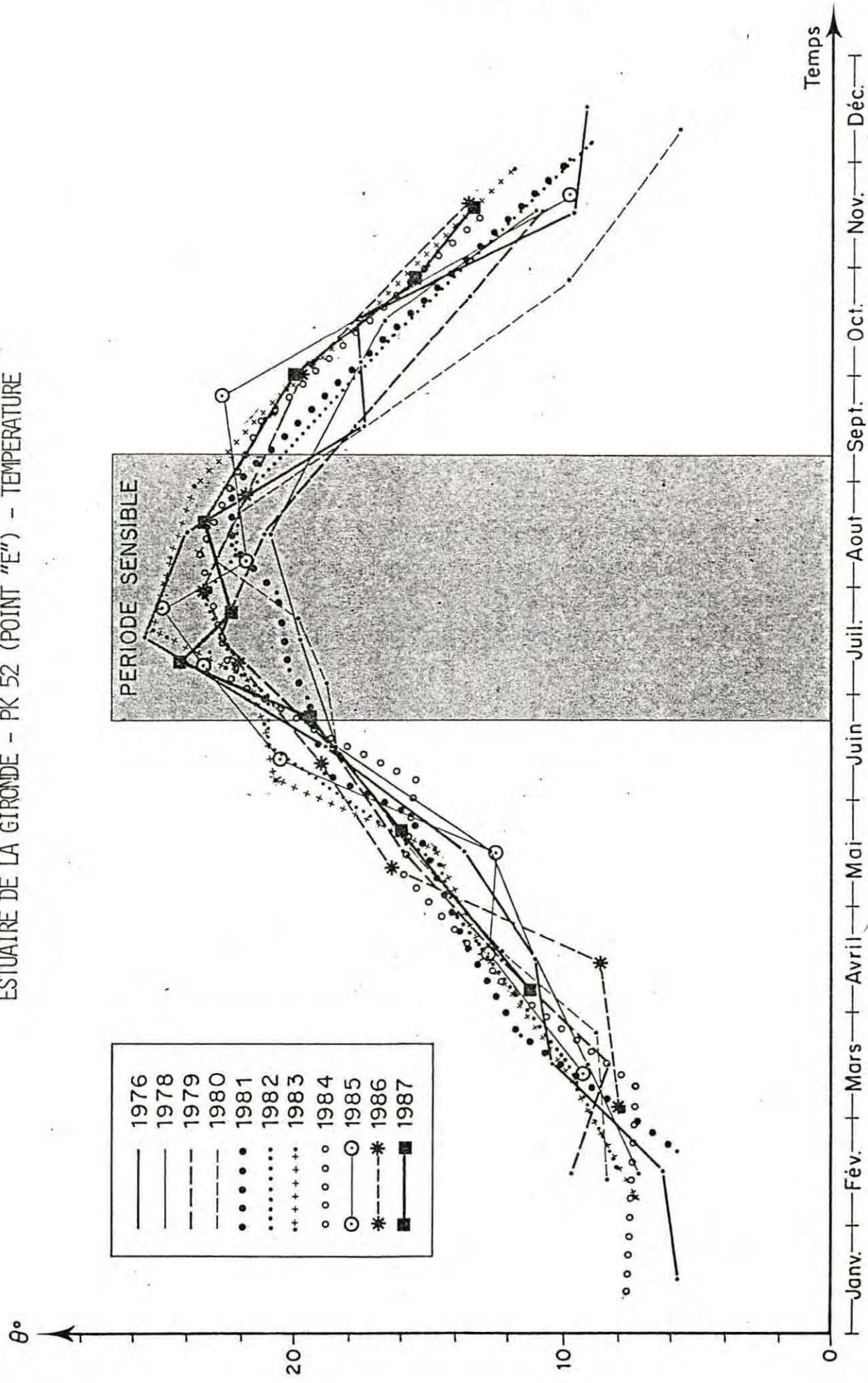
TABLEAU N° 9



Intégration des variétés annuelles des températures moyennes de l'eau au Point E - PK 52 en 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986 et 1987 dans le schéma des variations établi sur le cycle des années antérieures 1978, 1979 et 1980.

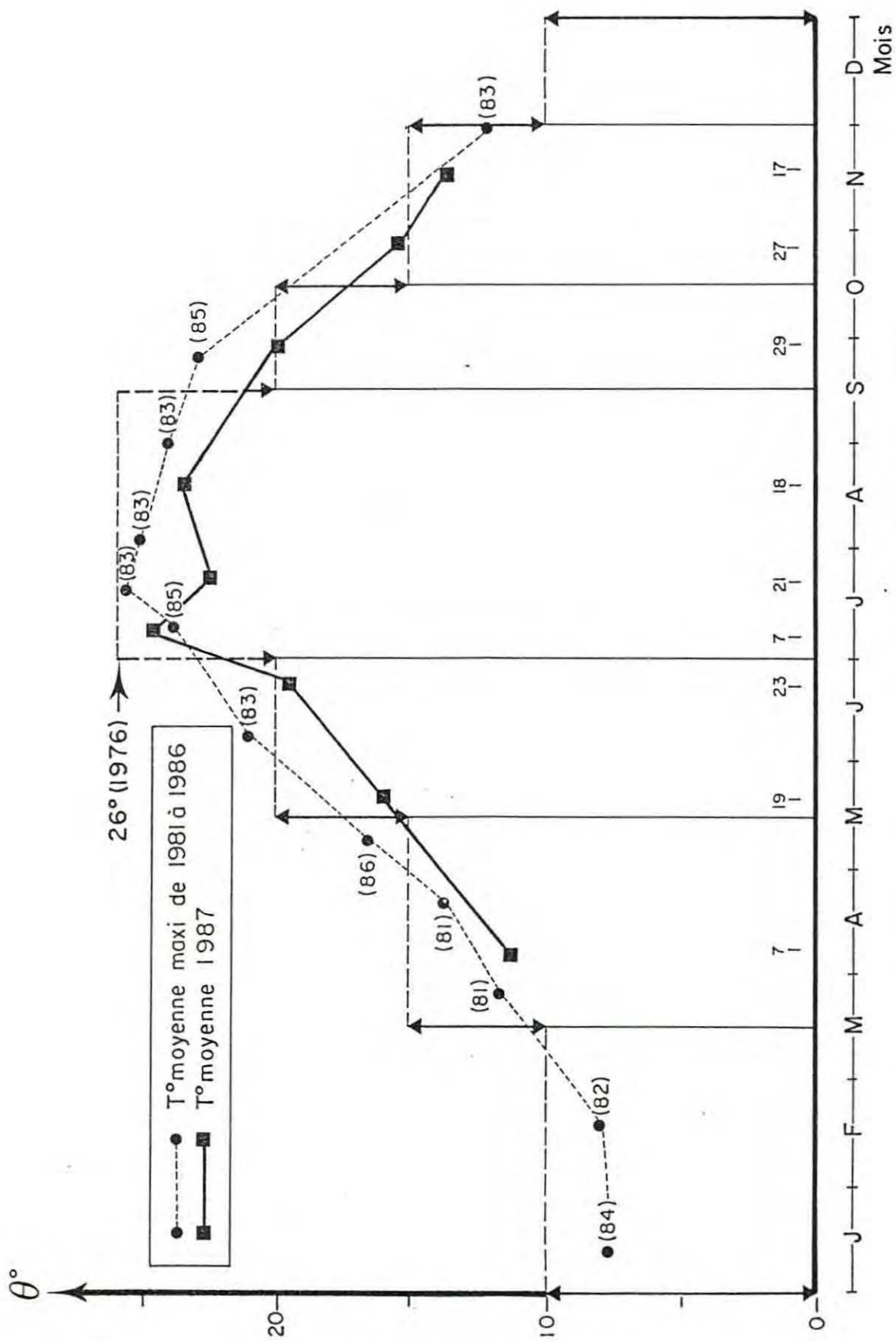
TABLEAU N° 10

ESTUAIRE DE LA GIRONDE - PK 52 (POINT "E") - TEMPERATURE



Variations annuelles des températures moyennes de l'eau au Point E - PK 52 de 1976 à 1987.

TABLEAU N° 11



Valeurs maximales des températures moyennes de l'eau au Point E - PK52 depuis 1981 et des températures moyennes de l'eau en 1987.

TEMPERATURES MOYENNES MENSUELLES DE L'AIR

Région de Bordeaux

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Année
1946-1975	5°6	6°5	9°	11°6	14°7	17°6	19°7	19°6	17°6	13°5	8°9	6°1	12°5
1976	5°5	8°	8°7	11°2	15°1	21°5	21°5	20°9	16°6	13°5	8°1	6°	13°1
1980	5°1	9°1	8°2	10°8	13°7	16°2	17°8	20°5	18°	13°1	8°	5°3	11°1
1981	6°6	5°1	12°	12°2	14°3	18°	19°3	21°3	18°6	14°3	9°3	7°8	13°2
1982	12°4	8°	8°7	11°9	15°2	19°2	21°7	19°	19°1	13°4	10°6	7°3	13°3
1983	7°	5°3	9°4	11°3	13°6	19°2	23°6	20°8	18°6	14°1	11°3	6°7	13°4
1984	7°1	5°6	7°4	13°	12°1	18°	20°8	20°	16°2	13°7	11°2	6°5	12°6
1985	0°7	8°3	7°4	12°3	13°8	17°7	21°2	18°6	19°6	14°8	6°2	6°1	12°2
1986	6°9	3°4	8°6	8°1	15°5	18°3	20°7	19°3	17°9	15°4	9°2	7°4	12°6
1987	0°7	6°6	8°6	13°7	13°9	17°2	20°5	20°9	20°7	14°8	9°1	7°9	12°9

CARACTERES METEOROLOGIQUES DE LA REGION

mini. : -2°8
T° moyennes de l'air maxi. : 4°3
moy. : 0°7
Janvier 1987
 Mois très déficitaire en précipitations (29 % de la normale) malgré une période neigeuse accompagnant une vague de froid d'une douzaine de jours (12-26 Janvier) -5°4 le 18. Insolation sensiblement égale à la normale.

mini. : 3°5
T° moyennes de l'air maxi. : 9°8
moy. : 6°6
Février
 Pluviométrie très déficitaire (63 % de la normale); mois peu ensoleillé. Faibles chutes de neige les 19, 20 et 21 et période froide qui se termine le 25. Températures variant de 18°9 le 9 à -5°4 le 18.

mini. : 4°1
T° moyennes de l'air maxi. : 13°1
moy. : 8°6
Mars
 Pluviométrie irrégulière, sensiblement égale à la normale en moyenne ; fortes giboulées les 28 et 29. Températures douces en première décade, froides en 2ème décade, normales en 3ème décade. Dans l'ensemble avoisinent la normale saisonnière. Ensoleillement déficitaire (75 % de la normale).

mini. : 8°5
T° moyennes de l'air maxi. : 18°9
moy. : 13°7
Avril
 Précipitations déficitaires dans l'ensemble (72 % de la normale). Températures moyennes supérieures de 2°5 à la normale, avec des journées très chaudes les 17, 18, 27 et 28 (26°6). Insolation légèrement excédentaire.

mini. : 8°8
T° moyennes de l'air maxi. : 19°1
moy. : 13°9
Mai
 Mois particulièrement sec (35 % de la normale) avec des températures dont la moyenne est généralement déficitaire ; 2ème décade froide pour un mois de Mai (3°4 le 4). Ensoleillement légèrement supérieur à la moyenne saisonnière.

mini. : 12°5
T° moyennes de l'air maxi. : 22°
moy. : 17°2
Juin
 Mois très pluvieux (131 % de la normale) avec grains orageux et forts vents. Températures déficitaires même froides (7°7 le 9) excepté deux jours de fortes chaleurs : les 28 et 29 (32°8). Faible ensoleillement (71 % de la normale).

mini. : 15°9
T° moyennes de l'air maxi. : 25°2
moy. : 20°5
Juillet
 Pluviométrie excédentaire, surtout dans la 2ème décade ; les températures sont en moyenne légèrement supérieures à la normale, tantôt plutôt fraîches (10°9 le 27), tantôt très fortes (33°5 le 13). Ensoleillement médiocre par suite du temps nuageux.

mini. : 15°
T° moyennes de l'air maxi. : 26°9
moy. : 20°9
Août
 Pluviométrie très déficitaire, la majeure partie des précipitations ayant eu lieu sous forme d'averses orageuses ; les températures sont variables (7°8 le 8, 36°8 le 13) ; la moyenne maximale ayant dépassé de 6°9 la moyenne saisonnière. Ensoleillement légèrement inférieur à la normale.

mini. : 14°5
 maxi. : 26°9
 moy. : 20°7

T° moyennes de l'air

Septembre
 Précipitations très déficitaires représentées surtout par de fortes averses. Les températures maximales ont dépassé 30° et par contre, on note des journées très fraîches : 3°9 le 30 en température minimale. Insolation sensiblement excédentaire.

mini. : 11°1
 maxi. : 18°5
 moy. : 14°8

T° moyennes de l'air

Octobre
 Forte pluviosité (172 % de la normale) surtout pendant les 2 premières décades avec fortes averses. Températures douces avec des minima élevés. Insolation déficitaire (59 % de la normale).

mini. : 5°4
 maxi. : 12°8
 moy. : 9°2

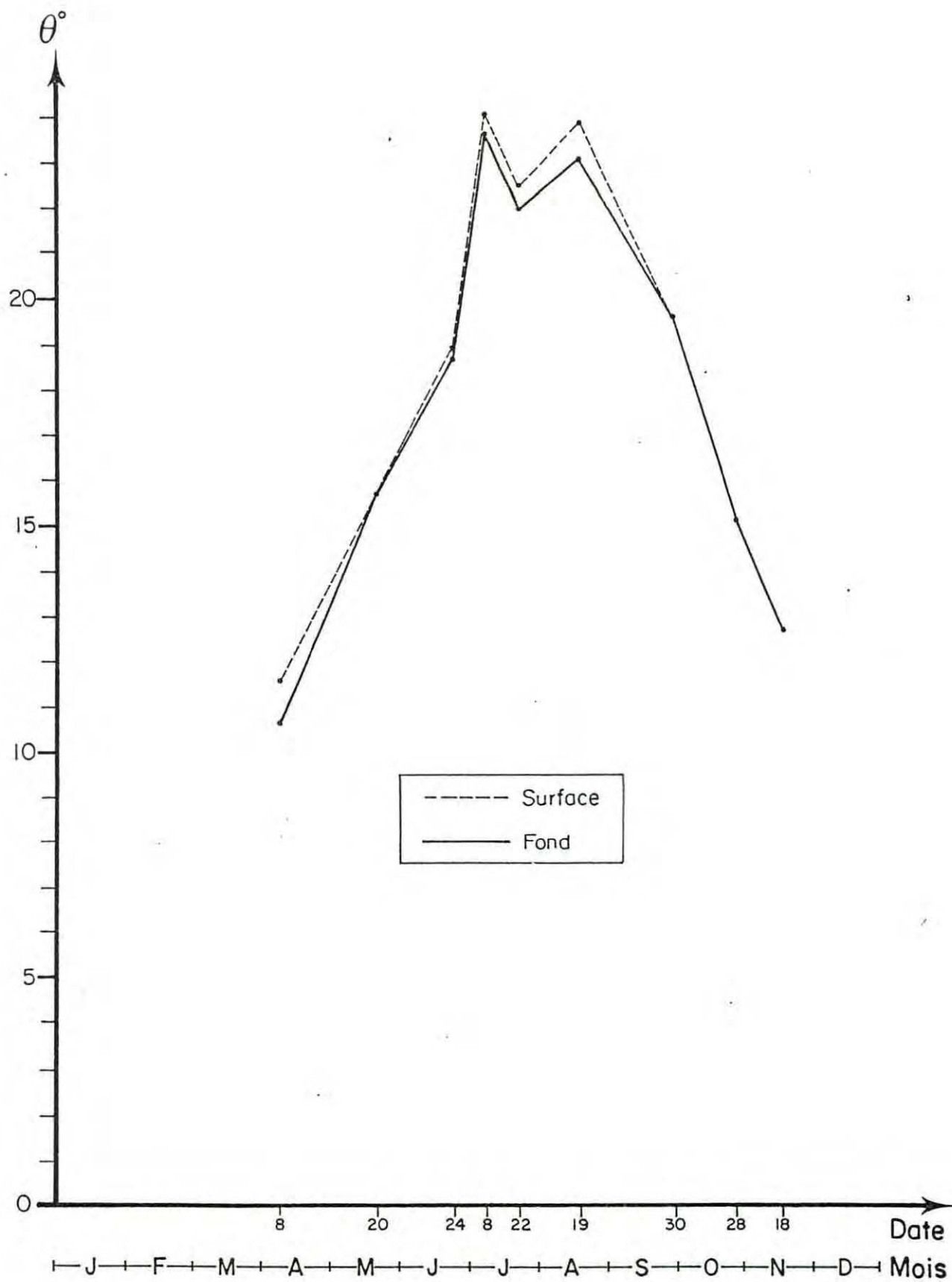
T° moyennes de l'air

Novembre
 Pluviosité déficitaire en première décade, importante en deuxième décade. Premières gelées en troisième décade. Ensoleillement moyen. Nombreux jours de brume et de brouillards épais et persistants.

mini. : 4°5
 maxi. : 11°3
 moy. : 7°9

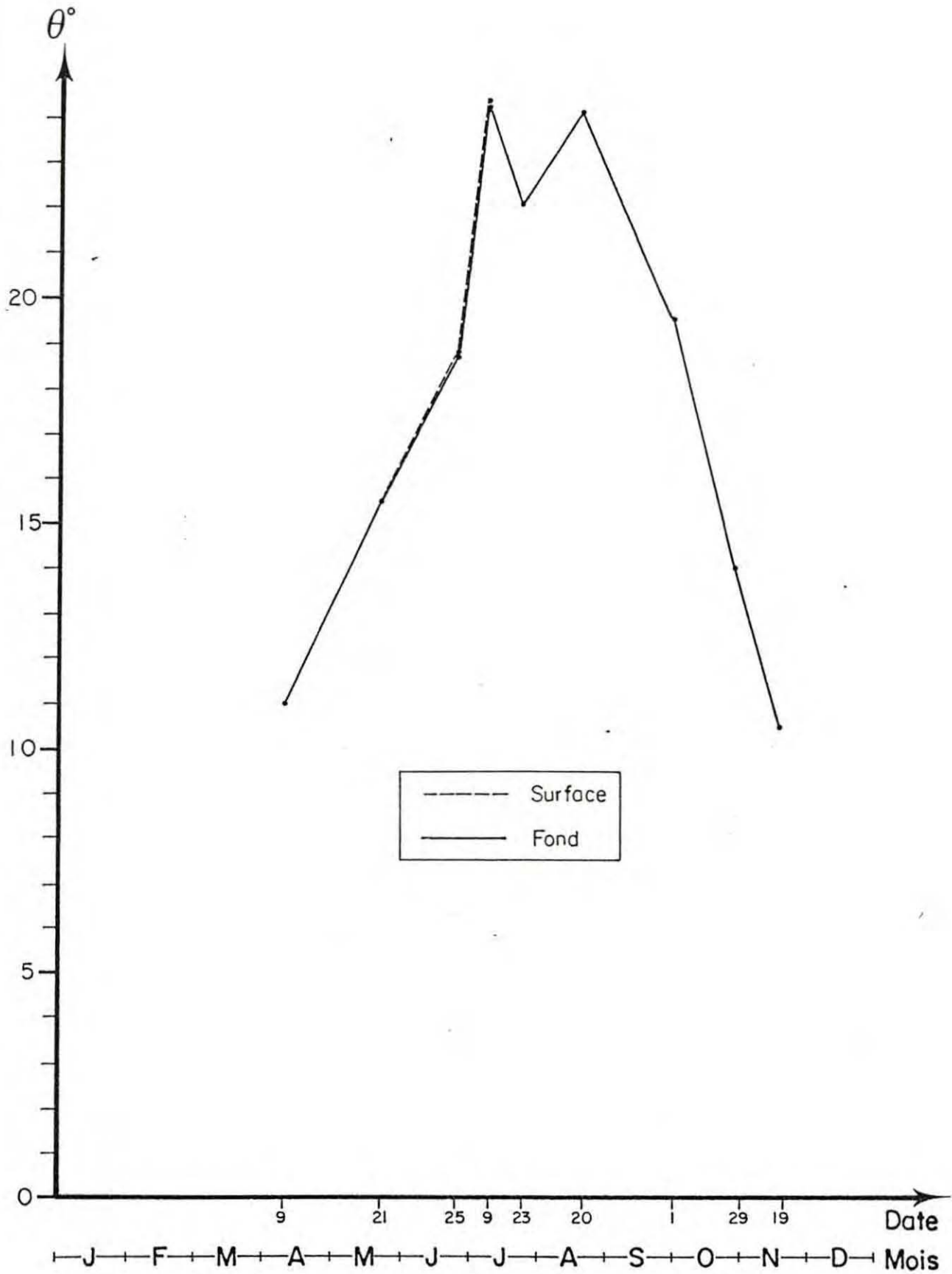
T° moyennes de l'air

Décembre
 Précipitations n'atteignant que 33 % de la normale. Mois sec et particulièrement doux. Quelques gelées en début de mois, mais 2e décade très chaude pour la saison (20°3 le 17). Bonne insolation malgré de nombreux brouillards parfois tenaces durant tout le mois.



Variations annuelles des températures moyennes de l'eau au Point J - PK 52 en 1987.

TABLEAU N° 14



Variations annuelles des températures moyennes de l'eau au Point K - PK 30 en 1987.

III-1.2. Variations dans l'espace.

III-1.2.1. Variations transversales (cf. tableaux 2 et 4)

Au PK 52, les températures sont plus élevées au Point E qu'au Point J.

Entre les températures moyennes, on observe des écarts variant de 0 à 1°10 C mais entre les températures maximales ils peuvent atteindre plusieurs degrés : 3°40 C en Octobre et 2°30 C début Juillet (cf. tableaux 3 et 5).

Entre les températures minimales relevées en général aux étales de basse mer, parfois de pleine mer suivant la saison, les écarts ne dépassent pas 0°5 C.

III-1.2.2. Variations longitudinales.

La comparaison des résultats obtenus aux différents points de mesure nous permet de constater que les températures au PK 52, particulièrement au Point E, sont plus élevées qu'au Point K - PK 30, dans la majeure partie des cas.

Les températures moyennes sont toujours supérieures avec des différences qui évoluent entre 0 et 2°35 C, excepté en Août ; lorsque les eaux d'amont sont plus chaudes que les eaux marines, les températures les plus importantes se retrouvent au Point K - PK 30 : + 0°45 C en surface et + 0°75 C au fond.

Les températures maximales, dont les écarts évoluent entre 0°6 C et 4°35 C, sont toujours relevées au PK 52, soit au Point E (8 fois sur 9), soit au Point J.

Les températures minimales sont relevées en général, aussi bien en surface qu'au fond, au Point K - PK 30, avec des écarts qui ont joué entre 0°1 C et 1°15 C. Seule exception au mois d'Août où l'influence des eaux marines, plus fraîches, est prédominante. Les eaux marines étaient à 22°80 C, les eaux fluviales à 24°70 C.

Les différences de température aux différents points de mesure dépendent aussi du débit fluvial et des coefficients de marée qui conditionnent la prépondérance de l'influence des eaux fluviales et des eaux marines.

Au Point E, situé à 450 m en amont des exutoires, la présence des eaux chaudes du rejet est de suite observée au flot.

Au Point J, cette observation peut être faite également par petits coefficients, mais en général, comme au Point K - PK 30, les maxima des températures sont relevés en fin de flot et en début de jusant, ce qui est justifié par la position de ces points dans le chenal de grande navigation et dans le chenal de Blaye.

III-1.2.3. Variations verticales.

Les écarts de températures des eaux de surface et du fond, au cours de la marée, sont les plus importants au **Point E - PK 52** (tableaux 2 et 3) où ils évoluent de 1°50 C (29.09) à 3°45 C (27.10). L'influence des eaux chaudes du rejet est évidemment plus caractéristique en ce point du fait de sa position. Mais au **Point J - PK 52** (cf. tableaux 4 et 5), on observe une évolution semblable avec des écarts variant de 0°55 C (28.10) à 2°85 C (08.04). Au **Point K - PK 30** (cf. tableaux 6 et 7), ils sont compris entre 0°20 C (01.10) et 1°55 C (09.07). A cette dernière date, les eaux fluviales étaient plus chaudes que les eaux marines.

Sur la tranche d'eau, par conséquent à un même moment de mesure, on observe des écarts qui varient entre :

- 0°40 C (27.10) et 2°85 C (07.04) au Point E
- 0°20 C (28.10) et 2°55 C (08.04) au Point J
- 0°10 C et 0°30 C au Point K.

Les écarts sont plus caractéristiques au Point E qu'aux autres points où l'influence de la température des eaux du rejet est atténuée et où les températures des eaux de surface et du fond ont une évolution similaire (cf. tableaux 5 et 7).

III - 2. SALINITE.

III-2.1. Variations dans le temps.

III-2.1.1. Au cours de la marée.

Les salinités relevées au cours de la marée présentent des écarts qui sont compris :

Au Point E - PK 52 (Tableaux 15 et 16)

- en surface de 1,31 ‰ (07.04) à 4,24 ‰ (29.09)

- au fond de 3,29 ‰ (07.04) à 5,06 ‰ (29.09)

Les écarts minima, relevés le 07.04, correspondent à des débits moyens de 1040 m³/s au 31.03, des coefficients très faibles : 25.

Les maxima sont mesurés en période d'étiage, le 29 Septembre, avec les débits les plus faibles de l'année : 338 m³/s et des coefficients moyens de 60 et 53.

Au Point J - PK 52 (Tableaux 17 et 18)

- en surface de 2,15 ‰ (08.04) à 4,77 ‰ (30.09)

- au fond de 3,46 ‰ (28.10) à 8,81 ‰ (08.04)

Les écarts minima 2,15 ‰ et 3,46 ‰ relevés le 08.04 et le 28.10 correspondent à des débits moyens de 1040 m³/s et 1034 m³/s et l'écart maximum de surface à la période d'étiage.

Les valeurs observées en surface présentent les mêmes particularités que celles notées au Point E mais au fond, l'écart maximum : 8,81 ‰ - différence entre les salinités à BM (3,41 ‰) et à la PM (12,22 ‰) - correspond à des débits moyens semblables à ceux du 28.10 où l'on relevait l'écart minimum (1040 m³/s au 31.03-1034 m³/s au 20.10) mais avec des coefficients de marée très faibles : 26-30 au lieu de 60-53.

Il est intéressant de noter que le gradient de salinité a été important pendant toute la marée (2,3 ‰ à BM-Hauteur d'eau = 7,20 m ; 8,95 ‰ à PM-Hauteur d'eau = 9,40 m) et que les salinités augmentent rapidement en fonction de la profondeur.

De plus, les courants de fond ont été faibles par rapport aux courants de surface : 55 cm/s au maximum au fond, 115 cm/s en surface, d'où une vitesse résiduelle de 14,4 cm/s, vers l'aval en surface, et de 1,4 cm/s seulement au fond.

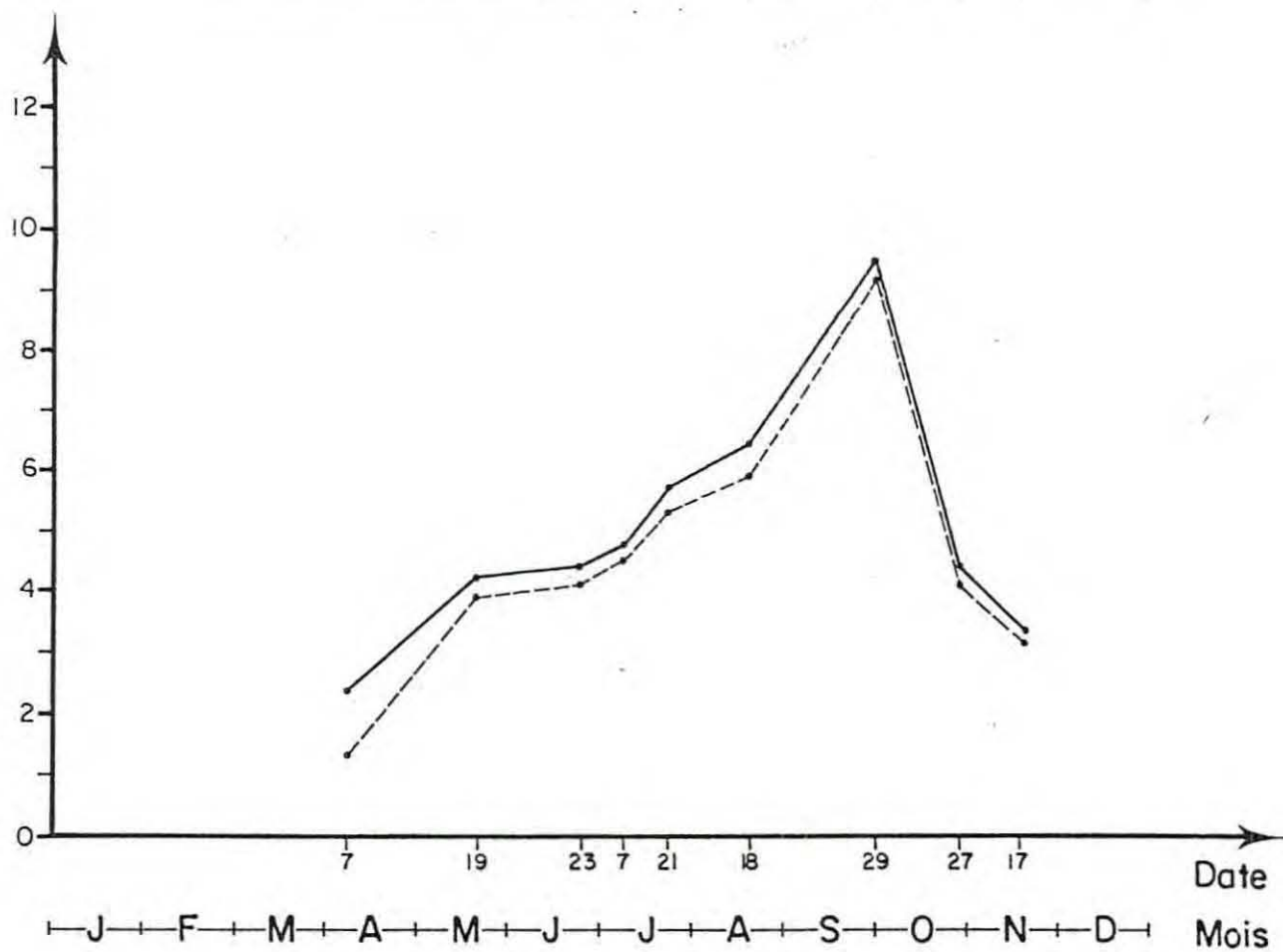
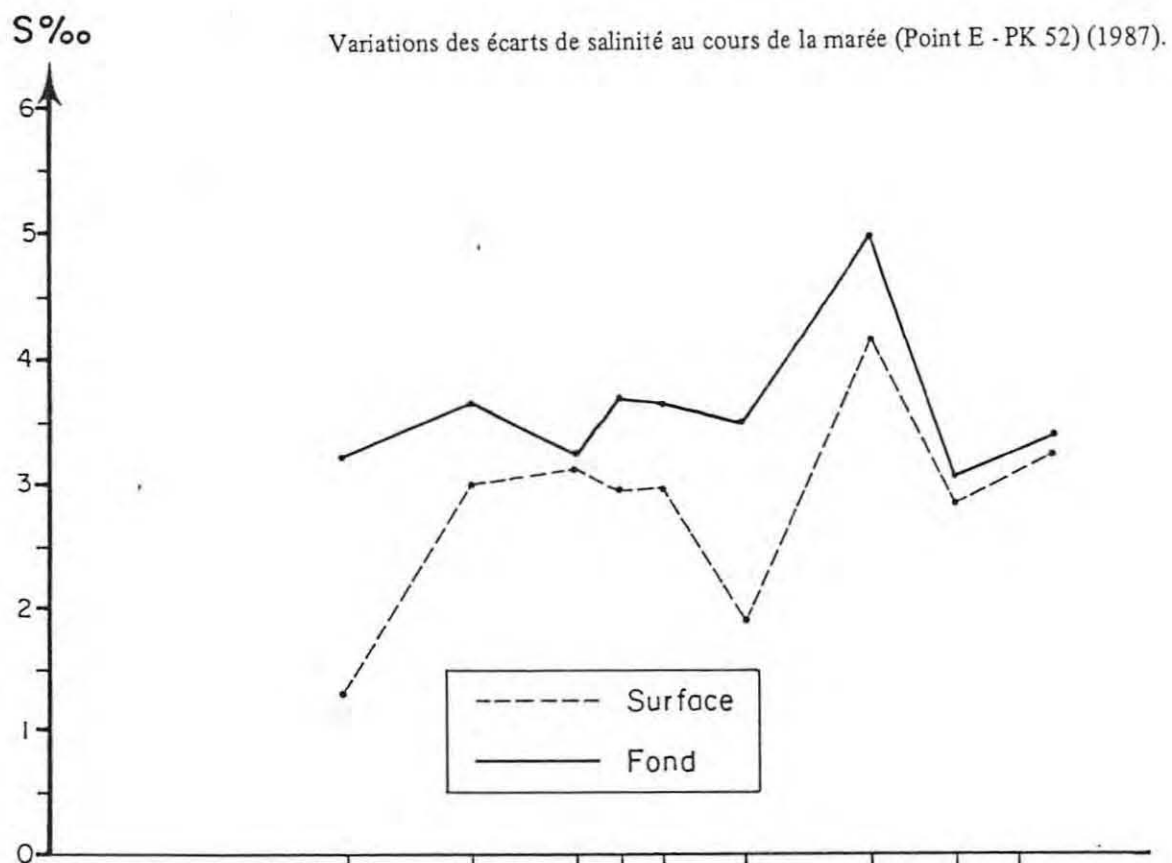
37
TABLEAU N° 15

Point E - PK 52

SALINITES
valeurs exprimées en ‰

1987

	Dates	minimum absolu	maximum absolu	Ecart	moyenne de la marée	Ecart maximum sur tranche d'eau	Coefficient	Dates	QF1* m3/s
107.04	S	0,51	1,82	1,31	1,28	2,46	25	20.03	1127
	F	0,99	4,28	3,29	2,32			31.03	1040
119.05	S	2,72	5,76	3,04	3,93	0,82	58-54	30.04	836
	F	2,72	6,44	3,72	4,24			10.05	700
123.06	S	2,29	5,46	3,17	4,13	0,82	60-61	10.06	542
	F	2,23	5,53	3,30	4,39			20.06	634
107.07	S	3	5,99	2,99	4,50	0,72	53-56	30.06	648
	F	2,95	6,71	3,76	4,73				
121.07	S	3,37	6,40	3,03	5,32	0,87	44-44	10.07	471
	F	3,43	7,15	3,72	5,68			20.07	465
118.08	S	4,55	6,48	1,93	5,90	1,92	33	31.07	538
	F	4,85	8,40	3,55	6,43			10.08	438
129.09	S	7,21	11,45	4,24	9,20	0,92	60-53	10.09	370
	F	7,31	12,37	5,06	9,44			20.09	338
127.10	S	2,41	5,31	2,9	4	0,49	73-66	10.10	468
	F	2,58	5,68	3,1	4,29			20.10	1034
117.11	S	1,41	4,71	3,3	3,08	0,96	53-59	31.10	785
	F	1,39	4,78	3,39	3,30			10.11	655



Variations annuelles des salinités moyennes (Point E - PK 52) (1987).

TABLEAU N° 17

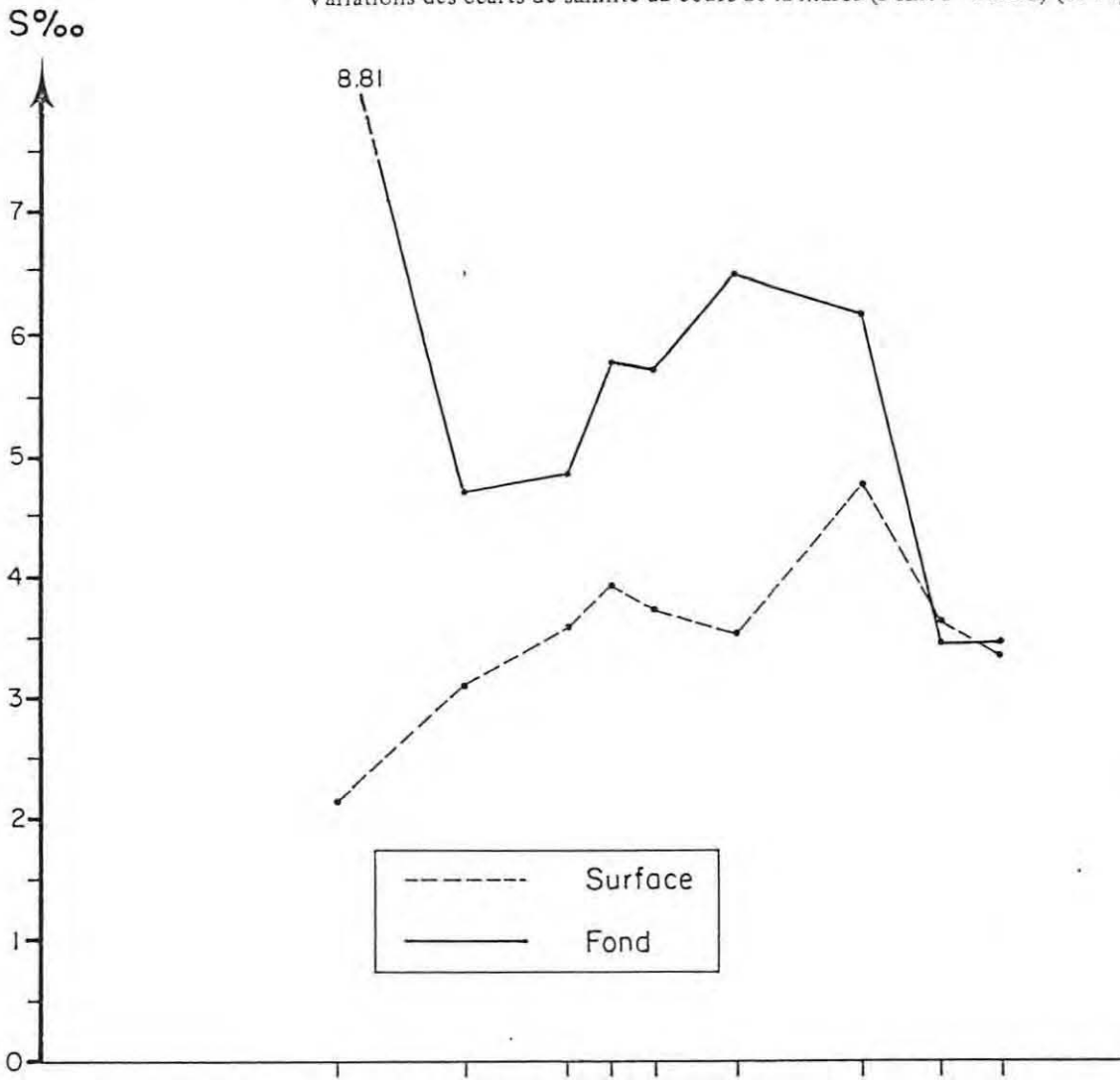
Point J - PK 52

SALINITES
valeurs exprimées en ‰

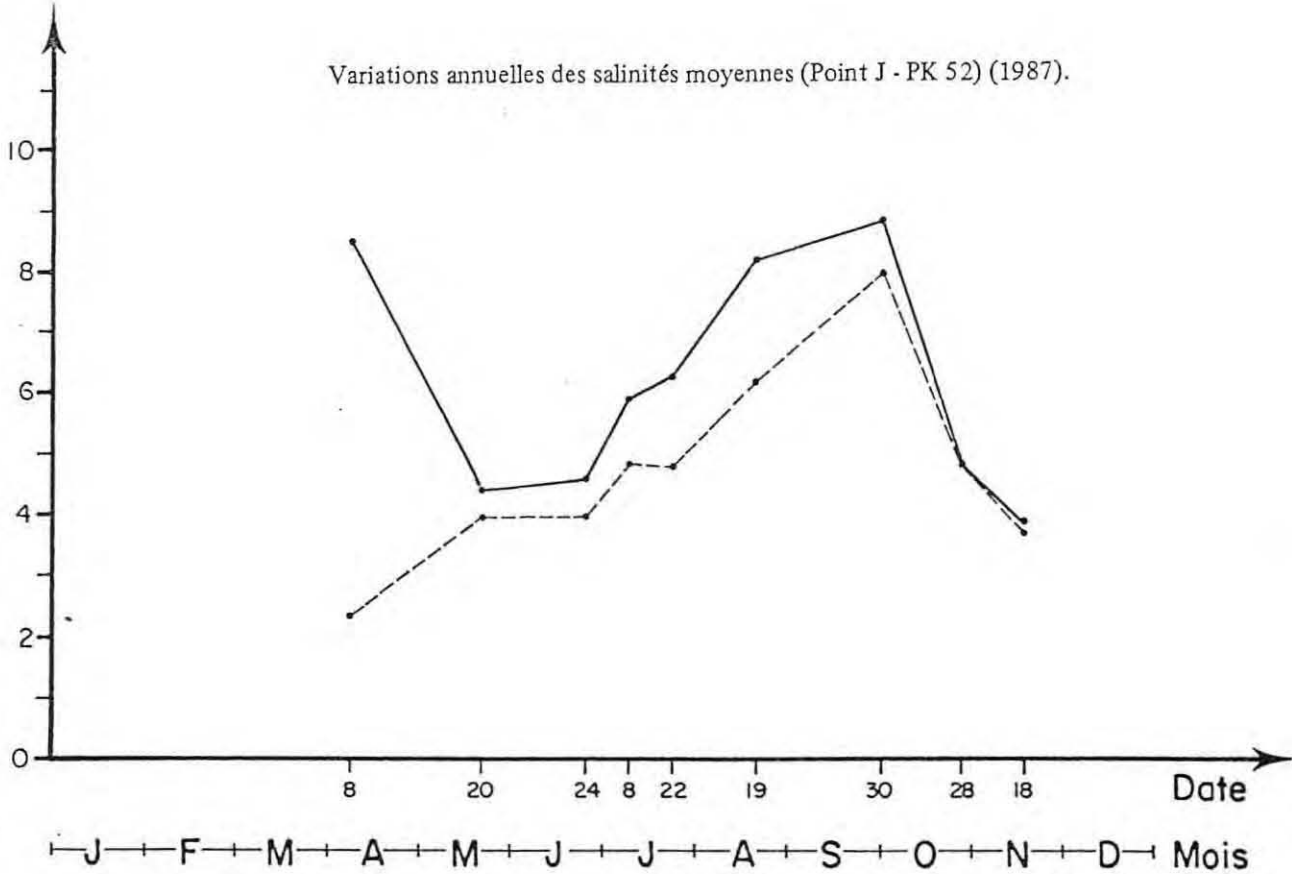
1987

	Dates	minimum absolu	maximum absolu	Ecart	moyenne de la marée	Ecart maximum sur tranche d'eau	Coefficient	Dates	Qf1* m3/s
108.04	S	1,12	3,27	2,15	2,35	8,97	26-30	20.03	1127
	F	3,41	12,22	8,81	8,48			31.03	1040
120.05	S	2,05	5,17	3,12	3,98	1,46	53-52	30.04	836
	F	1,91	6,63	4,72	4,4			10.05	700
124.06	S	1,64	5,24	3,60	4	1,51	63-65	10.06	542
	F	1,77	6,65	4,88	4,60			20.06	634
108.07	S	2,48	6,43	3,95	4,84	2,23	59-63	30.06	648
	F	2,66	8,44	5,78	5,94				
122.07	S	2,82	6,55	3,73	4,80	2,50	46-49	10.07	471
	F	3,2	8,90	5,70	6,21			20.07	485
119.08	S	4,68	8,22	3,54	6,21	3,04	32-34	31.07	538
	F	4,86	11,38	6,52	8,20			10.08	438
130.09	S	6,26	11,03	4,77	7,99	2,2	47-41	10.09	370
	F	6,68	12,86	6,18	8,88			20.09	338
128.10	S	1,76	5,40	3,64	3,88	0,41	60-53	10.10	468
	F	1,86	5,32	3,46	3,84			20.10	1034
118.11	S	0,67	4,04	3,37	2,80	0,41	65-70	31.10	785
	F	0,70	4,18	3,48	2,88			10.11	655

Variations des écarts de salinité au cours de la marée (Point J - PK 52) (1987).



Variations annuelles des salinités moyennes (Point J - PK 52) (1987).



Ce phénomène, déjà remarqué, correspond au faible déplacement des eaux plus salées du fond, donc plus denses, auxquelles se superposent les eaux de surface, plus mobiles.

Au Point K - PK 30 (Tableaux 19 et 20)

- en surface de 0,02 ‰ (09.04) à 3,10 ‰ (01.10)

- au fond de 0,17 ‰ (09.04) à 3,93 ‰ (01.10)

Les écarts minima tout comme les écarts maxima sont observés dans les mêmes conditions qu'au Point E : . le 09 Avril : $\overline{Qf1}$ = 1040 m³/s - Coef. 36-42
 . le 01 Octobre : $\overline{Qf1}$ = 338 m³/s - Coef. 38-39

III-2.1.2. Variations annuelles.

Les salinités moyennes relevées au cours de l'année 1987 ont évolué, au Point E - PK 52 (tableaux 15 et 16) : en surface de 1,28 ‰ (07.04) à 9,20 ‰ (29.09) ; au fond de 2,32 ‰ (07.04) à 9,44 ‰ (29.09)

Aux mêmes dates, on relève les salinités minimales et les salinités maximales de l'année :

- le 07 Avril : 0,51 ‰ en surface-0,99 ‰ au fond à basse mer ;

- le 29 Septembre : 11,45 ‰ en surface-12,37 ‰ au fond à pleine mer.

Les salinités ont été importantes toute l'année, conséquence du déficit des débits fluviaux estimé à 230 m³/s pour les six premiers mois de l'année.

Au Point J - PK 52 (tableau 17 et 18)

Les salinités moyennes ont évolué : en surface de 2,35 ‰ (08.04) à 7,99 ‰ (30.09) ; au fond de 2,88 ‰ (18.11) à 8,88 ‰ (30.09).

Les salinités les plus faibles de l'année sont relevées le 18 Novembre: 0,67 ‰ en surface-0,70 ‰ au fond à basse mer après les fortes précipitations d'Octobre ; les plus élevées, en étiage, le 30 Septembre : 11,03 ‰ en surface-12,86 ‰ au fond à la pleine mer.

Au Point K - PK 30 (tableaux 19 et 20)

Les salinités moyennes ont évolué entre : 0,15 ‰ (09.04) et 4,87 ‰ (01.10) en surface et 0,17 ‰ (09.04) et 5,11 ‰ (01.10) au fond.

Les plus faibles salinités de l'année sont aussi observées aussi bien en surface qu'au fond, le 9 Avril : 0,14 et 0,15 ‰ mais en Mai, Juin, Juillet, Octobre et Novembre leurs valeurs demeurent inférieures à 0,38 ‰, valeurs caractéristiques d'eaux douces présentes au moins à basse mer.

TABLEAU N° 19

Point K - PK 30

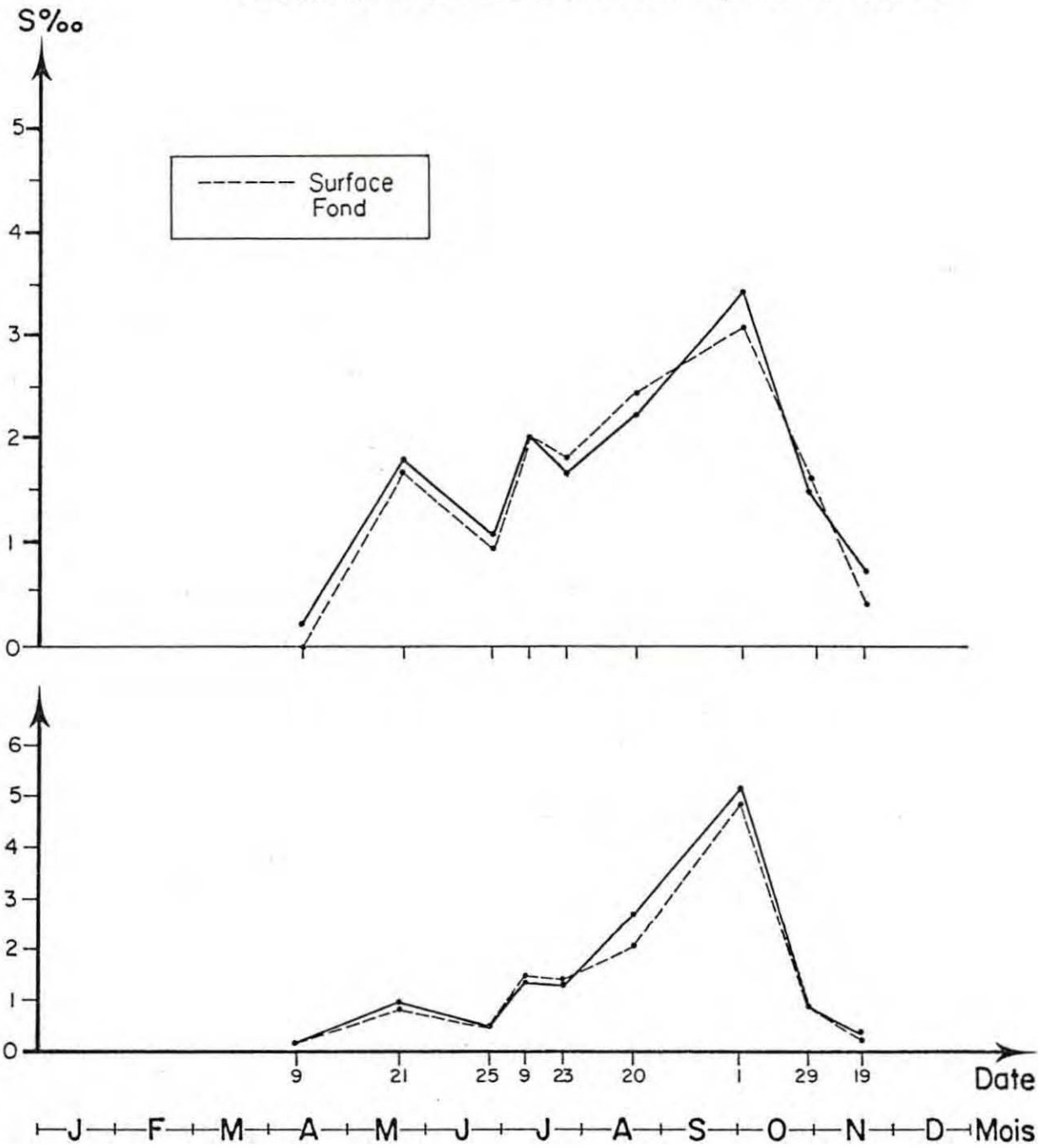
SALINITES
valeurs exprimées en ‰

1987

	Dates	minimum absolu	maximum absolu	Ecart	moyenne de la marée	Ecart maximum sur tranche d'eau	Coefficient	Dates	Qf1* m3/s
109.04	S	0,14	0,16	0,02	0,15	0,14	36-42	20.03	1127
	F	0,13	0,3	0,17	0,17			31.03	1040
121.05	S	0,19	1,88	1,69	0,87	0,08	54	30.04	836
	F	0,20	1,96	1,76	0,92			10.05	700
125.06	S	0,13	1,06	0,92	0,46	0,12	66-67	10.06	542
	F	0,14	1,17	1,03	0,49			20.06	634
109.07	S	0,35	2,37	2,02	1,41	0,31	67-72	30.06	648
	F	0,38	2,38	2	1,35				
123.07	S	0,31	2,12	1,81	1,35	0,21	52-55	10.07	471
	F	0,36	2,02	1,66	1,30			20.07	485
120.08	S	1,52	3,97	2,45	2,05	0,17	37-41	31.07	538
	F	1,56	3,80	2,24	2,70			10.08	438
101.10	S	2,84	5,94	3,10	4,87	1,03	38-39	10.09	370
	F	3,04	6,97	3,93	5,11			20.09	338
129.10	S	0,18	1,80	1,62	0,98	0,14	48-44	10.10	468
	F	0,21	1,66	1,45	0,97			20.10	1034
119.11	S	0,13	0,50	0,37	0,30	0,31	75-79	31.10	785
	F	0,15	0,81	0,66	0,37			10.11	655

TABLEAU N° 20

Variations des écarts de salinité au cours de la marée (Point K - PK 30) (1987).



Variations annuelles des salinités moyennes (Point K - PK 30) (1987).

Cependant, dès les mesures du 21 Mai, on remarque nettement l'intrusion saline : 1,88 ‰ et 1,96 ‰ à pleine mer, après avoir perçu le front de salinité -0,5 ‰- à mi-flot.

Les salinités maximales sont relevées le 1er Octobre : 5,94 ‰ en surface et 6,97 ‰ au fond, comme aux autres points en étiage.

L'évolution des salinités aux Points E-J et K est indiquée par les valeurs consignées dans le tableau ci-dessous :

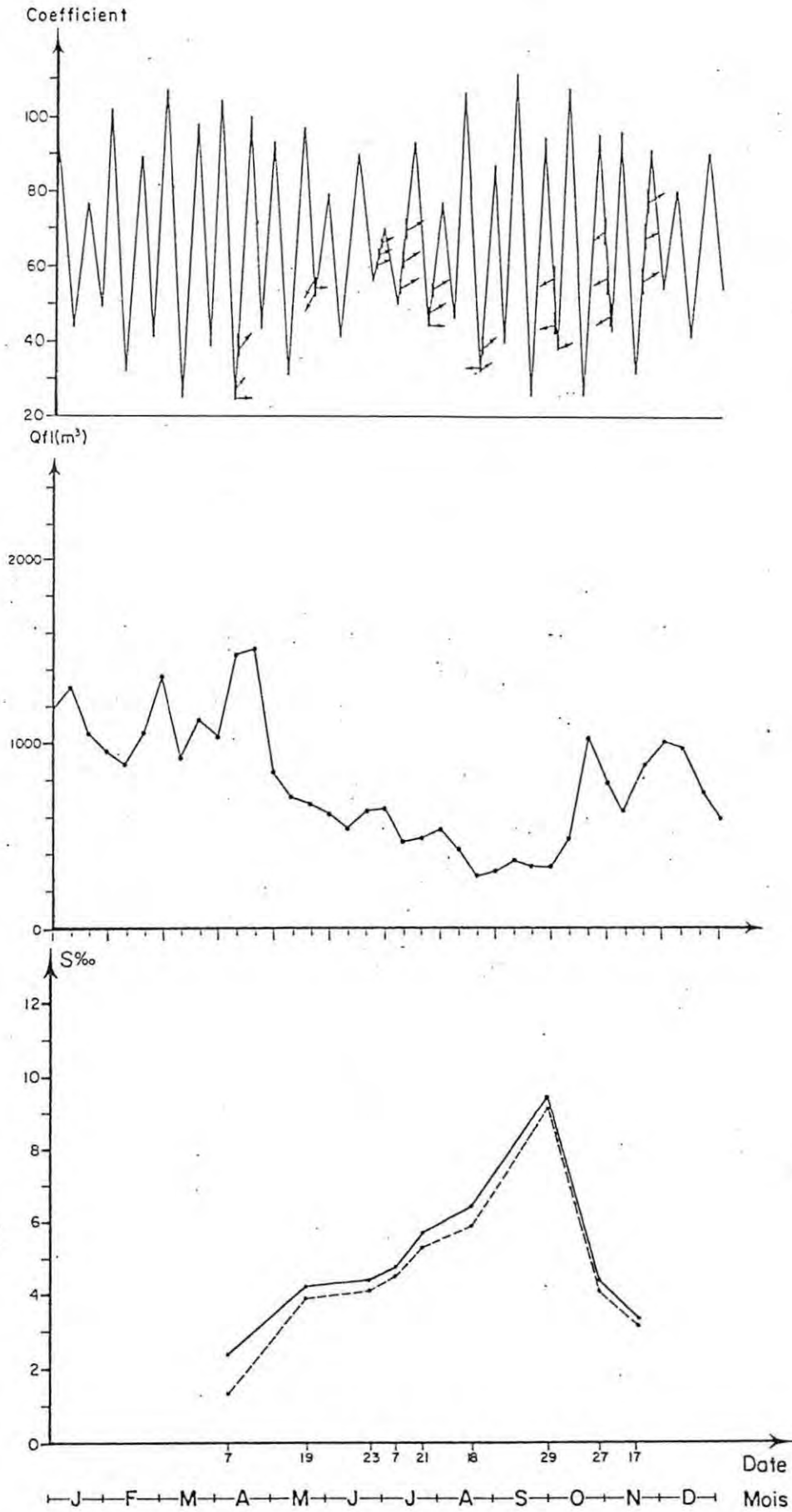
		1984		1985		1986		1987	
! SALINITES ‰	! MAX.	! MOY.	! MAX.	! MOY.	! MAX.	! MOY.	! MAX.	! MOY.	
! S	! 9,8	! 7,95	! 12,69	! 10,23	! 13,88	! 11,5	! 11,45	! 9,20	
! Point E	! F	! 10,1	! 8,38	! 12,39	! 10,58	! 14,85	! 12,15	! 12,37	! 9,44
! S	! 9,2	! 7,04	! 13,09	! 10,40	! 13,68	! 11,35	! 11,03	! 7,99	
! Point J	! F	! 12,9	! 8,62	! 13,89	! 10,93	! 14,94	! 11,75	! 12,86	! 8,88
! S	! 4,25	! 2,68	! 5,38	! 3,51	! 5,08	! 3,50	! 5,94	! 4,87	
! Point K	! F	! 4,42	! 2,82	! 5,40	! 3,47	! 5,52	! 3,73	! 6,97	! 5,11

Les salinités de cette année sont très importantes en particulier au Point K, ce qui correspond au déficit du débit fluvial estimé à environ 100 m³/s en 1987 (le débit maximum de l'année n'a été que de 2318 m³/s le 11.04).

Rappelons que les débits fluviaux sont faibles depuis plusieurs années, prolongeant ainsi la période d'étiage (cf. annexe) ce qui correspond au déficit des précipitations (cf. p. 30 : caractères météorologiques de la région).

"Le déficit du volume d'eau douce introduit dans l'estuaire entraîne l'augmentation de la salinité" (cf. tableaux 21, 22 et 23) "en liaison avec le volume d'eau marine lié aux coefficients de marées".

TABLEAU N° 21



Variations des salinités moyennes au Point E - PK 52, du débit fluvial et des coefficients de marée en 1987.

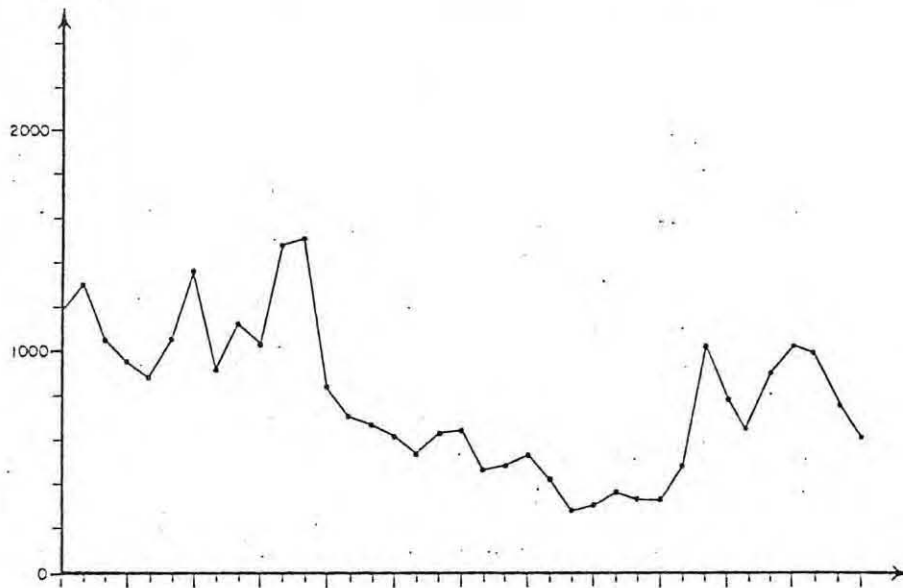
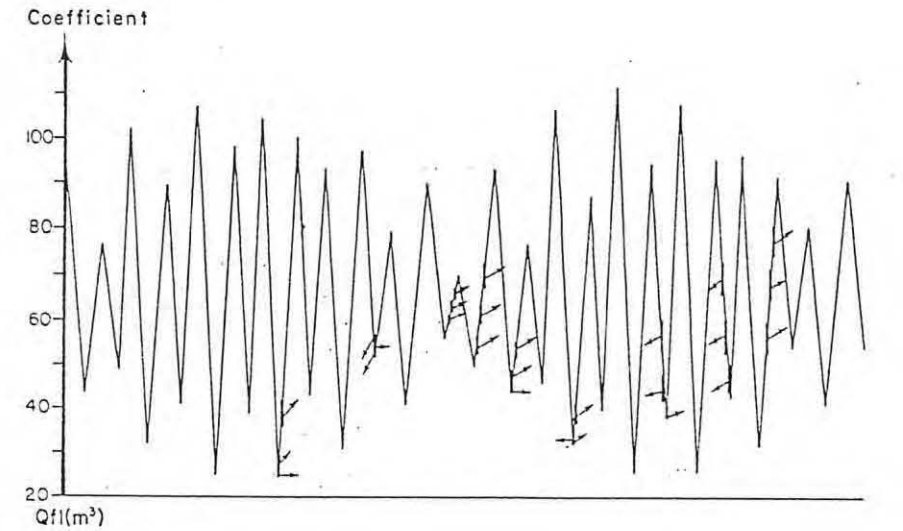
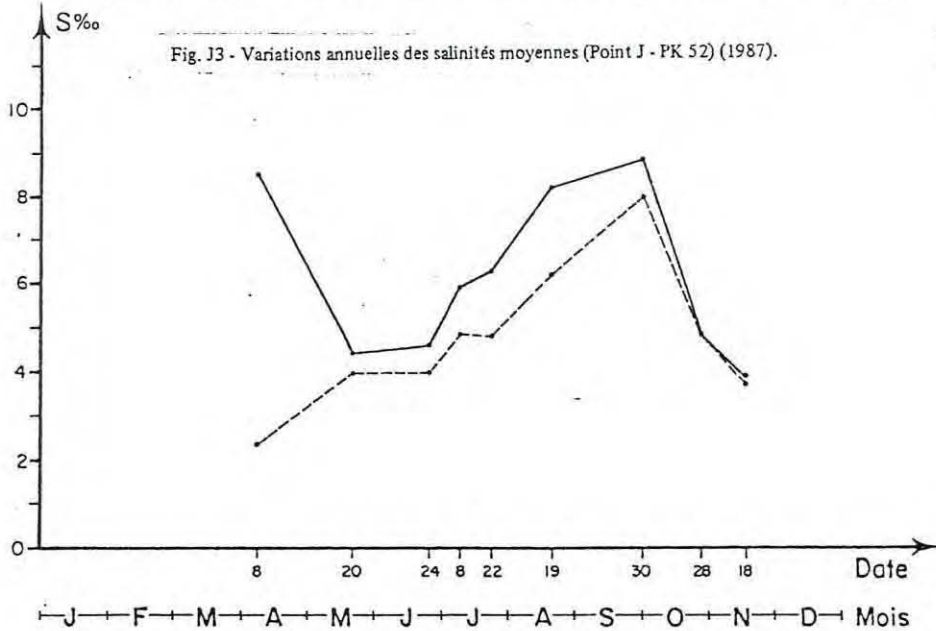
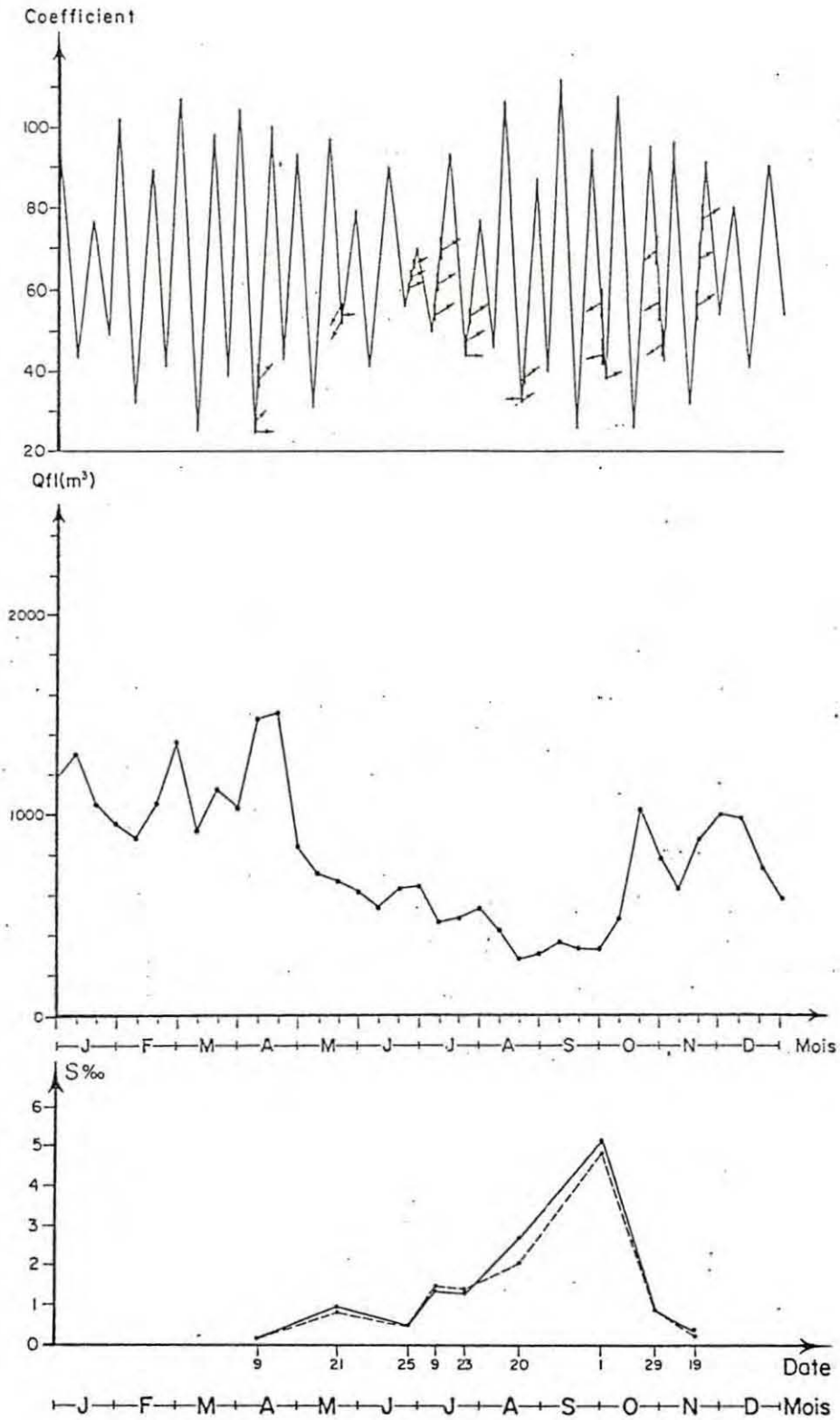


Fig. J3 - Variations annuelles des salinités moyennes (Point J - PK 52) (1987).



Variations des salinités moyennes au Point J - PK 52, du débit fluvial et des coefficients de marée en 1987.



Variations des salinités moyennes au Point K - PK 30, du débit fluvial et des coefficients de marée en 1987.

III-2.2. Variations dans l'espace.

III-2.2.1. Variations transversales.

Les salinités relevées aux Points E et J, situés au PK 52, l'un dans le chenal médian, l'autre dans le chenal de grande navigation, varient de façon similaire.

Les salinités minimales sont relevées à basse mer et sont, en général plus faibles au Point J qu'au Point E, mais leur différence, nulles par fort débit (l'eau est douce aux deux points) ne dépasse par 1 ‰ avec les autres débits.

L'écart le plus important est relevé en Septembre à l'étiage ($\overline{Qf1} \approx 338 \text{ m}^3/\text{s}$ - Coefficients moyens 66) : 0,95 ‰ en surface, 0,63 ‰ au fond.

Basse Mer Point E S = 7,21 ‰ F = 7,31 ‰

Point J S = 6,26 ‰ F = 6,68 ‰

Les salinités maximales sont relevées à la pleine mer, par contre, et sont plus importantes au Point J qu'au Point E. L'écart le plus important est relevé en Août, par petits coefficients (≈ 33) et $\overline{Qf1} \approx 438 \text{ m}^3/\text{s}$: en surface 1,74 ‰ - au fond : 2,98 ‰.

Pleine Mer Point E S = 6,48 ‰ F = 8,40 ‰

Point J S = 8,22 ‰ F = 11,38 ‰

D'une façon générale, la salinité est plus forte au Point E à basse mer, plus faible à pleine mer : l'évacuation des eaux fluviales au jusant aussi bien que la pénétration des eaux marines au flot se font préférentiellement par le chenal de grande navigation, chenal de plus grande profondeur, alors que dans le chenal médian, les bancs et les hauts fonds qui se développent entre les îles de Patiras et de Trompeloup freinent la circulation des eaux.

III-2.2.2. Variations longitudinales.

Les salinités mesurées en 1987 ont varié :

- en surface entre 0,51 ‰ et 11,45 ‰ au PK 52 et entre 0,13 ‰ et 5,94 ‰ au PK 30

- au fond entre 0,70 ‰ et 12,86 ‰ au PK 52 et entre 0,13 ‰ et 6,97 ‰ au PK 30.

Les écarts entre les valeurs de salinité au PK 30 et au PK 52 varient donc entre 0,4 ‰ et 5,50 ‰ en surface, 0,6 ‰ et 5,90 ‰ au fond.

D'après les mesures effectuées, les salinités au PK 52 EN 1987 ont toujours été supérieures à 0,5 ‰ (0,51 ‰ : valeur minimale mesurée à BM en Avril), les eaux douces étant demeurées en amont par suite des faibles débits fluviaux.

Ce n'est qu'avec des débits efficaces d'environ 1500 m³/s que les eaux restent douces pendant toute la marée au PK 52 -ce qui n'a pas été souvent le cas en 1987- alors que 800 m³/s suffisent pour qu'elles soient observées au PK 30, au moins à basse mer.

Les 7-8-9 Avril, avec des débits moyens de 1040 m³/s et de petits coefficients (25 à 30), les eaux sont douces pendant toute l'année au PK 30 alors qu'au PK 52 elles atteignent 4,28 ‰ au fond.

Dès le 30 Avril, les débits moyens ne sont plus que de 836 m³/s et les 19-20 et 21 Mai, on relève les salinités minimales et maximales suivantes :

	! Pt K-PK 30	! Pt E-PK 52	! Pt J-PK 52 !
Basse mer : S	! eaux douces !	2,72	! 2,05 !
F	! " " !	"	! 1,91 !
Pleine mer: S	! 1,88 !	5,76	! 5,17 !
F	! 1,96 !	6,44	! 6,63 !

D'après ces valeurs, on peut estimer que le front de salinité 0,5 ‰ se situe aux environs du PK 40 à basse mer et remonte au PK 15 à pleine mer.

Avec les plus faibles débits moyens de l'année 338 m³/s au 20.09 les valeurs des salinités au PK 30 et au PK 52 sont maximales de même que les écarts lors des mesures de fin Septembre.

	! Pt K-PK 30	! Pt E-PK 52	! Pt J-PK 52 !
Basse mer : S	! 2,84 !	7,21	! 6,26 !
F	! 3,04 !	7,31	! 6,68 !
Pleine mer: S	! 5,94 !	11,45	! 11,03 !
F	! 6,97 !	12,37	! 12,86 !

A cette période, l'isohaline 5 ‰ évoluerait entre le PK 45 et le PK 20 et le front de salinité 0,5 ‰ remonterait en amont du Pont de Pierre -PK 0-.

La période d'étiage s'est prolongée jusqu'à la fin Octobre car les débits fluviaux ne redeviennent normaux qu'à cette date grâce aux fortes précipitations du mois (20.10 \simeq 1034 m³/s). En Novembre, les eaux sont douces de nouveau pendant toute la marée au Point K - PK 30, le front de salinité -0,5 ‰ se situant en ce point à la pleine mer et au PK 50 environ à la basse mer.

En 1985 et en 1986, des remarques similaires ont été faites, le déficit du débit fluvial étant observé depuis plusieurs années.

III-2.2.3. Variations verticales.

Les écarts de salinité entre surface et fond ont évolué :

Au Point E - PK 52	<u>-sur la tranche d'eau-</u>
- de 0,49 ‰ (27.10 - $\overline{Qf1}$ = 1034 m ³ /s - Coef. 73-66)	
- à 2,46 ‰ (07.04 - $\overline{Qf1}$ = 1040 m ³ /s - Coef. 25)	
	<u>-sur toute la marée-</u>
- de 3,24 ‰ (23.06 - $\overline{Qf1}$ = 634 m ³ /s - Coef. 60-61)	
- à 5,16 ‰ (29.09 - $\overline{Qf1}$ = 338 m ³ /s - Coef. 60-53)	
 Au Point J - PK 52	 <u>-sur la tranche d'eau-</u>
- de 0,41 ‰ (28.10 - $\overline{Qf1}$ = 1034 m ³ /s - Coef. 60-53)	
- à 8,97 ‰ (08.04 - $\overline{Qf1}$ = 1040 m ³ /s - Coef. 26-30)	
	<u>-sur toute la marée-</u>
- de 3,51 ‰ (18.11 - $\overline{Qf1}$ = 655 m ³ /s - Coef. 65-70)	
- à 11,1 ‰ (08.04 - $\overline{Qf1}$ = 1040 m ³ /s - Coef. 26-30)	
 Au Point K - PK 30	 <u>-sur la tranche d'eau-</u>
- de 0,08 ‰ (21.05 - $\overline{Qf1}$ = 700 m ³ /s - Coef. 54)	
- à 1,03 ‰ (01.10 - $\overline{Qf1}$ = 338 m ³ /s - Coef. 38-39)	
	<u>-sur toute la marée-</u>
- de 0,16 ‰ (09.04 - $\overline{Qf1}$ = 1040 m ³ /s - Coef. 36-42)	
- à 4,13 ‰ (01.10 - $\overline{Qf1}$ = 338 m ³ /s - Coef. 38-39)	

D'une manière générale, les écarts maxima correspondent à des salinités importantes par conséquent à des périodes de faibles débits fluviaux. Mais dans certains cas, comme en Avril, les forts gradients de salinité proviennent du mauvais mélange des masses d'eau par suite de la faiblesse du marnage donc par très petits coefficients.

L'influence du débit fluvial est nettement plus marquée au Point K - PK 30 où d'après certains auteurs (MIGNIOT, 1971) "une crue de 100 m³/s se manifeste 5 jours après avoir été signalée à Bordeaux" alors qu'elle met une dizaine de jours jusqu'au PK 52.

De plus, dans les chenaux, l'activité des courants est plus importante que sur les hauts fonds ; le chenal de grande navigation est la voie préférentielle de la circulation des eaux fluviales et marines d'où les valeurs plus contrastées relevées au Point J - PK 52.

III - 3. VITESSES DE COURANT. (tableau 24)

Au Point E - PK 52, les vitesses maximales de courant ont été relevées au flot, en surface et au fond, dans la majeure partie des cas (7 fois sur 9) ou équivalentes à des vitesses de jusant en particulier en Août (tableau 25).

Les plus importantes ont été observées le 27 Octobre : + 160 cm/s en surface et + 95 cm/s au fond ($\overline{Qf1} = 1034 \text{ m}^3/\text{s}$ - Coef. 73-66) et le 19 Mai : + 116 cm/s en surface et + 110 cm/s au fond ($\overline{Qf1} = 700 \text{ m}^3/\text{s}$ - Coef. 58-54).

Au Point J - PK 52 au contraire (tableau 26) , les vitesses maximales sont relevées au jusant (6 fois sur 9 en surface, 7 fois sur 9 au fond et atteignent 144 cm/s en surface et 98 cm/s au fond le 30 Septembre ($\overline{Qf1} = 338 \text{ m}^3/\text{s}$ - Cof. 47-41) dépassant toujours les 100 cm/s.

Au Point K - PK 30 de même qu'au Point J (tableau 27), les vitesses maximales sont le plus souvent mesurées au jusant, 8 fois sur 9 au fond et 6 fois sur 9 en surface avec dans certains cas des vitesses équivalentes au flot, au fond.

Les vitesses les plus importantes sont atteintes le 19 Novembre : 158 cm/s en surface et 105 cm/s au fond (au flot comme au jusant) ($\overline{Qf1} = 655 \text{ m}^3/\text{s}$ - Coef. 75-79).

Les vitesses maximales au flot se produisent deux heures environ après l'étale de basse mer et au jusant environ trois à quatre heures après l'étale de pleine mer.

En outre, l'activité des courants est plus importante dans les chenaux que sur les bancs : les vitesses les plus grandes sont observées en général au Point J - PK 52 en surface et au Point K - PK 30 au fond.

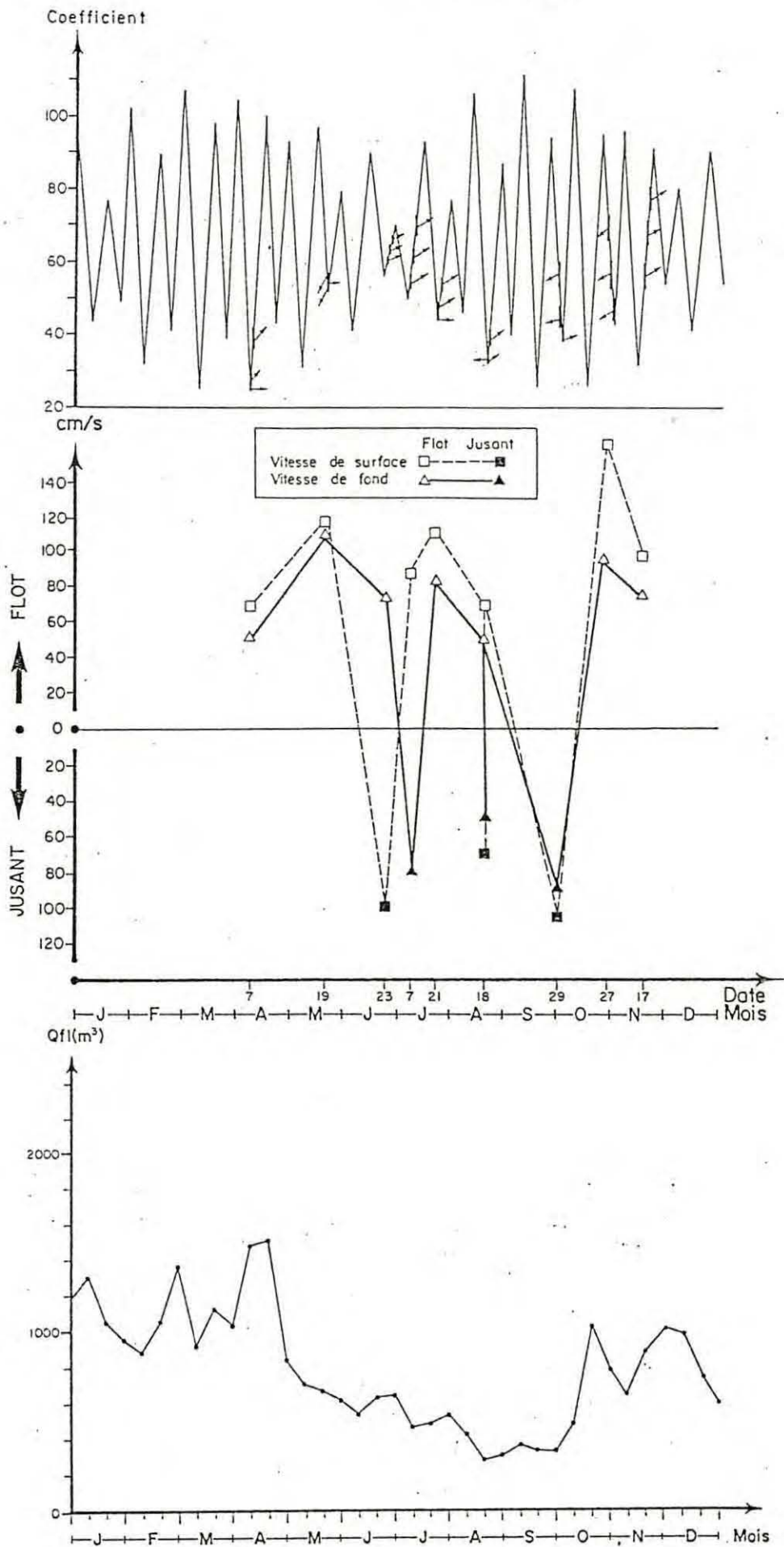
A partir des courbes de variation des vitesses au cours d'une marée, aussi bien au fond qu'en surface, on a déterminé "la prédominance de l'écoulement" d'après "la quantité d'écoulement vers l'aval puis vers l'amont" (ALLEN, 1972). Cet écoulement, exprimé par les vitesses résiduelles, est d'une façon générale, dirigé vers l'amont au Point E - PK 52, vers l'aval aux Points J et K (tableau 28).

Le régime des courants est différent au Point E - PK 52, situé dans le chenal médian, par suite de l'évolution des fonds, d'où l'importance de la topographie sur la répartition des vitesses maximales en plus des variations du débit fluvial et des coefficients de marée.

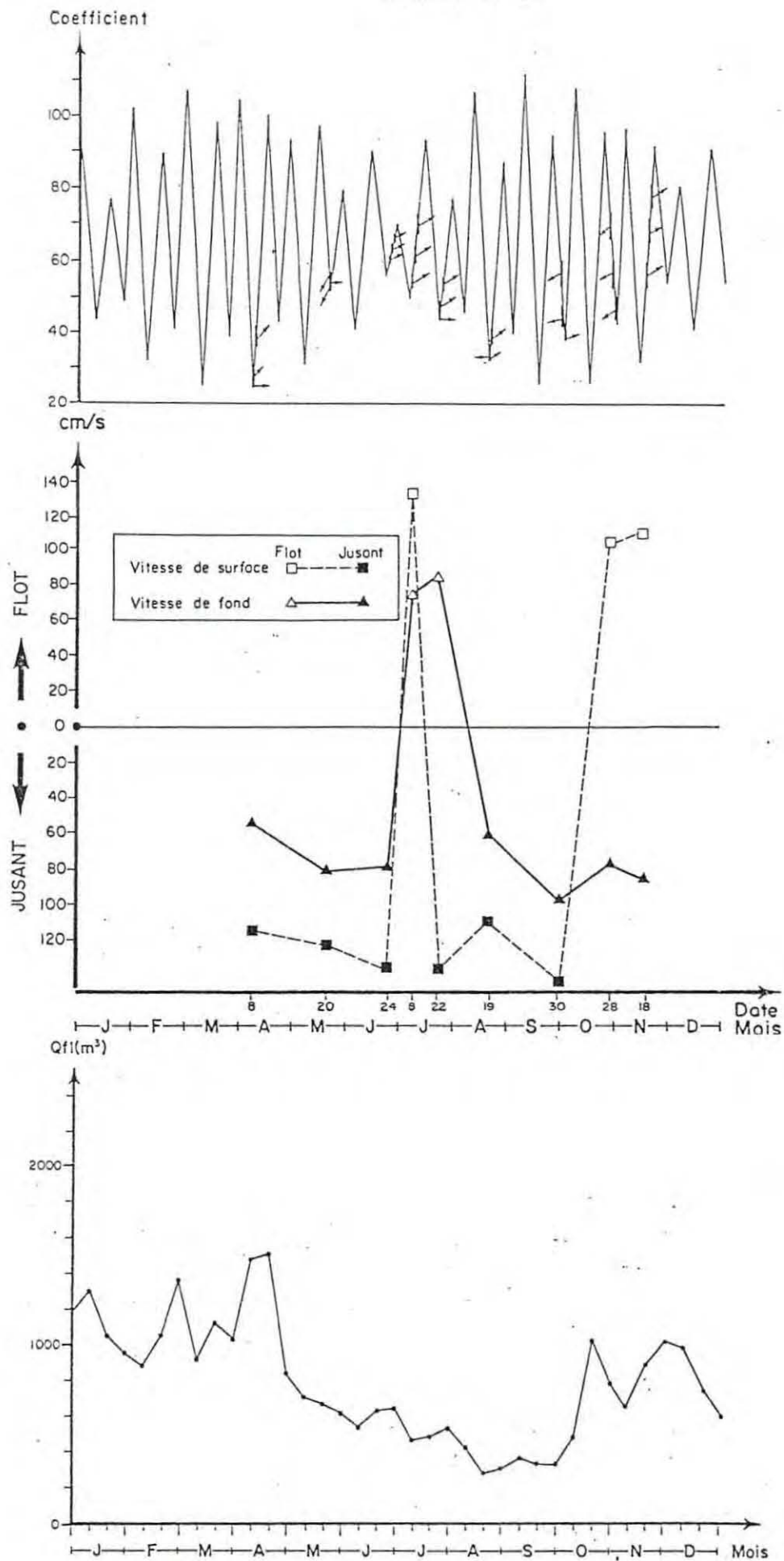
TABLEAU N° 24

VITESSES MAXIMALES DE COURANT (V.M.) en cm/s		VITESSES RESIDUELLES (V.R.) en cm/s											
I DATES	I COEFFICIENTS	I Point E - PK 52		I Point J - PK 52		I Point K - PK 30		I SURFACE	I FOND	I SURFACE	I FOND	I Dates	I QFI* m3/s
		I SURFACE	I FOND	I SURFACE	I FOND	I SURFACE	I FOND						
1907													
107 Avr.11	25	+ 70	+ 4,81 + 52	+ 2,61								20.03	1127
108 Avr.11	26-30			- 115	- 14,41 - 55	- 1,4							
109 Avr.11	36-42							- 95	- 16	- 80	- 11,51	31.03	1040
110 Mai	58-54	+ 116	+ 8	+ 110	+ 5,41							30.04	836
120 Mai	53-52			- 123	- 16	- 82	- 13,3	- 117	- 17,41	70	- 6,11		
121 Mai	54											10.05	700
123 Juin	60-61	- 100	- 1,61 + 67	+ 1,61								10.06	542
124 Juin	63-65			- 136	- 15,71 - 80	- 12,8							
125 Juin	66-67							+ 135	- 6,41 - 100	- 7,21	20.06		634
107 Juillet	53-56	+ 94	+ 5,61 - 80	+ 7,21								30.06	640
108 Juillet	58-63			+ 132	- 2,71 + 75	- 1,6							
109 Juillet	67-72							+ 140	- 6,41 - 80	- 5,61			
121 Juillet	44-44	+ 105	+ 8,81 + 82	+ 6,41								10.07	471
122 Juillet	46-48			- 139	- 11,21 + 85	- 2,4							
123 Juillet	52-55							- 120	- 12,81 + 75	- 2,41	20.07		405
118 Août	33	± 70	+ 3,71 ± 50	+ 2,41								31.07	538
119 Août	32-34			- 110	- 5,61 - 60	+ 1,6							
120 Août	37-41							- 105	- 7,21 - 75	- 3,21	10.08		438
129 Sept.	60-53	- 103	- 5,61 - 90	+ 2,41								10.09	370
130 Sept.	47-41			- 144	- 12,81 - 98	+ 0,8							
101 Octobre	38-39							- 118	+ 2,41 - 110	+ 4	20.09		338
127 Octobre	73-66	+ 160	+ 14,41 + 95	+ 3,21								10.10	469
128 Octobre	60-53			+ 103	- 2,41 - 67	0							
129 Octobre	48-44							+ 107	+ 9,61	65	0	20.10	1034
117 Nov.	53-59	+ 98	+ 4,81 + 75	+ 3,21								31.10	785
118 Nov.	65-70			+ 107	- 0,81 - 75	- 5,6							
119 Nov.	75-79							- 158	- 17,61 - 105	- 9,61	10.11		655

*Débits moyens calculés sur la période de 10 jours précédant la date indiquée.
Le signe + indique une vitesse de flot : le signe - indique une vitesse de jusant

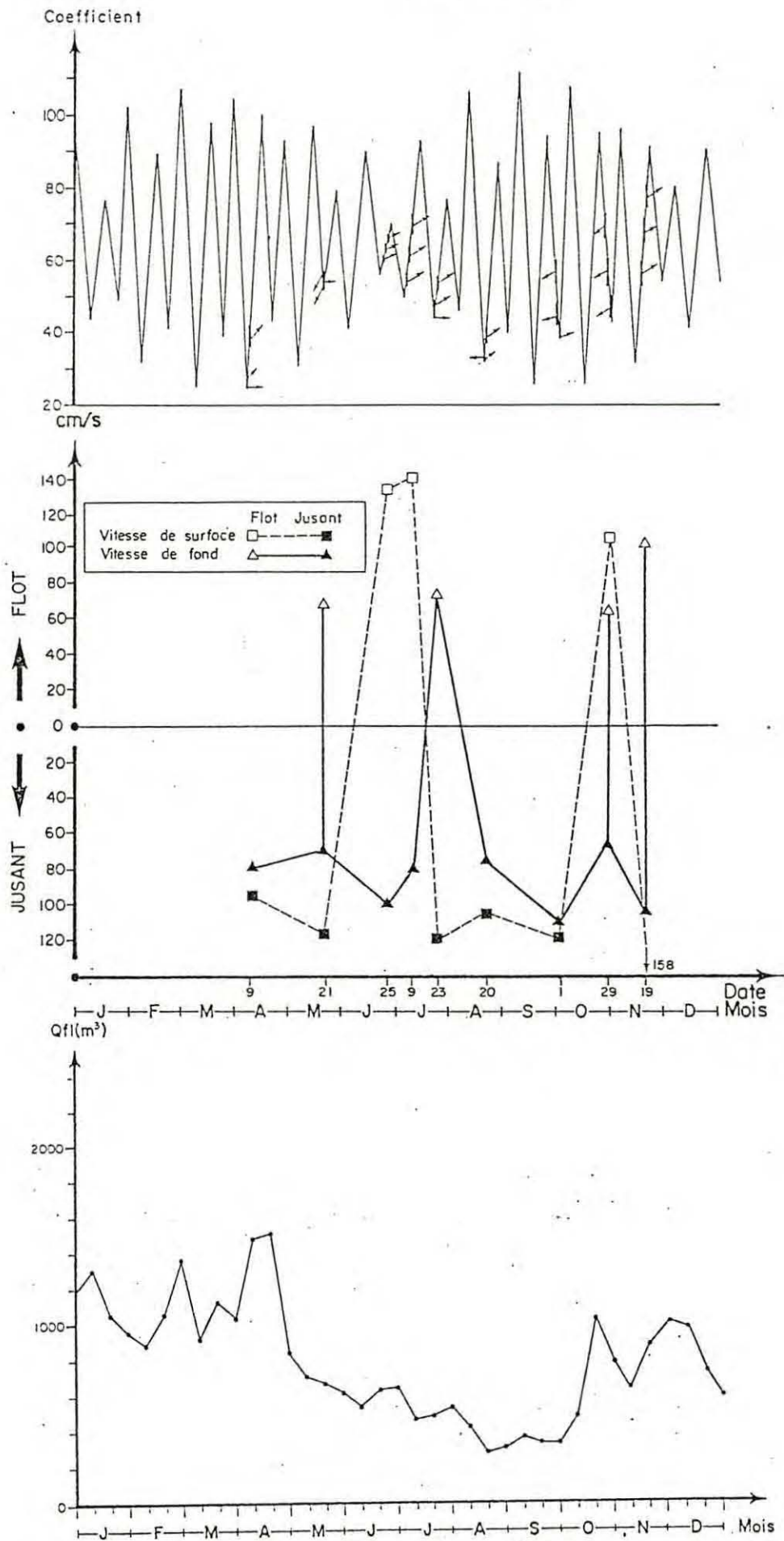


Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point E-PK 52, au cours de l'année 1987, suivant les coefficients de marée et débits fluviaux.



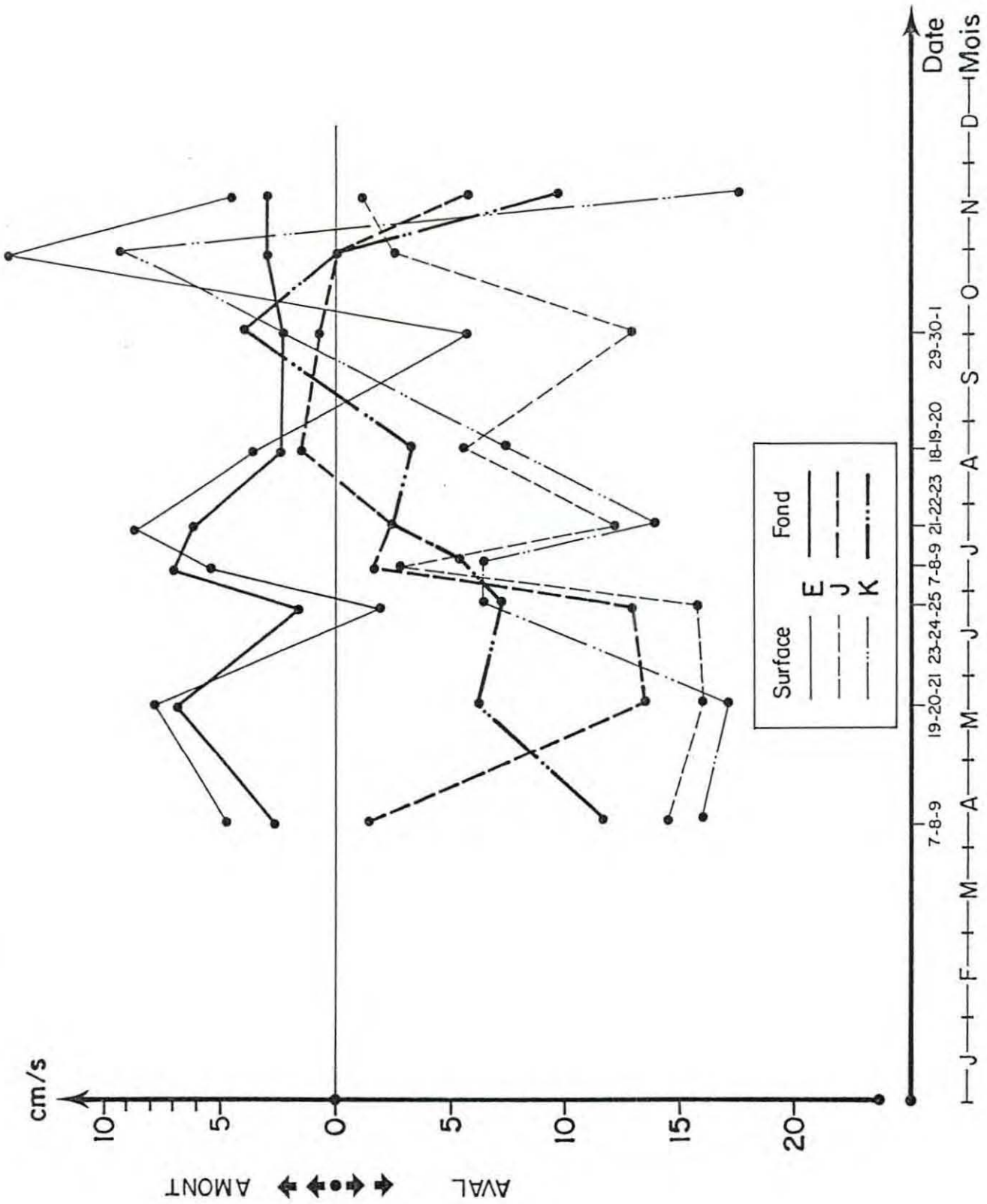
Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point J-PK 52, au cours de l'année 1987, suivant les coefficients de marée et débits fluviaux.

TABLEAU N° 27



Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point K-PK 30, au cours de l'année 1987, suivant les coefficients de marée et débits fluviaux.

TABLEAU N° 28



Evolution des vitesses résiduelles en surface et au fond en 1987.

III - 4. TURBIDITE.

III-4.1. Variations dans le temps.

III-4.1.1. Au cours de la marée.

Les écarts des turbidités mesurées au cours d'une marée ont varié :

Au Point E - PK 52 (tableau 29)

- en surface entre 0,348 g/l (29.09 - $\overline{Qf1}$ = 338 m3/s - Coef. 60-53)
et 1,378 g/l (23.06 - $\overline{Qf1}$ = 634 m3/s - Coef. 60-61)
- au fond entre 0,472 g/l (29.09 - mêmes conditions qu'en surface)
et 7,646 g/l (19.05 - $\overline{Qf1}$ = 700 m3/s - Coef. 58-54)

Au Point J - PK 52 (tableau 30)

- en surface entre 0,362 g/l (08.07 - $\overline{Qf1}$ = 648 m3/s - Coef. 59-63)
et 1,672 g/l (28.10 - $\overline{Qf1}$ = 468 m3/s - Coef. 60-53)
- au fond entre 0,456 g/l (19.08 - $\overline{Qf1}$ = 438 m3/s - Coef. 32-34)
et 29,236 g/l (08.07 - mêmes conditions qu'en surface)

Au Point K - PK 30 (tableau 31)

- en surface entre 0,148 g/l (09.04 - $\overline{Qf1}$ = 1040 m3/s - Coef. 36-42)
et 1,930 g/l (29.10 - $\overline{Qf1}$ = 1034 m3/s - Coef. 48-44)
- au fond entre 0,122 g/l (09.04 - mêmes conditions qu'en surface)
et 8,520 g/l (23.07 - $\overline{Qf1}$ = 458 m3/s - Coef. 52-55)

III-4.1.2. Variations annuelles.

Au Point E - PK 52 (Tableau 32), les turbidités moyennes ont varié:

- en surface de 0,248 g/l (18.08) à 0,880 g/l (27.10)
- au fond de 0,455 g/l (18.08) à 3,863 g/l (19.05)

Les turbidités minimales (tableau 33) ont été observées le 18 Août, comme les turbidités moyennes de l'année ($\overline{Qf1}$ = 438 m3/s - Faible Coef. 33) : 0,108 g/l en surface et 0,174 g/l au fond.

Les turbidités maximales, le 27 Octobre en surface : 1,780 g/l et le 19 Mai au fond : 8,250 g/l - au flot, à mi-marée.

Les turbidités de Juillet et Août sont inférieures, en moyenne, à 1 g/l, ce qui correspond à la localisation du bouchon vaseux en amont du PK 52.

Les valeurs des minima et des maxima des turbidités de 1987 sont comparées avec celles des années antérieures dans le tableau 35.

TABLEAU N° 29

Point E - PK 52

TURBIDITES
valeurs exprimées en mg/l

1987

Dates	minimum absolu	maximum absolu	Ecart	moyenne de la marée	Ecart maximum sur tranche d'eau	Coefficient	Dates	Qf1* m3/s
107.04 S	214	896	682	396	910	25	20.03	1127
F	410	1124	714	757			31.03	1040
119.05 S	358	1230	872	630	7020	58-54	30.04	636
F	604	8250	7646	3863			10.05	700
123.06 S	258	1630	1378	684	1590	60-61	10.06	542
F	400	2510	2110	1668			20.06	634
107.07 S	154	608	454	290	1832	53-56	30.06	648
F	210	2030	1820	976				
121.07 S	208	558	350	312	366	44-44	10.07	471
F	242	812	570	528			20.07	485
118.08 S	108	604	496	248	479	33	31.07	536
F	174	708	534	455			10.08	438
129.09 S	356	704	348	492	516	60-53	10.09	370
F	440	912	472	718			20.09	338
127.10 S	456	1780	1324	880	4288	73-66	10.10	468
F	1350	4990	3640	2994			20.10	1034
117.11 S	436	980	544	638	1716	53-59	31.10	785
F	816	2210	1394	1687			10.11	655

Point J - PK 52

TURBIDITES
valeurs exprimées en mg/l

1987

	Dates	minimum absolu	maximum absolu	Ecart	moyenne de la marée	Ecart maximum sur tranche d'eau	Coefficient	Dates	Qf1* m3/s
108.04	S	72	780	708	286	2634	26-30	20.03	1127
	F	1084	2760	1676	1975			31.03	1040
120.05	S	312	980	668	698	6400	53-52	30.04	836
	F	676	7380	6704	3055			10.05	700
124.06	S	190	788	598	404	8764	63-65	10.06	542
	F	756	9020	8264	4120			20.06	634
108.07	S	166	528	362	290	29560	59-63	30.06	648
	F	504	29740	29236	7333				
122.07	S	125	516	391	300	2016	46-49	10.07	471
	F	676	2190	1514	1557			20.07	485
119.08	S	60	532	472	178	916	32-34	31.07	538
	F	704	1160	456	892			10.08	438
130.09	S	74	1228	1154	552	1676	47-41	10.09	370
	F	1100	1760	660	1494			20.09	338
128.10	S	568	2240	1672	1084	4100	60-53	10.10	468
	F	792	5280	4488	2890			20.10	1034
118.11	S	552	952	400	716	6458	65-70	31.10	785
	F	756	7010	6254	4585			10.11	655

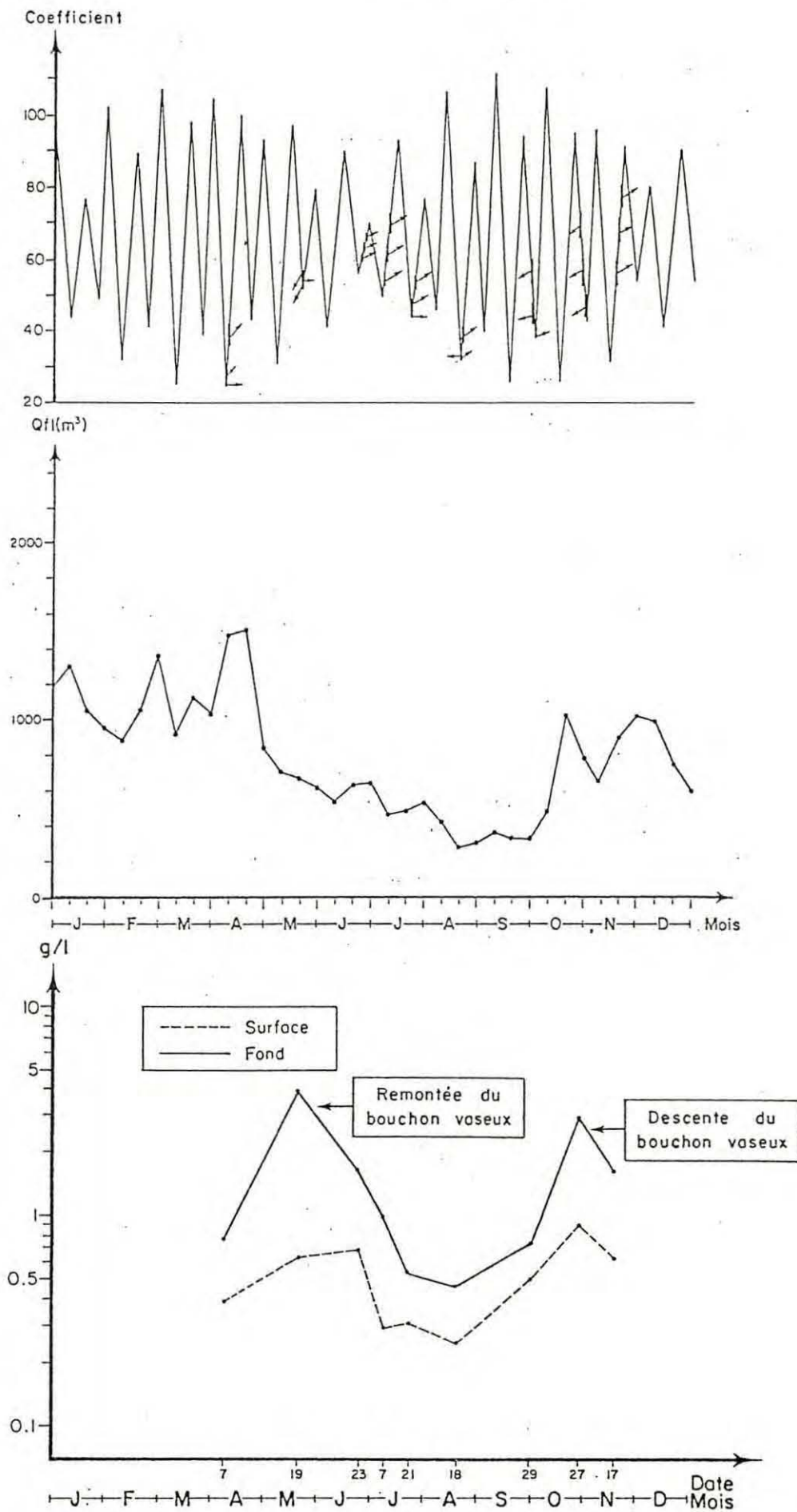
TABLEAU N° 31

Point K - PK 30

TURBIDITES
valeurs exprimées en mg/l

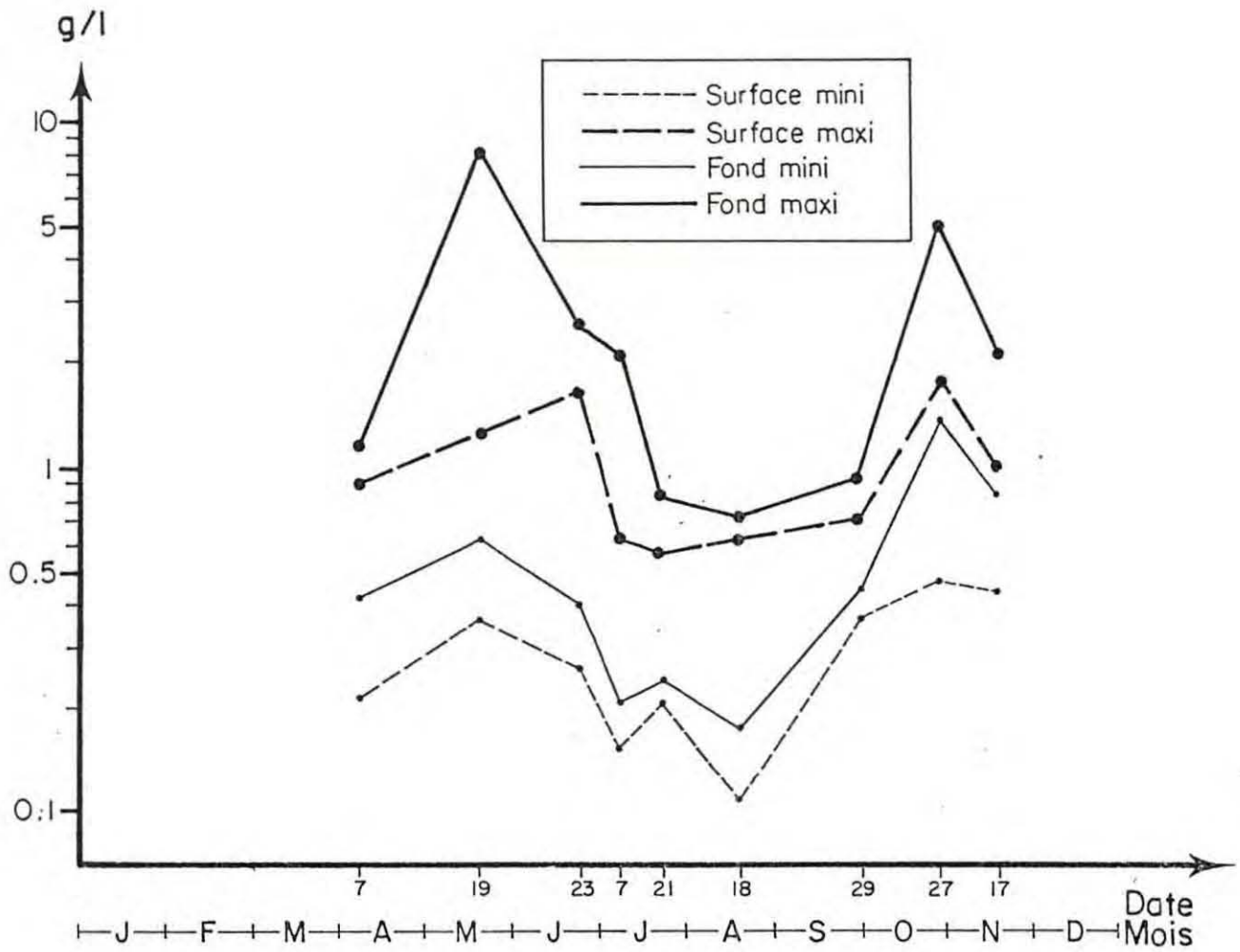
1987

Dates	minimum absolu	maximum absolu	Ecart	moyenne de la marée	Ecart maximum sur tranche d'eau	Coefficient	Dates	Qf1* m3/s
109.04 S	85	233	148	132	215	36-42	20.03	1127
F	202	324	122	276			31.03	1040
121.05 S	468	1580	1112	766	1804	54	30.04	836
F	796	2420	1624	1637			10.05	700
125.06 S	368	1200	832	700	3808	66-67	10.06	542
F	1580	4500	2920	2556			20.05	634
109.07 S	248	1600	1352	675	5712	67-72	30.06	648
F	1200	6040	4840	3862				
123.07 S	292	928	636	563	9528	52-55	10.07	471
F	1300	9820	8520	3538			20.07	485
120.08 S	153	900	747	472	2037	37-41	31.07	538
F	612	2700	2088	1440			10.08	438
101.10 S	464	828	364	578	1558	38-39	10.09	370
F	540	2110	1570	1413			20.09	338
129.10 S	740	2670	1930	1452	4830	48-44	10.10	468
F	1870	3920	2050	3502			20.10	1034
119.11 S	292	2190	1898	965	2414	75-79	31.10	785
F	836	3210	2374	2319			10.11	655



Variations annuelles des turbidités moyennes au Point E-PK 52, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 1987.

TABLEAU N° 33



Variations annuelles des turbidités maximales et minimales en 1987 au Point E - PK 52.

MAXIMUM ET MINIMUM DE TURBIDITE OBSERVES AU COURS DES ANNEES
1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987

Point E - PK 52

		g/l	Date	Débits*	Coefficients	Vitesses max. de courant (cm/s)**	Vitesses rési- duelles (cm/s)
1978 surface	mini.	0,056	29.08	177	43-47	+ 95	+ 1,1
	maxi.	1,260	20.06	840	91-96	+ 165	- 11,7
1979 surface	mini.	0,040	06.06	1814	52-56	+ 115	+ 6,8
	maxi.	2,420	12.03	685	73-77	+ 155	+ 16,4
1980 surface	mini.	0,060	12.02	1580	44-48	- 85	- 0,1
	maxi.	1,900	17.06	400	72-67	+ 160	+ 7,85
1981 surface	mini.	0,050	11.08	263	41-44	+ 70	- 1,6
	maxi.	2,470	21.04	1276	85-84	+ 180	+ 16
1982 surface	mini.	0,079	06.07	372	72-73	+ 160	+ 31,2
	maxi.	1,682	16.03	1548	55-49	+ 170	+ 19,2
1983 surface	mini.	0,064	19.07	442	54-52	+ 115	+ 11,2
	maxi.	1,220	29.11	452	56-59	+ 85	+ 13,1
1984 surface	mini.	0,152	07.08	275	49-50	+ 85	+ 12
	maxi.	2,424	07.03	1371	79-75	+ 133	+ 20,3
1985 surface	mini.	0,080	24.09	260	41-47	- 70	+ 2,1
	maxi.	1,800	12.03	1422	80-71	+ 150	+ 6,4
1986 surface	mini.	0,072	13.05	2146	62-58	+ 90	- 1
	maxi.	1,760	18.11	386	79-76	+ 120	+ 2,4
1987 surface	mini.	0,108	18.08	438	33	70	+ 3,7
	maxi.	1,780	27.10	1034	73-66	+ 160	+ 14,4

TABLEAU N° 35

Point E - PK 52 (suite)

		g/l	Date	Débits*	Coefficients	Vitesses max. de courant (cm/s)**	Vitesses résiduelles (cm/s)	
1978	Fond	mini.	0,136	29.08	177	43-47	+ 90	+ 9,6
		maxi.	3,340	18.07	524	76-82	+ 120	- 1,6
1979	Fond	mini.	0,080	06.06	1814	52-56	+ 95	+ 8,5
		maxi.	5,470	12.03	685	73-77	+ 130	+ 5,25
			13,340	25.09	115	83-80	+ 125	+ 12,3
			76	20.11	556	89-90	+ 120	+ 2
1980	Fond	mini.	0,090	12.02	1580	44-48	- 65	- 0,6
		maxi.	2,720	17.06	400	72-67	+ 115	+ 3,9
			2,860	22.04	480	48-43	+ 110	+ 6,85
1981	Fond	mini.	0,058	11.08	263	41-44	+ 75	+ 6,4
		maxi.	38,810	07.07	327	66-62	+ 105	+ 9,6
1982	Fond	mini.	0,408	06.07	372	72-73	+ 150	+ 22,4
		maxi.	50,880	15.06	481	48-50	+ 80	+ 4,8
			44,920	27.07	270	81-56	+ 110	+ 13,9
			40,980	10.08	249	75-72	+ 90	+ 5,4
1983	Fond	mini.	0,164	07.06	1471	56-51	- 100	- 2,1
		maxi.	41,960	21.06	838	63-65	- 100	- 5,8
1984	Fond	mini.	0,324	07.08	275	49-50	+ 85	+ 10,9
		maxi.	31,310	10.01	686	51-48	+ 135	+ 14,5
1985	Fond	mini.	0,102	24.09	260	41-47	- 55	+ 3,2
		maxi.	7,168	12.03	1422	80-71	+ 145	- 0,3
1986	Fond	mini.	0,124	13.05	2146	62-58	+ 65	- 1,9
		maxi.	3,090	26.08	222	57-51	+ 70	+ 3,5
1987	Fond	mini.	0,174	18.08	438	33	50	+ 2,4
		maxi.	8,250	19.05	700	58-54	+ 110	+ 5,4

Au Point J - PK 52 (TABLEAU 36), les turbidités moyennes ont évolué:

- en surface entre 0,178 g/l (19.08) et 1,084 g/l (28.10)
- au fond entre 0,892 g/l (19.08) et 7,333 g/l (08.07)

Les turbidités minimales (tableau 37) sont observées le 19 Août en surface : 0,060 g/l - le 8 Juillet au fond : 0,504 g/l, à mi-jusant et les turbidités maximales, le 28 Octobre en surface : 2,240 g/l à basse mer - le 8 Juillet au fond : 29,740 g/l à la pleine mer.

Les turbidités au fond, de même que les turbidités maximales en surface ont toujours été supérieures à 0,500 g/l et les turbidités maximales au fond à 1 g/l, ce qui implique la remise en suspension des fonds vaseux en été et, en plus, la présence du bouchon vaseux aux autres saisons.

Au Point K - PK 30 (tableau 38), les turbidités moyennes ont varié:

- en surface entre 0,132 g/l (09.04) et 1,452 g/l (29.10)
- au fond entre 0,276 g/l (09.04) et 3,862 g/l (09.07)

Les turbidités minimales (tableau 39) sont relevées le 9 Avril : 0,085 g/l en surface - 0,202 g/l au fond ($\overline{Qf1} = 1040 \text{ m}^3/\text{s}$ - Coef. 36-42) et n'ont que peu d'écart avec les maxima de la marée d'où les plus faibles turbidités de l'année.

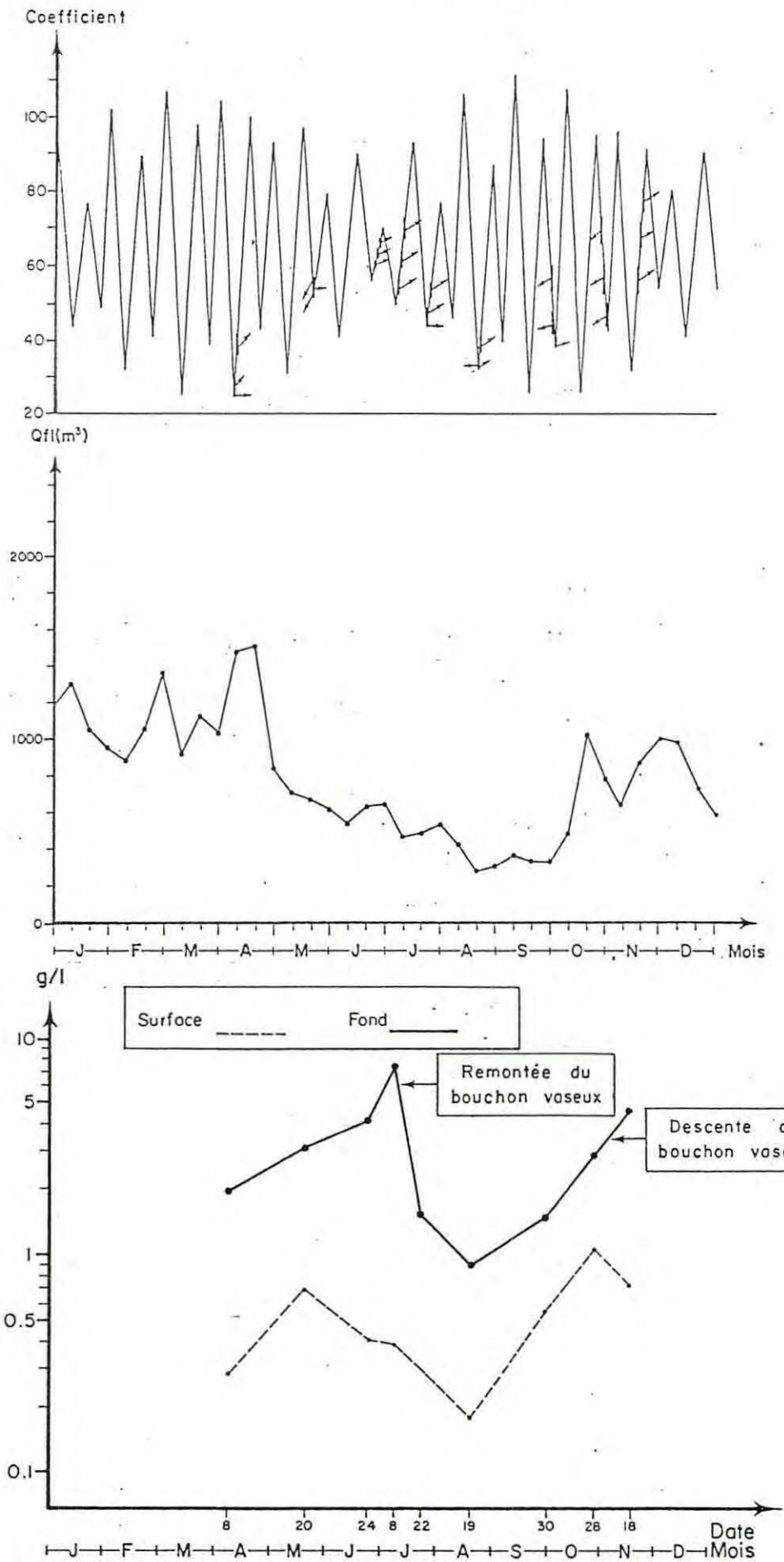
Les turbidités maximales sont observées le 29 Octobre en surface : 2,670 g/l ($\overline{Qf1} = 1034 \text{ m}^3/\text{s}$ - Coef. 48-44) et le 23 Juillet au fond : 9,820 g/l ($\overline{Qf1} = 485 \text{ m}^3/\text{s}$ - Coef. 52-55), mais depuis le 21 Mai, toutes les turbidités maximales étaient supérieures à 1 g/l par suite de la présence du bouchon vaseux dont la partie centrale devait se trouver en ce point à mi-flot suivant le front de salinité 0,5 ‰ (on relevait à cette date, à ce moment là : 0,49 ‰ en surface et 0,54 ‰ au fond).

III-4.2. Variations dans l'espace.

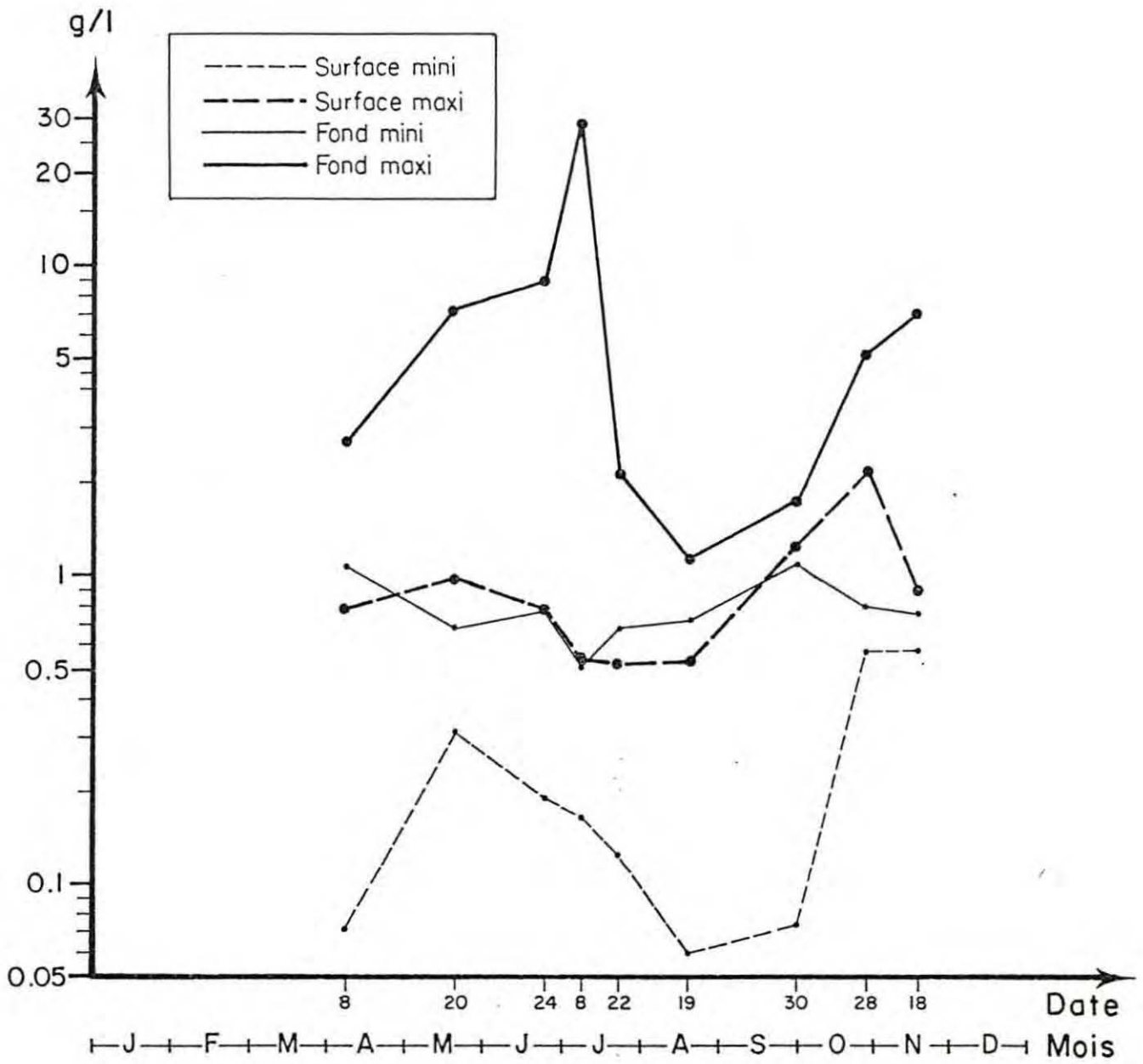
III-4.2.1. Variations transversales.

Au Point E, les turbidités minimales concordent le plus souvent avec l'étale de basse mer alors qu'au Point J, on les observe à l'étale de pleine mer ou à mi-jusant en surface, et, dans la majeure partie des cas, à mi-jusant au fond, donc au maximum des courants.

Les turbidités maximales sont relevées en général au maximum des courants de flot, quelquefois de jusant, au Point E, alors qu'au point J on les observe surtout au moment des étales, plus particulièrement aux étales de pleine

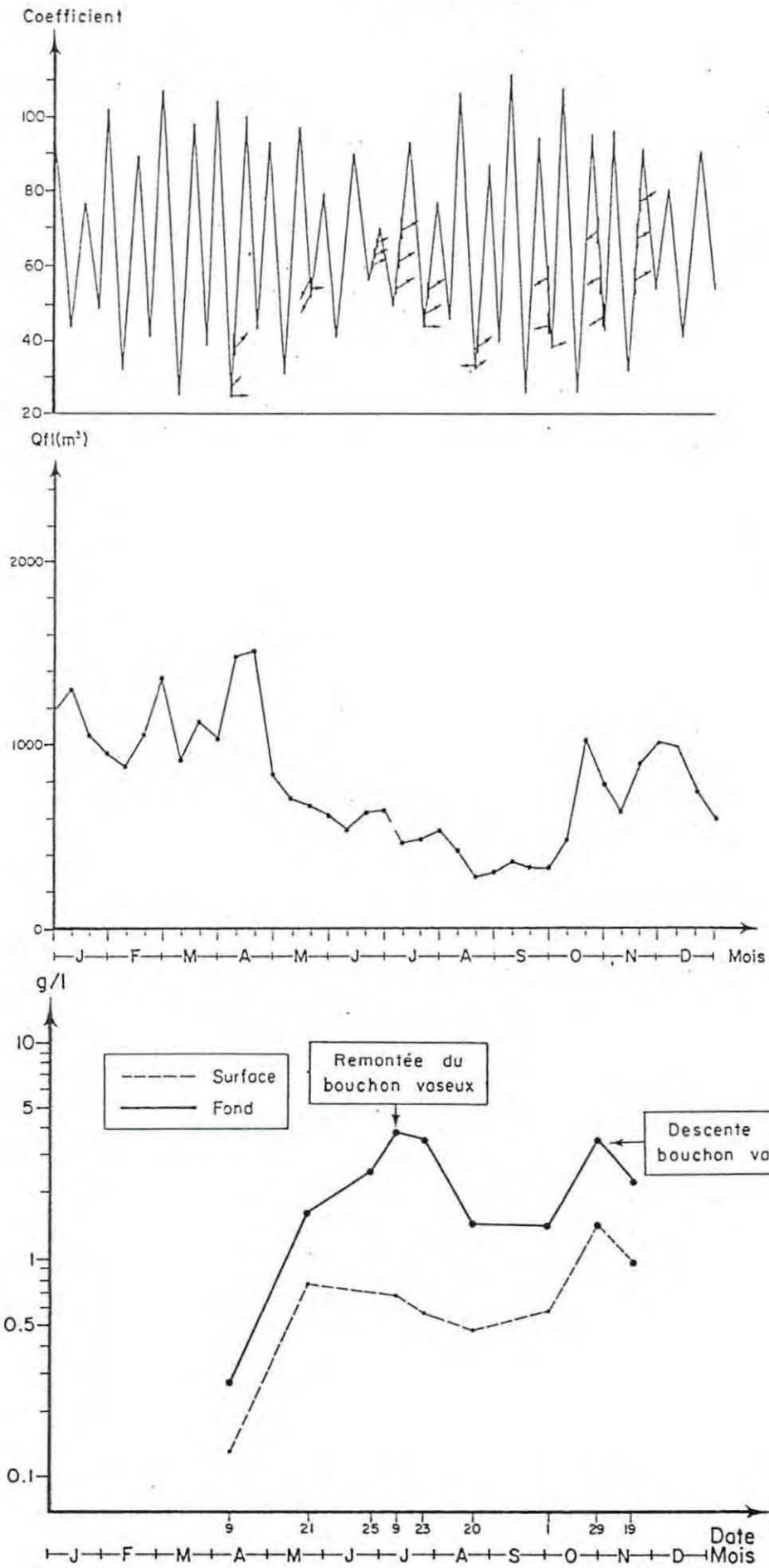


Variations annuelles des turbidités moyennes au Point J-PK52, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 1987.

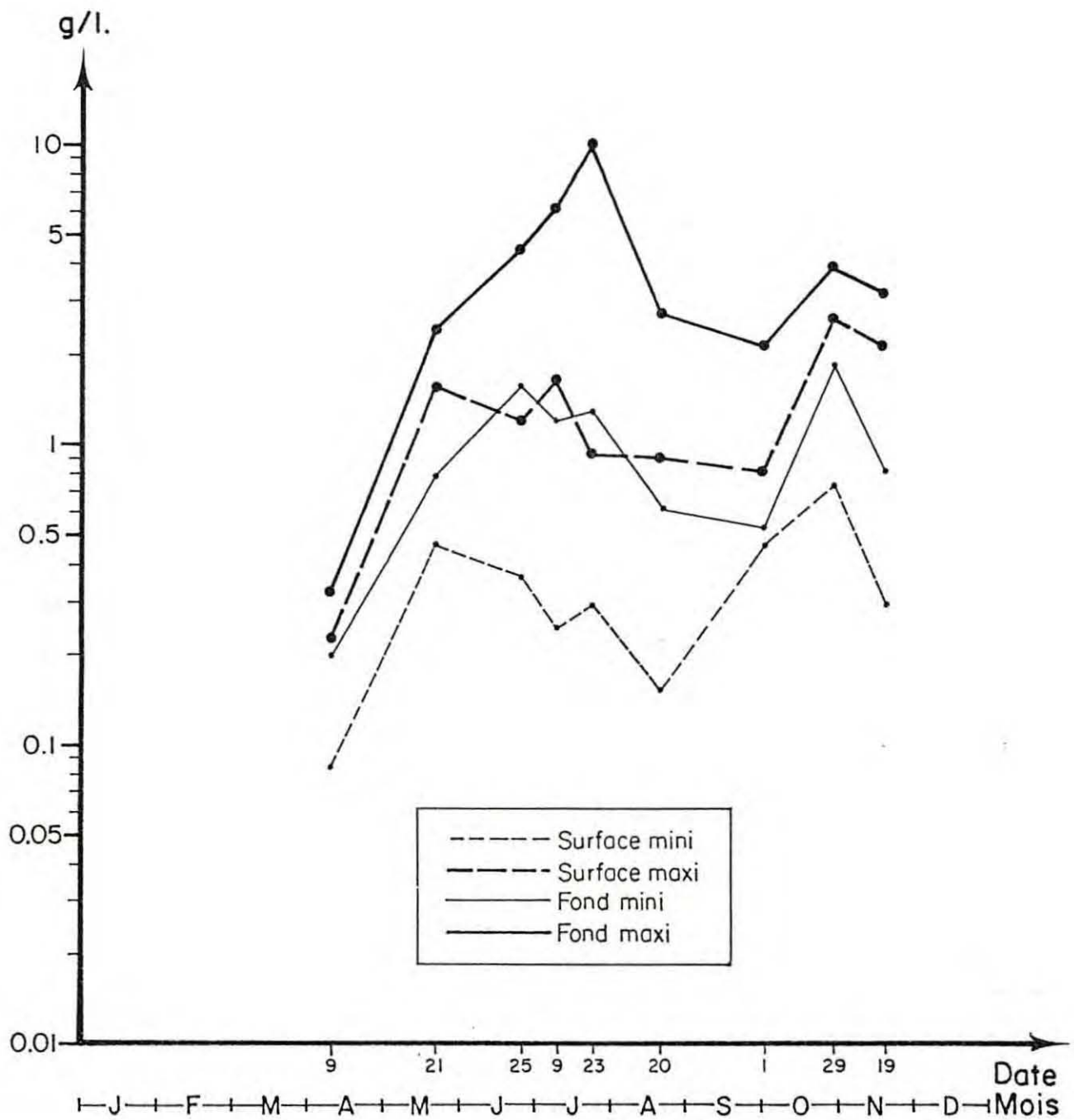


Variations annuelles des turbidités maximales et minimales en 1987 au Point J - PK 52.

TABLEAU N° 38



Variations annuelles des turbidités moyennes au Point K-PK30, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 1987.



Variations annuelles des turbidités maximales et minimales en 1987 au Point K - PK 30.

mer, par suite de la décantation des particules lorsque le courant devient nul ; les plus fortes turbidités coïncident d'ailleurs avec les minima de surface.

Bien qu'ils soient au même point kilométrique : PK 52, les turbidités évoluent différemment aux Points E et J.

Le Point E, situé dans le chenal médian, est plus influencé par les courants de flot alors que le Point J, situé dans le chenal de grande navigation est soumis aux fortes concentrations des matières en suspension qui constituent le bouchon vaseux dont le noyau, localisé dans ce chenal, est continuellement brassé par les dragages.

III-4.2.2. Variations longitudinales.

Les turbidités maximales au PK 52, tout au moins au fond, ont été supérieures à 1 g/l pendant toute l'année, par suite de la présence permanente du bouchon vaseux dont l'oscillation n'a été que limitée en fonction du débit fluvial très déficitaire.

Le 21 Mai, au PK 30, les turbidités maximales étaient supérieures à 1 g/l : la partie centrale du bouchon vaseux localisée à la limite amont de l'intrusion saline s'y manifestait déjà : 1,580 g/l en surface à mi-jusant et 2,420 g/l au fond à l'étale de basse mer. A partir de cette date, le bouchon vaseux qui oscille d'amont en aval est présent au PK 52 comme au PK 30 et, dans le chenal de navigation, les turbidités maximales au fond sont comprises entre 1 et 10 g/l atteignant, le 8 Juillet : 29,740 g/l au Point J à l'étale de pleine mer (6,040 g/l au Point K) et 9,820 g/l au Point K à pleine mer le 23 Juillet (2,190 g/l au Point J). Les turbidités maximales en surface au PK 30 demeurent elles-mêmes supérieures à 0,800 g/l.

Les débits fluviaux, malgré les pluies d'Octobre grâce auxquelles ils sont remontés à 1034 m³/s (20.10) sont demeurés inférieurs à 500 m³/s de fin Juin au 10 Octobre et en Novembre ils n'atteignent que 655 m³/s ; les turbidités sont bien supérieures aux turbidités habituelles et bien que le bouchon vaseux ait légèrement migré vers l'aval, on relève les 19 et 18 Novembre : 3,210 g/l au fond et 2,190 g/l en surface au Point K - PK 30 ; 7,010 g/l au fond et 0,952 g/l en surface au Point J - PK 52.

III-4.2.3. Variations verticales (tableaux 30, 31, 32)

Les écarts maxima des turbidités, sur la tranche d'eau, au même point, ont évolué :

- au Point E - PK 52 : de 0,366 g/l (21.07) à 7,020 g/l (19.05)
- au Point J - PK 52 : de 0,916 g/l (19.08) à 29,560 g/l (08.07)
- au Point K - PK 30 : de 0,215 g/l (09.04) à 9,528 g/l (23.07)

Sur toute la marée, les écarts s'échelonnent entre :

- au Point E - PK 52 : de 0,556 g/l (29.09) à 7,892 g/l (19.05)
- au Point J - PK 52 : de 1,100 g/l (19.08) à 29,574 g/l (08.07)
- au Point K - PK 30 : de 0,239 g/l (09.04) à 9,528 g/l (23.07)

Les faibles écarts observés au Point E - PK 52 et au Point J - PK 52 coïncident avec les turbidités moyennes les plus faibles de l'année, de faibles débits, de fortes salinités donc avec l'intrusion des eaux marines beaucoup moins turbides.

Au Point K - PK 30, ils concordent avec des débits de 1040 m³/s, des eaux douces à faible turbidité : le bouchon vaseux est encore en aval.

Les écarts importants sont relevés aussi bien au PK 52 qu'au PK 30 en même temps que les fortes turbidités au fond, en présence du bouchon vaseux.

Au Point E, ces écarts correspondent à des turbidités mesurées à mi-flot, au maximum de courant de marée provoquant une remise en suspension des sédiments vaseux du fond alors qu'au Point J et au Point K on les observe à l'étale de pleine mer, par décantation des matières en suspension.

En 1987, les débits fluviaux ont été déficitaires pendant les six premiers mois. Aucune crue n'a donc repoussé vers l'aval le bouchon vaseux et celui-ci est resté centré aux environs du PK 50. Avec la baisse des débits et la période d'étiage, les eaux marines sont remontées dans l'estuaire et les eaux les plus turbides se sont étendues très en amont du Pont de Pierre à Bordeaux (PK 0).

Le bouchon vaseux a atteint son extension maximum estimée à 80 km de longueur.

Rappelons à ce sujet les travaux effectués par ALLEN (1972) ; ALLEN et CASTAING (1973) ; ALLEN, CASTAING, JOUANNEAU (1977) et CASTAING (1981) : "Suivant le débit fluvial et les coefficients de marée, le bouchon vaseux est repoussé vers l'aval en période de crue et en période d'étiage il peut remonter en amont de Bordeaux jusqu'au PK-35 (Cadillac sur Garonne)."

III-5. OXYGENE DISSOUS.

III-5.1. Variations dans le temps.

III-5.1.1. Au cours de la marée.

Les écarts entre les valeurs des déficits des teneurs en oxygène dissous mesurées au cours d'une marée s'échelonnent :

Au Point E - PK 52 (tableau 40)

- entre 0,38 ml/l (07.04) et 1,01 ml/l (17.11) en surface
- entre 0,25 ml/l (19.05) et 0,64 ml/l (07.07) au fond

Au Point J - PK 52 (tableau 41)

- entre 0,23 ml/l (24.06) et 1,18 ml/l (28.10) mais 1,16 ml/l (08.07) en surface.
- entre 0,32 ml/l (22.07) et 1,20 ml/l (28.10) mais 1,12 ml/l (08.07) au fond.

Au Point K - PK 30 (tableau 42)

- entre 0,40 ml/l (19.11) et 1,72 ml/l (21.05) en surface
- entre 0,32 ml/l (29.10 et 25.06) et 1,82 ml/l (21.05) au fond

Les écarts maxima relevés aux Points J et K correspondent à des turbidités qui présentent elles-mêmes des écarts importants, les minima à des eaux beaucoup plus homogènes, soit d'origine fluviale, soit d'origine marine.

III-5.1.2. Variations annuelles.

Les valeurs moyennes maximales au Point E - PK 52 (cf. tableau 43)

ont été relevées le 29 Septembre (Qf1 = 338 m³/s-Coef. 60-53) : 5,05 ml/l (80 %) en surface et 5,07 ml/l (83,9 %) au fond. Les déficits des différentes mesures s'échelonnent de 0,71 ml/l (12 %) à 1,12 ml/l (18,5 %) et les déficits moyens sont les plus faibles de l'année : 0,96 ml/l (16 %) en surface et 0,98 ml/l (16,1 %) au fond. Depuis le 21 Juillet, la pénétration des eaux marines s'est concrétisée par des teneurs en oxygène dissous de nouveau supérieures à 80 % avec des déficits évoluant entre 12 % et 23 % (0,71 ml/l et 1,38 ml/l) (les salinités moyennes atteignent 9,20 et 9,44 ‰ et les turbidités moyennes 0,492 g/l et 0,718 g/l).

Les valeurs moyennes minimales sont relevées le 27 Octobre (Qf1 = 1034 m³/s-Coef. 60-53) : 5,03 ml/l (74,2 %) en surface et 4,96 ml/l (73,3 %) au fond, d'où des déficits moyens correspondants de 1,75 ml/l (25,8 %) en surface et 1,81 ml/l (26,7 %) au fond, les plus élevés de l'année.

OXYGENE DISSOUS

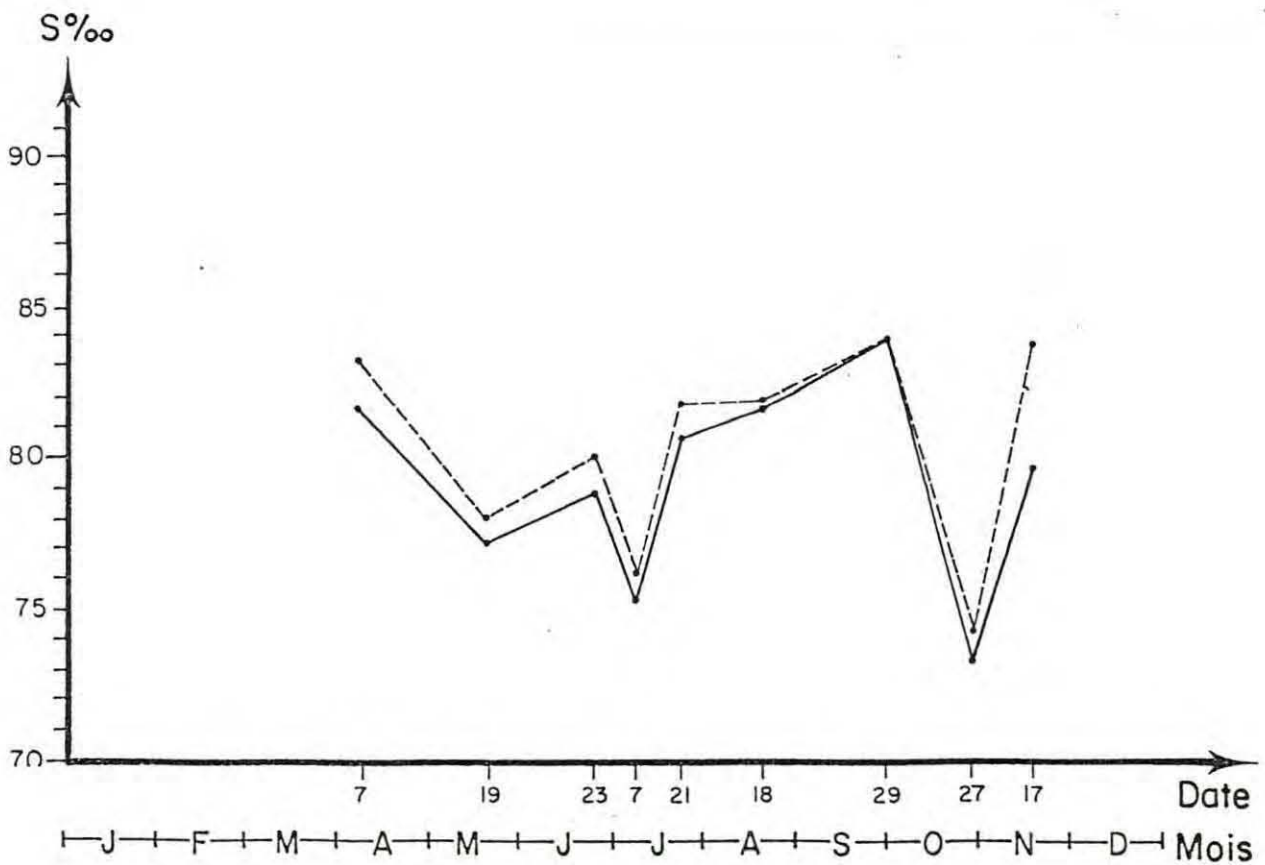
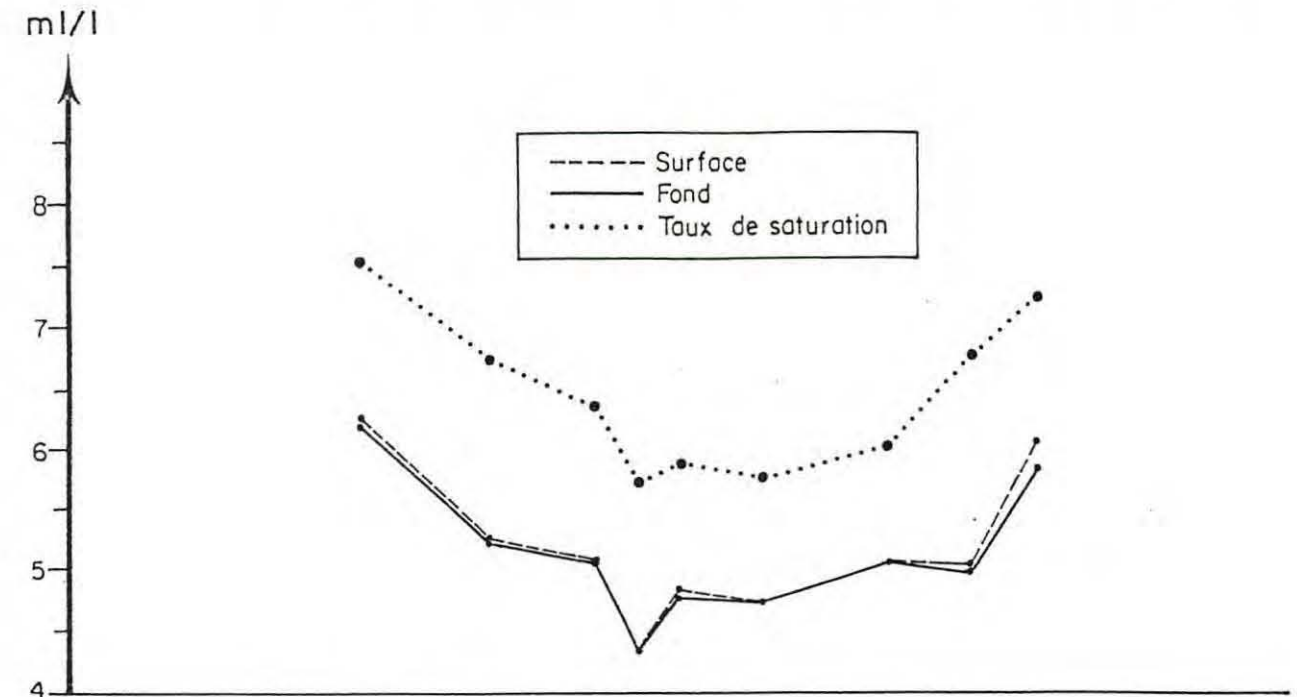
Eaux de surface (S) et de fond (F)

Point K - PK 30

1987

Dates	Taux de saturation ml/l	Moyenne de la marée ml/l	%	DEFICIT		Ecart maximum tranche d'eau : ml/l	Coefficient	QF1* en m3/sj
				minimum ml/l	maximum ml/l			
S	7,65	6,55	85,60	0,77	10,10	1,66	21,60	120,03
F	7,66	6,40	83,60	0,81	11,85	1,81	23,70	130,03
S	7	5,32	75,90	0,80	11,50	2,52	35,30	130,04
F	7,01	5,26	75	0,83	12	2,65	37,10	110,05
S	6,525	4,61	70,65	1,70	25,90	2,29	35	110,06
F	6,54	4,39	67,10	2,03	30,80	2,35	35,90	120,06
S	5,82	3,89	66,80	1,58	27,30	2,43	41,80	130,06
F	5,84	3,74	64,10	1,70	29,30	2,45	41,90	130,06
S	6,06	4,34	71,60	1,35	22,30	2,31	37,80	110,07
F	6,06	4,32	71,30	1,38	22,80	2,07	33,90	120,07
S	5,79	4,37	75,50	1,10	19	1,72	29,00	131,07
F	5,78	4,17	72,10	1,20	21,10	2,23	30,20	110,08
S	6,24	4,42	70,80	1,50	24,20	2,23	35,30	110,09
F	6,23	4,33	69,50	1,51	24,30	2,41	38,10	120,09
S	7,15	4,87	68,10	2,05	29,15	2,50	35,20	110,10
F	7,15	4,84	67,70	2,13	29,30	2,45	34,50	120,10
S	7,73	5,90	76,30	1,70	21,80	2,10	27,40	131,10
F	7,72	5,76	74,60	1,77	22,80	2,34	30,50	110,11

Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml/l au Point E - PK 52 en 1987.



Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % du taux de saturation au Point E - PK 52 en 1987.

A la même date, on note les déficits maxima : 1,88 ml/l (27,4 %) et 1,90 ml/l (27,70 %) respectivement en surface et au fond : à la suite des précipitations d'Octobre, la brusque remontée du débit fluvial de 295 m³/s (30.09) à 1479 m³/s (12.10) a entraîné le bouchon vaseux vers l'aval (turbidités supérieures à 1 g/l, salinités comprises entre 2,41 et 5,68 ‰).

Notons que lors des mesures du 19 Mai, on observait le phénomène inverse : les déficits s'accroissaient lors de la remontée du bouchon vaseux et atteignaient 1,47 ml/l (22 %) en surface et 1,53 ml/l (22,8 %) au fond.

Les valeurs moyennes ont évolué autour de 80 % du taux de saturation mais les déficits moyens relevés en 1987 (cf. Tableau 44) qui régressaient depuis 1985 se sont de nouveau accrues et le déficit moyen annuel est évalué à 1,301 ml/l (voir tableau 50).

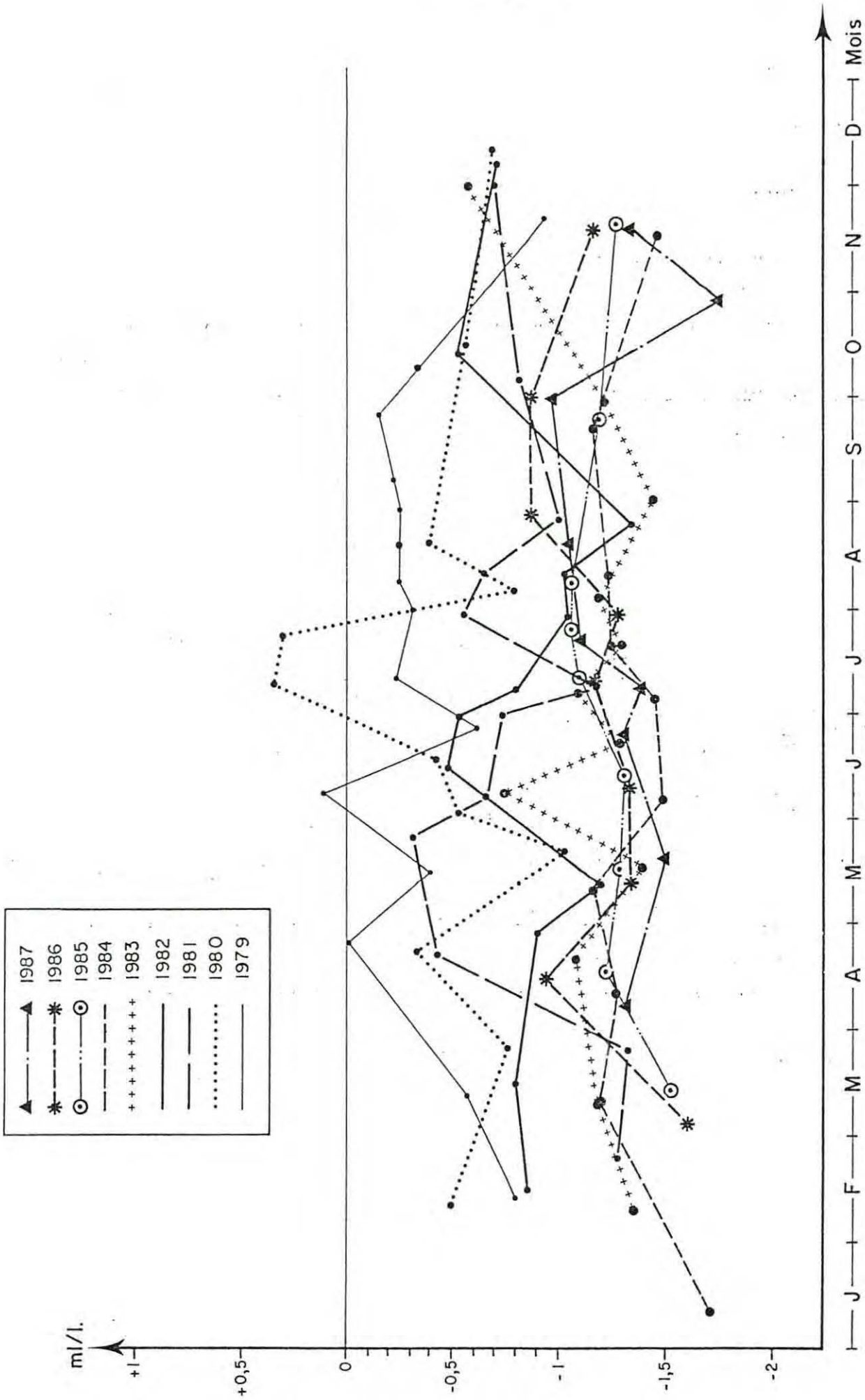
Au Point J - PK 52 (tableau 45), les valeurs moyennes maximales de l'année sont observées le 08.04 (Qf1 = 1040 m³/s-Coef. 26-30), en surface : 6,24 ml/l (83,65 %)-au fond : 5,86 ml/l (80,2 %), d'où des déficits moyens de 1,22 ml/l (16,35 %) et 1,45 ml/l (19,8 %).

Les valeurs moyennes minimales sont relevées le 20.05 (Qf1 = 700 m³/s-Coef. 53-52), en surface : 5,09 ml/l (74,4 %)- au fond : 4,96 ml/l (72,5 %) d'où des déficits moyens de 1,75 ml/l (25,6 %) en surface et de 1,88 ml/l (27,5 %) au fond, les plus importants de l'année. Ces valeurs concordent avec la remontée du bouchon vaseux, l'augmentation de la turbidité et des salinités.

Les déficits les plus faibles de l'année : 0,52 ml/l (9,2 %) en surface et 0,53 ml/l (11,1 %) au fond, coïncident avec les teneurs en oxygène dissous mesurées à la pleine mer du 8 Juillet (Qf1 = 648 m³/s-Coef. 59-63), après le passage du bouchon vaseux repoussé en amont par les eaux marines (salinités de 6,43 et 8,44 ‰) alors que les déficits maxima : 2,14 ml/l (31 %) en surface et 2,18 ml/l (31,5 %) au fond, observés le 28.10, à mi-jusant, avec le retour du bouchon vaseux, à la suite des précipitations d'Octobre, dans les mêmes conditions qu'au Point E.

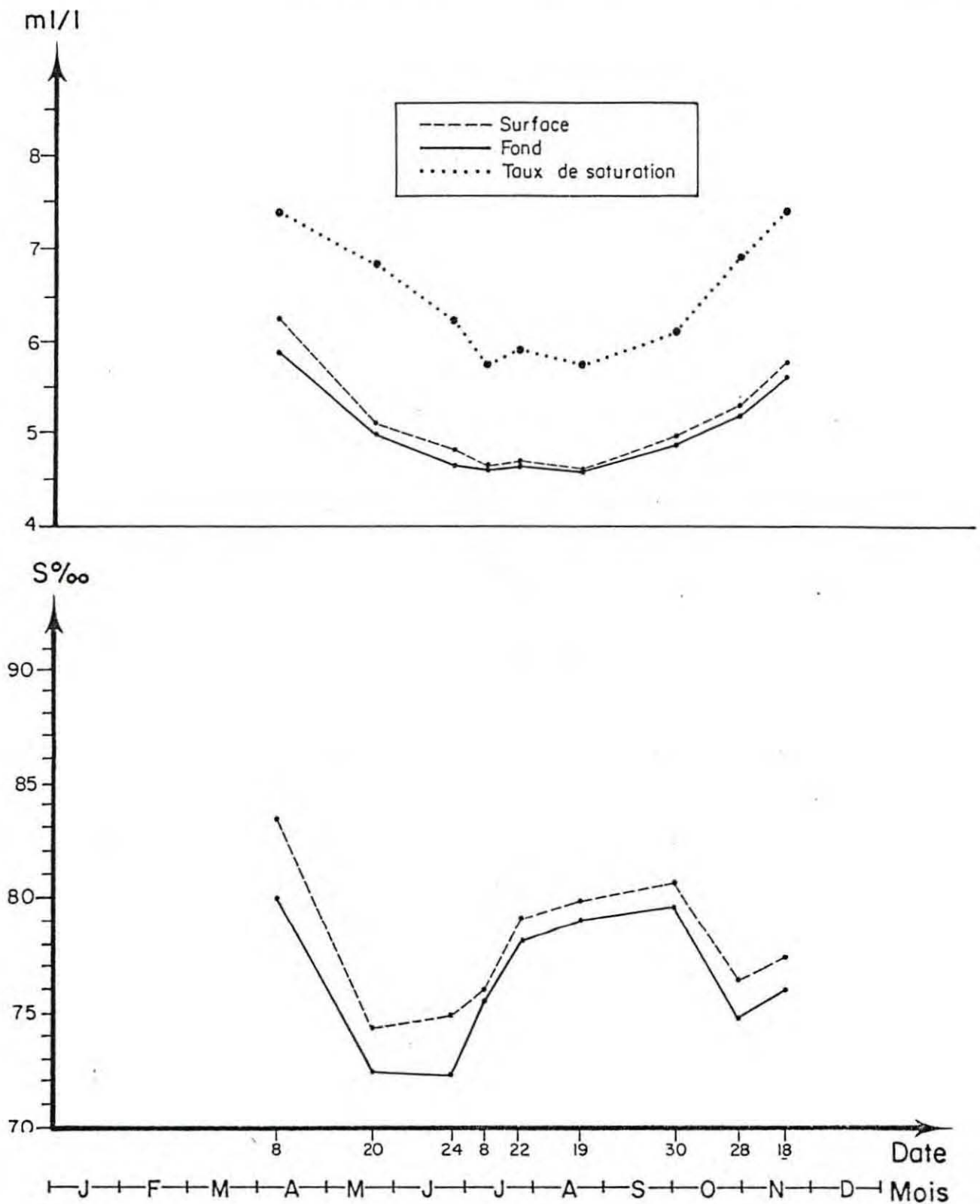
Les valeurs moyennes des teneurs en oxygène dissous (cf. tableau 45) évoluent autour de 77 % du taux de saturation, au cours de l'année.

Les déficits moyens relevés en 1987 (cf. tableau 46) sont en progression par rapport à 1986 et 1985, le déficit moyen annuel étant évalué à 1,470 ml/l (voir tableau 50).

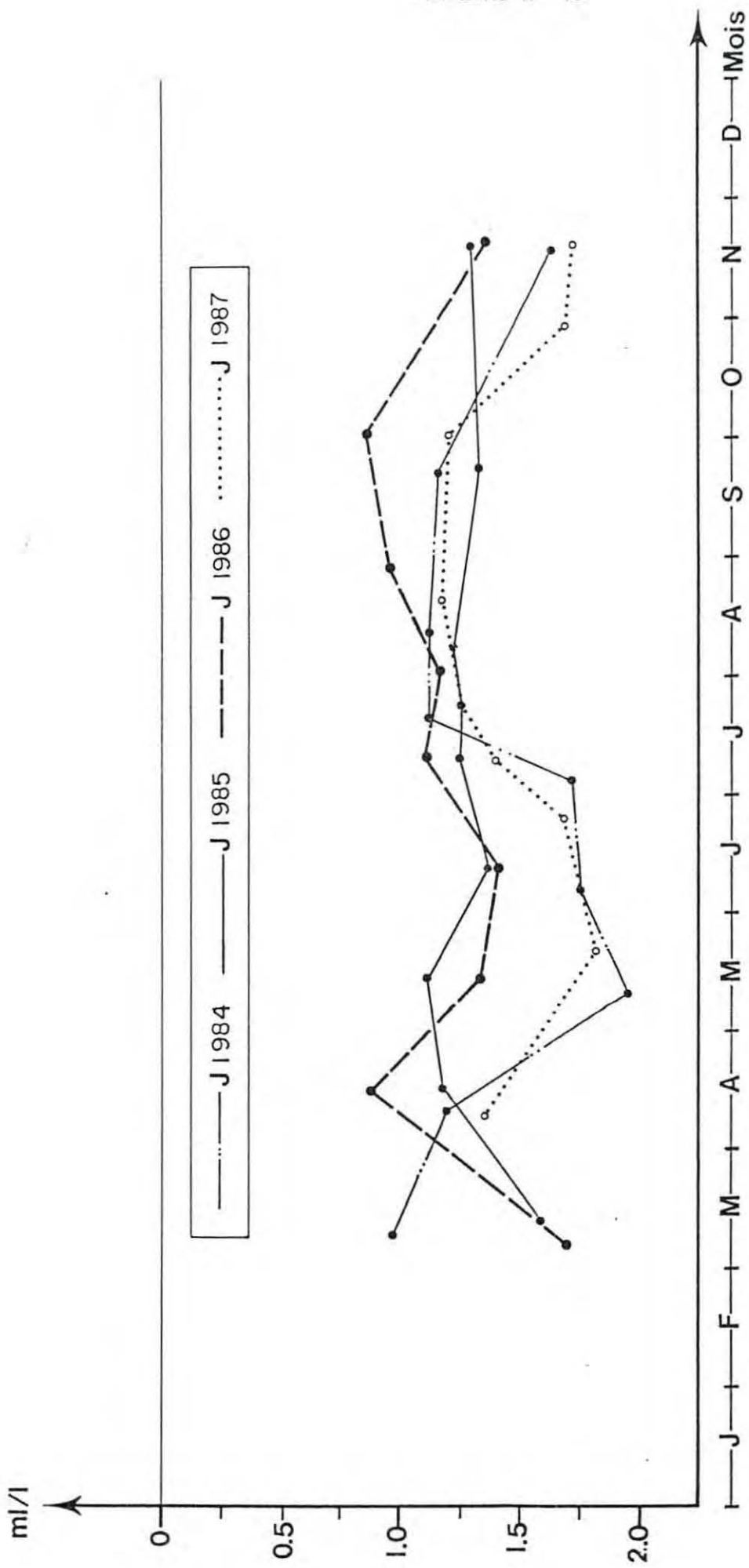


Variations annuelles du déficit en oxygène dissous au Point E - PK 52 (valeurs moyennes) de 1979 à 1987.

Fig. J10 - Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml/l au Point J - PK 52 en 1987.



Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % du taux de saturation au Point J - PK 52 en 1987.



Variations annuelles du déficit en oxygène dissous au Point J - PK 52 en 1987.

Au Point K - PK 30, Les valeurs moyennes maximales (Tableau 47)

sont mesurées le 9 Avril : 6,55 ml/l (85,6 %) en surface - 6,40 ml/l (83,6 %) au fond, d'où des déficits moyens de 1,10 ml/l (14,4 %) en surface et 1,26 ml/l (16,4 %) au fond, qui sont les plus faibles de l'année. A la même date on observe les déficits minima : 0,77 ml/l (10,1 %) en surface et 0,81 ml/l (11,85 %) au fond. On constate que ces valeurs correspondent à des débits fluviaux supérieurs à 1000 m³/s d'une façon régulière et que le bouchon vaseux est encore en aval ($S \text{ ‰} < 0,3 \text{ ‰}$ - Turbidité $< 0,324 \text{ g/l}$).

Les valeurs moyennes minimales sont relevées le 09.07 : 3,89 ml/l (66,8 %) en surface et 3,74 ml/l (64,1 %) au fond d'où des déficits de l'ordre de 2 ml/l soit 34 % ; à cette date, les turbidités atteignent 6,040 g/l à la pleine mer, les salinités jouent de 0,35 ‰ à basse mer à 2,37 ‰ à pleine mer, le bouchon vaseux est centré sur le PK 30. Cette remontée, amorcée dès le mois de Mai, se traduisait par des déficits en oxygène dissous de plus en plus importants ; le 29.10, ils atteignent en moyenne 2,28 ml/l (31,9 %) en surface et 2,31 ml/l (32,3 %) au fond - maxima de l'année.

Depuis le mois de Mai, les eaux turbides du bouchon vaseux, par suite du déficit des débits fluviaux, se sont maintenues dans cette zone.

Les valeurs moyennes des teneurs en oxygène dissous (tableau 47)

évoluent entre 64 et 85 % du taux de saturation et par rapport aux années antérieures, les déficits moyens sont en progression (tableau 48). Le déficit moyen annuel serait de 1,8 ml/l (cf. tableau 50).

III-5.2. Variations dans l'espace.

III-5.2.1. Variations transversales (tableau 49)

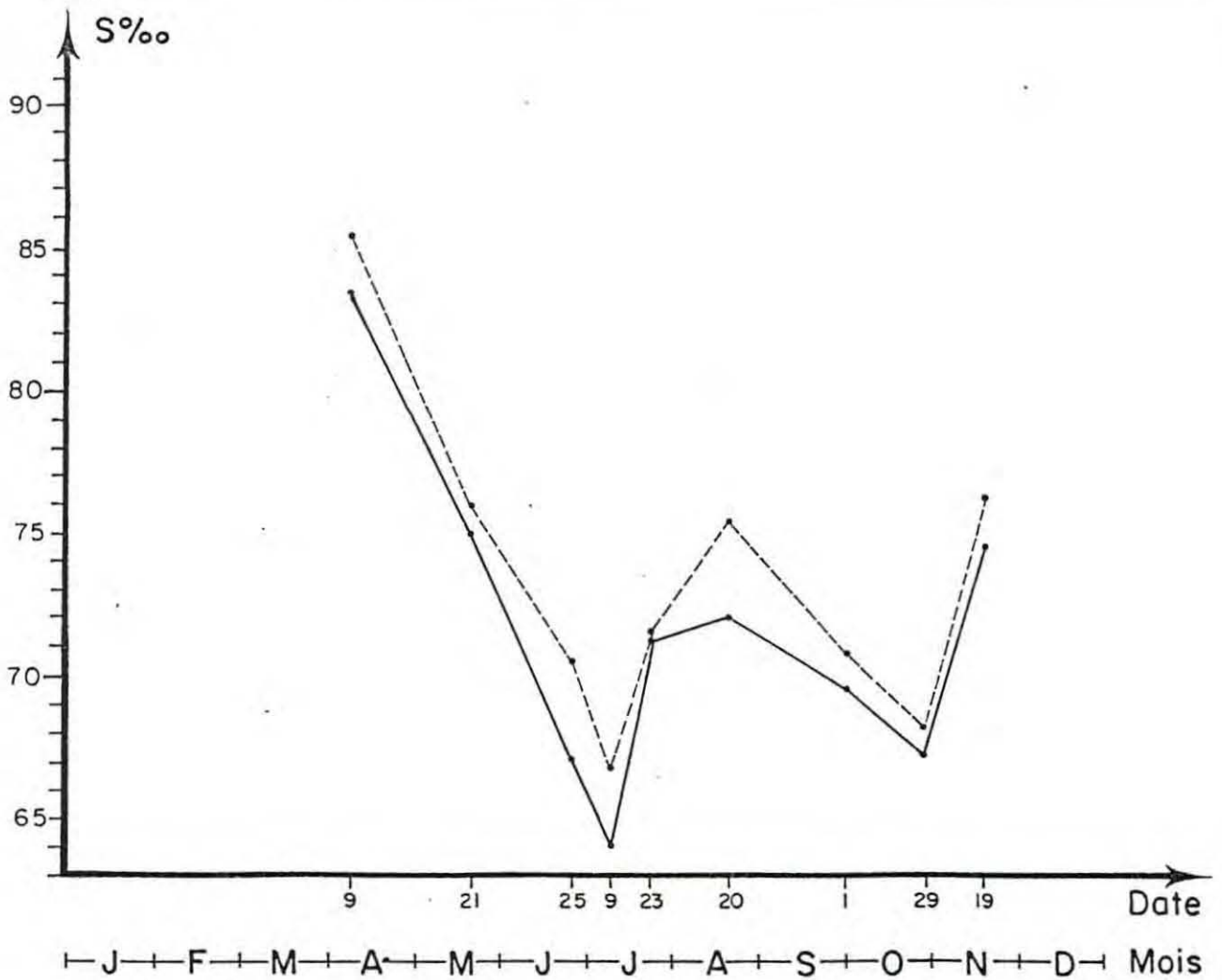
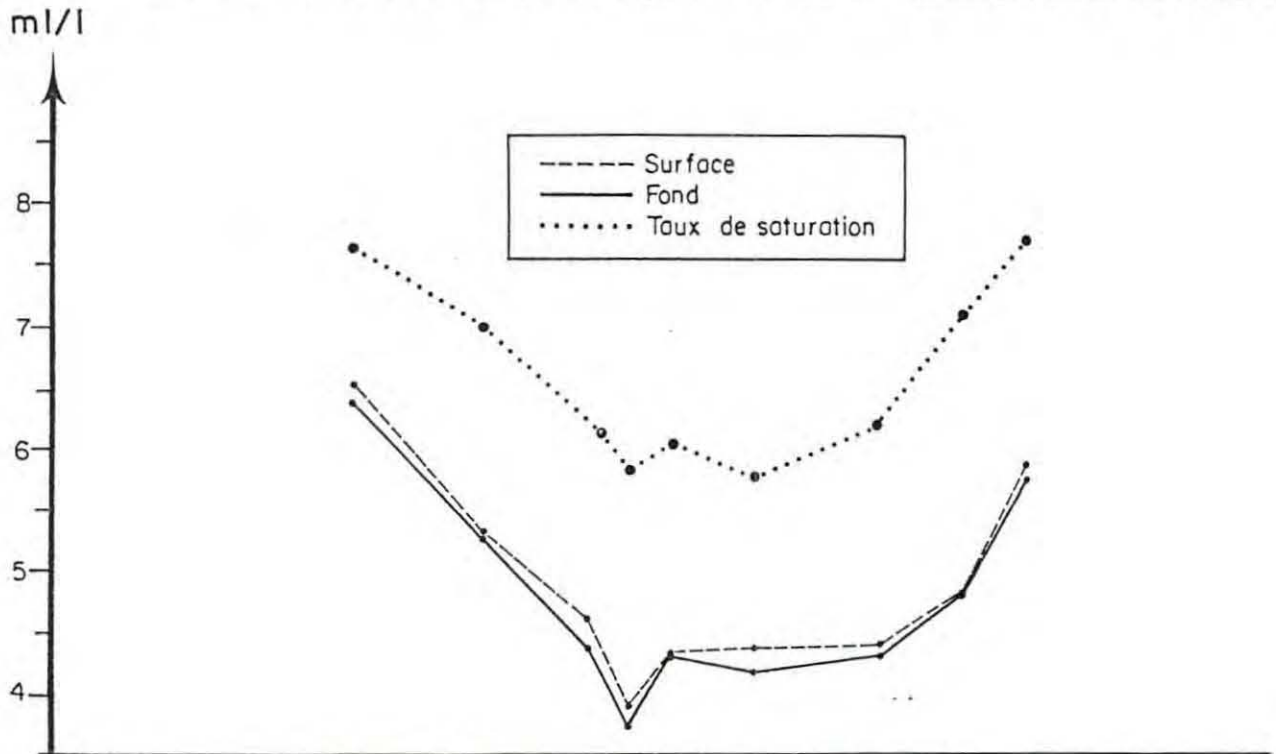
Au Point E - PK 52, Les teneurs moyennes annuelles, en surface, sont voisines de 5,17 ml/l (80,5 %) avec un degré de saturation moyen de 6,42 ml/l, soit un déficit moyen annuel de 1,25 ml/l (19,5 %), et au Point J - PK 52, de 5,08 ml/l (78,2 %) pour un degré de saturation moyen de 6,50 ml/l soit un déficit de 1,42 ml/l (21,8 %).

Au fond, au Point E, la moyenne des teneurs est de 5,12 ml/l (79,1 %) pour un taux de saturation moyen de 6,47 ml/l d'où un déficit annuel de 1,35 ml/l (20,9 %).

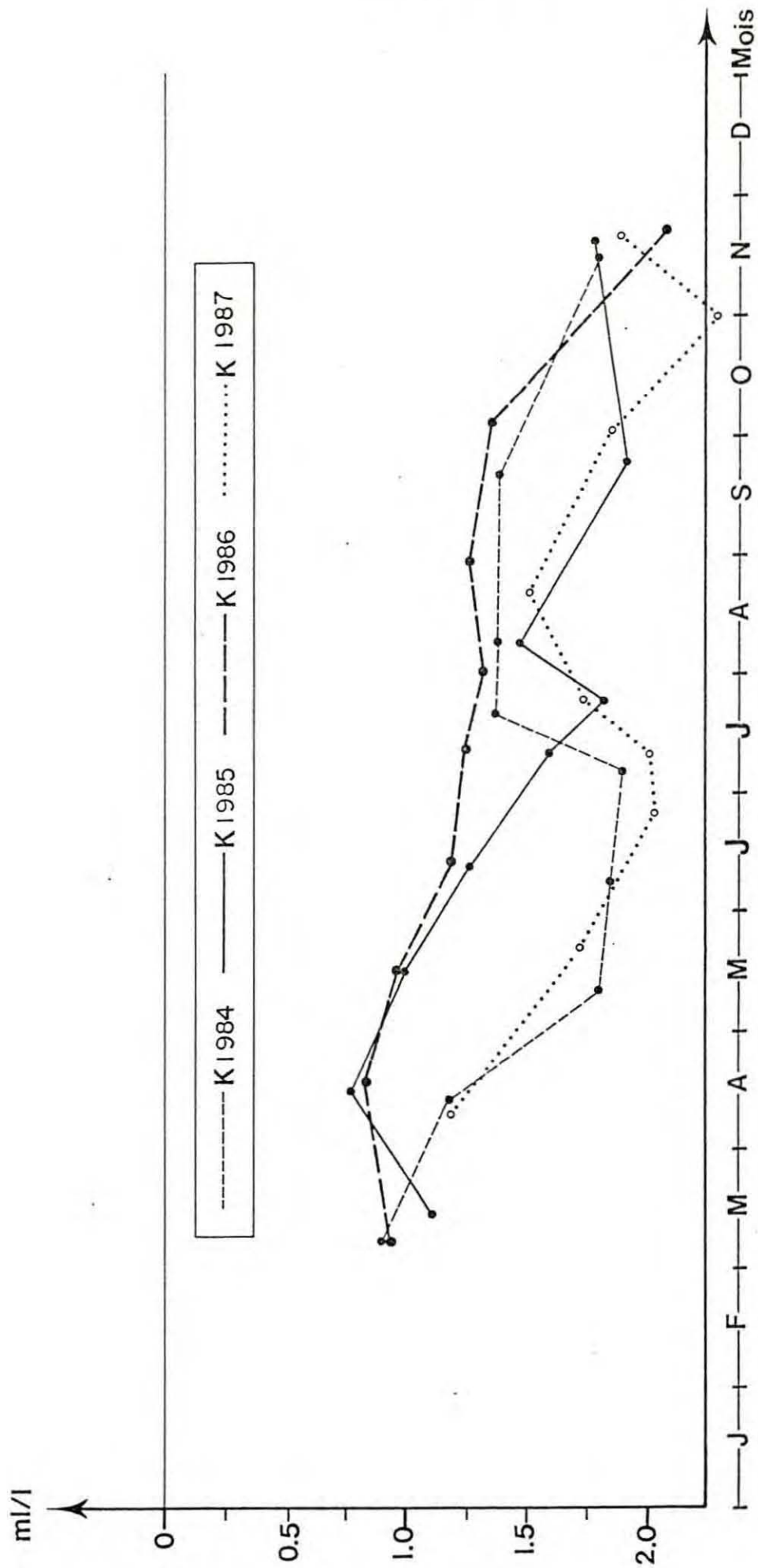
Au Point J, la moyenne des teneurs est de 4,95 ml/l (76,5 %) pour un taux de saturation moyen de 6,48 ml/l d'où un déficit annuel de 1,52 ml/l (23,5 %).

Les teneurs moyennes en ces deux points sont donc très voisines.

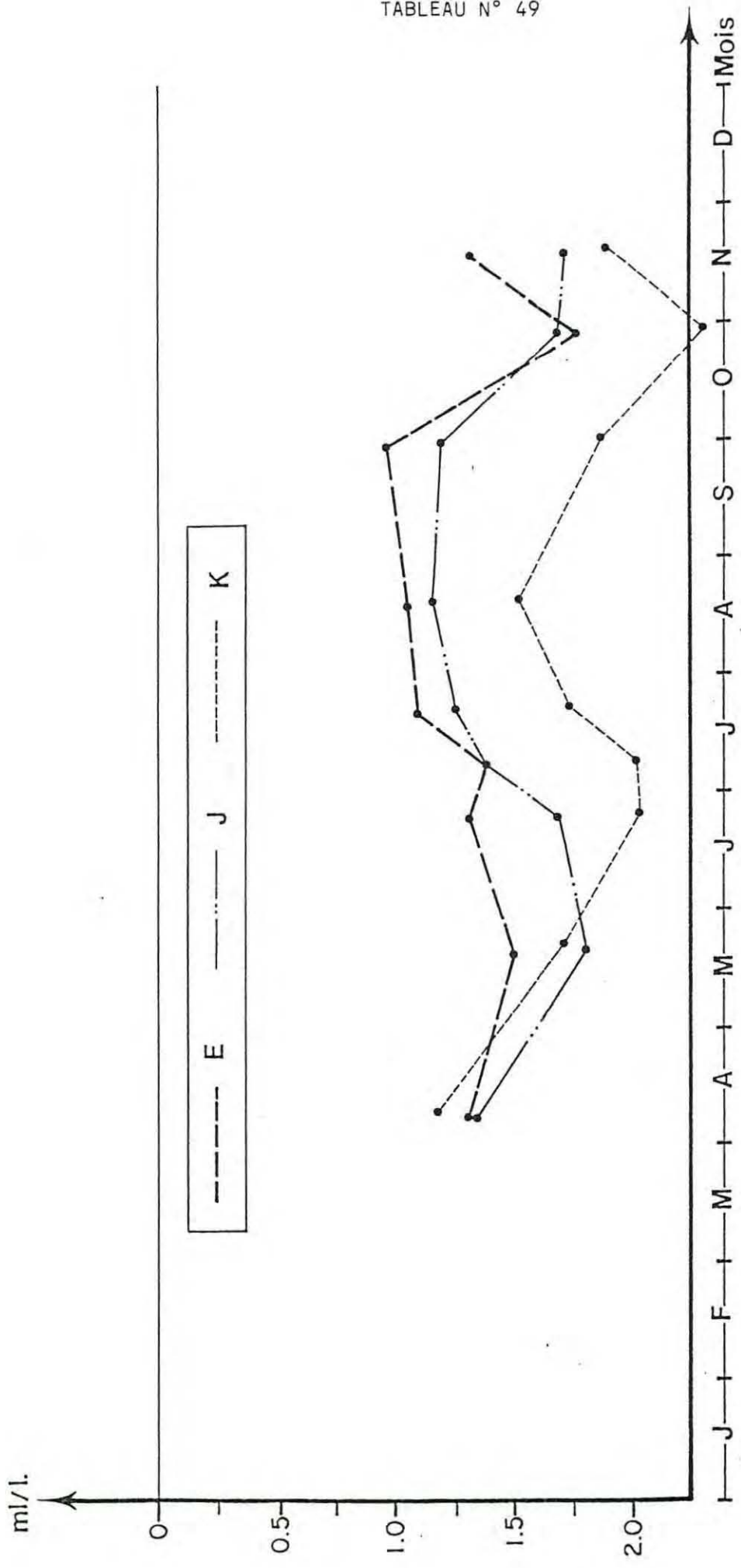
Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml/l au Point K - PK 30 en 1987.



Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % du taux de saturation au Point K - PK 30 en 1987.



Variations annuelles du déficit en oxygène dissous au Point K - PK 30 en 1987.



Variations annuelles du déficit en oxygène dissous en 1987 aux Points E - PK 52, J - PK 52, K - PK 30 .

Les déficits moyens suivent la même évolution (tableau 49) et leur différence maximum observée les 23 et 24 Juin atteint 0,35 ml/l (5 %) en surface et 0,42 ml/l (6,6 %) au fond.

On observe cependant au Point J des maxima et des minima plus importants qu'au Point E bien que les moyennes soient voisines. Aux déficits maxima de 2,14 ml/l et 2,18 ml/l relevés au Point J le 27.10 correspondent des déficits maxima au Point E de 1,75 ml/l et 1,81 ml/l, alors que l'écart des teneurs moyennes n'est que de 0,27 et 0,23 ml/l. De même, aux déficits minima de 0,52 ml/l et 0,53 ml/l observés au Point J le 08.07, correspondent des déficits minima de 0,94 ml/l et 1,12 ml/l au Point E, l'écart des teneurs moyennes n'étant que de 0,02 ml/l.

Au Point J, situé dans le chenal de grande navigation, les conditions hydrologiques sont plus contrastées et moins homogènes qu'au Point E ; l'oscillation saisonnière du bouchon vaseux de même que la pénétration des eaux marines empruntent préférentiellement ce chenal.

III-5.2.2. Variations longitudinales (cf. tableau 49)

Au Point K - PK 30, la moyenne des teneurs annuelles, en surface, est de 4,92 ml/l (73,9 %) pour un degré de saturation de 6,66 ml/l d'où un déficit de 1,74 ml/l (26,1 %) en moyenne, et au fond, avec un même degré de saturation, la moyenne des teneurs est de 4,80 ml/l (72 %) d'où un déficit moyen de 1,86 ml/l (28 %).

Les déficits moyens mensuels s'échelonnent entre 1,18 ml/l (09.04) et 2,30 ml/l (29.10).

Ils sont inférieurs à ceux que l'on observe au PK 52 en début d'année mais dès le 25 Juin ils leurs sont supérieurs et évoluent en fonction de l'oscillation du bouchon vaseux particulièrement nette cette année (cf. tableaux 32, 36 et 38).

En 1987, les déficits ont varié entre 10 et 30 % du degré de saturation au PK 52, entre 10 et 40 % au PK 30 où ils ont été plus importants que les années antérieures (cf. tableau 50).

III-5.2.3. Variations verticales.

Les écarts maxima entre les déficits des teneurs en oxygène dissous sur la tranche d'eau ont évolué :

Au Point E - PK 52, entre 0,09 ml/l (1,3 %) et 0,56 ml/l (7,7 %), cette dernière valeur, relevée le 17.11, a été observée à la pleine mer et correspondent à des eaux à fort gradient de température : 15°30 C en surface et 13°70 C au fond, et de turbidité : 0,520 g/l en surface et 2,210 g/l au fond.

Dans tous les cas, les teneurs en oxygène dissous en surface sont supérieures à celles du fond.

Au Point J - PK 52, ces écarts ont varié entre 0,11 ml/l (1,9 %) et 0,50 ml/l (6,8 %), ce dernier étant observé le 08.04. A cette date, la température des eaux était de 13°20 C en surface et de 10°65 C au fond et les turbidités de 0,780 g/l en surface et 2,290 g/l au fond, donc des conditions semblables à celles du Point E.

Au Point K - PK 30, les écarts sont compris entre 0,20 ml/l (1,4 %) et 0,38 ml/l (5,8 %), ce dernier étant relevé le 25.06. Cet écart est observé à la pleine mer, en présence d'un fort gradient de turbidité : 0,368 g/l en surface et 2,070 g/l au fond, dans les mêmes conditions qu'aux autres points.

Au Point E - PK 52, les écarts maxima entre les teneurs en oxygène dissous sont observés à la pleine mer dans tous les cas, au Point J, dans la majeure partie des cas, et au Point K, à la pleine mer ou à la basse mer mais toujours aux étales.

Sur toute la marée, les déficits des teneurs en oxygène dissous présentent des écarts qui varient :

- au Point E, entre 0,36 ml/l (6,9 %) le 18.08 et 1,12 ml/l (14 %) le 17.11. L'écart minimum est dû à un déficit minimum de 0,86 ml/l (15,20 %) mesuré en surface, au flot ($S \text{ ‰} = 6,41$ - Turbidité = 133 mg/l) et un déficit maximum de 1,22 ml/l (22,10 %) mesuré au jusant ($S \text{ ‰} = 6,25$ - Turbidité = 708 mg/l) donc des conditions assez semblables pendant toute la marée.

L'écart maximum correspond à un déficit de 0,69 ml/l (10 %) en surface à la pleine mer ($S \text{ ‰} = 4,71$ - Turbidité = 0,520 g/l) et de 1,81 ml/l (24 %) au fond ($S \text{ ‰} = 1,39$ - Turbidité = 0,816 g/l) à basse mer ; à la pleine mer, les teneurs en oxygène dissous sont plus élevées avec la présence des eaux marines, mieux oxygénées.

- au Point J, les écarts varient entre 0,45 ml/l (7,2 %) et 1,22 ml/l (17,4 %). L'écart minimum observé le 24.06 correspond à un déficit en surface de 1,50 ml/l (23,6 %) et au fond de 1,95 ml/l (30,8 %). Pendant toute la marée, les déficits étaient importants et peu différents ; les turbidités au fond étant en moyenne de 4,120 g/l. L'écart maximum, relevé le 28.10 est dû à un déficit en surface de 0,96 ml/l (14,1 %) et au fond de 2,18 ml/l (31,5 %), ce dernier étant le déficit maximum observé dans l'année. Dans ce cas aussi les turbidités étaient très fortes.

- au Point K, l'écart minimum est relevé le 29.10 avec un déficit minimum de 2,05 ml/l (28,15 %) et un déficit maximum de 2,45 ml/l (34,50 %). Tous les déficits de la marée sont supérieurs à 2 ml/l à cette date, le bouchon vaseux est de nouveau centré au PK 30.

L'écart maximum -1,85 ml/l (25,6 %)- relevé le 21.05 correspond à des déficits minima et maxima de 0,80 ml/l (11,5 %) et 2,65 ml/l (37,10 %), valeurs observées l'une à mi-jusant, l'autre à la basse mer, date à laquelle s'amorçait la remontée du bouchon vaseux, l'isohaline 0,5 ‰ étant localisée à mi-flot en ce point.

En 1987, les déficits en oxygène dissous augmentent de nouveau ; cet accroissement est particulièrement important au Point K - PK 30. L'aggravation du déficit du débit fluvial et la modification de l'évolution saisonnière du régime des débits -le déficit est plus important, par rapport à la moyenne, dans les six premiers mois et en fin d'année que dans les mois d'été- maintiennent une turbidité élevée due à l'extension du bouchon vaseux. Les valeurs des déficits moyens annuels sont rappelées dans le tableau suivant :

TABLEAU N° 50

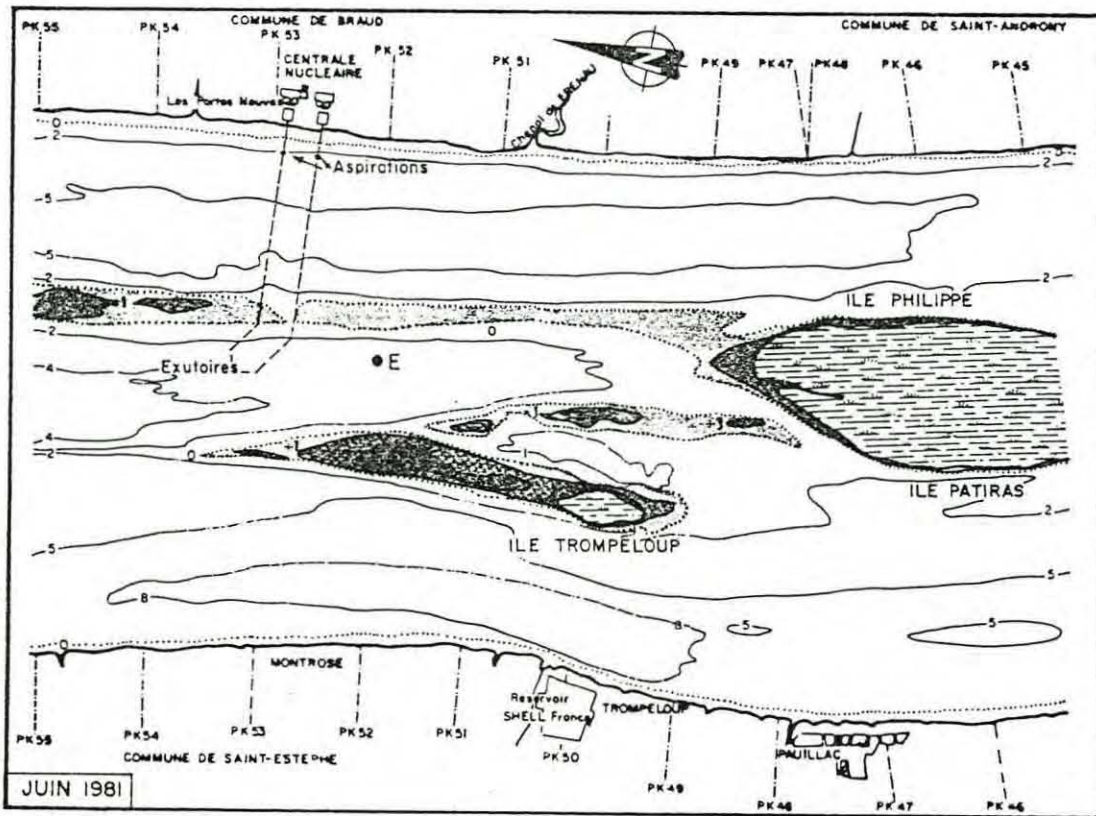
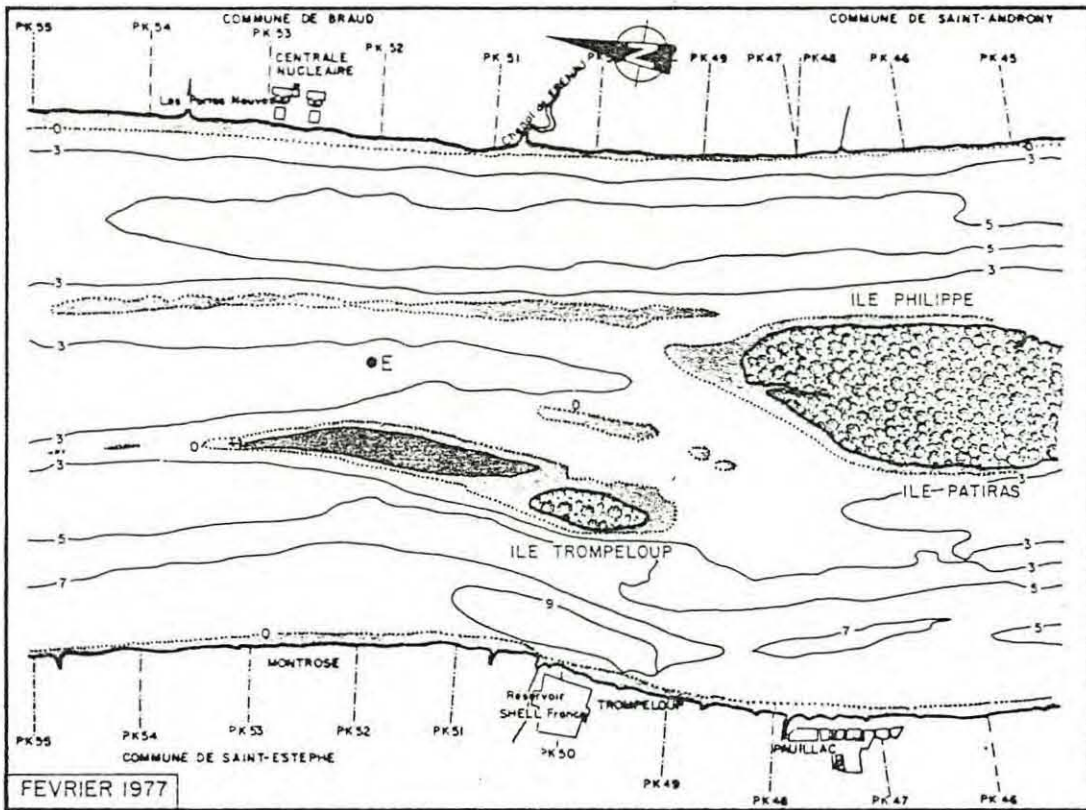
	! ANNEE !	! Nombre de Valeurs !	! Moyenne des déficits annuels : en ml/l !	! Intervalle de Confiance !	! $\sqrt{n-1}$!
Point E	! 1978 !	! 124 !	! 0,499 !	! 0,1766 !	! 1,186 !
	! 1979 !	! 157 !	! 0,420 !	! 0,0611 !	! 0,463 !
	! 1980 !	! 163 !	! 0,496 !	! 0,0599 !	! 0,462 !
	! 1981 !	! 168 !	! 0,820 !	! 0,0526 !	! 0,412 !
	! 1982 !	! 162 !	! 0,843 !	! 0,0499 !	! 0,384 !
	! 1983 !	! 168 !	! 1,165 !	! 0,0444 !	! 0,348 !
	! 1984 !	! 100 !	! 1,337 !	! 0,0461 !	! 0,278 !
	! 1985 !	! 90 !	! 1,312 !	! 0,0599 !	! 0,342 !
	! 1986 !	! 90 !	! 1,175 !	! 0,0536 !	! 0,306 !
	! 1987 !	! 90 !	! 1,301 !	! 0,0554 !	! 0,316 !
Point J	! 1984 !	! 86 !	! 1,387 !	! 0,0698 !	! 0,390 !
	! 1985 !	! 90 !	! 1,294 !	! 0,0397 !	! 0,227 !
	! 1986 !	! 90 !	! 1,205 !	! 0,0576 !	! 0,329 !
	! 1987 !	! 90 !	! 1,470 !	! 0,0631 !	! 0,360 !
Point K	! 1984 !	! 90 !	! 1,511 !	! 0,0678 !	! 0,387 !
	! 1985 !	! 90 !	! 1,419 !	! 0,0708 !	! 0,474 !
	! 1986 !	! 90 !	! 1,241 !	! 0,0736 !	! 0,420 !
	! 1987 !	! 90 !	! 1,800 !	! 0,0790 !	! 0,451 !

Les moyennes annuelles établies d'après les valeurs des 90 mesures effectuées sur chaque point montrent l'évolution des déficits moyens qui croissent de l'aval vers l'amont.

IV - EVOLUTION DES FONDS. (tableaux 51, 52, 53, 54, 55)

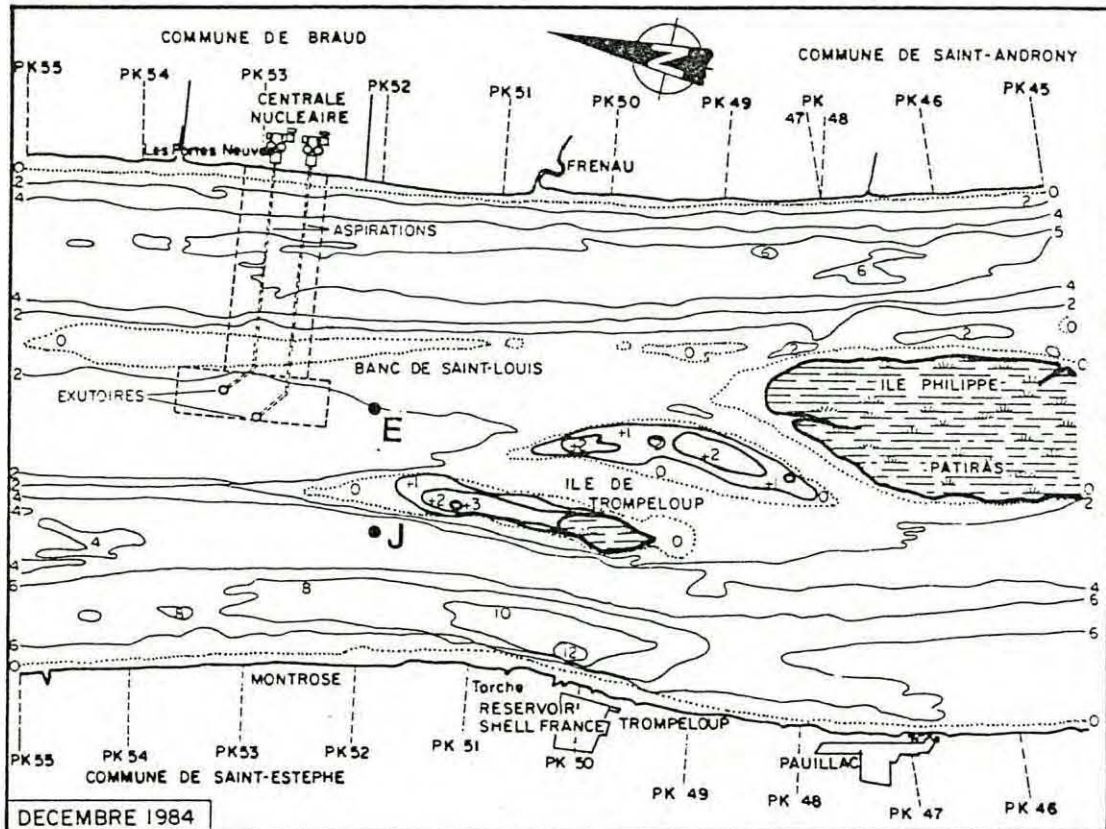
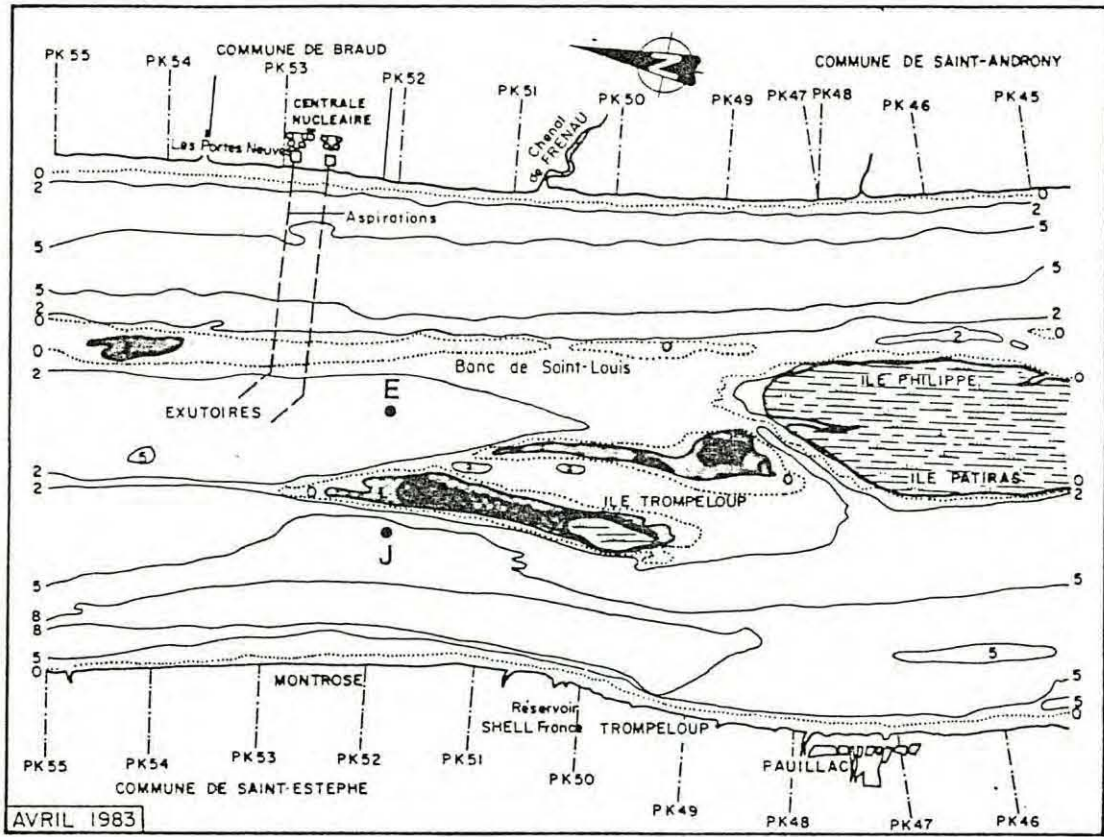
Les cartes établies d'après les relevés bathymétriques effectués par le Port Autonome de Bordeaux en 1977, 1981, 1983, 1984 et 1987 permettent de suivre l'érosion du banc aval de Trompeloup et la formation entre les îles d'un banc de sable dont l'exhaussement et l'étalement s'accroissent. Les chenaux existant entre le banc et les îles sont toujours marqués en aval mais ils ne sont plus navigables qu'à partir de mi-flot jusqu'à mi-jusant et l'ensemble est découvert à marée basse.

CARTES DES FONDS

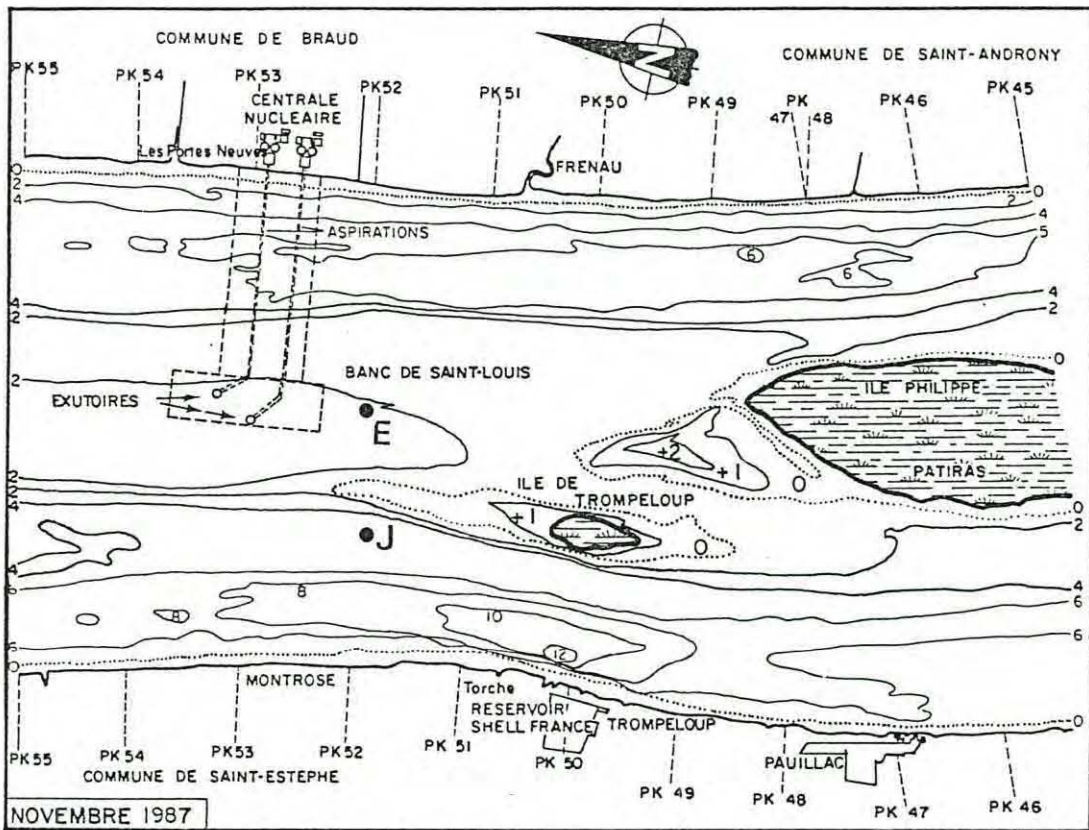


Carte des fonds en 1977 et 1981.

CARTES DES FONDS



Carte des fonds en 1983 et 1984.



Carte des fonds en 1987.

V - PARAMETRES HYDROBIOLOGIQUES

V.1 - DEMANDES BIOCHIMIQUES EN OXYGENEV.1.1 Différence eau brute et eau filtrée

A partir de 1987, la DBO/5 a été réalisée sur les échantillons bruts d'une part, et sur les échantillons filtrés d'autre part.

Si sur des eaux chargées, telles que des effluents urbains, la différence entre la DBO/5 totale et la DBO/5 filtrée est toujours positive, il n'en va pas de même pour les eaux naturelles. En effet, cette différence est faible et oscille autour de 0 pour les eaux des stations fluviales et devient négative pour celles des stations estuariennes (Tableau 54).

Tableau 54

DBO/5 ($\text{mgO}_2 \cdot \text{l}^{-1}$) : moyennes annuelles en 1987

STATIONS	EAU BRUTE	EAU FILTREE	DIFFERENCE
Garonne	4,94	4,66	+ 0,24
Dordogne	3,98	4,36	- 0,38
Station K	2,78	3,54	- 0,76
Station E	2,28	3,51	- 1,23
Station J	2,18	2,47	- 0,29

S'il est possible d'attribuer des différences allant jusqu'à $- 0,7 \text{ mgO}_2 \cdot \text{l}^{-1}$ à une contamination du filtrat lors des opérations de filtration, en revanche, cette hypothèse devient caduque lorsque les différences en valeurs absolues deviennent supérieures à $1 \text{ mgO}_2 \cdot \text{l}^{-1}$ (cf résultats bruts en annexe).

Dans ce dernier cas, il semblerait que les modèles cinétiques classiques de la demande biochimique en oxygène soient en défaut. La demande biochimique sur une eau brute serait le résultat d'une compétition entre plusieurs processus complexes :

- décomposition de la matière organique particulaire en matière organique dissoute ;

- dégradation de la matière organique dissoute.

Il apparaît donc que les processus de solubilisation de la matière organique particulaire freinent la dégradation de la phase dissoute.

En outre, il est probable que cette différence soit également liée à la biomasse microbienne des matières en suspension. En effet, la différence la plus importante (environ $- 4,3 \text{ mgO}_2 \cdot \text{l}^{-1}$ à la station E en septembre) apparaît en même temps qu'un fort taux de matières en suspension (environ $570 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) et une diminution de la flore aérobie (environ 5000 germes aérobies mésophiles par ml).

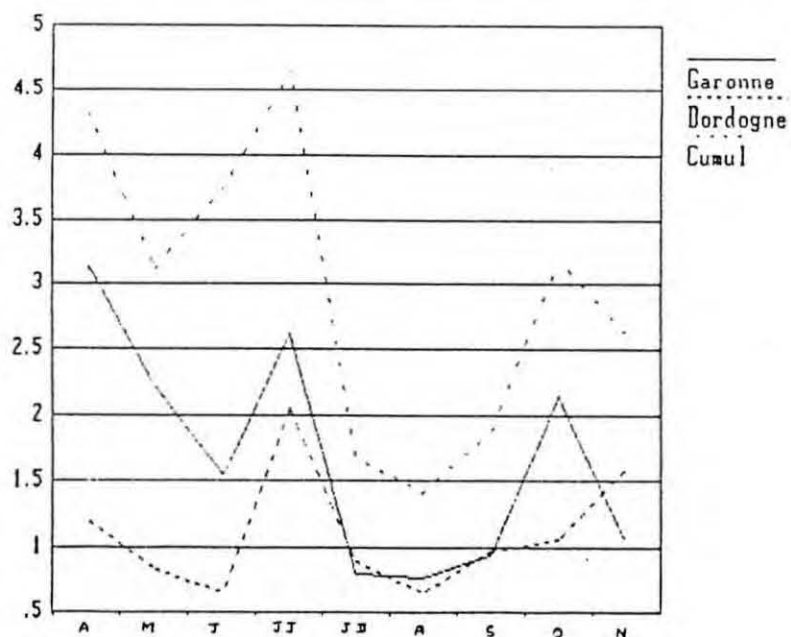
Afin de lever toute ambiguïté, pour 1988, le Laboratoire Municipal de Bordeaux prévoit de réaliser non pas une filtration mais une décantation ou une centrifugation, ce pour limiter les risques de contamination.

V.1.2 Stations fluviales

Variations saisonnières

Tableau n° 55

Variations saisonnières du flux en DBO/5 :
sur eau brute ($\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$)



Ainsi que nous l'avions constaté les années précédentes, la Garonne et la Dordogne enregistrent une augmentation de la DBO/5 au cours de la première campagne du mois de juillet. Mais, en raison de l'augmentation des débits (Q_{10}) par rapport à ceux de l'an passé, pour cette période de l'année, ce phénomène se traduit par une augmentation notable du flux. (tableau 55).

En raison de la faible amplitude de l'étiage, on constate également que le flux cumulé des deux fleuves reste assez élevé ($1,5 \text{ kg.s}^{-1}$).

Variations des flux moyens annuels

En 1987, les flux moyens annuels en DBO/5 sont en augmentation par rapport à ceux obtenus en 1986. Alors que le flux moyen annuel de la Garonne n'atteint pas la valeur record de 1985, celui de la Dordogne est le plus important obtenu depuis 1984. De plus, en raison de la chute du débit moyen annuel, la DBO/5 théorique estuaire (C_{th}) est la plus forte enregistrée au cours de ces quatre dernières années. (Tableau 56).

Tableau n°56

Variations du flux moyen annuel en DBO/5

: ANNEES :	: GARONNE (Kg.s^{-1}) :	: DORDOGNE (Kg.s^{-1}) :	: CUMUL (Kg.s^{-1}) :	: C_{th} (mg/l) :
: 1984 :	: 1,51 :	: 0,57 :	: 2,08 :	: 2,64 :
: 1985 :	: 2,36 :	: 0,94 :	: 3,30 :	: 3,72 :
: 1986 :	: 1,39 :	: 0,64 :	: 2,03 :	: 2,65 :
: 1987 :	: 1,68 :	: 1,08 :	: 2,76 :	: 4,10 :

Variations hebdomadaires

Les fluctuations hebdomadaires de la DBO/5 enregistrées au cours de la campagne d'Octobre sont sensiblement identiques à celles de Juin 1986 pour la Garonne et meilleures pour la Dordogne. Notons que pour ce dernier fleuve le coefficient de variation de la DBO/5 sur eau filtrée est relativement faible. (Tableau 57).

Tableau 57

Fluctuation hebdomadaire de DBO/5 sur les stations fluviales

	GARONNE		DORDOGNE	
	Eau brute	Eau filtrée	Eau brute	Eau filtrée
Moyenne mg.l^{-1}	3,91	3,66	2,88	3,86
Coefficient de variation %	32	40	34	15

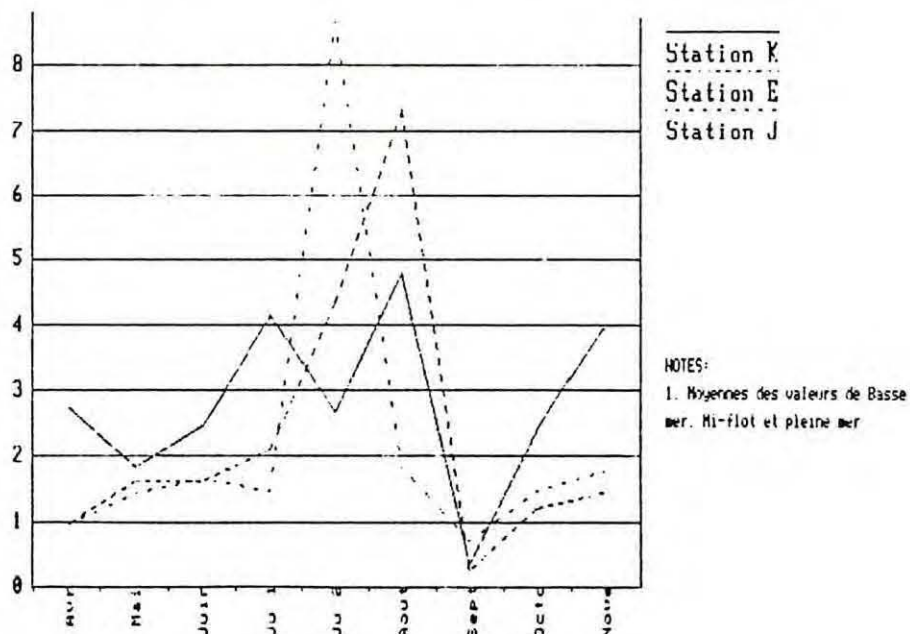
V.1.3 Stations Estuariennes

- Variations saisonnières

L'étude des variations saisonnières de la DBO/5 sur eau brute aux stations estuariennes laisse apparaître une distorsion entre le comportement des stations K et E d'une part, et la station J, d'autre part (tableau 58).

TABLEAU 58

Variations saisonnières de la DBO/5 sur eau brute ($\text{mgO}_2 \cdot \text{l}^{-1}$)
aux stations estuariennes



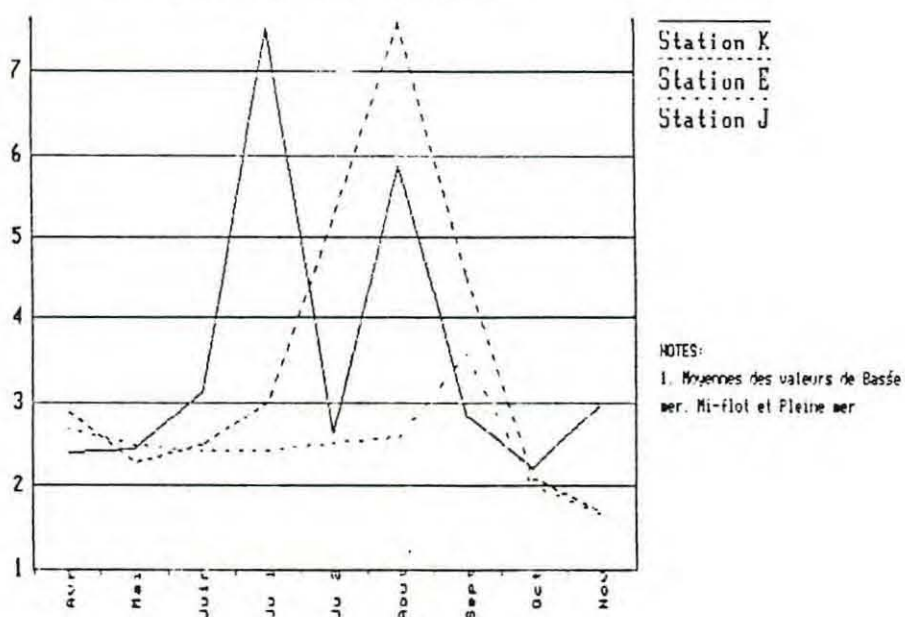
En effet, à la station J, le maximum de DBO/5 apparaît lors de la deuxième campagne de Juillet ($8,63 \pm 0,09 \text{ mg.O}_2.\text{l}^{-1}$) alors qu'il se situe au mois d'août pour les stations K ($4,77 \pm 0,44 \text{ mg.O}_2.\text{l}^{-1}$) et E ($7,28 \pm 1,05 \text{ mg.O}_2.\text{l}^{-1}$). On peut remarquer également des DBO/5 particulièrement faibles pour l'ensemble des stations estuariennes lors de la campagne de Septembre.

En ce qui concerne la DBO/5 sur eau filtrée, trois remarques peuvent être faites :

- la station K garde, à l'amplitude près, le même profil saisonnier ;
- La station J est particulièrement stable par rapport aux deux autres stations ;
- Les variations saisonnières à la station E et à la station J ne sont pas comparables (tableau 59).

TABLEAU 59

Variations saisonnières de la DBO/5 sur eau filtrée ($\text{mg.O}_2.\text{l}^{-1}$)
aux stations estuariennes



Variations spatiales

Contrairement aux observations effectuées lors de l'étude de 1986, outre le fait que, la charge organique totale est plus faible en période de crue qu'en période d'étiage, il y a, cette année, diminution de la charge organique de l'amont vers l'aval en période de crue. Il faut cependant noter

qu'en 1987 la DBO/5, sur l'ensemble des stations pour ces périodes, est 2 à 3 fois plus importantes que l'année dernière (tableau 62).

tableau 60

Variations spatiales de la DBO/5 eau brute dans l'estuaire

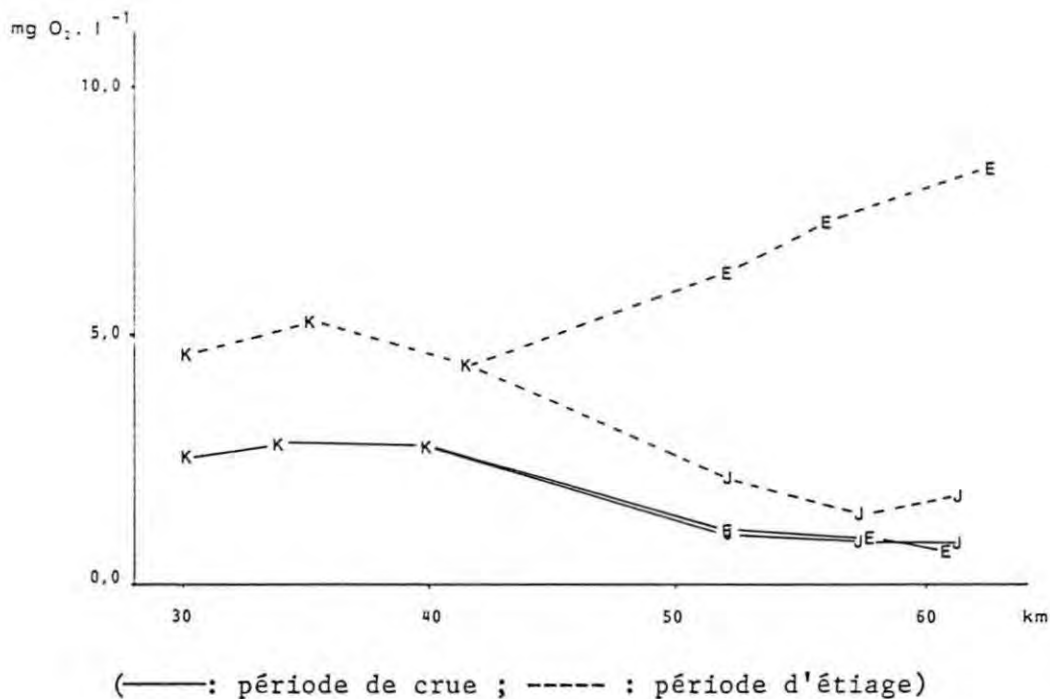
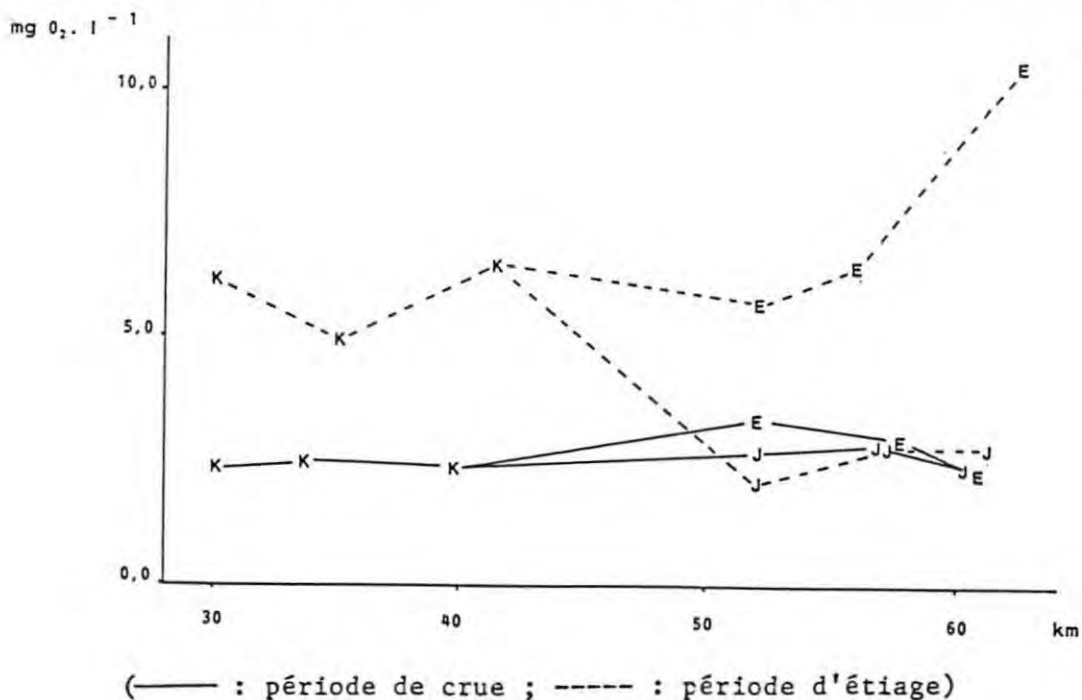


TABLEAU 61

Variations spatiales de la DBO/5 eau filtrée dans l'estuaire



Par contre, l'augmentation de la DBO/5 dans le chenal Médian (station E) en période d'étiage est à nouveau constatée en 1987. Cette augmentation est encore plus importante sur la charge organique dissoute (Tableau 61) d'autant que dans ce cas le phénomène n'est pas isolé.

Cette différence de comportement entre les deux chenaux de l'estuaire semble avoir pour origine une différence importante de la charge bactérienne entre les stations E et J (cf tableau 97).

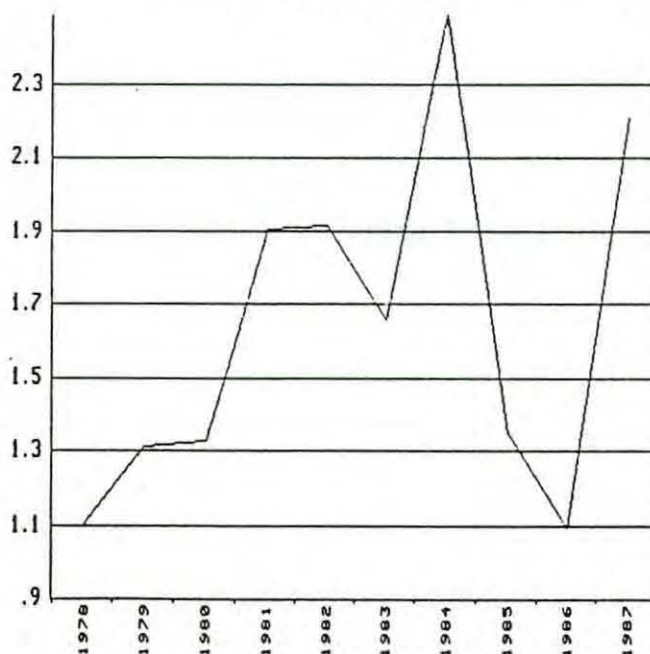
Enfin, on peut constater que la diminution de la charge organique dissoute en période de crue n'intervient qu'à partir du PK 60 alors que celle de la charge organique totale pour la même période intervient dès le PK 40.

Evolution des moyennes annuelles (DBO eau brute)

Contrairement à la tendance observée les dernières années, la moyenne annuelle de la DBO/5 à la station E est remontée en 1987 à une valeur proche de celles enregistrées de 1981 à 1984 (tableau 62).

TABLEAU 62

Evolutions des moyennes annuelles de la DBO/5 (mg.l^{-1})
à la station E



Cette remontée des valeurs des moyennes annuelles de la DBO/5 est également constatée pour les autres stations estuariennes. (Tableau 64).

Tableau 63

Evolutions des moyennes annuelles en DBO/5 (mg.l^{-1}) sur l'estuaire

ANNEES	C_{th}	STATION K	STATION E	STATION J
1984	2,64	2,96	2,59	2,47
1985	3,72	1,79	1,37	1,32
1986	2,65	1,46	1,10	1,28
1987	4,10	2,78	2,28	2,18

En outre, on constate qu'il n'y a pas de lien, à priori, entre la remontée des apports et les valeurs moyennes annuelles en DBO/5 sur l'estuaire.

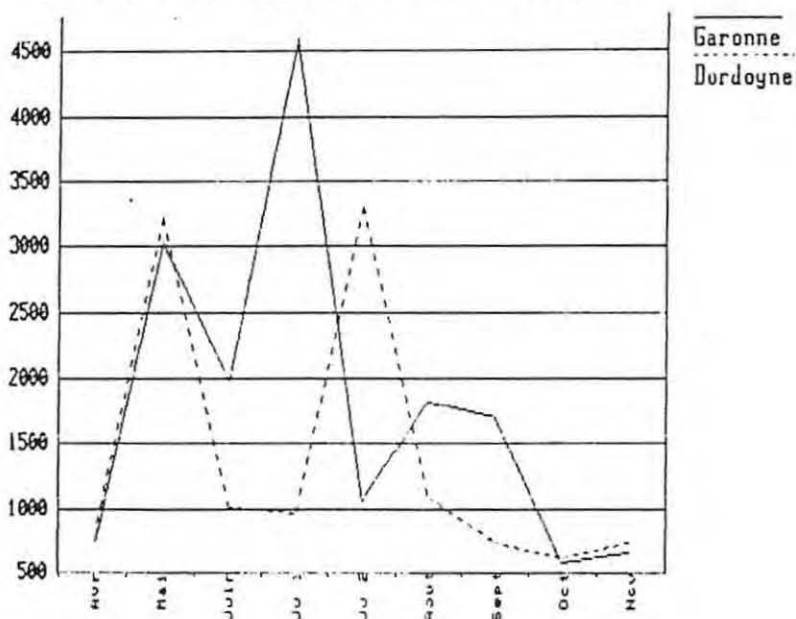
V.2 - PIGMENTS CHLOROPHYLLIENSV.2.1 Stations fluviales

Variations saisonnières

La teneur maximale en pigment chlorophyllien enregistrée sur la Garonne au cours de la première campagne du mois de Juillet 1987 (tableau 64) ne correspond pas au maximum du taux de chlorophylle active (tableau 65).

TABLEAU 64

Variations saisonnières des pigments chlorophylliens dans les MES (ppm) aux stations fluviales

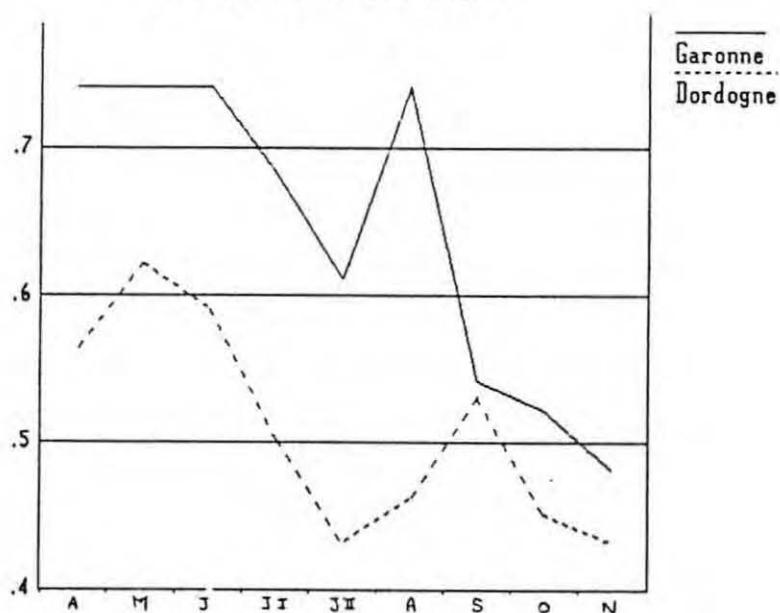


En effet, pour les deux fleuves, le bloom phytoplanctonique de printemps intervient au mois de Mai 1987 et, se traduit par des teneurs en phéopigments chlorophylliens dans les matières en suspension de l'ordre de 3000 ppm. (tableau 64) Le taux de chlorophylle active, atteint pour cette période, est plus faible de 16 % en Dordogne qu'en Garonne (tableau 65).

L'accroissement des précipitations et le faible ensoleillement de la deuxième partie du mois de Juillet a provoqué pour les deux fleuves une

diminution notable de la production primaire (tableau 65) . Mais ce phénomène a été ressenti différemment pour les deux rivières ; la Garonne subit une chute des pigments chlorophylliens ; la Dordogne accumule les phéopigments (tableau 64).

TABLEAU 65
Variations saisonnières du taux de chlorophylle active
des stations fluviales



- Evolution depuis 1984 -

L'évolution des moyennes annuelles des taux de chlorophylle active des stations fluviales permet de constater que 1987 est l'année où la production primaire des fleuves est la plus faible (tableau 62).

Tableau 66
Evolutions des moyennes annuelles des taux de chlorophylle active
des stations fluviales

	1984	1985	1986	1987
Garonne	0,75	0,77	0,74	0,65
Dordogne	0,64	0,73	0,58	0,51

Variations hebdomadaires

Lors de la campagne hebdomadaire des prélèvements journaliers, les pigments chlorophylliens, dans les matières en suspension, ont varié autour de 601 ppm \pm 25 % dans la Garonne et 425 ppm \pm 21 % dans la Dordogne. Les taux de chlorophylle active apparaissent nettement plus stables (Garonne: 0,51 \pm 1,5%); Dordogne: 0,48 \pm 9%). Les coefficients de variations des taux de chlorophylle active peuvent être rapprochés de ceux des températures de l'eau (Garonne : 14°3 C \pm 2 % ; Dordogne : 13°9 C \pm 6 %).

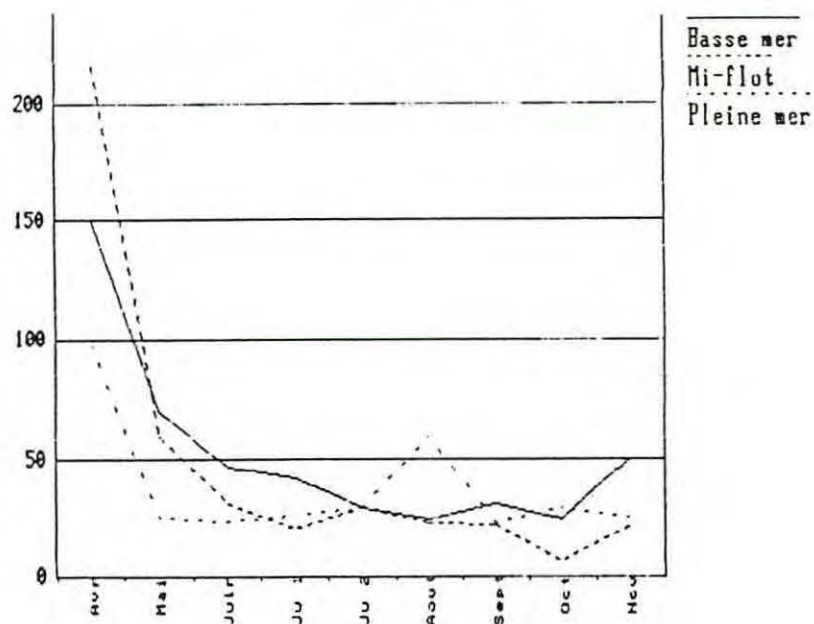
V.2.2 Stations estuariennes

Les teneurs des pigments chlorophylliens dans les matières en suspension au sein de l'estuaire sont 20 à 100 fois plus faibles que celles enregistrées dans les fleuves. Ce phénomène correspond à une diminution des concentrations des pigments mais surtout aux quantités et à la nature des matières en suspension mises en jeu dans l'estuaire.

Variations saisonnières

TABLEAU 67

Variations saisonnières des pigments chlorophylliens dans les MES (ppm)
à la station K (PK 30)

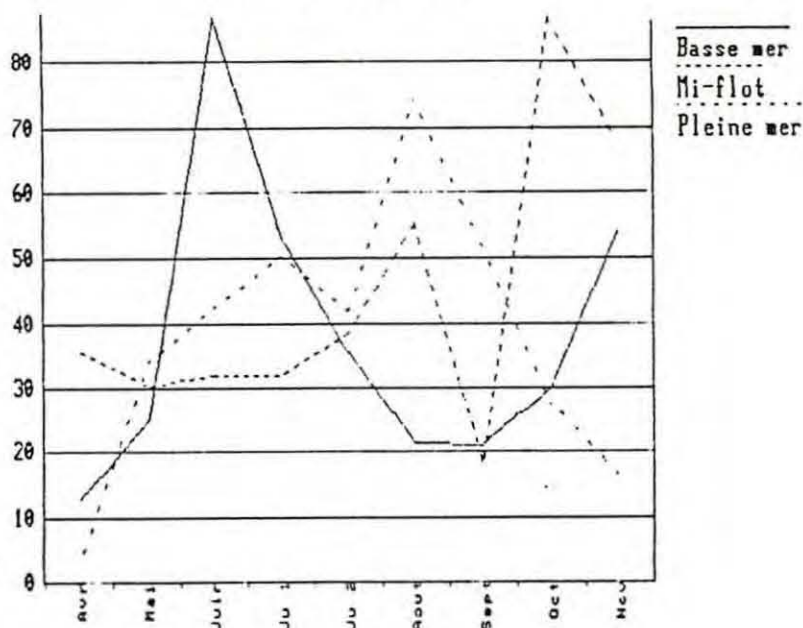


La station la plus amont (K) reçoit, en période de crue (Avril) les pigments chlorophylliens des fleuves alors que le bouchon vaseux se trouve largement en aval du PK 30 (faibles MES). En période d'étiage (Août), elle reçoit à pleine mer les pigments chlorophylliens des eaux halines d'aval tandis que le bouchon vaseux est en amont de sa position. Entre ces deux périodes les teneurs sont fortement conditionnées par les MES du bouchon vaseux (Figure II.9 page précédente).

Les variations saisonnières du taux de chlorophylle active pour cette station (K) reflètent ces phénomènes car ce paramètre ne dépasse sensiblement 0,50 que lors des campagnes d'avril (à basse mer et pleine mer) et d'août (à pleine mer).

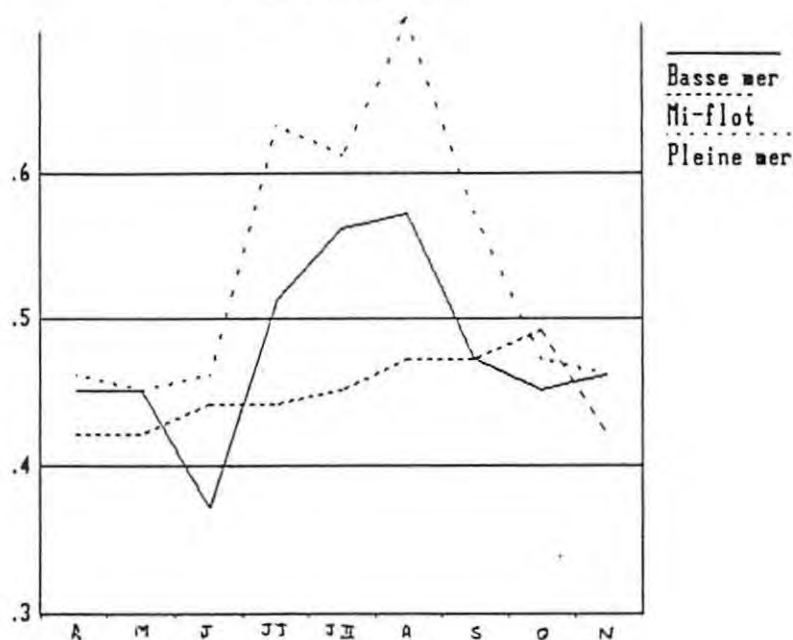
TABLEAU 68

Variations saisonnières des pigments chlorophylliens dans les MES (ppm)
à la station J



Pour les deux autres stations; le fait marquant est l'augmentation des teneurs en pigments chlorophylliens dans les matières en suspension à basse mer lors de la campagne de juin. Ce phénomène très marqué à la station J (tableau 68) se traduit en ce qui concerne le taux de chlorophylle active par une valeur minimum (tableau 69).

TABLEAU 69
Variations saisonnières du taux de chlorophylle active
à la station E



Le bloom planctonique estival, bien marqué sur les stations E et J à pleine mer, est également ressenti à basse mer à la station E (tableau 69) alors que les valeurs de basse mer pour la même période à la station J ne dépassent pas 0,50. Notons, enfin, la stabilité des valeurs de mi-flot à la station E.

V.2.3 Variations spatiales

En période de crue les teneurs en pigments chlorophylliens dans les matières en suspension diminuent de l'amont vers l'aval. Les faibles teneurs (<10 ppm) enregistrées au PK 60 pour cette période, sont dues à un accroissement des MES correspondant probablement à la partie amont du bouchon vaseux (tableau 70).

En période d'étiage (Août) les teneurs en pigments restent faibles jusqu'au PK 52 et remontent légèrement ensuite (tableau 70). Cette remontée correspond à la production primaire des eaux halines d'aval. En effet une augmentation notable du taux de chlorophylle active est constatée (tableau 71).

TABLEAU 70
Variations spatiales des pigments chlorophylliens dans les MES (ppm)
sur l'estuaire

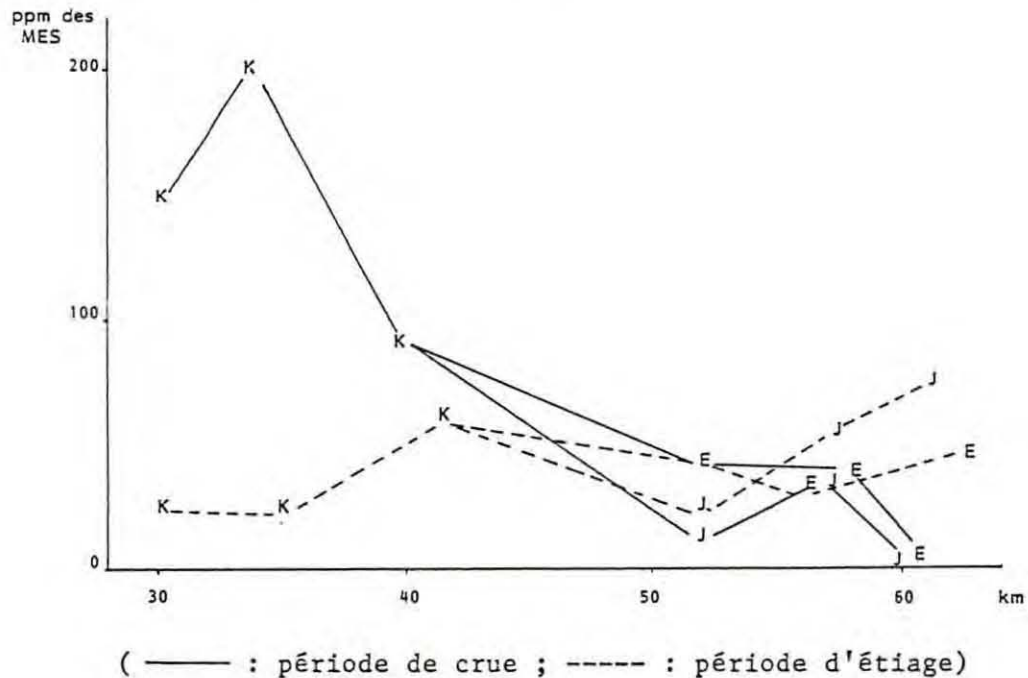
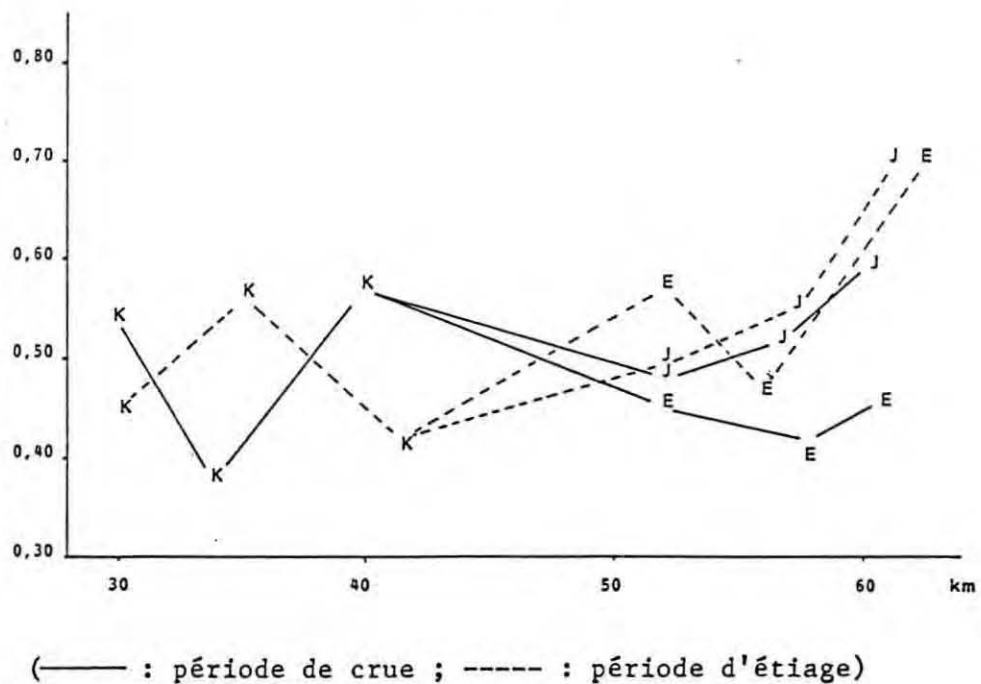


TABLEAU 71
Variations spatiales du taux de chlorophylle active
dans l'estuaire



Il semble que les teneurs élevées aux PK 30 à 40 en période de crue soient dues aux phéopigments, puisque le taux de chlorophylle active reste faible dans cette zone et ne remonte nettement qu'au PK 40 et au PK 60 dans le chenal de navigation (tableau 71).

Evolutions du taux de chlorophylle active depuis 1984

Parallèlement à l'augmentation des moyennes annuelles en DBO/5 des stations estuariennes, on observe une diminution des moyennes des taux de chlorophylle active (tableau 66).

Tableau 72

Moyennes annuelles des taux de chlorophylle active sur l'estuaire

ANNEES	STATION K	STATION E	STATION J
1984	0,55	0,47	0,51
1985	0,58	0,52	0,53
1986	0,56	0,54	0,54
1987	0,47	0,49	0,51

La coïncidence de ces deux paramètres avait déjà été observée lors de l'étude écologique de 1984.

V. 3 - PARAMETRES COMPLEMENTAIRES

Afin de compléter les mesures effectuées par l'I.G.B.A. sur l'estuaire, le Laboratoire Municipal a déterminé sur les stations fluviales, le déficit en oxygène dissous, à partir des teneurs en oxygène dissous, et le taux des matières en suspension.

V.3.1 Déficit en oxygène

Le déficit en oxygène dissous sur les stations fluviales accuse cette année des valeurs records (tableau 73).

Tableau 73

Déficit moyen annuel en oxygène dissous ($\text{ml.O}_2\text{l}^{-1}$) sur les fleuves

: ANNEES :	: GARONNE :			: DORDOGNE :		
	: Moyenne :	: Minimum :	: Maximum :	: Moyenne :	: Minimum :	: Maximum :
: 1985 :	: 0,29 :	: - 0,60 :	: 1,45 :	: 0,47 :	: - 0,20 :	: 1,23 :
: 1986 :	: 0,45 :	: 0,06 :	: 1,10 :	: 0,45 :	: - 0,38 :	: 1,16 :
: 1987 :	: 0,79 :	: 0,33 :	: 1,66 :	: 0,82 :	: 0,60 :	: 1,33 :

Il est probable que cet accroissement du déficit soit en relation avec la diminution du taux de chlorophylle active (cf Tableau 65) et avec l'augmentation de la charge organique (cf Tableau 56).

En outre ce paramètre est beaucoup plus stable que l'année dernière lors de la campagne hebdomadaire de prélèvements journaliers (Garonne: $\pm 20\%$; Dordogne : $\pm 18\%$).

V.3.2 Matières en suspension

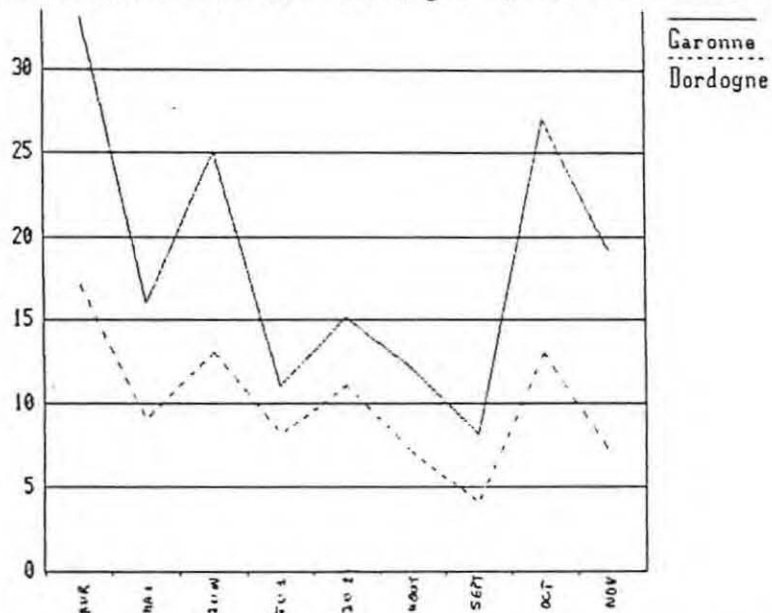
Les teneurs en matières en suspension sur les stations fluviales sont en légère diminution par rapport à celles obtenues les autres années. (Tableau 74).

Cet affaiblissement des teneurs en matières en suspension est probablement dû à la régularité des débits fluviaux (étiage peu marqué).

Tableau 74
Moyennes annuelles des MES (mg.l^{-1}) sur les fleuves

	GARONNE			DORDOGNE		
: ANNEES :	Moyenne	Minimum	Maximum	Moyenne	Minimum	Maximum
: 1985 :	25,1	8,9	66,7	11,2	4,5	24,2
: 1986 :	19,6	4,2	42,1	10,9	4,2	18,8
: 1987 :	18,4	8,0	33,0	9,9	4,0	17,0

TABLEAU 75
Variations saisonnières des MES (mg.l^{-1}) dans les fleuves



Il semble que cette évolution soit liée à celle des débits moyens annuels (1985 : $807 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$; 1986 : $799 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$; 1987 : $773 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$).

Cette hypothèse est en outre, confirmée par les variations saisonnières des MES dans les fleuves (tableau 75).

En ce qui concerne les variations hebdomadaires, l'étude des teneurs journalières fait apparaître une plus grande stabilité des valeurs en Garonne ($21,4 \text{ mg.l}^{-1} \pm 19\%$) qu'en Dordogne ($18,4 \text{ mg.l}^{-1} \pm 36\%$).

VI - ELEMENTS NUTRITIFS DISSOUS

VI.1 AZOTE MINERAL

L'azote minéral se présente sous trois formes dissoutes : ammoniacal (NH_4^+), nitreux (NO_2^-) et nitrique (NO_3^-). Lorsque les eaux sont aérées, le cycle de l'azote favorise la nitrification ; la majeure partie de l'azote minéral se trouve donc sous forme de nitrates.

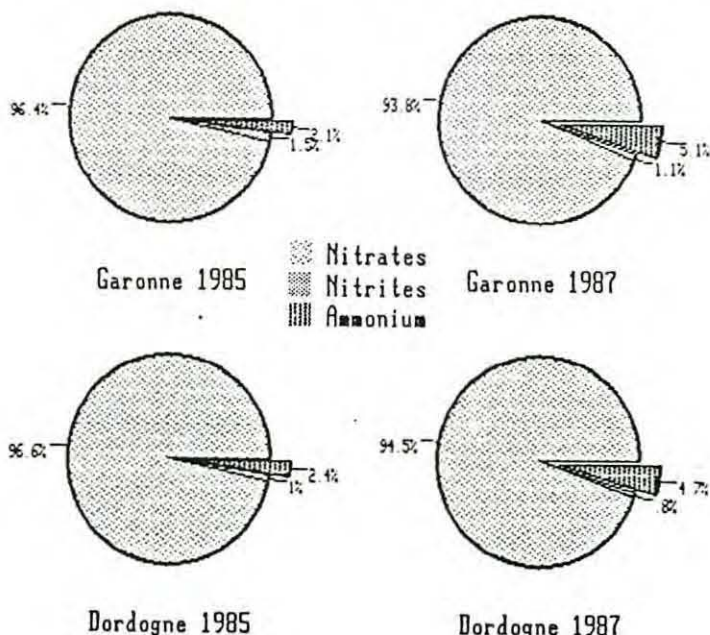
VI.1.1 Station fluviales

- Répartition et évolution depuis 1984

L'augmentation de la charge organique et la diminution de la production primaire constatées dans les deux fleuves, sont probablement à l'origine de la modification de la répartition de l'azote minéral (tableau 77).

TABLEAU 76

Répartition de l'azote minéral dissous dans les fleuves



Cette modification de la répartition des composés azotés s'exprime différemment pour chacun des deux fleuves ; pour la Garonne, il s'agit d'une diminution du flux moyen annuel en nitrates et nitrites, tandis que pour la Dordogne, il y a augmentation du flux moyen annuel en ammonium. (Tableau 77).

Tableau 77

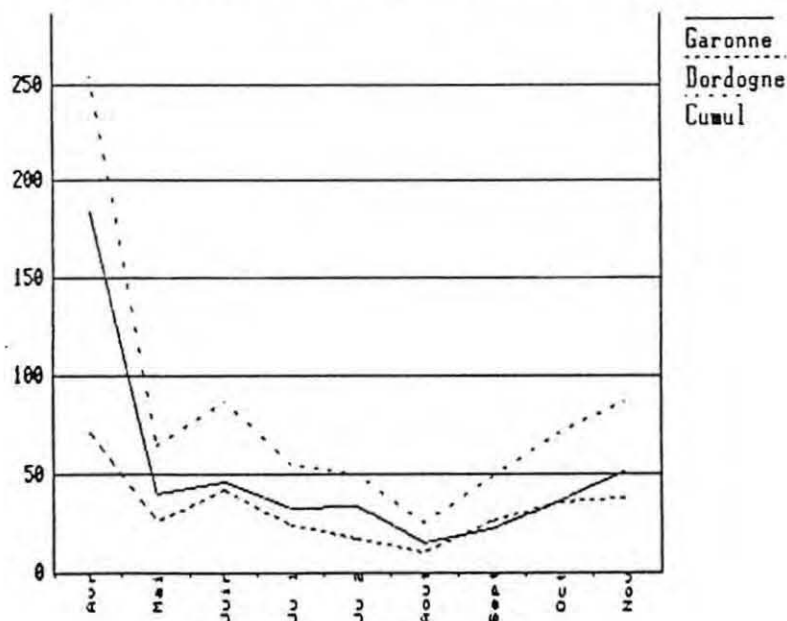
Variations des flux moyens annuels en azote minéral dissous dans les fleuves

: ANNEES :	: GARONNE :			: DORDOGNE :			: CONCENTRATIONS :		
	: (mol.s ⁻¹) :			: (mol.s ⁻¹) :			: Apports μM :		
	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺
: 1984 :	66,6	0,85	2,72	23,6	0,20	0,93	114,3	1,33	4,63
: 1985 :	64,1	1,02	1,37	26,2	0,27	0,65	102,0	1,45	2,28
: 1986 :	75,1	0,84	2,58	29,2	0,18	0,94	136,2	1,33	4,60
: 1987 :	47,2	0,53	2,58	29,6	0,26	1,45	113,9	1,17	5,99

Variations saisonnières

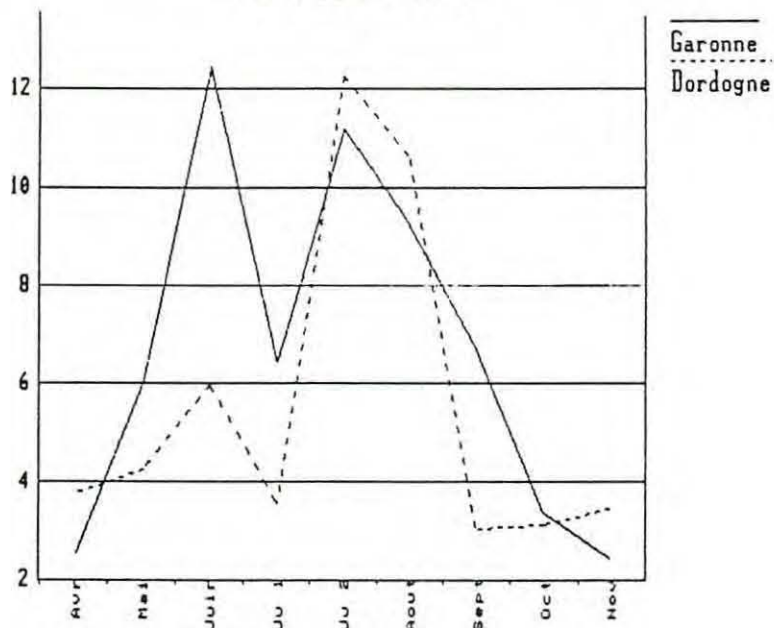
Le flux en azote minéral, fortement conditionné par le flux en nitrates, subit sur les deux fleuves des variations saisonnières identiques à celles observées les années précédentes (tableau 78).

TABLEAU 78

Variations saisonnières du flux en azote minéral (mol.s⁻¹)

En raison du changement de la répartition de l'azote minéral (cf VI.1), il nous paraît intéressant d'étudier les variations saisonnières des teneurs en ammonium rapportées à celles d'azote minéral, pourcentage molaire, dans les fleuves (tableau 79).

TABLEAU 79
Variations saisonnières du pourcentage molaire d'ammonium
dans les fleuves



En effet, les pourcentages molaires les plus importants (juin, juillet 2 et août) correspondent aux flux DBO/5 les plus faibles (cf tableau 55). Par contre, la valeur minimum observée sur la Dordogne (Septembre : 2,98 %) est à rapprocher de la reprise des activités phytoplanctoniques et bactériennes constatée lors de cette campagne (cf tableaux 65 et 98).

Variations hebdomadaires

Les variations hebdomadaires des flux en azote minéral apparaissent sensiblement identiques en Garonne ($43,7 \text{ mol.s}^{-1} \pm 15,5 \%$) et en Dordogne ($37,4 \text{ mol.s}^{-1} \pm 14,0 \%$).

VI.1.2 Stations estuariennes

L'augmentation du pourcentage molaire en ammonium, observée sur les stations fluviales est sans influence sur la répartition de l'azote minéral dans l'estuaire (tableau 80).

TABLEAU 80
Répartition de l'azote minéral dans l'estuaire

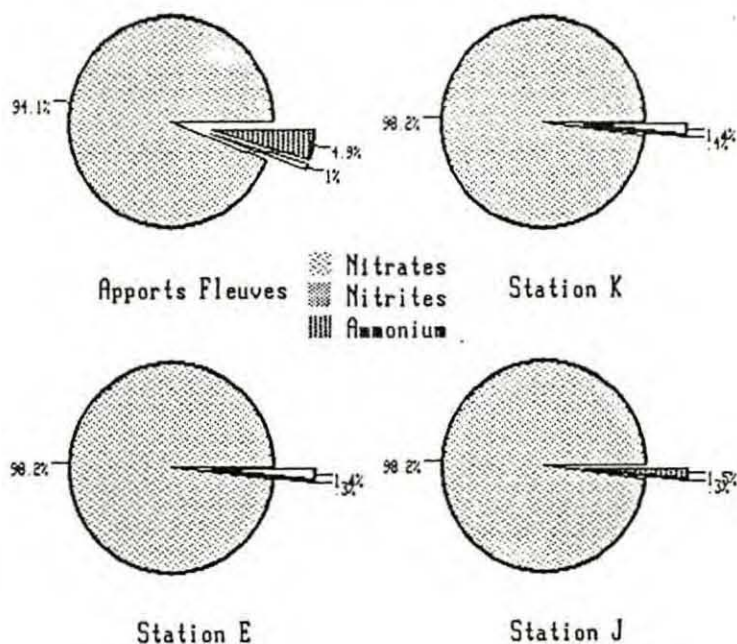


Tableau 81
Variations des teneurs moyennes annuelles en azote minéral (μM)
sur l'estuaire

ANNEES	STATION K			STATION E			STATION J		
	NO_3^-	NO_2^-	NH_4^+	NO_3^-	NO_2^-	NH_4^+	NO_3^-	NO_2^-	NH_4^+
1984	99,8	0,73	2,51	100,9	0,47	1,86	103,1	0,39	1,72
1985	115,6	0,51	1,53	113,1	0,52	1,49	119,5	0,66	2,02
1986	123,3	0,41	1,60	123,2	0,54	1,21	128,4	0,59	1,69
1987	106,7	0,45	1,61	108,4	0,83	1,60	111,0	0,39	1,69

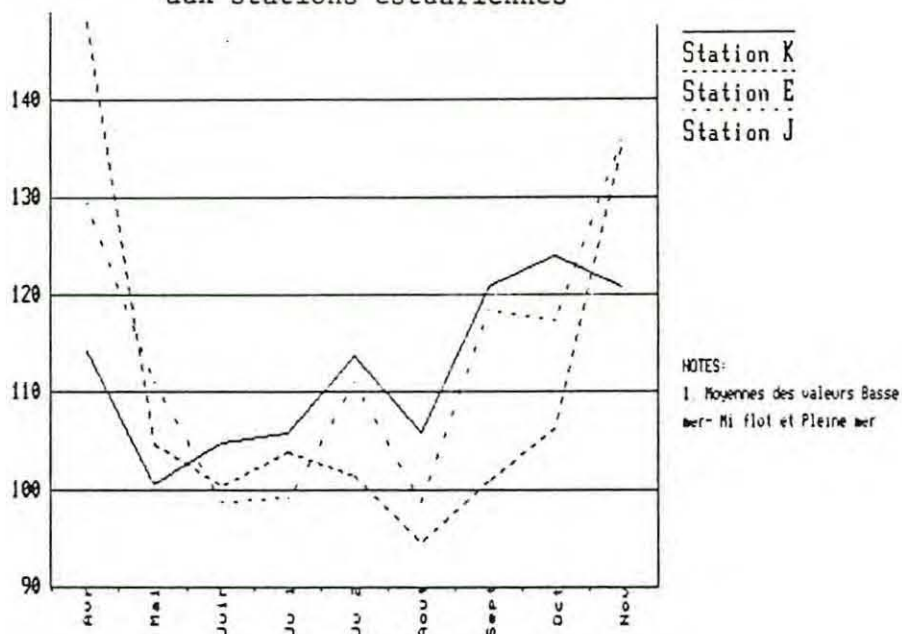
L'étude des teneurs moyennes annuelles des divers composés (Tableau 81 page précédente) montre pour 1987, une diminution des teneurs en nitrates par rapport à celles observées en 1985 et 1986.

Cette diminution est probablement en relation avec la diminution des apports (cf Tableau 77) due, non pas à une diminution des flux, mais à la faiblesse relative du débit moyen annuel des campagnes (moyenne des Q_{10}).

Variations saisonnières

L'année dernière, les variations saisonnières des trois stations étaient apparues identiques et étaient liées aux variations saisonnières du flux cumulé des deux fleuves. Cette année, il n'en va pas de même ; en effet, on constate que les variations saisonnières en azote minéral sont différentes pour chaque station. (Figure 83 page suivante)

TABLEAU 82
Variations saisonnières de l'azote minéral (μM)
aux stations estuariennes

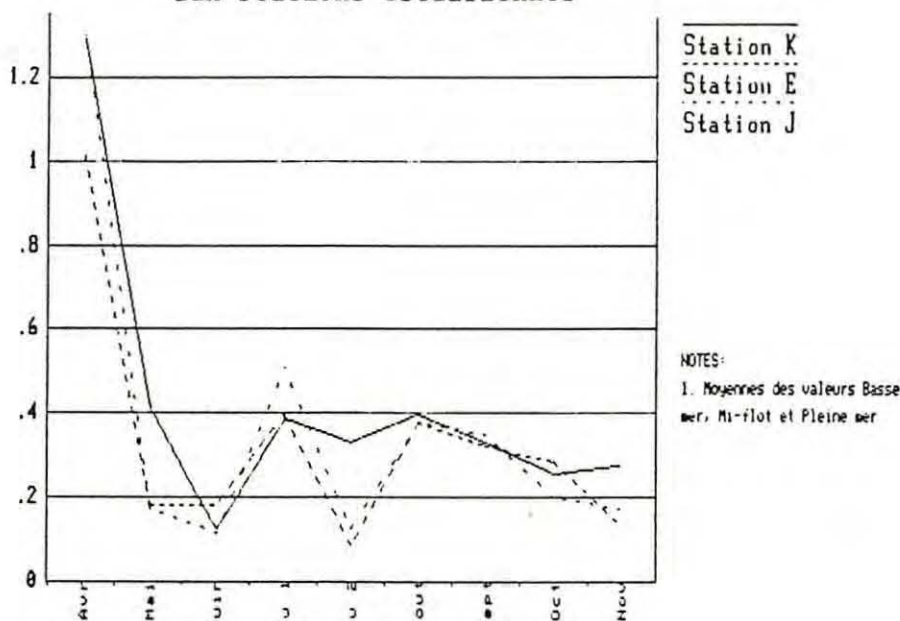


Des trois variations seule celle de la station E semble être liée à celle du flux amont ($r = 0,86$), tandis que celles des stations J et K

présentent un accroissement des teneurs pendant la période d'étiage. Ces augmentations sont dues à de fortes concentrations en nitrates à basse mer.

Par contre, les teneurs en nitrites évoluent de manière identique sur les trois stations (tableau 83).

TABLEAU 83
Variations saisonnières des nitrites (μM)
aux stations estuariennes



Entre les stations E et J notamment, ces variations sont reliées par une corrélation linéaire ($\text{NO}_{2\text{J}} = 1,2 \text{NO}_{2\text{E}} - 0,02$; $r = 0,93$ sur 27 valeurs)

Variations spatiales

Les variations spatiales des teneurs en nitrates (tableau 84 page suivante) montrent, en période de crue (avril), une nitrification de l'azote en aval du PK 50.

En période d'étiage la dilution par les eaux halines d'aval provoque une diminution amont aval des teneurs en nitrates (tableau 84) tandis que le pourcentage molaire d'ammonium subit un léger accroissement. (tableau 85).

TABLEAU 84
Variations spatiales des teneurs en nitrates (μM)
dans l'estuaire

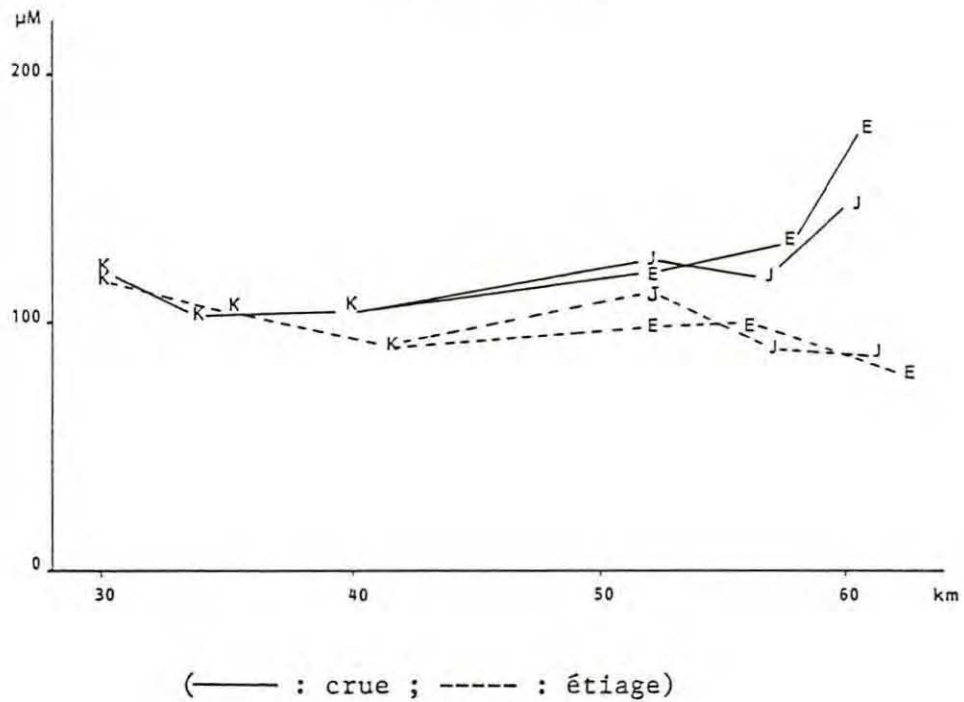
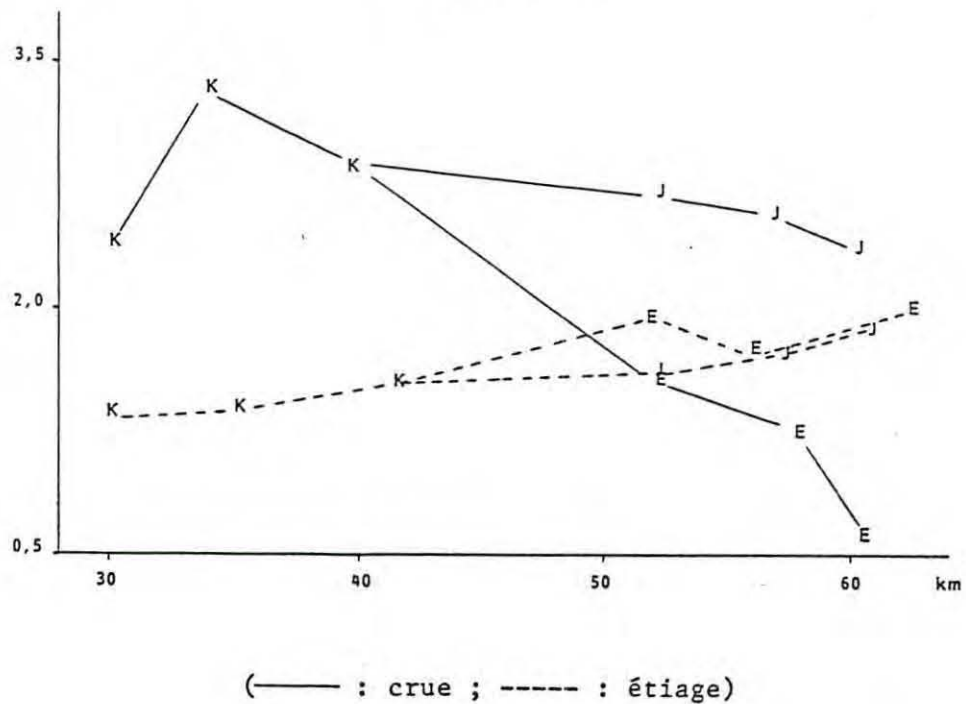


TABLEAU 85
Variations spatiales du pourcentage molaire en ammonium
dans l'estuaire



VI.2 PHOSPHORE MINERALVI.2.1 Stations fluviales

Evolution depuis 1984

Alors que le flux moyen annuel en phosphore minéral de la Dordogne reste stable, celui de la Garonne a tendance à diminuer, en 1987, par rapport à celui des années précédentes. Ceci provoque affaiblissement du flux moyen annuel cumulé. (tableau 86).

Tableau 86

Variations des flux moyens annuels en phosphore minéral dans les fleuves

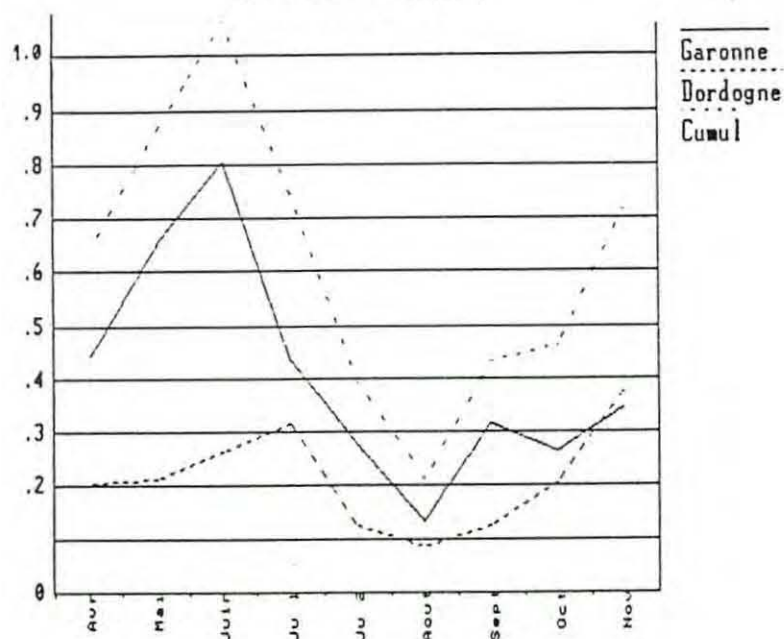
ANNEES	GARONNE (mol.s ⁻¹)	DORDOGNE (mol.s ⁻¹)	CUMUL (mol.s ⁻¹)	C _{th} (μM)
1984	0,51	0,25	0,76	0,96
1985	0,46	0,15	0,61	0,69
1986	0,53	0,22	0,75	0,98
1987	0,40	0,21	0,61	0,91

Le faible débit moyen annuel (moyenne de Q₁₀) provoque un accroissement de la concentration théorique des apports (C_{th}) malgré la diminution du flux cumulé.

Variations saisonnières

Les variations saisonnières des flux en phosphore minéral dans les fleuves ne semblent pas avoir pour origine les phénomènes biologiques (fixation ou libération de PO₄⁻ par les biomasses microbiennes et planctoniques). Le lessivage des sols par les précipitations importantes des mois de juin et juillet, et la fertilisation agricole sont probablement à l'origine des flux importants observés au cours de cette période (tableau 87).

TABLEAU 87
Variations saisonnières des flux en phosphore minéral (mol.s^{-1})
dans les fleuves



Variations hebdomadaires

Les fluctuations des flux journaliers en phosphore minéral sont plus faibles que l'année dernière et à peu près identiques pour les deux fleuves. (Tableau 88).

Tableau 88
Variations hebdomadaires des flux journaliers en phosphore minéral (mol.s^{-1})
dans les fleuves

ANNEES	GARONNE	DORDOGNE
1986 (Juin)	0,58 \pm 36 %	0,12 \pm 40 %
1987 (Octobre)	0,27 \pm 22 %	0,18 \pm 21 %

VI.2.2 Stations estuariennes

Evolution depuis 1984

Comme les années précédentes, on constate que les concentrations moyennes annuelles en phosphates obtenues aux stations estuariennes sont très nettement supérieures à la concentration cumulée théorique (C_{th}) (Tableau 89) . L'augmentation des phosphates au sein de l'estuaire a surtout une origine physique (solvation et désorption des phosphates particulaires).

Tableau 89

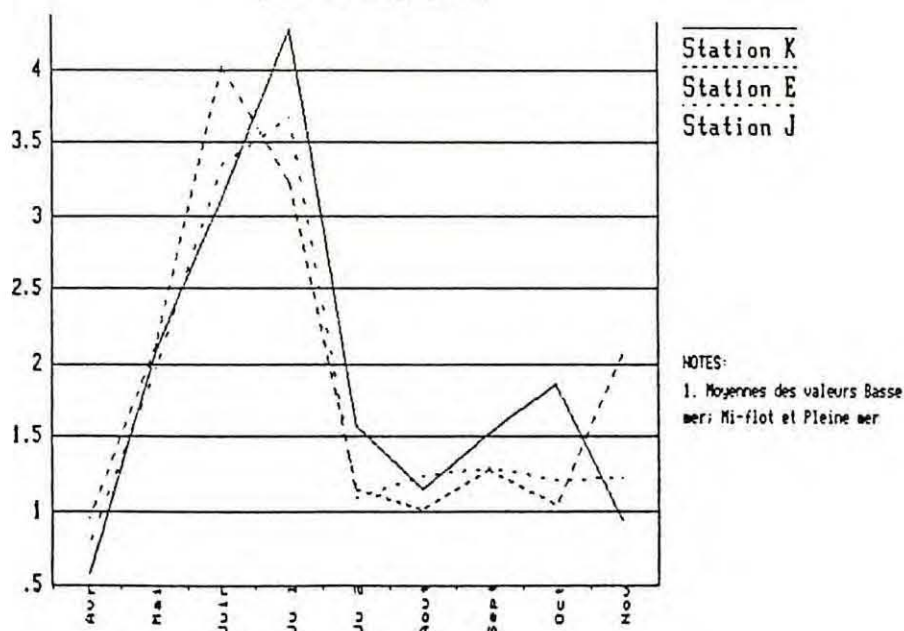
Evolution des concentrations moyennes annuelles en phosphore minéral (μM) dans l'estuaire

ANNEES	C_{th}	STATION K	STATION E	STATION J
1984	0,96	1,52	1,93	2,04
1985	0,69	2,11	2,20	2,22
1986	0,98	1,38	1,46	1,53
1987	0,91	1,89	1,84	1,74

Variations saisonnières

TABLEAU 90

Variations saisonnières du phosphore minéral (μM) dans l'estuaire



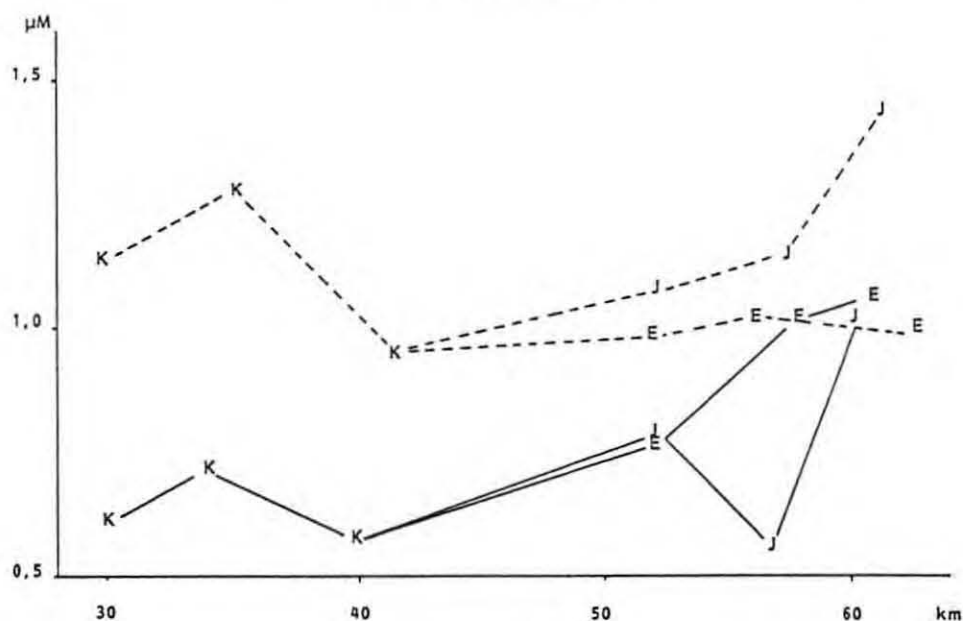
Les variations saisonnières des concentrations moyennes par campagne aux stations estuariennes (tableau 90 page précédente) sont sensiblement identiques de la station K aux stations J et E. Comme les années précédentes, des concentrations élevées sont enregistrées au début de la période d'étiage. Ces teneurs coïncident avec une élévation notable des températures et des teneurs en matières en suspension. Ceci confirme l'origine physico-chimique du phosphore minéral dans l'estuaire (solvation; désorption...).

Le décalage du "pic" observé dans les variations saisonnières du phosphore minéral à la station E est dû à une forte valeur de basse mer (5,96 μM) lors de la campagne de juin 1987. Il s'agit là d'une valeur isolée ayant probablement pour origine une contamination locale.

Variations spatiales

En période de crue, les teneurs en phosphore minéral augmentent de l'amont vers l'aval, tandis qu'en période d'étiage les teneurs, plus importantes, ont tendance à se stabiliser le long de l'estuaire

TABLEAU 91
Variations spatiales du phosphore minéral (μM)
sur l'estuaire



(— : crue ; ---- : étiage)

VI.3 SILICE MINERALE

La silice minérale se présente dans les eaux sous forme de sels de l'acide orthosilicique, regroupés sous le terme de silicates.

VI.3.1 Stations fluviales

Evolution depuis 1984

L'étude de l'évolution des flux moyens annuels en silicates des fleuves montre une forte diminution du flux moyen annuel de la Garonne (Tableau 92).

Tableau 92

Evolution des flux moyens annuels en silicates
dans les fleuves

ANNEES	GARONNE (mol.s ⁻¹)	DORDOGNE (mol.s ⁻¹)	CUMUL (mol.s ⁻¹)	C _{th} (µM)
1984	28,8	32,4	61,2	77,6
1985	32,6	30,0	62,6	70,5
1986	31,7	31,7	63,4	82,8
1987	20,0	30,6	50,6	75,0

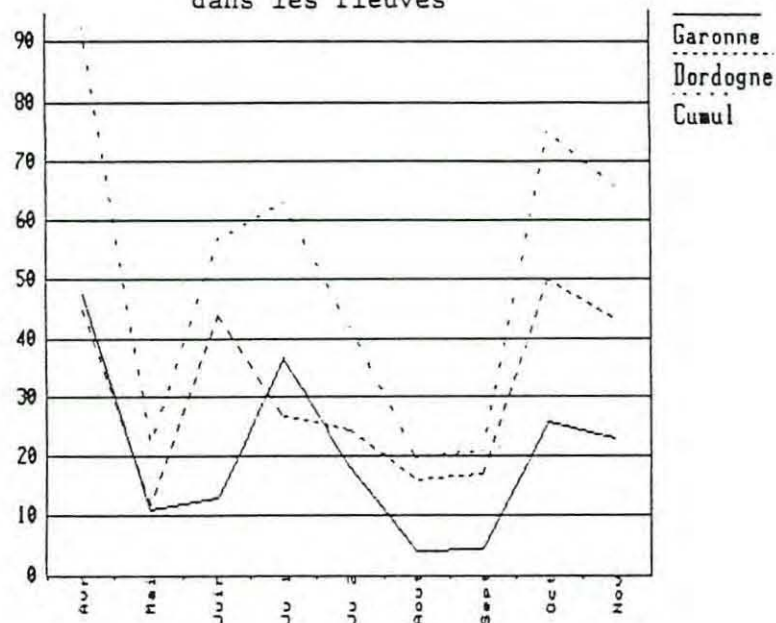
Malgré cette chute et en raison de la faiblesse du débit moyen annuel (moyenne de Q₁₀), la concentration annuelle théorique des apports en silice minérale (C_{th}) s'inscrit dans la moyenne des valeurs 84 - 87 (76,5).

Variations saisonnières

On observe en Garonne (mai-juin) et en Dordogne (juin) une baisse printanière des flux en silice minérale. Par la suite, les variations des flux suivent celles des débits (tableau 93).

TABLEAU 93

Variations saisonnières des flux en silice minérale (mol.s^{-1})
dans les fleuves



Ces minimums de printemps correspondent à une forte production primaire dans les fleuves (augmentation du taux de chlorophylle active : cf (tableau 65). Il apparaît donc clairement que ce phénomène est dû à une consommation des silicates par le développement accru d'algues unicellulaires (diatomées).

Variations hebdomadaires

Les variations hebdomadaires des flux journaliers Garonne : $27,9 \text{ mol.s}^{-1} \pm 15,0 \%$; Dordogne : $48,3 \text{ mol.s}^{-1} \pm 12,7 \%$ sont surtout dues aux fluctuations des débits, dans la mesure où les concentrations sont très stables (Garonne : $78,9 \mu\text{M} \pm 4,7 \%$; Dordogne : $108,0 \mu\text{M} \pm 2,1 \%$).

VI.3.2 Stations estuariennes

Evolution depuis 1984

Les concentrations moyennes annuelles en silice minérale dans l'estuaire semblent peu varier d'une année sur l'autre (Tableau 94, page suivante), et sont, à de rares exceptions, supérieures à la concentration théorique des apports (C_{th}).

Tableau 94

Evolution des concentrations moyennes annuelles en silice minérale (μM) dans l'estuaire

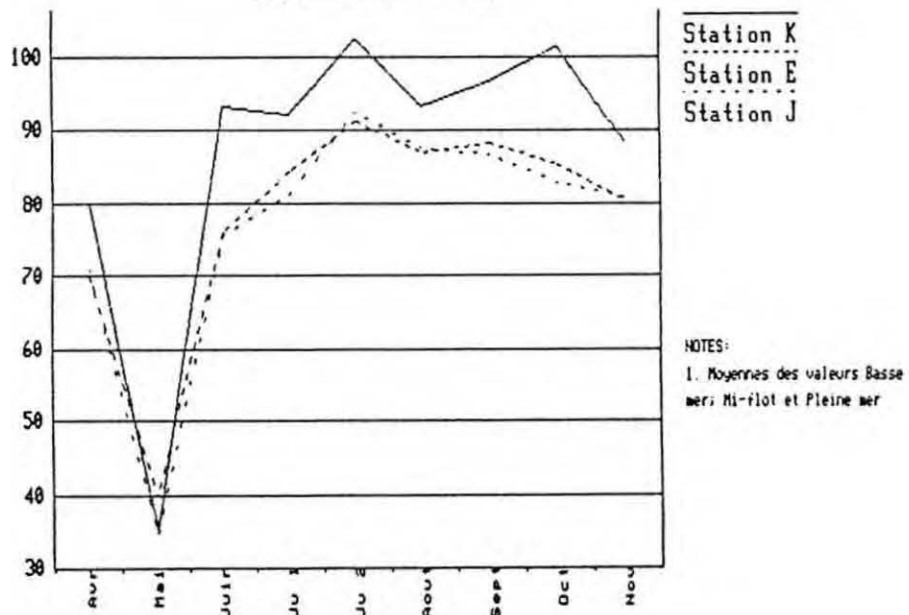
ANNEES	C_{th}	STATION K	STATION E	STATION J
1984	77,6	86,2	82,1	81,4
1985	70,5	94,4	78,8	78,1
1986	82,8	90,9	76,8	78,2
1987	75,0	86,6	77,6	76,6

Variations saisonnières

Jusqu'au mois de juin, le schéma des variations saisonnières des teneurs en silice minérale est identique à celui des fleuves, car les concentrations en silicates sont directement influencées, pour cette période aux apports fluviaux (tableau 95).

TABLEAU 95

Variations saisonnières de la silice minérale (μM) dans l'estuaire

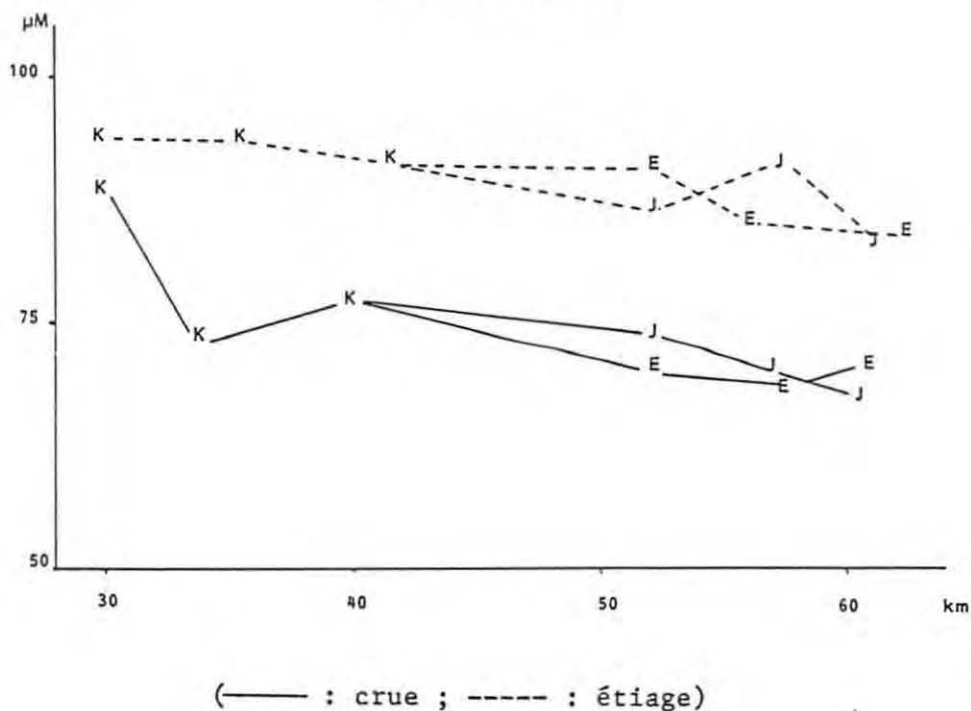


A partir du mois de juin, les concentrations dans l'estuaire remontent pour atteindre des valeurs proches des teneurs hivernales (Station K). Cet accroissement, qui ne peut être dû à des apports fluviaux faibles en cette période, semble provenir d'apports de minéraux silicatés dus au lessivage des terres environnantes par les pluies et orages estivaux (juin et juillet notamment).

Variations spatiales

Les hypothèses émises ci-dessus sont confirmées par l'étude des variations spatiales des teneurs en silicates en période de crue et en période d'étiage (tableau 96).

TABLEAU 96
Variations spatiales de la silice minérale (μM)
dans l'estuaire



En effet, en période de crue (avril) les concentrations diminuent de l'amont vers l'aval. Cette dilution se fait selon une droite de pente égale à $0,5 \mu\text{M} \cdot \text{km}^{-1}$ ($r = 0,82$). En période d'étiage les concentrations diminuent également mais selon une droite dont la pente est égale à $0,3 \mu\text{M} \cdot \text{km}^{-1}$, alors qu'elle devrait, au moins, être égale à celle de la période de crue, en raison de la remontée des eaux halines dans l'estuaire.

VII - PARAMETRES BACTERIOLOGIQUES

VII.1 GERMES AEROBIES MESOPHILESVII.1.1 Stations fluviales

Evolution de la charge bactérienne

Depuis 1984, tandis que la charge bactérienne moyenne de la Garonne reste relativement stable, on constate des fluctuations importantes de celles de la Dordogne (tableau 97).

Tableau 97

Evolution de la moyenne annuelle des germes aérobies mésophiles
(Germes par ml) dans les fleuves

ANNEES	GARONNE	DORDOGNE
1984	7.090	4.990
1985	5.590	3.710
1986	6.230	7.290
1987	6.460	5.690

La charge bactérienne de la Dordogne apparaît là très sensible à l'étiage prolongé de 1986.

- Variations saisonnières

Le maximum de la charge bactérienne est consécutif à la fin de la période d'étiage. En effet, contrairement aux observations des années précédentes, les débits importants du mois de juillet ont eu pour effet de diluer la charge bactérienne (tableau 98).

Le fait de rapporter la charge bactérienne aux matières en suspension permet d'affiner encore la période où cette dernière est la plus importante (septembre) et montre que, dans ce cas la charge bactérienne de la Dordogne est presque toujours supérieure à celle de la Garonne (tableau 99).

TABLEAU 98
Variations saisonnières de la charge bactérienne aérobie (germes par ml)
dans les fleuves

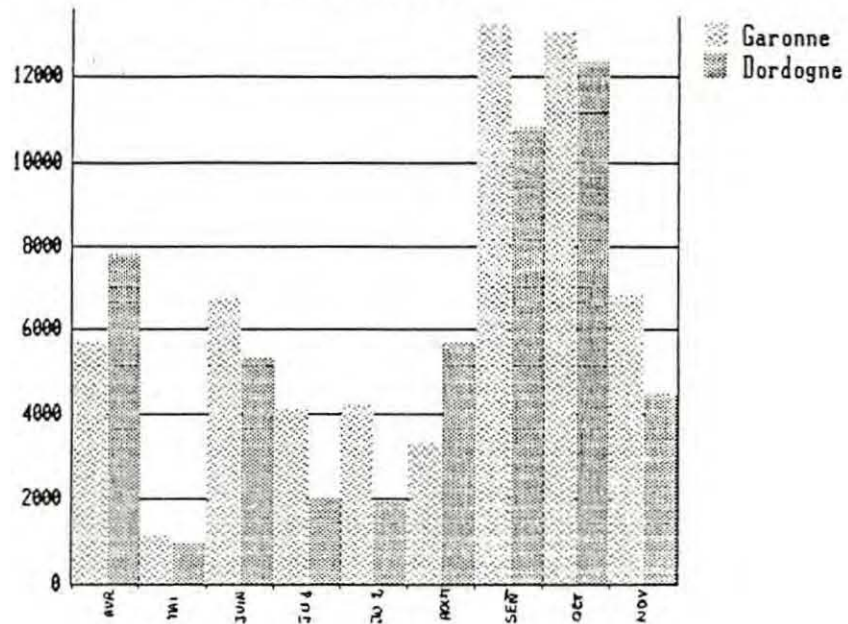
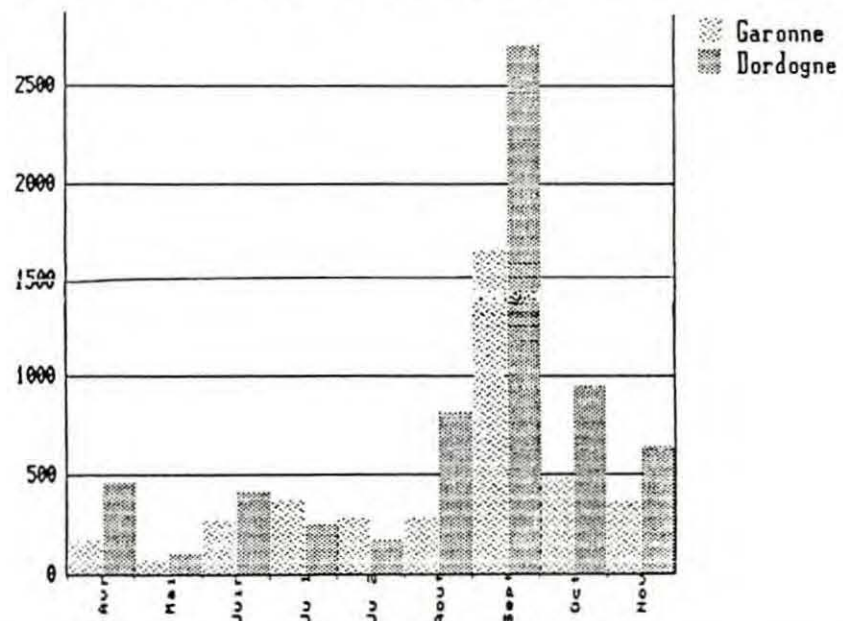


TABLEAU 99
Variations saisonnières de la charge bactérienne aérobie
(milliers de germes par mg) dans les MES des fleuves



En outre, comme nous le verrons, ce type d'analyse estompe la différence entre la charge bactérienne fluviale, d'une part, et estuarienne, d'autre part.

Variation hebdomadaire

Lors de la campagne hebdomadaire de prélèvements journaliers les dénombrements des échantillons prélevés le dimanche sont anormalement élevés (Garonne : 160.000 germes par ml ; Dordogne : 120.000 germes par ml). L'analyse bactériologique de ces échantillons n'ayant commencé que le lendemain, nous pensons que les dénombrements sont surestimés malgré les précautions prises pour la conservation des échantillons. C'est pourquoi nous avons préféré éliminer les valeurs correspondantes pour le calcul des moyennes hebdomadaires.

Avec un coefficient de variation de 40 % pour une moyenne hebdomadaire de 12.000 germes par ml, la Dordogne apparaît bactériologiquement stable. Il n'en va pas de même pour la Garonne dont le coefficient de variation est de 74 % pour une moyenne de 21.000 germes par ml.

VII.1.2 Stations estuariennes

Evolution de la charge bactérienne

L'ensemble des dénombrements de germes aérobies mésophiles, réalisés sur l'estuaire, a été séparé pour chaque station et chaque année, en quatre classes :

- Classe I : numérations > 300.000 germes par ml
- Classe II : 300.000 > numérations > 100.000 germes par ml
- Classe III : 100.000 > numérations > 10.000 germes par ml
- Classe IV : numérations < 10.000 germes par ml.

Cette classification permet de regrouper les résultats obtenus sur l'estuaire depuis 1984. (Tableau 100).

En 1987, la station K subit un réarrangement de la répartition des dénombrements (augmentation des classes II et III au détriment des classes I et IV), tandis que la charge bactérienne à la station J a tendance à se stabiliser. A la station E, par contre, on peut observer une augmentation notable de la charge bactérienne (augmentation de la classe II au détriment des classes III et IV).

Tableau 100

Evolution de la charge bactérienne dans l'estuaire (% par classe)

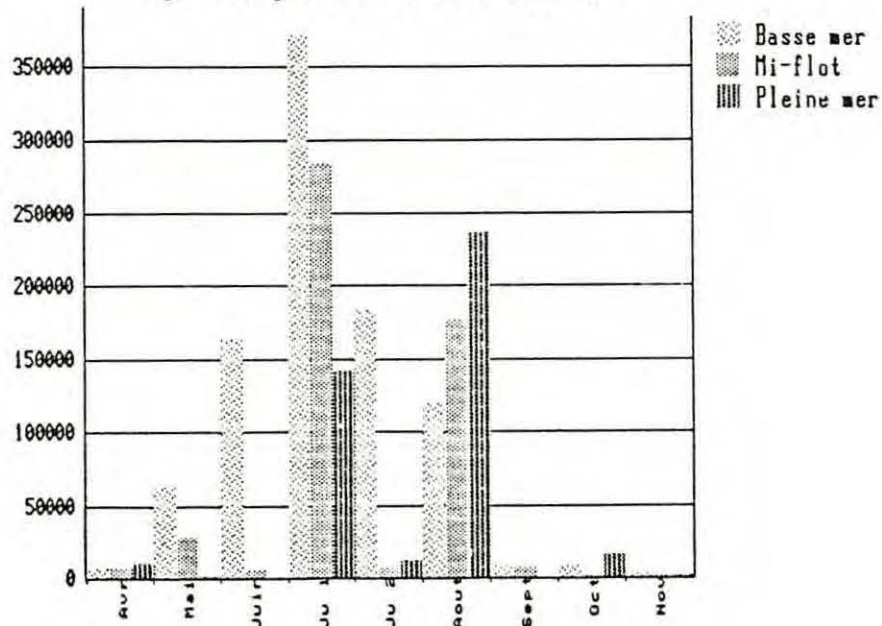
	STATION K				STATION E				STATION J			
CLASSES:	1984	1985	1986	1987	1984	1985	1986	1987	1984	1985	1986	1987
I	21	0	7	0	17	0	4	4	17	0	4	4
II	8	27	7	18	12	11	4	26	4	30	11	4
III	42	35	33	52	50	59	23	18	54	26	26	36
IV	29	35	52	30	21	30	69	52	25	44	59	56

Evolutions saisonnières

L'augmentation notable de la charge bactérienne à la station E (tableau 101), a été ressentie en période d'étiage (première campagne de juillet et campagne d'août).

TABLEAU 101

Variations saisonnières de germes aérobies mésophiles
(germes par ml) à la station E

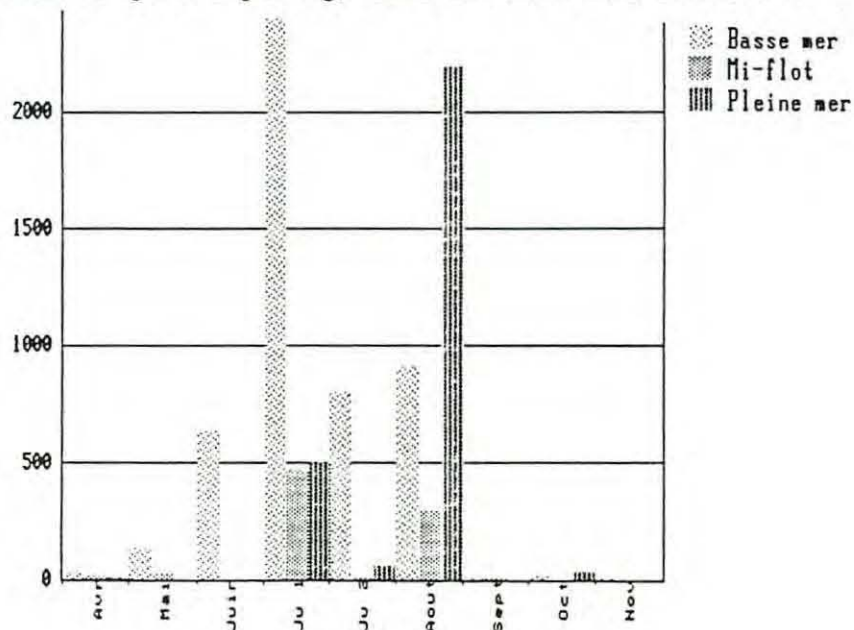


Il faut cependant noter que la forte charge de début juillet sur le chenal médian (E) a également été observée sur le chenal de navigation (J) à

basse mer et mi-flot (470.000 et 221.000 germes par ml). En revanche, celle du mois d'août passe inaperçue à la station J (basse mer : 56.000, mi-flot : 4.000 et pleine mer : 5.600 germes par ml).

L'évolution saisonnière, à la station E, de la charge bactérienne rapportée aux matières en suspension (tableau 102) montre que les deux augmentations n'ont pas la même origine. En effet, la charge bactérienne à basse mer semble croître depuis le mois d'avril pour atteindre son maximum lors de la première campagne de juillet ; ce phénomène pourrait très bien être dû à un apport d'amont bien qu'il n'apparaît pas à la station K. Par contre, la forte charge bactérienne en août à pleine mer ne semble avoir qu'une origine locale dans la mesure où elle est très isolée mais correspond cependant à une augmentation notable de la charge organique.

TABLEAU 102
Variations saisonnières de la charge bactérienne aérobie
(milliers de germes par mg) dans les MES à la station E



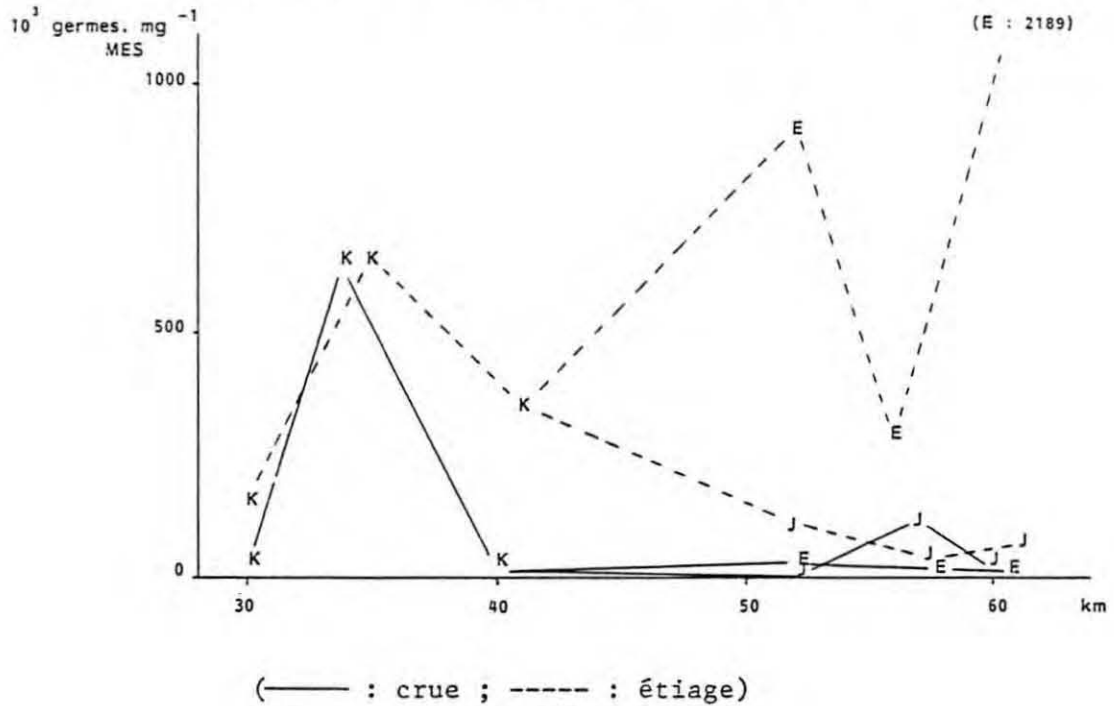
Variations spatiales

Les variations spatiales de la charge bactérienne rapportée aux MES en période d'étiage (tableau 103) sont fortement conditionnées par l'augmentation de cette charge dans le chenal médian (E).

En outre, il faut noter une augmentation de la charge au PK 35 pour les deux périodes ; la localisation de cet accroissement correspond à l'agglomération de Blaye. Notons enfin la dilution notable de la charge dans le chenal de navigation.

TABLEAU 103

Variations spatiales de la charge bactérienne aérobie dans les MES



VII.2 VIBRIO HALOPHILE

En raison de leur caractère halophile, les vibrio ne sont recherchés que sur les stations estuariennes.

Evolution depuis 1984

La constante diminution des débits moyens annuels depuis 1984 est sans aucun doute à l'origine de l'augmentation du pourcentage de numérations positives aux trois stations estuariennes (tableau 104).

Tableau 104

Pourcentage de numérations positives de vibrio halophiles sur l'estuaire

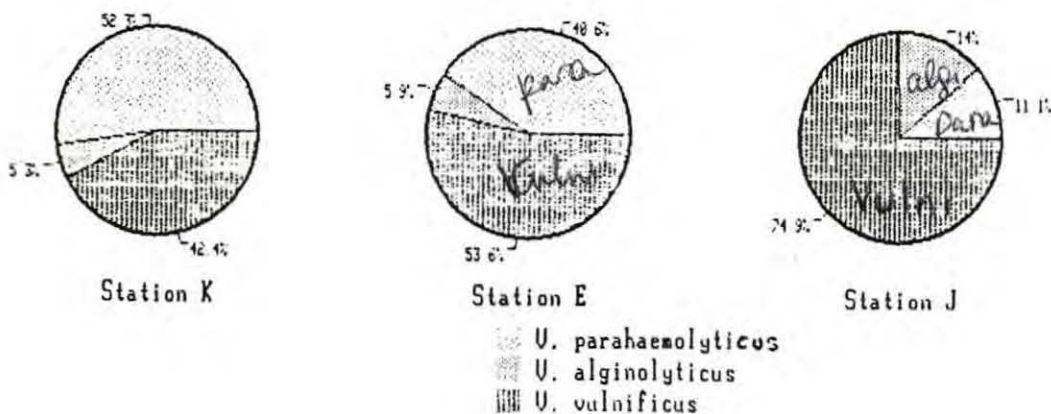
ANNEES	STATION K	STATION E	STATION J
1984	22	41	41
1985	29	56	52
1986	44	59	63
1987	55	70	68

Répartition des espèces

Outre le fait que le nombre de germes augmente de l'amont vers l'aval, on constate que la répartition de chaque espèce n'est pas la même pour chacune des trois stations estuariennes. (tableau 105)

TABLEAU 105

Répartition des vibrio halophiles dans l'estuaire



En effet, de l'amont vers l'aval, on constate une augmentation des *vibrio vulnificus* au détriment des *V. parahaemolyticus*. Cependant, il faut pondérer ce résultat, car le nombre total de germes par ml varie de 260 à la station K à 2 160 à la station E et 1 776 à la station J (sur 25 prélèvements seulement).

D'autre part, on observe une fois de plus une distorsion dans la répartition des espèces entre le chenal de navigation (Station J) et le chenal médian (Station E).

VIII - LE ZOOPLANCTON

VIII - I INTRODUCTION

L'estuaire de la Gironde, malgré sa structure complexe, est peuplé par un petit nombre d'espèces. La disparition de l'une d'entre elles pourrait avoir des conséquences graves pour l'ensemble de l'écosystème. Bien que très adaptés aux contraintes naturelles liées à la variabilité de l'environnement, les organismes estuariens vivent parfois près de leur seuil de tolérance et une contrainte supplémentaire peut leur être fatale.

Les études menées depuis 1975 ont montré l'importance quantitative du zooplancton dans l'estuaire de la Gironde (CASTEL et al., 1976 ; BOUCHET et al., 1976 ; CASTEL, 1981, 1984). La morphologie et l'hydrologie de cet estuaire permettent l'existence d'une communauté zooplanctonique autochtone, riche en individus mais comprenant un nombre restreint d'espèces : essentiellement les Copépodes Eurytemora hirundoides, Acartia bifilosa et A. tonsa, les Mysidacés Neomysis integer et Mesopodopsis slabberi. Encadrant ce type de plancton estuarien, on trouve un plancton d'origine dulçaquicole et un plancton d'origine marine beaucoup plus diversifiés mais moins abondants. Leur pénétration dans l'estuaire dépend de la balance débit fluvial / débit de marée (CASTEL & COURTIES, 1977 ; CASTEL, 1985).

La présente étude envisage les variations dans le temps, au cours de l'année 1987, des espèces dominantes, plus particulièrement celles du Copépode Eurytemora hirundoides. En effet, cette espèce est un maillon essentiel du réseau trophique et sert de nourriture notamment aux larves alécithes et alevins de poissons (éperlan, mullet, alose ...) et aux crevettes, deux ensembles qui constituent les ressources essentielles des activités de pêche dans l'estuaire de la Gironde. L'importance qualitative et quantitative de E. hirundoides nous a amenés, comme par le passé, à examiner la structure démographique de cette espèce.

Les études antérieures ayant montré le rôle des processus de colonisation et de dispersion pour expliquer l'évolution des populations au point E, il a été décidé, en 1984, d'augmenter le nombre de stations dans cette zone. Les prélèvements effectués au point J (pk 52, chenal de navigation) et K (pk 30) devraient nous permettre d'avoir une meilleure idée de l'origine et du devenir de ces populations.

Enfin, il convient de souligner que les résultats acquis sur les variations spatio-temporelles de E. hirundoides doivent être mis en parallèle avec les données obtenues en élevage au laboratoire (POLI, 1982 ; CASTEL et al., 1983 ; POLI & CASTEL, 1983 ; CASTEL & FEURTET, 1985 ; VEIGA & CASTEL, 1986).

VIII - 2 MATERIEL ET METHODES

VIII - 2.1 Opérations sur le terrain

En même temps que chaque prélèvement de zooplancton sont mesurées : la vitesse et la direction du courant, la température, la salinité et la profondeur.

VIII - 2.1.1 Echantillonnage du zooplancton

Les prélèvements sont effectués à l'aide d'un filet de type WP₂, 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 m². 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 2 minutes en moyenne (le bateau est ancré pendant la durée des opérations).

Le volume filtré est calculé à partir de la vitesse du courant et à l'aide d'un volu-compteur. Le coefficient de filtration est également évalué périodiquement. 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 passant dans l'ouverture du filet est ainsi comparée à la vitesse du courant à l'extérieur. Le coefficient moyen de filtration est compris entre 70 et 81 %, ce qui correspond aux normes généralement admises (TRANter & SMITH, 1968). L'échantillon issu du collecteur est concentré puis stocké dans un flacon de 500 ml.

VIII - 2.1.2 Estimation de la mortalité

Afin de déterminer la mortalité naturelle du zooplancton lors du prélèvement, une solution de rouge neutre (concentration finale : 1 / 100.000^{ème} environ) est ajoutée à chaque échantillon. Après une heure d'imprégnation, le prélèvement est fixé (formaldéhyde à 5 %) puis acidifié à l'aide d'un mélange tamponné d'acide acétique et d'acétate de sodium (solutions 1 N en volumes égaux). L'acidification est en effet nécessaire pour maintenir la coloration rouge caractéristique des individus vivants. Cette méthode de coloration vitale est décrite en détail par DRESSEL et al. (1982).

VIII - 2.1.3 Calendrier des prélèvements

Les prélèvements ont été effectués toutes les deux à trois heures en moyenne pendant un demi cycle de marée. A chaque sortie et à chaque station, 10 prélèvements sont ainsi réalisés (5 en surface et 5 au fond). Au total, 270 échantillons ont été récoltés aux points E, J et K entre le 7 avril et le 19 novembre 1987.

VIII - 2.2 Traitement des échantillons au laboratoire

VIII - 2.2.1 Estimation de la mortalité

De retour au laboratoire les échantillons sont placés à une température de 4°C. Ceci permet de conserver la coloration des zooplanctontes pendant plus d'une semaine. En effet, à température ambiante, la coloration ne se maintient guère au delà de 48 h. Au cours des premiers jours suivant le prélèvement, quelques échantillons sont pris au hasard en vue de l'estimation de la mortalité (les animaux vivants sont colorés en rouge foncé tandis que les individus morts apparaissent blanc à rose pâle). Les résultats sont présentés en pourcentages de mortalité, tous stades confondus.

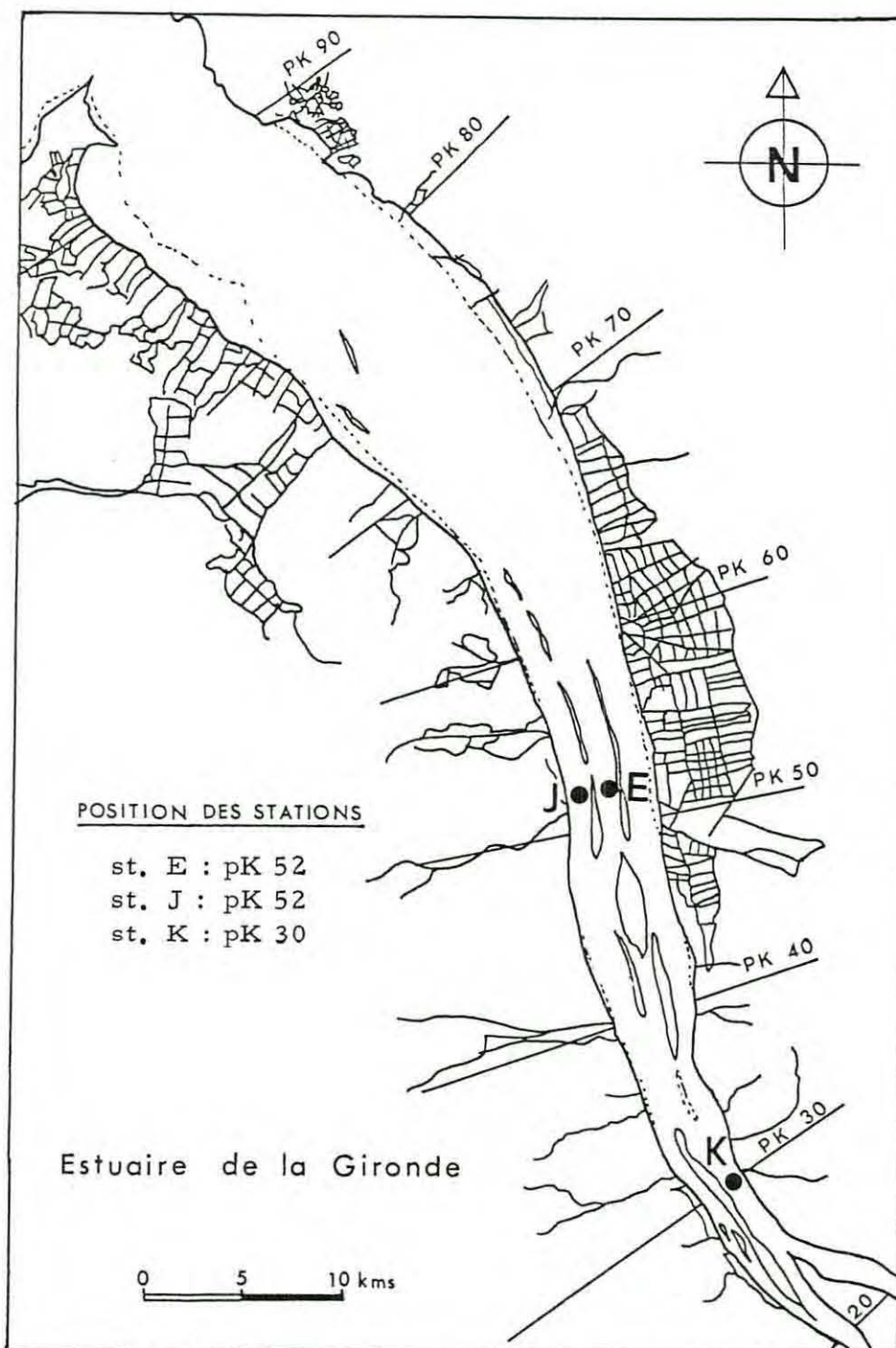
VIII - 2.2.2 Pré-traitement des échantillons

Les prélèvements contiennent très souvent une proportion importante de particules non vivantes (organiques = débris de lignine ou inorganiques = sable, mica) qui gênent les comptages. La séparation entre zooplancton et tripton n'est pas possible à réaliser rapidement dans de bonnes conditions.

Le pré-traitement des échantillons consiste à éliminer les particules les plus fines par lavage sur un tamis de 100 µm et à séparer les particules les plus lourdes (sable en particulier) par élutriation.

Les plus grosses particules, qu'elles soient vivantes (macrofaune vagile : Décapodes, Mysidacés, Poissons ; macroplancton : Méduses) ou non vivantes (feuilles, morceaux de bois, algues), 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).



Rappel de la
Carte de l'estuaire de la Gironde avec emplacement des stations.

VIII - 2.2.3 Comptage 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 l'embout fait 4 mm de diamètre. En opérant toujours de la même façon, cette méthode permet d'obtenir des résultats comportant un faible pourcentage d'erreur (EDMONSON, 1971).

Le sous-échantillon est ensuite placé dans une cuvette de Dollfus 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 par sous-échantillon. Ce chiffre correspond à une erreur relative comprise entre -26 % et +31 % sur l'estimation du nombre total d'individus (FRONTIER, 1972). Ces limites sont admises par tous les auteurs ; le comptage d'un plus grand nombre d'individus n'apporterait que peu de précisions supplémentaires.

VIII - 2.3 Exploitation des données

VIII - 2.3.1 Présentation graphique des résultats

La présentation graphique de la plupart des résultats utilise la transformation $\log^2 (N + 1)$ préconisée par FRONTIER (1969).

La représentation en échelle logarithmique, souvent employée, est quelquefois mal commode à cause de l'étendue des valeurs à porter sur les graphes. Ainsi, dans l'estuaire de la Gironde les densités zooplanctoniques varient dans une gamme de 1 à 10 000. D'autre part, cette représentation ne donne aucune indication sur le degré de signification des résultats. En effet, en raison de la dispersion aléatoire des organismes dans le milieu naturel, les faibles valeurs d'effectifs représentent moins probablement leur valeur moyenne que les fortes. Par exemple une variation de 1 à 5 est souvent due au hasard.

L'échelle logarithmique est également utilisée fréquemment parce qu'elle réduit les écarts entre les fortes et les faibles valeurs. Cependant, elle attribue une importance égale à une variation relative de même amplitude, 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'une modèle mathématique de distribution ; c'est une méthode de représentation des résultats.

VIII - 2.3.2 Traitement des résultats

Le traitement des données repose en grande partie sur la comparaison de moyennes entre stations ou entre saisons. Les tests statistiques paramétriques exigent que les données soient distribuées selon la loi normale et que les variances soient homogènes. La transformation logarithmique permet de réunir ces deux conditions. L'égalité des variances (ou hypothèse d'homoscédasticité) est vérifiée par le test de Hartley qui est le rapport de la variance la plus forte sur la variance la plus faible. Ce rapport est comparé à la table de distribution de F. Si F observé est inférieur à F théorique, les deux variances ne diffèrent pas significativement.

La comparaison de deux moyennes observées sur deux séries d'échantillons est basée sur la valeur du t de Student. Si "t" est inférieur à la valeur lue dans la table pour un risque choisi, l'hypothèse nulle qu'il n'y a pas de différence significative entre les moyennes ne peut être rejetée.

Afin de mieux appréhender les variations spatiales de certains paramètres au sein de l'estuaire, les différentes valeurs observées sur les stations E, J et K ont été réparties autour du point de prélèvement en fonction de la distance obtenue par intégration de la courbe vitesse du courant = f(temps). Les répartitions obtenues ont été étudiées pour les campagnes d'avril (crue) et d'août (étiage) 1987, en prenant comme origine les prélèvements effectués à basse mer.

VIII - 3 EVOLUTION TEMPORELLE DES PRINCIPAUX CONTINGENTS AU POINT E

Copépodes et Mysidacés constituent l'essentiel du zooplancton dans cette zone. Les espèces dominantes sont les Copépodes Eurytemora hirundoides, Acartia bifilosa et A. tonsa, ainsi que les Mysidacés Neomysis integer et Mesopodopsis slabberi. Une autre espèce autochtone, le Célentéré Nemopsis bachei, est observée sporadiquement en été ; trop peu représentée, elle n'est pas prise en considération dans cette étude.

VIII - 3.1 Variations des effectifs du Copépode Eurytemora hirundoides

Les résultats portent sur la dixième série consécutive d'observations effectuées au point E (pk 52).

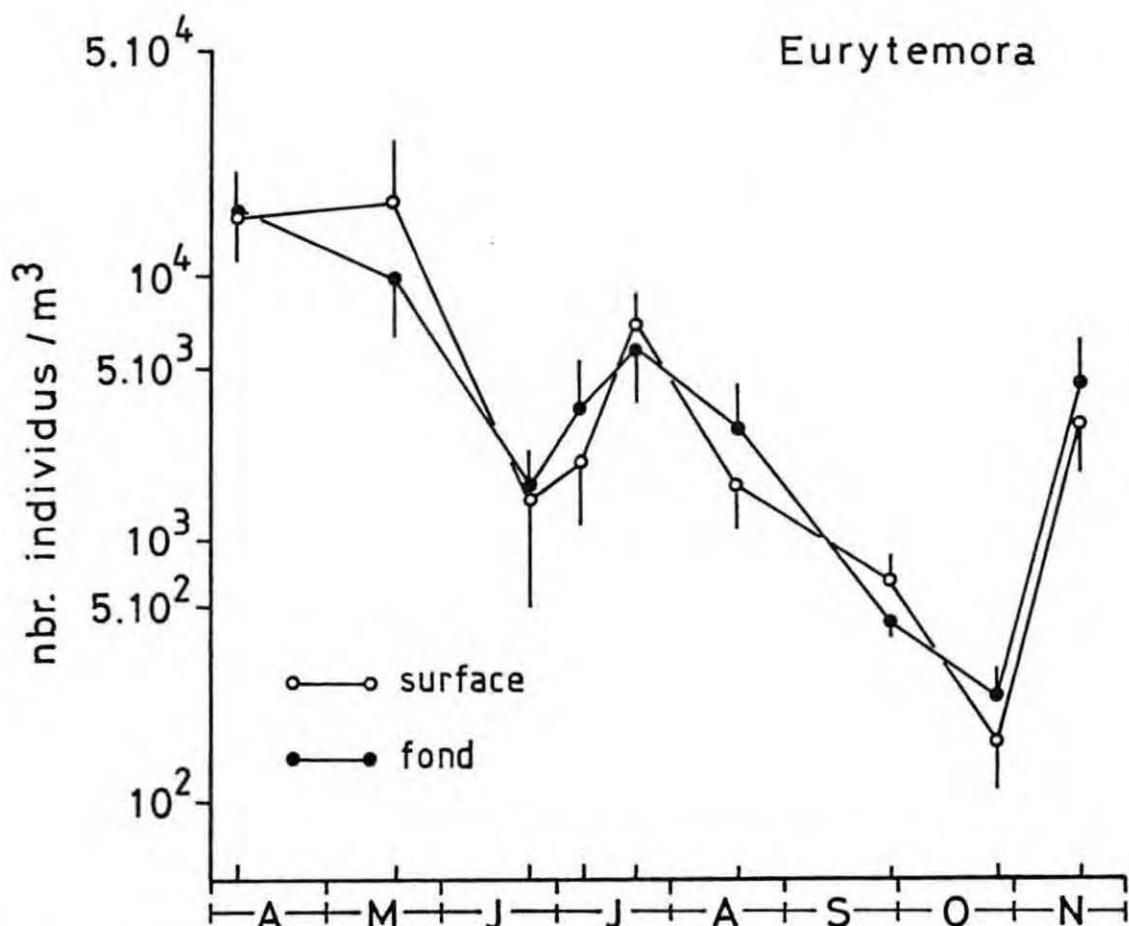


TABLEAU 106 : Variation des effectifs du Copépode Eurytemora hirundoides (+ erreur standard sur 5 prélèvements) au point E (pk 52), en surface et au fond (année 1987).

Les Copépodes sont largement dominés par l'espèce Eurytemora hirundoides qui constitue toujours plus de 80 % du zooplancton. Cette espèce est généralement un peu plus abondante au fond qu'en surface (6 fois sur 9) ; les différences sont toutefois peu significatives.

Le maximum d'abondance se situe en avril-mai avec un pic noté le 7 avril. La date de ce pic d'abondance est un peu plus précoce qu'habituellement puisque le maximum annuel est généralement observé en mai (sauf en 1984 où le pic s'est situé également en avril). Toutefois, la différence entre les prélèvements d'avril et de mai 1987 est très faible.

La valeur du maximum d'effectif (16 000 ind./m³ en 1987) est inférieure à la moyenne générale des maxima établie sur les neuf précédentes années de prélèvements (20 300 ind./m³). Plus généralement, l'abondance moyenne annuelle de Eurytemora hirundoides en 1987 (5 200 ind./m³) est un peu inférieure à celle de 1986 (5 900 ind./m³) et nettement inférieure à celle de 1985 (7 000 ind./m³). Cette tendance à la diminution se poursuit depuis 1984 et doit être mise en relation avec la diminution des débits fluviaux (770 m³/s en 1987 contre 960 m³/s en 1984). De faibles débits fluviaux diminuent en effet la dispersion des populations dans l'estuaire.

Après le maximum annuel de printemps, les effectifs décroissent très sensiblement fin juin. Cette chute a probablement une cause purement hydrodynamique. En effet, le 23 juin on a relevé de fortes vitesses de courant orientées vers l'aval (1 m/s en surface) non compensées par les courants de flot. Ceci a entraîné une très nette baisse des courants résiduels (qui sont généralement dirigés vers l'amont) et donc un déplacement des populations vers l'aval. La reprise des effectifs fin juillet résulte du phénomène inverse : forts courants de flot et vitesses résiduelles orientées vers l'amont, ramenant les populations au niveau du point E.

De juillet à octobre, on constate une chute régulière des effectifs causée par l'intrusion saline induisant une augmentation des salinités qui passent de 4,6 ‰ le 7 juillet à 9,3 ‰ le 29 septembre. E. hirundoides, espèce oligohaline, a un preferendum entre 0,5 et 5 ‰, ce qui explique la diminution d'abondance observée au cours de cette période. Des salinités inférieures à 4 ‰, associées à une augmentation des débits fluviaux et à une diminution des températures après le maximum estival permettent à nouveau le développement des populations en novembre.

VIII - 3.2 Variations des effectifs des Copépodes Acartidés

Acartia bifilosa est principalement localisée dans la partie méso-polyhaline de l'estuaire. Elle vit généralement à des salinités comprises entre 5 et 25 ‰. Sa présence au point E dépend en grande partie de l'intrusion saline, c'est pourquoi elle est plus abondante en été (tab. 107). Les effectifs sont toujours plus importants au voisinage du fond (courant de flot) qu'en surface (courant de jusant).

L'année 1987 se caractérise par la présence de deux pics (mai et septembre) et de faibles densités par rapport à 1986. En 1987, les salinités sont restées inférieures à celles de 1986 au cours de la période juillet-novembre (5,5 ‰ contre 7,9 ‰), ce qui témoigne d'une moins grande pénétration de l'intrusion saline et explique donc les effectifs plus faibles en Acartia (maximum : 206 ind./m³). Rappelons que l'abondance en A. bifilosa avait été particulièrement importante en 1986 (maximum : 13 000 ind./m³). En octobre-novembre, l'espèce n'est plus présente au point E, les salinités moyennes ne dépassant pas 4 ‰.

Acartia tonsa, qui est une espèce thermophile et euryhaline, présente un maximum en septembre (T. 107) comme les années précédentes. Ses effectifs, plus élevés au fond qu'en surface, sont toujours assez faibles, (maximum de l'ordre de 300 ind./m³) mais sont comparables à ceux observés habituellement.

VIII - 3.3 Variations des effectifs des Mysidacés

Les Mysidacés ont une abondance moyenne très inférieure à celle des Copépodes mais représentent, en biomasse, un contingent non négligeable dans le domaine pélagique. Ils sont représentés, dans l'estuaire de la Gironde, par deux espèces autochtones : Neomysis integer et Mesopodopsis slabberi. La première espèce vit plutôt dans la partie amont de l'estuaire, tandis que la deuxième colonise l'aval. Elles sont limitées vers l'amont par les isohalines 0,5 ‰ et 5 ‰ respectivement.

Ces deux Mysidacés ont été récoltés d'avril à novembre 1987 (T. 108), en nombres à peu près comparables. Conformément au schéma habituel, N. integer est dominant au début de l'été (juillet) tandis que M. slabberi présente un maximum d'abondance un peu plus tard, en août. D'une manière générale, N. integer est plus abondant au voisinage du fond tandis que M. slabberi a des effectifs plus élevés en surface.

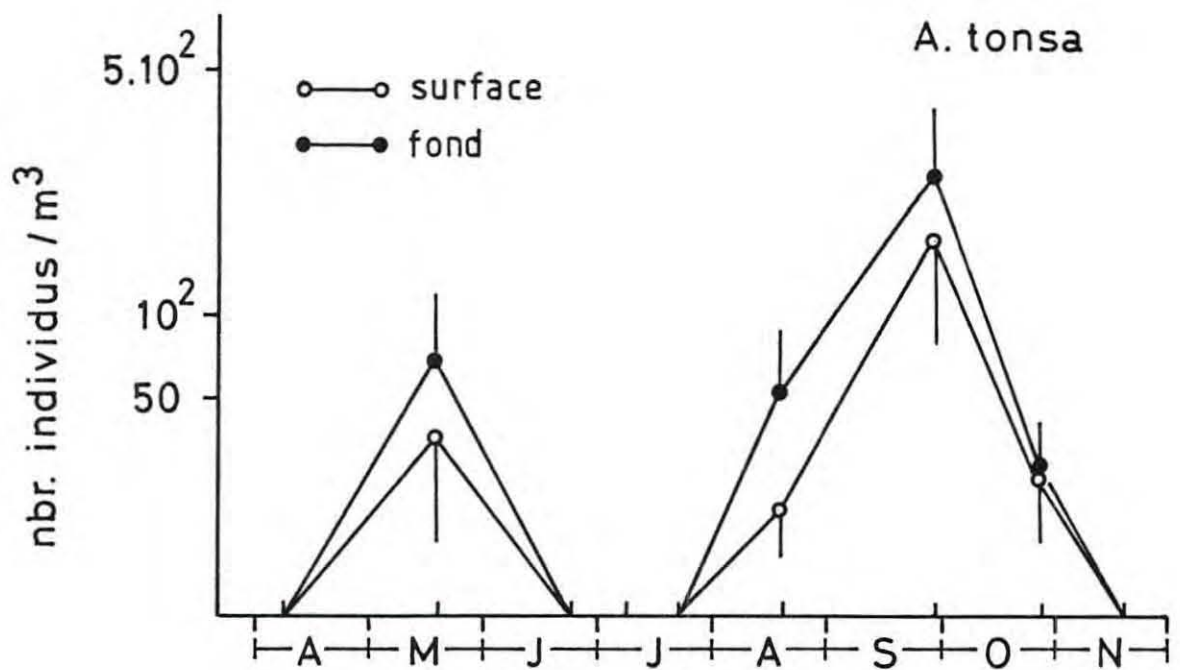
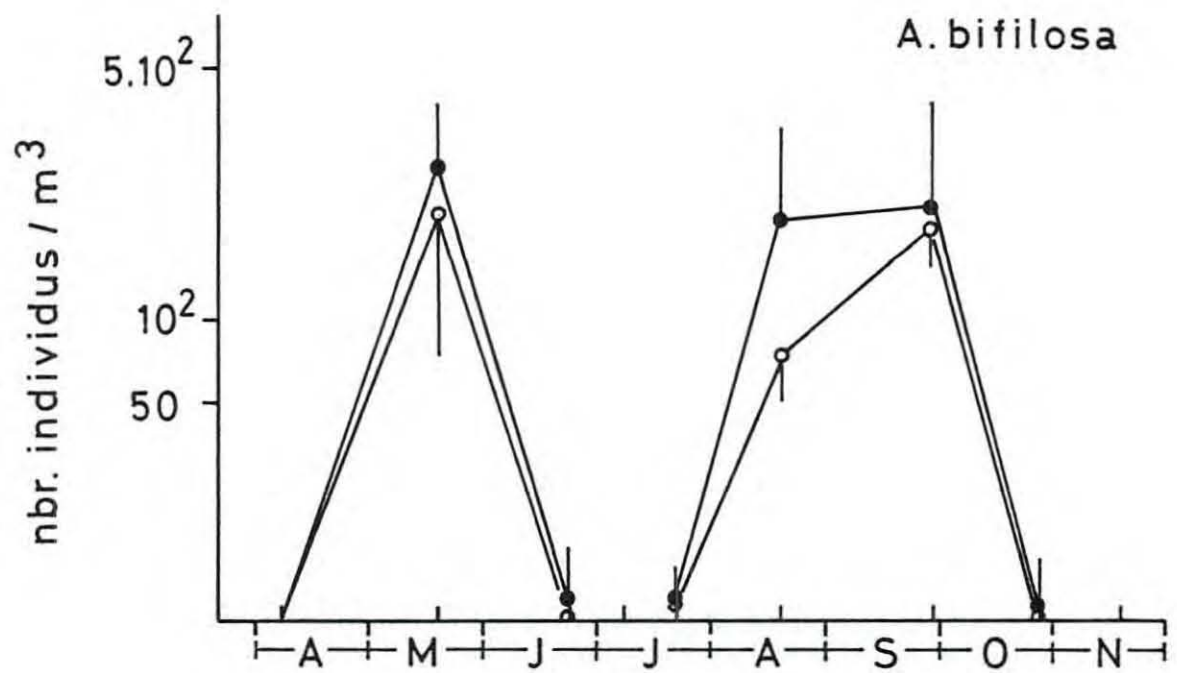


TABLEAU 107 : Variations des effectifs des Copépodes *Acartia bifilosa* et *A. tonsa* au point E (pk 52) au cours de l'année 1987.

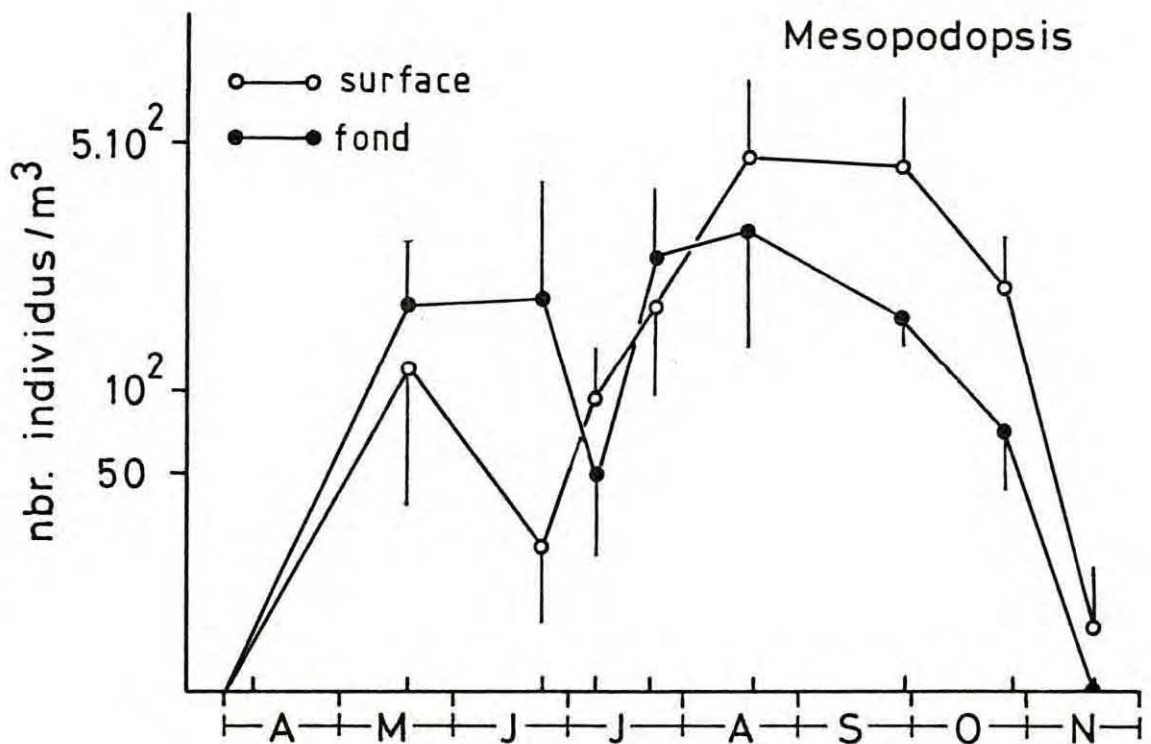
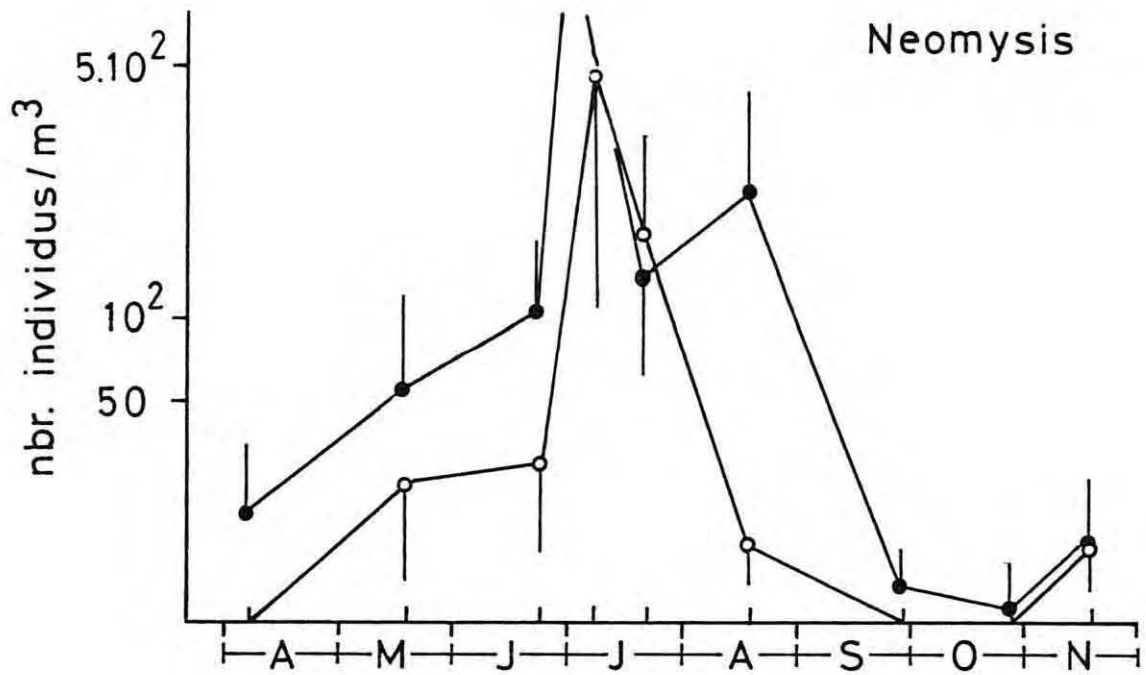


TABLEAU 108 : Variations des effectifs des Mysidacés Neomysis integer et Mesopodopsis slabberi au point E (pk 52) au cours de l'année 1987.

Les effectifs moyens de Neomysis integer en 1987 (101 ind./m³) sont un peu supérieurs mais restent comparables à ceux des années précédentes (entre 57 et 69 ind./m³ pour la période 1984-1986). Toutefois le pic d'abondance de juillet est particulièrement élevé (de l'ordre de 500 ind./m³). Un maximum du même ordre de grandeur avait été relevé en 1984.

Mesopodopsis slabberi présente des densités comparables à celles de l'espèce précédente (T.108) L'abondance moyenne (170 ind./m³) est de beaucoup inférieure à celle de 1986 (930 ind./m³) qui avait été une année particulièrement favorable à Mesopodopsis. Les valeurs de densité rejoignent celles de 1984 (229 ind./m³) et de 1985 (133 ind./m³). Comme pour le Copépode Acartia bifilosa, il semble que cette différence entre 1987 et 1986 soit due à une baisse de l'importance de l'intrusion saline. Il est par ailleurs intéressant de noter le parallélisme entre l'évolution de A. bifilosa (T.107) et celle de M. slabberi (T.108) deux espèces inféodées à la même masse d'eau et dont la présence au point E dépend largement de l'hydrologie.

VIII - 4 STRUCTURE DEMOGRAPHIQUE DE EURYTEMORA HIRUNDOIDESVIII - 4.1 Production des œufs

L'évolution dans le temps du nombre moyen d'œufs par sac ovigère est souvent difficile à interpréter car elle dépend de deux facteurs principaux : la température de l'eau et la quantité de nourriture disponible. En effet, il existe une relation inverse entre le nombre d'œufs par sac ovigère et la température de l'eau (POLI & CASTEL, 1983). Une relation du même type existe entre la fécondité et la quantité de M.E.S. (CASTEL & FEURTET, 1985), d'importantes turbidités étant préjudiciables au développement du phytoplancton qui est une source de nourriture importante.

En 1987 la fécondité apparaît particulièrement faible ($6,4 \pm 0,6$ œufs par sac ovigère en moyenne). Elle est un peu plus basse qu'en 1986 ($9,1 \pm 1,5$ œufs par sac). Cette tendance à la diminution est nette depuis le début du suivi (T.109). On remarquera la quasi-absence de variations saisonnières en 1987, notamment la faible hauteur du pic de printemps. Il semble par ailleurs que ce pic printanier soit de plus en plus précoce (fin mai en 1978-80, mi-mai en 1981-83 et avril en 1984-86). En 1987 il a peut-être eu lieu avant les premiers prélèvements effectués en avril. On observe habituellement un deuxième pic de fécondité fin-juillet ou début août. Il est pratiquement inexistant en 1987. Les mesures faites en 1985-86 permettent de penser que l'augmentation du nombre d'œufs constatée fin juillet est la conséquence d'un bloom phytoplanctonique ayant pris naissance dans la partie fluviale de l'estuaire (T.110). Or ce bloom n'a pas été constaté en 1987, ce qui pourrait expliquer l'évolution particulière de la fécondité.

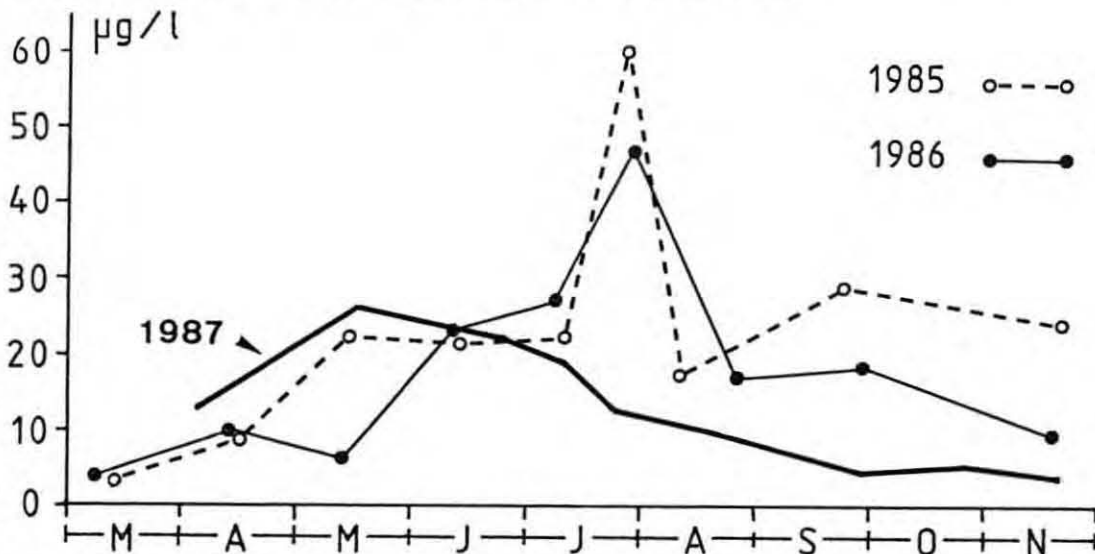


TABLEAU 109: Concentration en chlorophylle a dans les fleuves (moyenne entre Garonne et Dordogne).

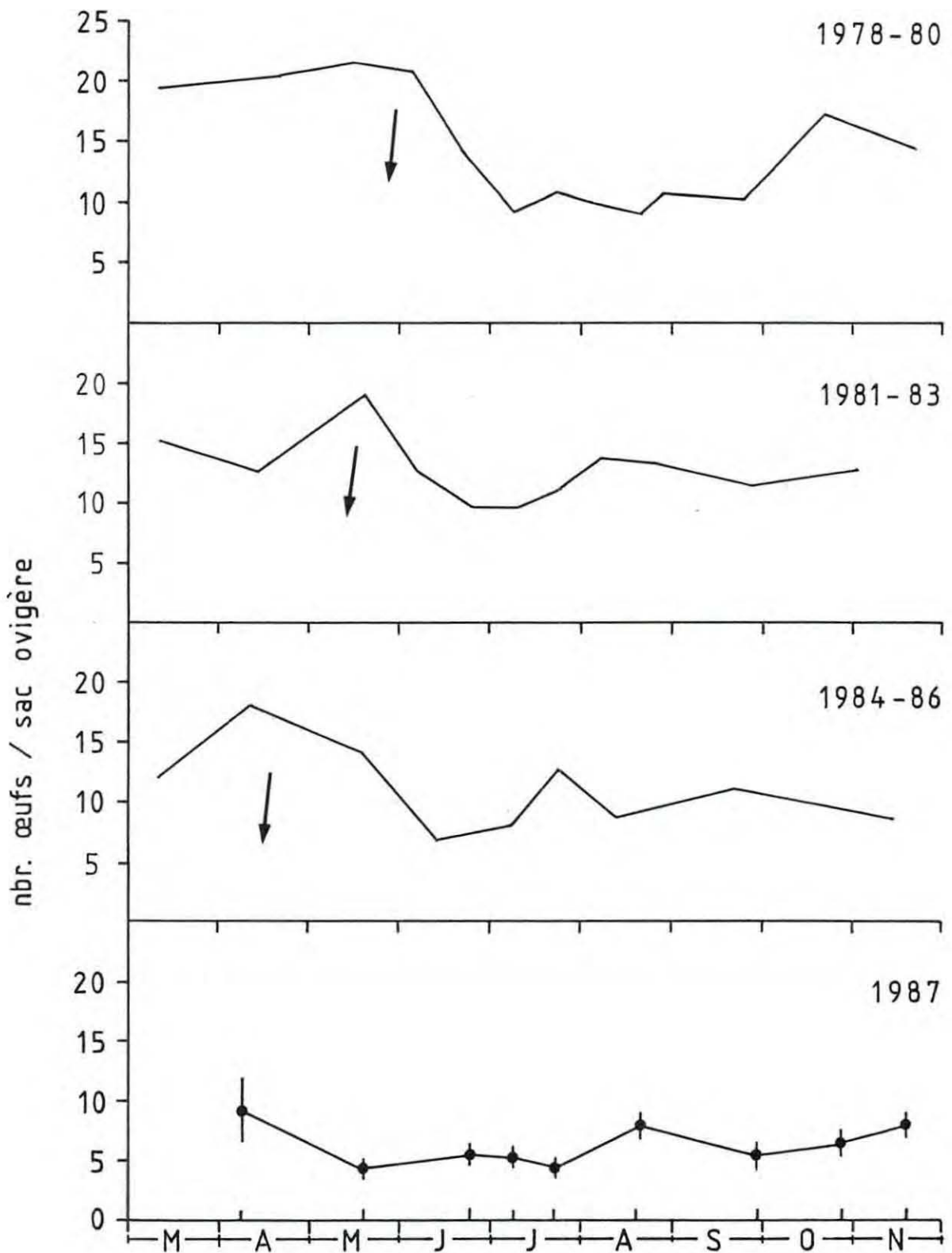


TABLEAU 110: Evolution dans le temps du nombre moyen d'œufs par sac ovigère chez Eurytemora hirundoides au point E.

VIII-4.2 Structure des populations

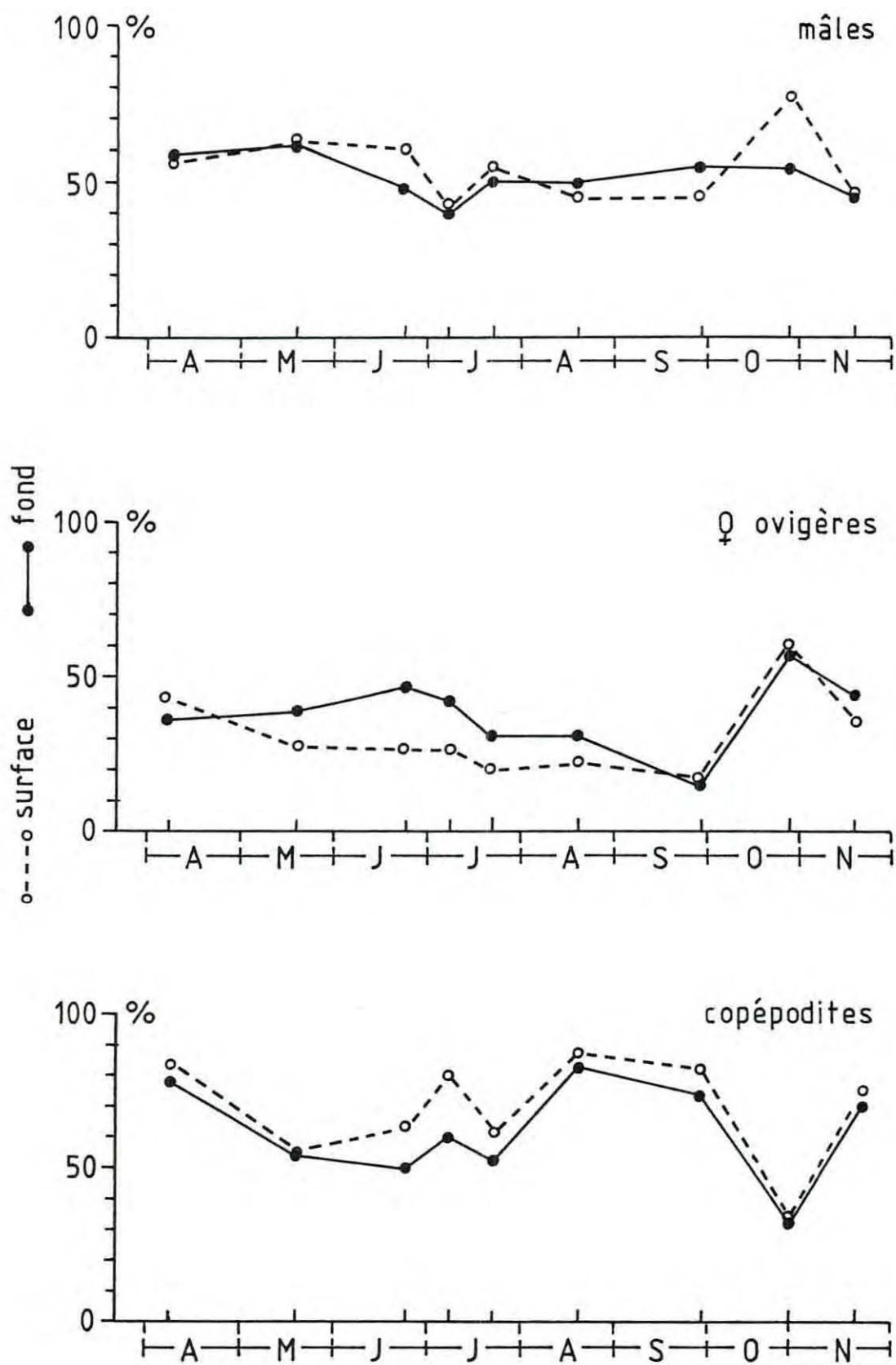
La figure 7 représente l'évolution des principaux paramètres de structure des populations du Copépode Eurytemora hirundoïdes : pourcentage de mâles par rapport aux adultes, pourcentage de femelles ovigères par rapport à l'ensemble des femelles, pourcentage de copépodites par rapport à la population totale. Aucun des paramètres envisagés ne présente de différence réellement significative entre la surface et le fond mais les copépodites semblent se tenir plutôt en surface (8 fois sur 9) tandis que les femelles ovigères sont un peu plus abondantes au voisinage du fond (6 fois sur 9). Les mâles sont en proportion généralement plus élevée à la surface (5 fois sur 9).

L'évolution dans le temps des principaux paramètres démographiques de Eurytemora hirundoïdes correspond à des successions de cohortes qui se chevauchent, ce qui rend délicate toute interprétation détaillée.

Le sex-ratio ou rapport des sexes (calculé pour les adultes) est toujours en faveur des mâles sauf au début juillet. Les valeurs moyennes pour l'année 1987 (55,8 % en surface et 51,4 % au fond) sont comparables à celles des années précédentes (53,8 % en surface et 51,6 % au fond sur les neuf précédentes années de surveillance).

Les variations du pourcentage de femelles ovigères sont difficiles à interpréter. Cette proportion est assez constante au printemps (avril-début juillet) ; elle oscille autour de 35 %. L'activité reproductrice diminue en été, jusqu'à 15 % fin septembre, puis reprend en automne. Cette augmentation automnale est reproductible d'une année à l'autre. Plus généralement, les valeurs moyennes (31,5 % en surface et 37,9 % au fond) sont un peu plus élevées qu'en 1986. On observe d'ailleurs une tendance à l'augmentation de la proportion de femelles ovigères depuis 1984. Cette proportion est même, en 1987, supérieure à la moyenne générale (28,5 % en surface et 35,5 % au fond).

Le pourcentage de copépodites est le paramètre le plus variable. Les valeurs les plus fortes sont atteintes en avril, au moment du maximum d'abondance de la population. Les valeurs moyennes pour 1987 (69,1 % en surface et 61,7 % au fond) sont du même ordre de grandeur que celles des années précédentes (67,4 % en surface et 62,1 % au fond en moyenne sur neuf ans).



TABEAU 111: Evolution dans le temps des principaux paramètres démographiques du Copépode *Eurytemora hirundoïdes* au point E (pk 52) au cours de l'année 1987.

VIII - 4.3 Mortalité du Copépode Eurytemora hirundoides

Le pourcentage de mortalité de E. hirundoides, déterminé par la technique de coloration vitale, apparaît très faible.

En ce qui concerne le point E (T.112) l'évolution au cours du temps est peu sensible. Les valeurs se situent en général en dessous de 1 % même en été. La plus forte valeur (1,4 %) a été observée en août.

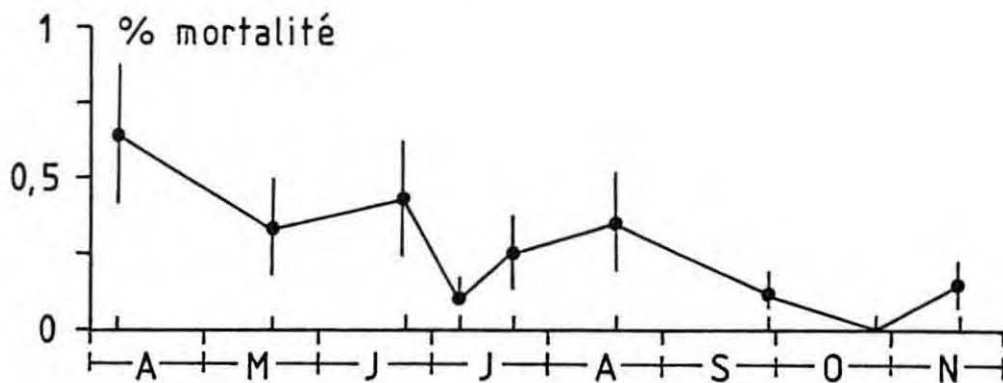


TABLEAU 112: Evolution du pourcentage de mortalité du Copépode Eurytemora hirundoides au point E.

VIII - 5 COMPARAISON DE L'EVOLUTION DES PRINCIPAUX CONTINGENTS AUX POINTS E, J ET K

Les espèces dominantes sont identiques dans les trois stations mais leur représentativité est différente. Au point le plus amont (pk 30), notamment à marée basse, on trouve quelques espèces dulçaquicoles (Acanthocyclops sp, Bosmina sp, Daphnia sp, etc) mais leur abondance est toujours très faible.

Les comparaisons entre stations reposent sur la moyenne de tous les prélèvements effectués au cours d'une marée pour chaque mission.

VIII - 5.1 Variations des effectifs du Copépode Eurytemora hirundoides

E. hirundoides constitue l'essentiel du peuplement de Copépodes dans les trois stations étudiées. En moyenne, sur l'année, l'abondance de cette espèce est un peu plus faible au point E ($5\,263 \pm 2\,062$ ind./m³) qu'au point J ($6\,444 \pm 1\,970$ ind./m³). Au point K Eurytemora présente des abondances moyennes intermédiaires ($5\,788 \pm 1\,969$ ind./m³). Les valeurs des pics d'abondance sont pratiquement identiques pour les trois stations : $15\,950 \pm 2\,760$ ind./m³ au point E, $17\,679 \pm 2\,470$ ind./m³ au point J et $15\,530 \pm 6\,450$ ind./m³ au point K.

L'évolution dans le temps des effectifs est à peu près semblable dans les stations E et J (T113) avec un maximum d'abondance comparable en avril-mai et un minimum fin octobre. Toutefois, les effectifs décroissent plus vite au point E qu'au point J en juin-juillet. Au pk 30, les variations d'abondance sont particulières et présentent deux phases : une période de fortes valeurs (avril à début juillet) suivie d'une période pendant laquelle les effectifs sont plus faibles mais stables (juillet à novembre).

Une analyse plus fine de la comparaison entre stations est donnée dans le tableau 1. Pour chaque mission, les moyennes de densités sont comparées à l'aide du test t de Student. L'hypothèse nulle H₀ est que les différences ne sont pas significatives.

L'examen (tableaux 113 et 114) permet un certain nombre de commentaires. Si globalement, l'évolution saisonnière des densités en E et J (pk 52) est assez semblable, il existe des points singuliers en juin, juillet et août où les effectifs sont significativement supérieurs en J. Ils sont également un peu plus importants en septembre et octobre mais de manière non significative. La période juin-octobre est caractérisée par de très faibles débits, ne dépassant pas 650 m³/s. Les conditions d'étiage, caractérisées en particulier par un manque de circulation

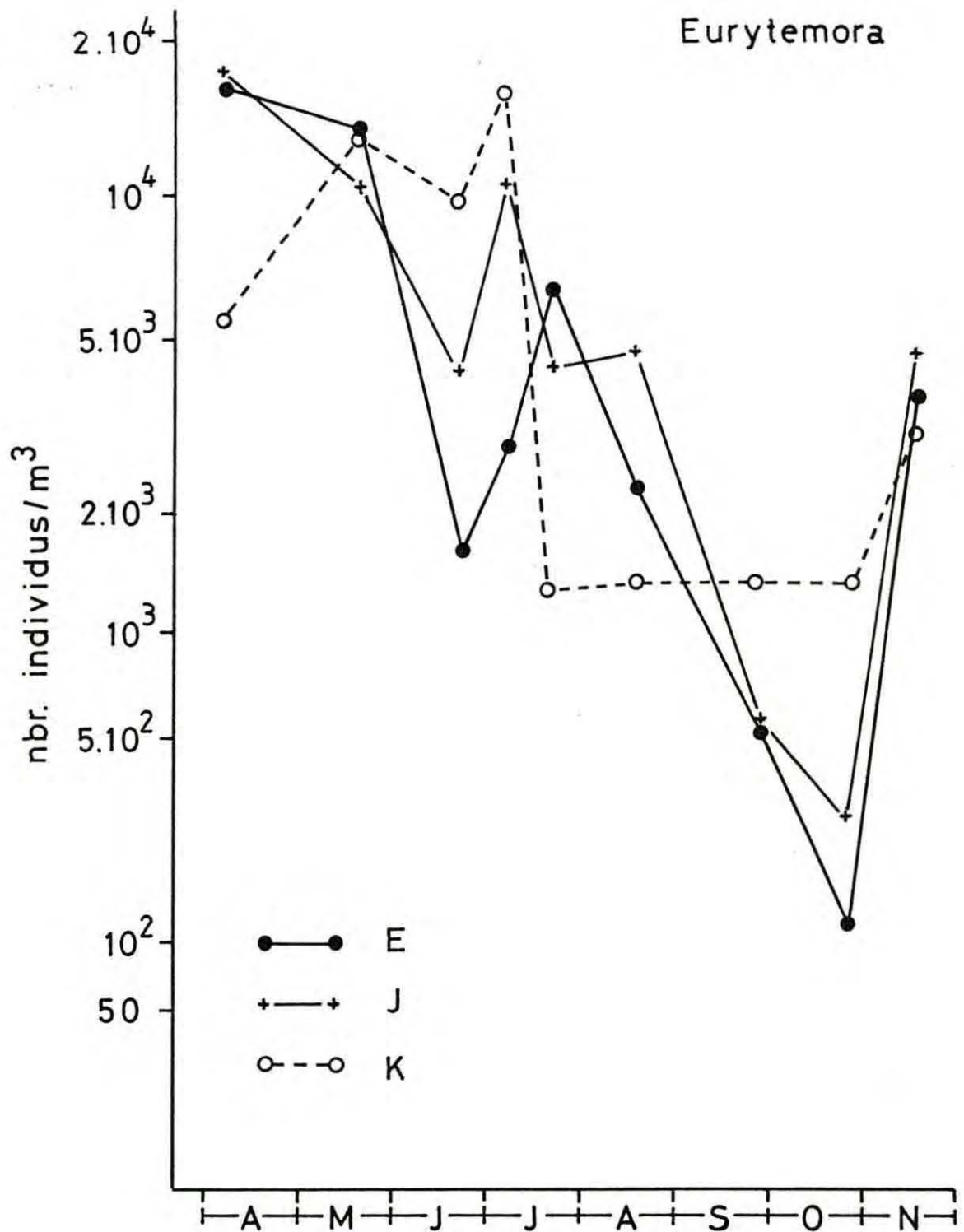


tableau .113 Variations des effectifs du Copépode Eurytemora hirundoides aux points E (pk 52), J (pk 52) et K (pk 30) au cours de l'année 1987.

des eaux, se font sentir davantage dans le chenal médian (point E) que dans le chenal de navigation (point J). Ceci explique un meilleur développement de l'espèce dans ce dernier.

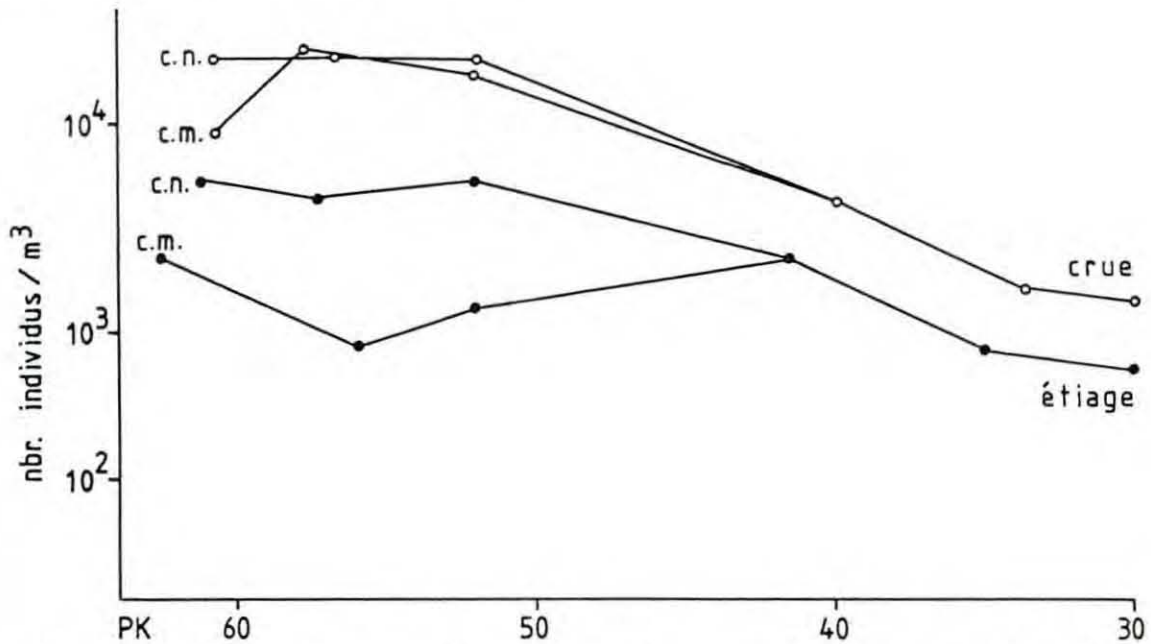
La comparaison entre les points E (pk 52) et K (pk 30) montre que E. hirundoides est significativement plus abondant au point E en avril alors qu'au contraire les effectifs sont plus importants au point K en été et en automne (sauf en juillet 2 et en août). Il existe un net décalage temporel des périodes de fortes abondances entre E et K : avril-mai et juin-juillet respectivement. Le même décalage existe pour les pics de turbidité. Comme toute espèce planctonique, Eurytemora est incapable de mouvements autonomes par rapport aux courants et se comporte comme une particule en suspension (VEIGA, 1983). Le décalage temporel résulte donc probablement des conditions hydrodynamiques.

Dates	E / J	E / K	J / K
Avril	-0,650	3,635**	4,212**
Mai	-0,090	-0,711	-0,862
Juin	-2,927**	-3,322**	-1,071
Juillet 1	-2,771**	-3,875**	-0,768
Juillet 2	1,199	4,541**	1,981*
Août	-3,145**	1,434	3,716**
Septembre	0,378	-2,718**	-2,401*
Octobre	-1,720	-7,009**	-3,727**
Novembre	-1,105	0,662	2,069*

TABLEAU 114: Comparaison des densités de E. hirundoides entre les stations E (pk 52), J (pk 52, chenal) et K (pk 30). Valeurs du t de Student et risque pris lors du rejet de H_0 . * : $P < 0,05$; ** : $P < 0,01$.

L'évolution comparée des densités en J (pk 52, chenal) et K (pk 30) indique des différences significatives pendant une bonne partie de l'année sauf en mai, juin et juillet 1. Les effectifs sont plus importants au point J en juillet 2 et en août, moins importants en septembre-octobre. Durant cette dernière période, contrairement à ce que l'on observe le reste de l'année, les courants résiduels sont orientés vers l'amont au point K, ce qui permet le maintien des populations dans cette zone.

Le repositionnement des points de prélèvements sur une échelle spatiale indique que le Copépode est le plus abondant entre le pk 52 et le pk 62 (T.115). En crue (avril) il présente un maximum au pk 58 dans le chenal médian. Sa dispersion vers l'aval semble plus importante dans le chenal de navigation puisque les effectifs sont maximum et à peu près constants du pk 52 au pk 60. En période d'étiage (août), les abondances sont bien plus faibles, surtout en E. Elles varient autour de 2 000 ind./m³ du pk 41 au pk 62 dans le chenal médian et sont maximales du pk 52 au pk 61 dans le chenal principal.



TABEAU 115 : Distribution spatiale, à marée basse, du Copépode *E. hirundoïdes* en période de crue (avril 1987) et d'étiage (août 1987). c.n. : chenal de navigation (point J), c.m. : chenal médian (point E).

VIII - 5.2 Variations des effectifs des Copépodes Acartidés

Les variations globales d'effectifs du Copépode *Acartia bifilosa* (T.116) sont peu différentes entre les points E et J. La seule différence significative est la présence de l'espèce au point E en mai, non constatée au point J. *A. bifilosa* est surtout abondant en août-septembre, en particulier dans le chenal de navigation. En moyenne, les effectifs sont plus importants au point J qu'au point E (238 et 95 ind./m³ respectivement). Au point K (pk 30), *A. bifilosa* est toujours très faiblement représentée (8 ind./m³). Son évolution suit étroitement l'intrusion saline, ce qui se traduit notamment par un retard du pic d'abondance au point E (chenal de jusant) par rapport au point J où le flot domine.

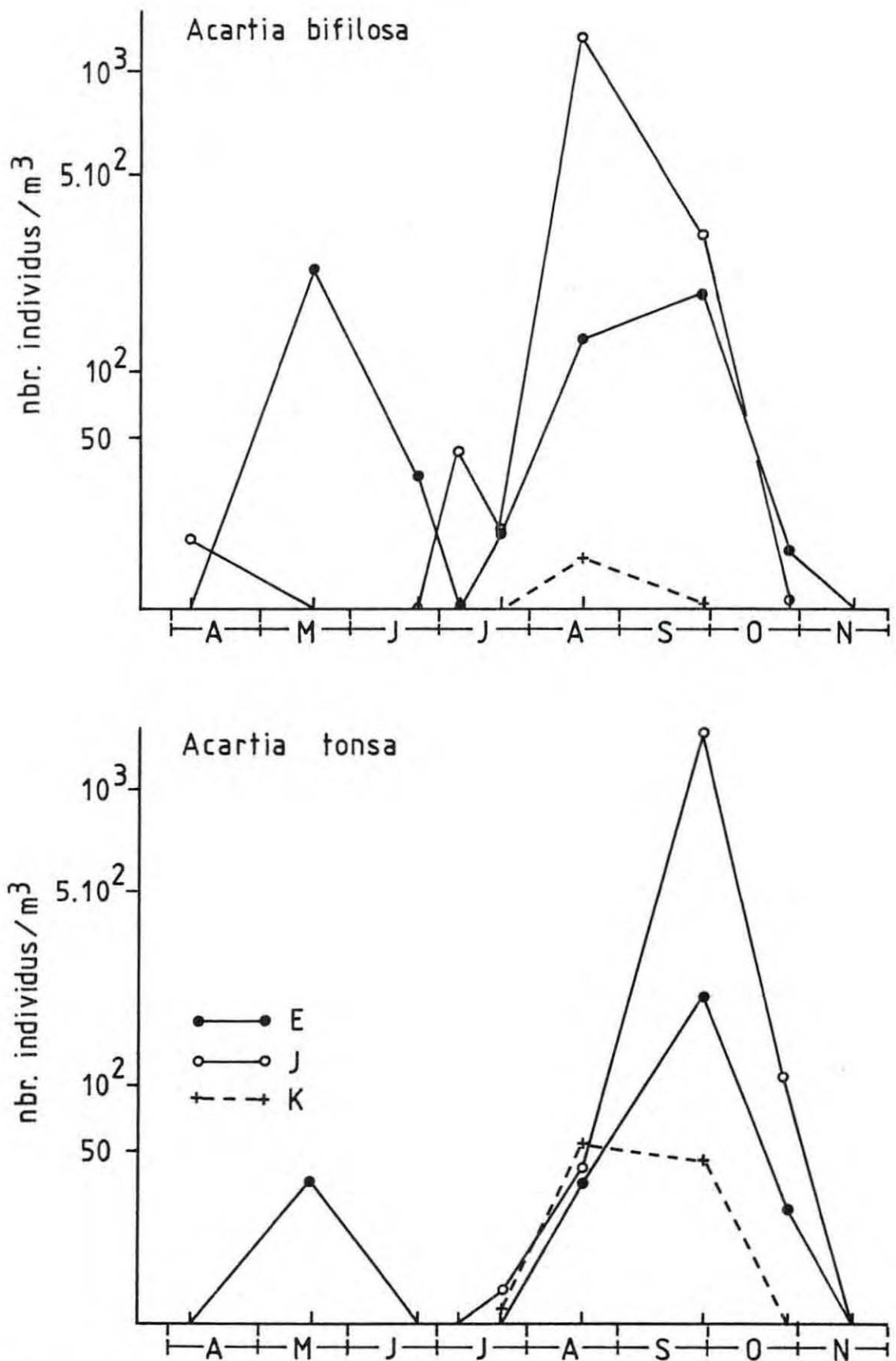
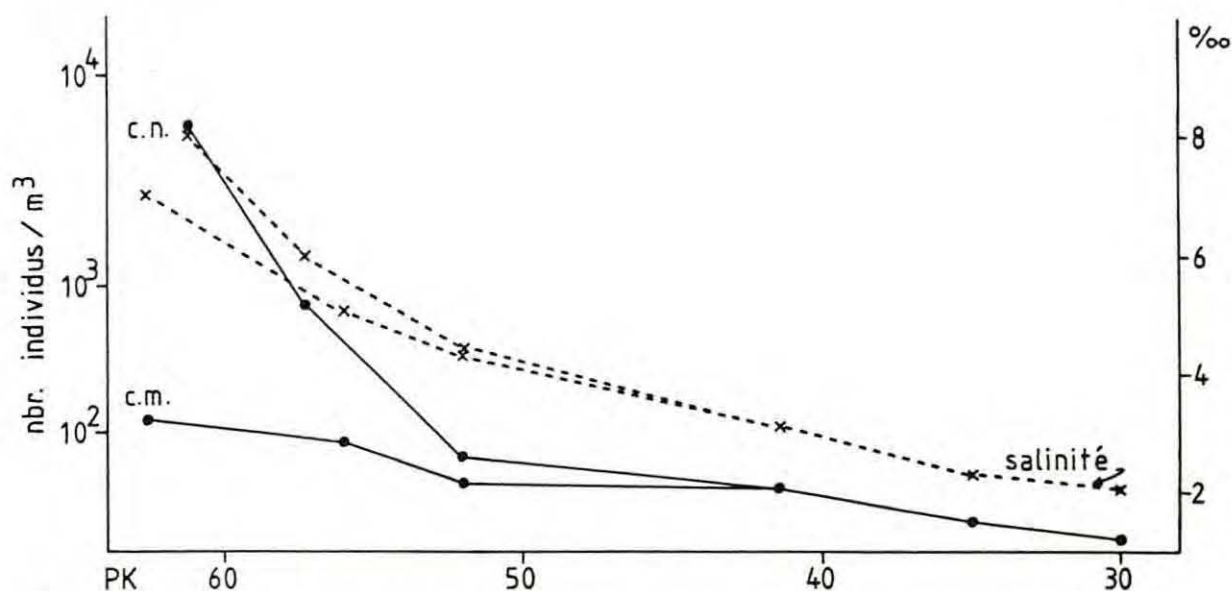


TABLEAU 116: Variations des effectifs des Copépodes *Acartia bifilosa* et *A. tonsa* aux points E (pk 52), J (pk 52) et K (pk 30) au cours de l'année 1987.

L'examen de la répartition spatiale (T. 117) illustre parfaitement ce phénomène. On constate une chute importante de l'abondance en Acartia du pk 61 au pk 52, chute tout-à-fait parallèle à l'évolution de la salinité. Au point E, pénétration saline et abondance du Copépode sont nettement moins importantes qu'au point J.



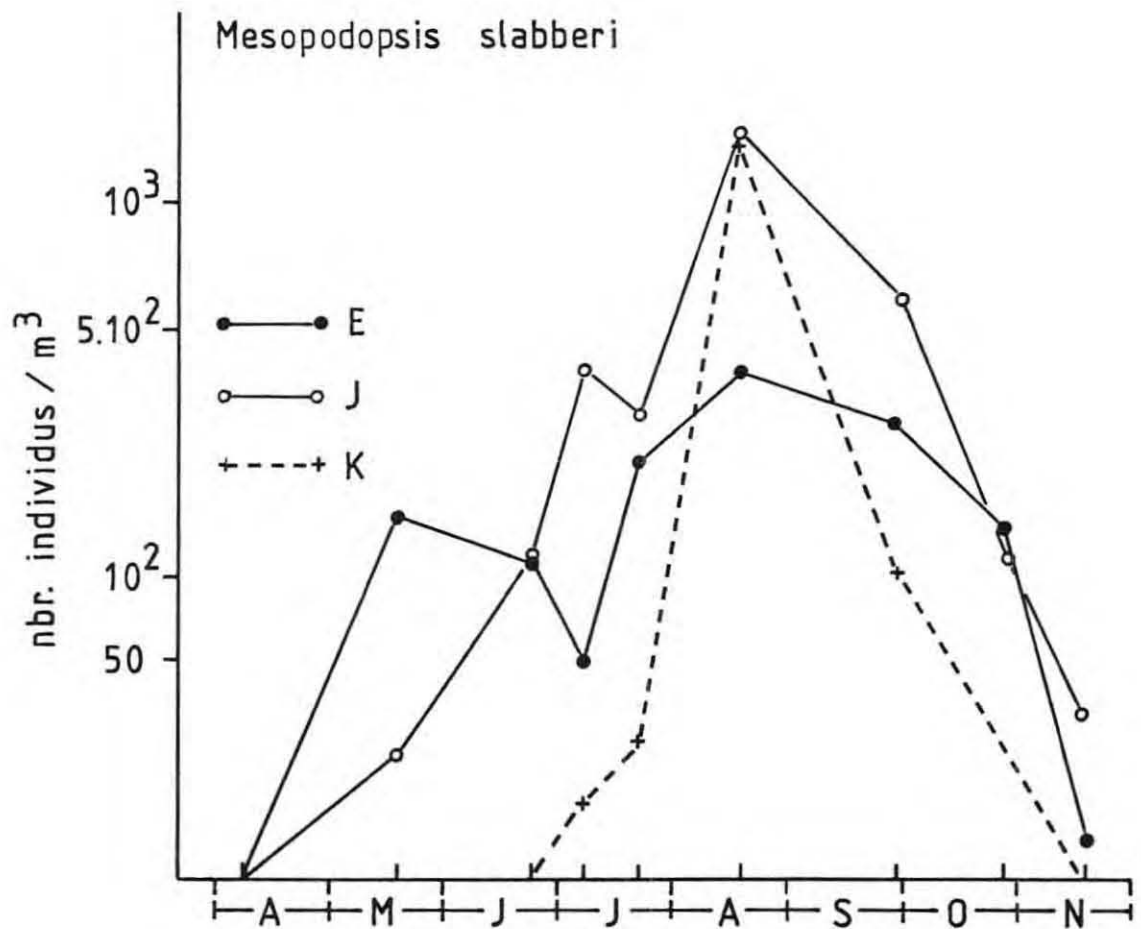
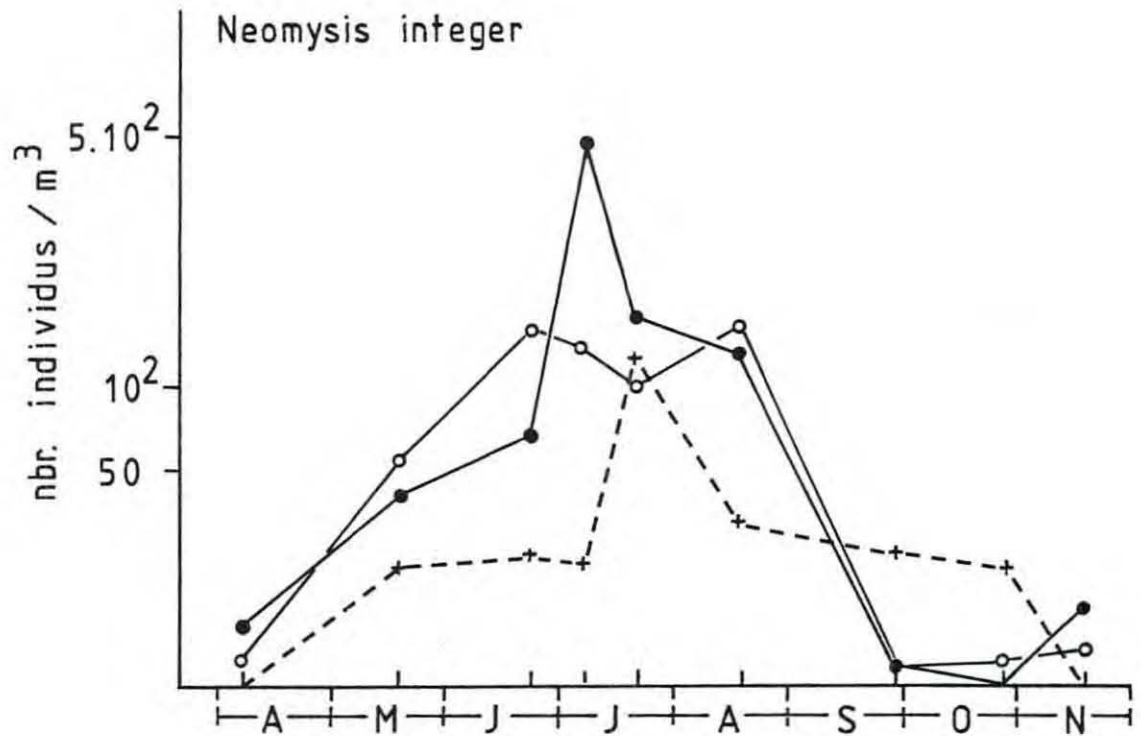
TABEAU 117: Distribution spatiale du Copépode A. bifilosa et évolution de la salinité en période d'étiage (août 1987). c.n. : chenal de navigation (point J), c.m. : chenal médian (point E).

Le Copépode Acartia tonsa, peu abondant, surtout au pK 30, a un maximum en septembre dans les trois stations (T. 116) comme cela a toujours été observé depuis 1984. Les effectifs sont nettement plus importants au point J (406 ind./m³ en moyenne) qu'aux points E (64 ind./m³) ou K (27 ind./m³). Ces abondances moyennes étaient pratiquement identiques en 1986.

VIII - 5.3 Variations des effectifs de Mysidacés

Quelle que soit l'espèce envisagée (Neomysis integer ou Mesopodopsis slabberi), les variations d'abondance sont à peu près identiques aux points E et J du pk 52 (T.118). Au point K, les effectifs sont plus faibles mais suivent à peu près la même évolution saisonnière.

N. integer est en moyenne moins abondant au point K (33 ind./m³) qu'aux points E et J (101 et 68 ind./m³ respectivement). Le maximum d'abondance a lieu fin juin en J, début juillet en E et fin juillet en K. Une deuxième période de forte abondance se situe en août au pk 52. Elle n'apparaît pas au point K où les effectifs



TABEAU 118 : Variations des effectifs des Mysidacés *Neomysis integer* et *Mesopodopsis slabberi* aux points E (pk 52), J (pk 52) et K (pk 30) au cours de l'année 1987.

décroissent de fin-juillet à novembre. En septembre-octobre N. integer reste plus abondant au point K qu'aux points E et J grâce à des salinités plus faibles au pk 30 et donc plus favorables pour cette espèce qui a à peu près les mêmes exigences que le Copépode E. hirundoides.

M. slabberi, comme l'espèce précédente de Mysidacé, est en moyenne moins abondant au point K (98 ind./m³) qu'aux points E et J (169 et 367 ind./m³ respectivement). Présente dès le mois de mai au pk 52, elle n'apparaît qu'en juillet au pk 30. Le maximum a lieu en août pour les trois stations, avec une valeur particulièrement élevée en K (1 379 ind./m³) pratiquement identique à celle observée au point J (1 499 ind./m³). M. slabberi est lié à l'intrusion saline dans la portion d'estuaire étudiée et présente la même distribution spatiale que le Copépode A. bifilosa.

VIII - 6 STRUCTURE DEMOGRAPHIQUE DE EURYTEMORA HIRUNDOIDES AUX POINTS E, J ET K

En moyenne, sur l'année (Tableau 119) la structure démographique de E. hirundoïdes est à peu près identique aux trois points. Le sex-ratio est légèrement en faveur des mâles (54 à 59 %). Le pourcentage de femelles ovigères est voisin de 30 % ; il est, en 1987, un peu plus faible en K. Le pourcentage de copépodites est de l'ordre de 65 à 77 %, la valeur la plus forte étant observée en K.

	St. E (pk 52)	St. J (pk 52)	St. K (pk 30)
% mâles	53,58 ± 2,84	58,16 ± 3,04	58,85 ± 2,06
% femelles ovigères	34,74 ± 4,23	34,73 ± 2,60	23,29 ± 4,71
% copépodites	65,39 ± 5,71	69,65 ± 5,39	76,72 ± 5,93

Tableau 119: Moyennes annuelles des principaux paramètres démographiques de E. hirundoïdes aux points E, J et K.

Si, en moyenne (tableau 119) la structure des populations est comparable dans les trois stations, il n'en va pas de même quand on considère son évolution dans le temps (T. 120 et 121). Les valeurs des trois paramètres envisagés sont assez semblables aux points E et J (pk 52) ; les différences ne sont pratiquement jamais significatives.

En revanche, on constate des différences entre le pk 52 (points E et J) et le pk 30 (point K), notamment au cours de la première partie de l'année (avril-juillet). Ces différences portent en particulier sur le pourcentage de femelles ovigères, plus faible en K et la proportion de copépodites, généralement plus élevée. Des écarts entre les valeurs des différents paramètres démographiques sont également notés le reste de l'année mais ils ne présentent aucun caractère systématique.

En moyenne, la fécondité est à peu près identique pour les trois stations : $6,38 \pm 0,62$; $6,75 \pm 0,78$; $6,47 \pm 1,32$ œufs par sac ovigère pour les points E, J et K respectivement.

Enfin, les pourcentages de mortalités, déterminés par la technique de coloration vitale, apparaissent toujours faibles. Les valeurs moyennes sont respectivement de $0,25 \pm 0,07$ % pour la station E, de $0,24 \pm 0,09$ % pour la station J et de $0,24 \pm 0,07$ % pour la station K. Ces valeurs sont du même ordre de grandeur que celles observées depuis 1984.

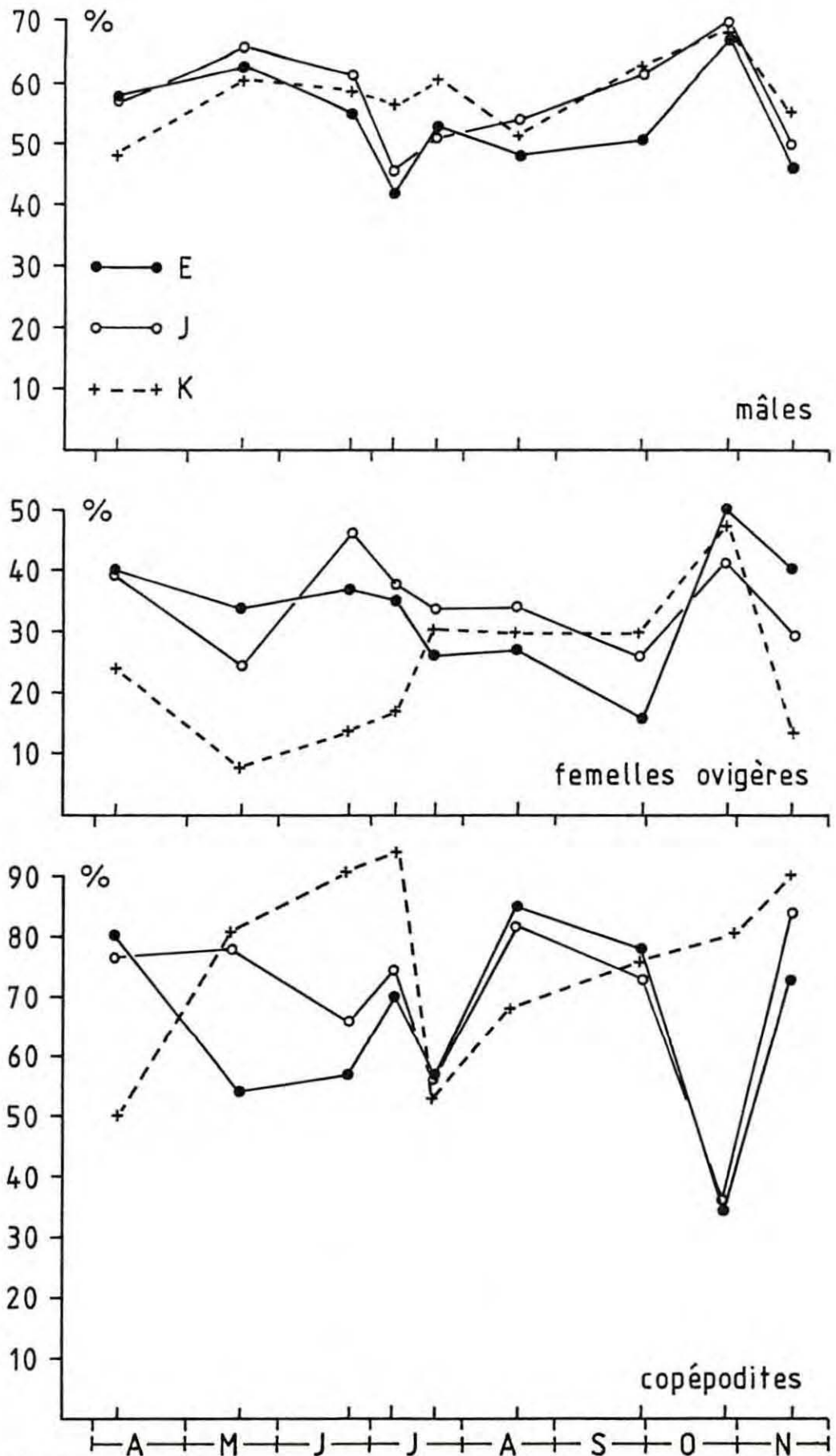


TABLEAU 120: Evolution dans le temps des principaux paramètres démographiques du Copépode *Eurytemora hirundoides* aux points E (pk 52), J (pk 52) et K (pk 30) au cours de l'année 1987.

Dates		E / J	E / K	J / K
Avril	M	0,070	2,587*	1,926*
	F	0,111	3,347**	2,020*
	C	0,688	4,853**	4,194**
Mai	M	-0,685	0,329	0,969
	F	1,307	3,909**	2,765**
	C	-3,108**	-3,825**	-0,580
Juin	M	-1,011	-0,557	0,468
	F	-1,467	2,707**	4,452**
	C	-0,742	-4,023**	-3,548**
Juillet 1	M	-0,513	-3,078**	-1,692
	F	-0,395	1,364	1,642
	C	-0,470	-4,039**	-4,012**
Juillet 2	M	0,398	-2,493*	-2,309*
	F	-1,440	-0,939	0,329
	C	0,163	0,517	0,375
Août	M	-0,929	-0,760	0,243
	F	-0,764	-0,241	0,534
	C	0,359	2,614*	1,820*
Septembre	M	-1,659	-1,785*	0,093
	F	-1,182	-1,976*	-0,431
	C	0,936	0,359	-0,719
Octobre	M	-0,916	-0,175	0,730
	F	1,316	1,236	-0,553
	C	-0,303	-7,578**	-5,803**
Novembre	M	-0,898	-1,886*	-1,436
	F	1,224	5,790**	2,815**
	C	-2,118*	-4,447**	-1,611

TABLEAU 121 : Comparaison de la structure démographique de *E. hirundoides* entre les stations E (pk 52), J (pk 52, chenal) et K (pk 30). Valeurs du t de Student et risque pris lors du rejet de H_0 . * : $P < 0,05$; ** : $P < 0,01$.

M : % mâles ; F : % femelles ovigères ; C : % copépodites.

VIII - 7 EVOLUTION DES POPULATIONS ZOOPLANCTONIQUES AU COURS DE LA MAREE AUX POINTS E, J et K

L'évolution des effectifs des espèces dominantes en fonction de la marée permet d'avoir une idée de l'oscillation des populations par rapport à un point fixe d'une part, et de leur origine, d'autre part.

VIII - 7.1 Effectifs du Copépode *E. hirundoïdes*

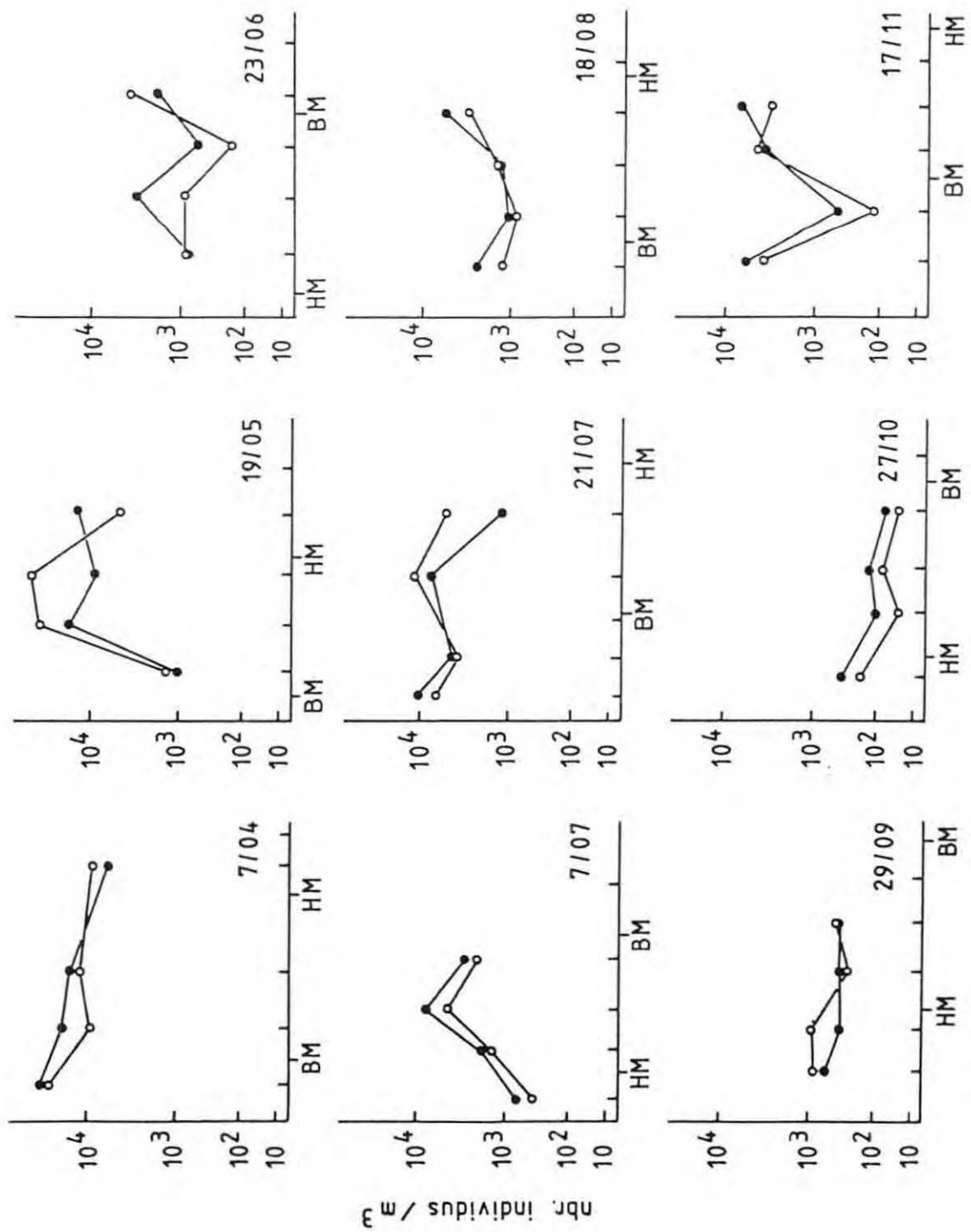
D'une manière générale, les effectifs sont légèrement plus abondants au fond qu'en surface (T. 122 à 124). Le rapport des densités entre surface et fond dépend de l'évolution locale de l'hydrologie au cours de périodes particulières. L'amplitude des variations est souvent plus importante en surface qu'au fond, ce qui indique une plus grande instabilité des eaux de surface. On remarque même parfois une certaine indépendance des eaux de surface par rapport à la masse d'eau sous-jacente, notamment au pk 52.

L'évolution quantitative des populations au cours de la marée n'obéit pas à une règle unique. Les variations d'abondance dans chacune des stations dépend essentiellement de la position du centre de dispersion de l'espèce par rapport à ce point. En ce qui concerne la station E (T. 122), les densités sont souvent plus importantes à marée basse ou bien présentent assez peu de différence entre haute mer et basse mer, avec un léger maximum à mi-marée.

Au point J (chenal de navigation), les variations d'effectifs au cours de la marée montrent surtout un maximum à basse mer (T. 123). Ceci s'explique par le fait que le chenal de navigation est un chenal de flot et que le centre de distribution d'Eurytemora est situé dans la partie amont de l'estuaire.

A la station K (pk 30) les plus fortes abondances sont observées à marée haute ou au flot (T. 124). Toutefois, dans de nombreux cas, la tendance n'est pas très nette. L'année 1987 est caractérisée par de faibles débits, largement déficitaires en février et mai. L'absence de crues significatives n'a pas permis d'observer de grandes oscillations des populations entre l'amont et l'aval.

On peut donc conclure que la zone comprise entre le pk 30 et un peu en aval du pk 52 correspond au foyer de dispersion du Copépode *E. hirundoïdes*. Les variations d'abondance, au cours de la marée, ne sont pas toujours nettes et clairement explicables car elles dépendent du débit fluvial, de la position du bouchon vaseux et du coefficient de marée.



TABEAU 122 : - Variations des effectifs du Copépode *Eurytemora hirundoides* en fonction de la marée au point E (pk 52), en surface (o) et au fond (●).

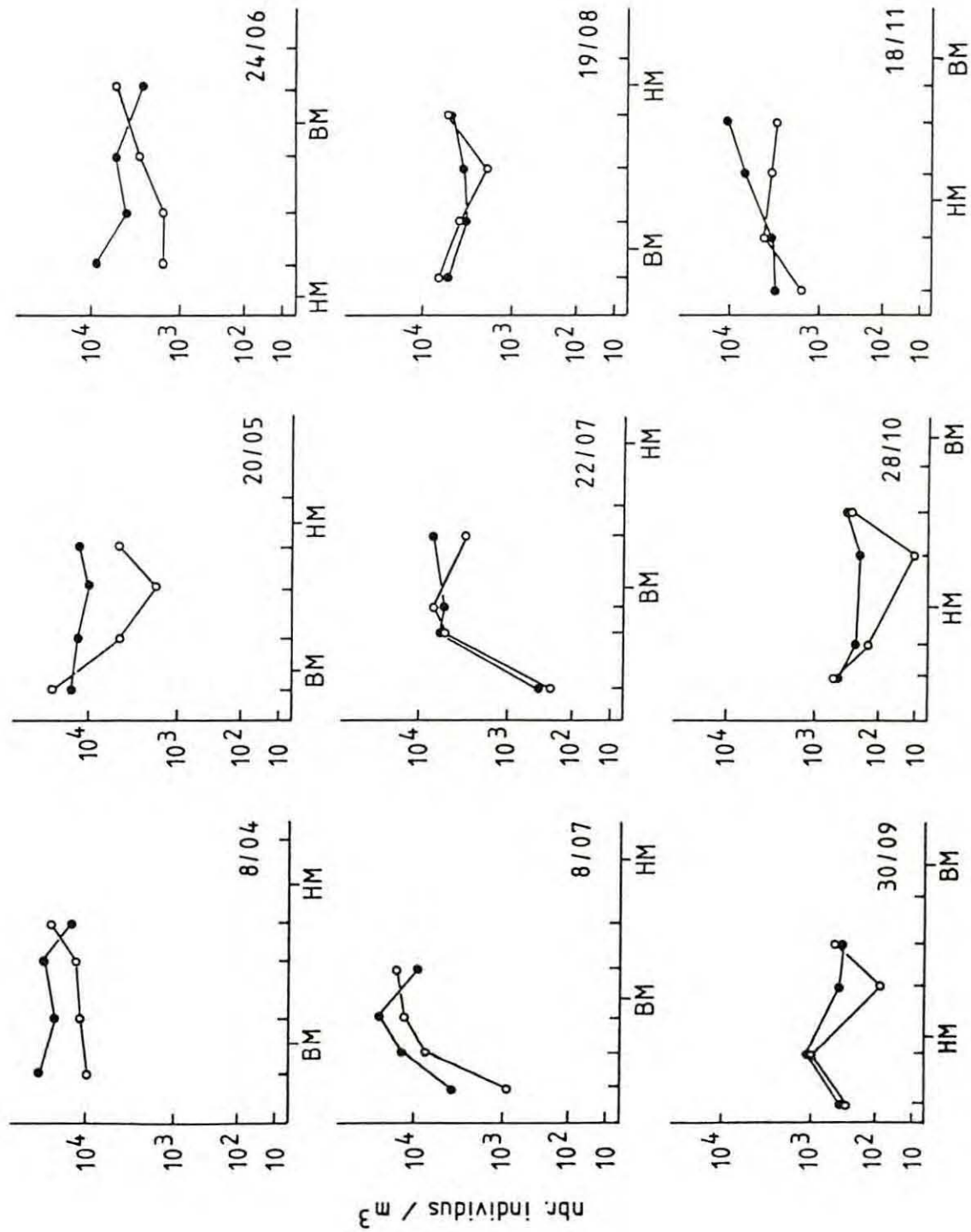
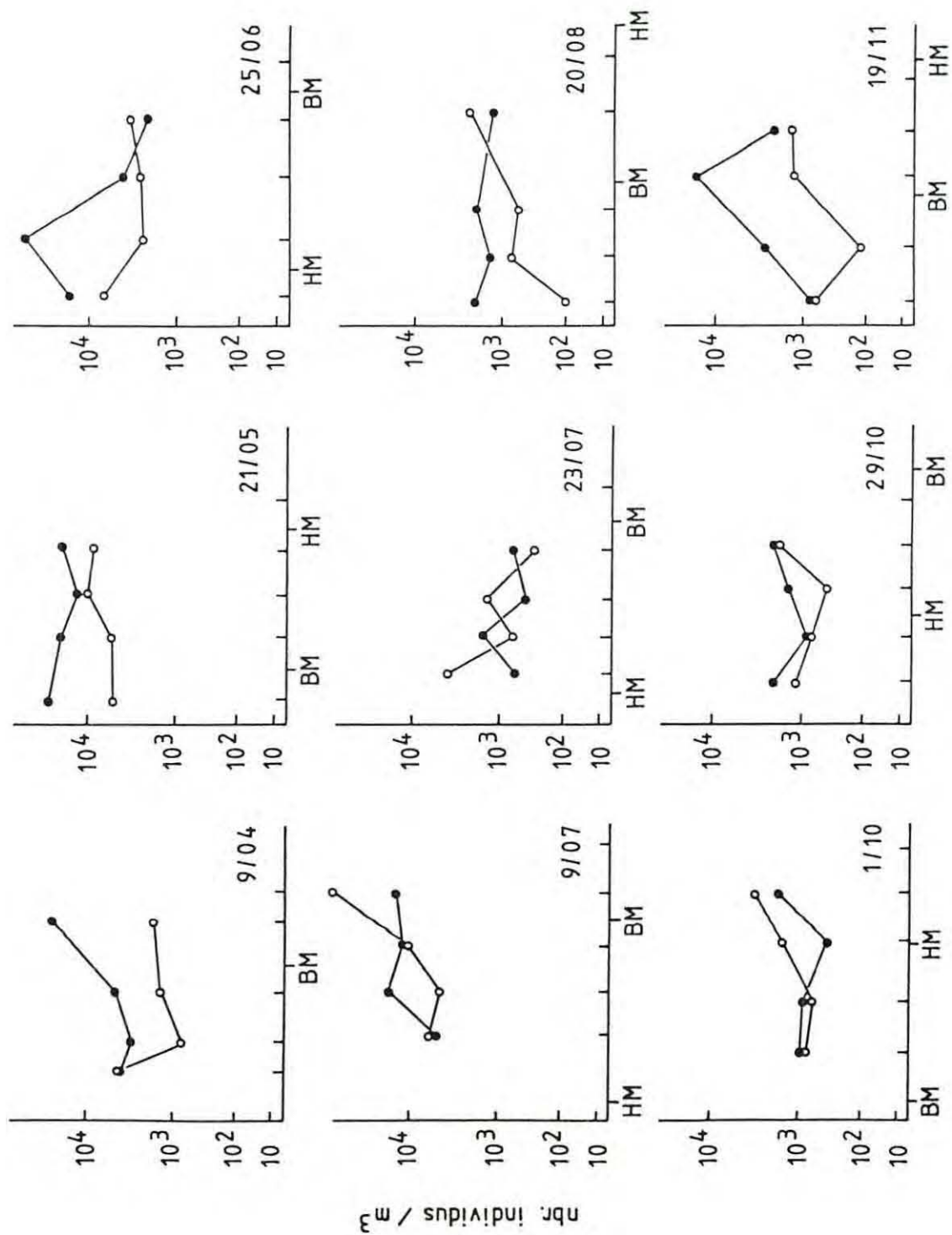


TABLEAU 123 : Variations des effectifs du Copépode *Eurytemora hirundoides* en fonction de la marée au point J (pk 52), en surface (o) et au fond (●).



TABEAU 124 : Variations des effectifs du Copépode *Eurytemora hirundoides* en fonction de la marée au point K (pk 30), en surface (o) et au fond (●).

VIII - 7.2 Effectifs des Copépodes Acartidés

Les Copépodes Acartia bifilosa et A. tonsa sont présents essentiellement en été (T. 125 à 127). L'abondance maximale de A. bifilosa est toujours notée autour de la marée haute. Cette espèce prospère surtout en aval du pk 52, dans la zone mésopolyhaline (voir également T. 116).

Comme en 1985 et 1986 on constate que le Copépode A. tonsa est un peu mieux représenté dans le chenal de navigation qu'au point E. Les plus fortes densités sont généralement notées au flot ou à marée haute. L'évolution de cette espèce suit assez bien celle de A. bifilosa, que ce soit au point E ou dans le chenal. Les différences au cours de la marée sont toutefois plus faibles. Au point K (pk 30), A. tonsa est toujours supérieur en nombre à A. bifilosa.

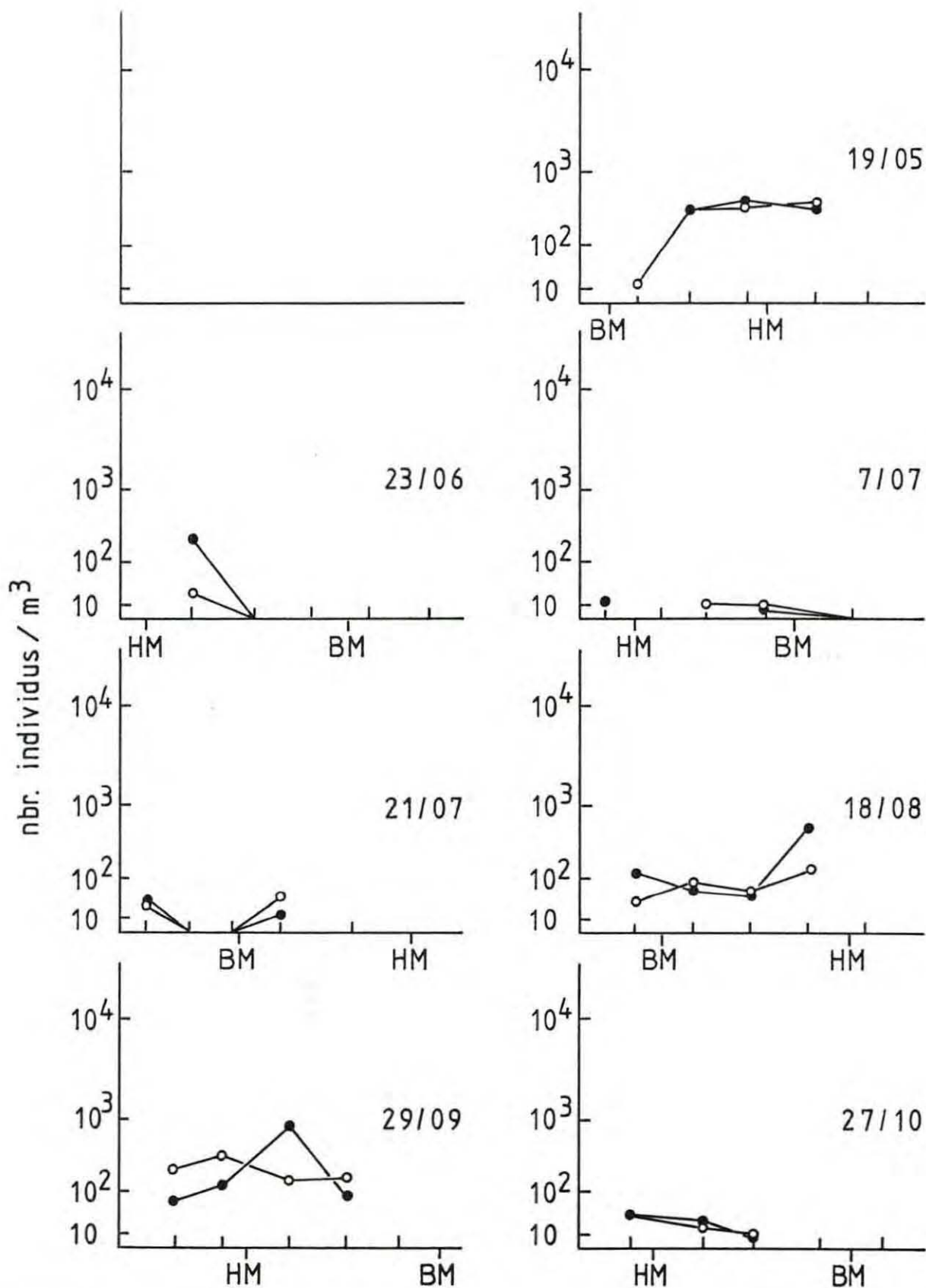
Ces observations confirment les résultats de la mission lourde de septembre-octobre 1983 montrant une certaine séparation dans l'espace des deux espèces, A. bifilosa se situant plus en aval que A. tonsa.

VIII - 7.3 Effectifs des Mysidacés

Neomysis integer est presque toujours plus abondant au fond qu'en surface, contrairement à Mesopodopsis slabberi (T. 128 à 130).

Quel que soit le point d'échantillonnage, N. integer montre en général un maximum d'abondance à mi-marée, de flot comme de jusant. De par son comportement, cette espèce vagile suit moins bien le déplacement des masses d'eau que les Copépodes mais on peut estimer que la zone favorable à son développement se situe dans la portion d'estuaire étudiée.

M. slabberi, très faiblement représenté au point K, apparaît surtout à marée haute ou au flot ce qui traduit une affinité pour un régime de salinité de type méso-polyhalin et illustre le fait que son aire de répartition suit bien les déplacements de l'intrusion saline.



TABEAU 125: Variations des effectifs du Copépode *Acartia bifilosa* en fonction de la marée au point E (pk 52), en surface (o) et au fond (●).

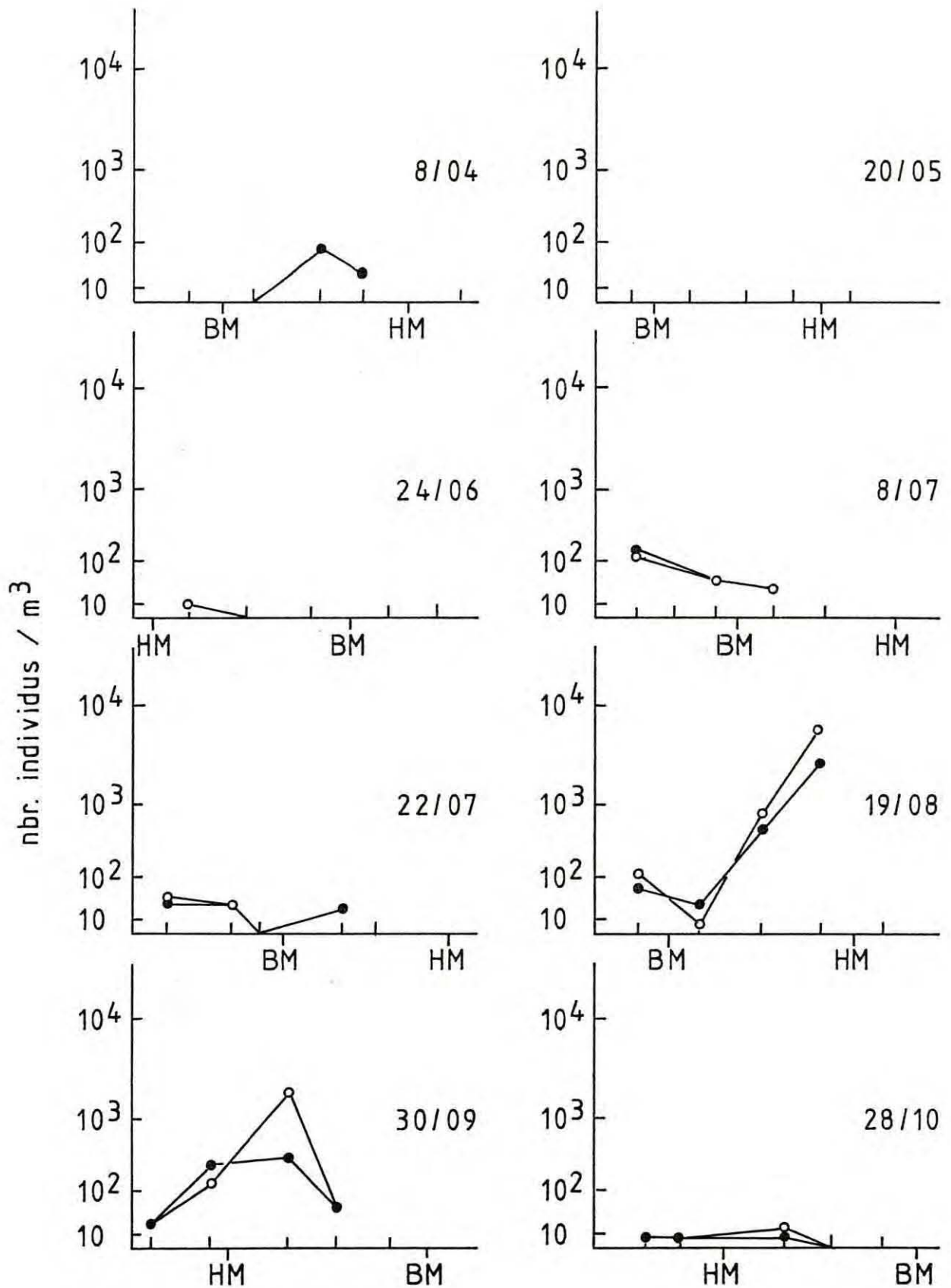


TABLEAU 126: Variations des effectifs du Copépode *Acartia bifilosa* en fonction de la marée au point J (pk 52), en surface (o) et au fond (●).

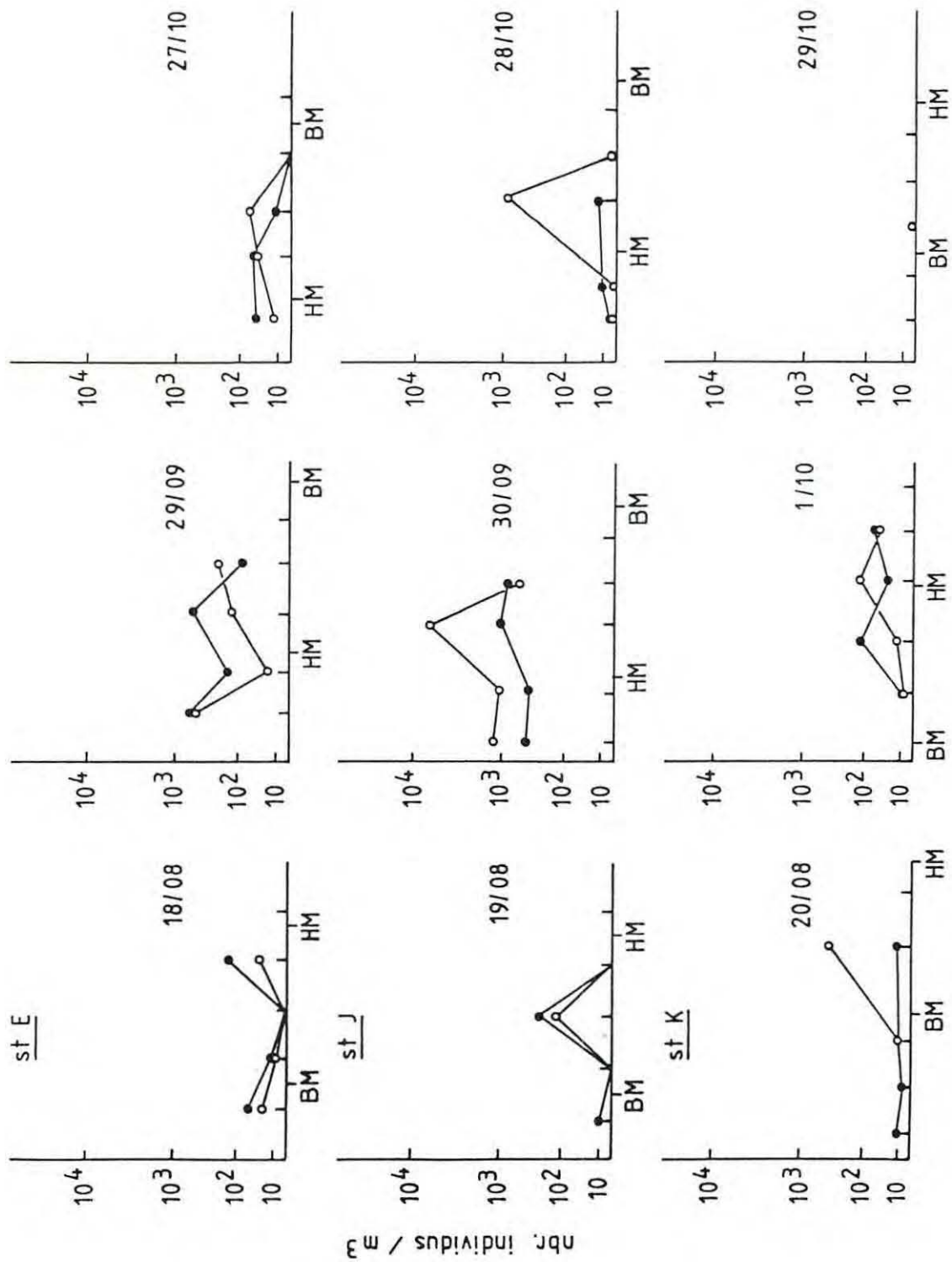


TABLEAU 127: Variations des effectifs du Copépode *Acartia tonsa* en fonction de la marée aux points E, J et K, en surface (o) et au fond (●).

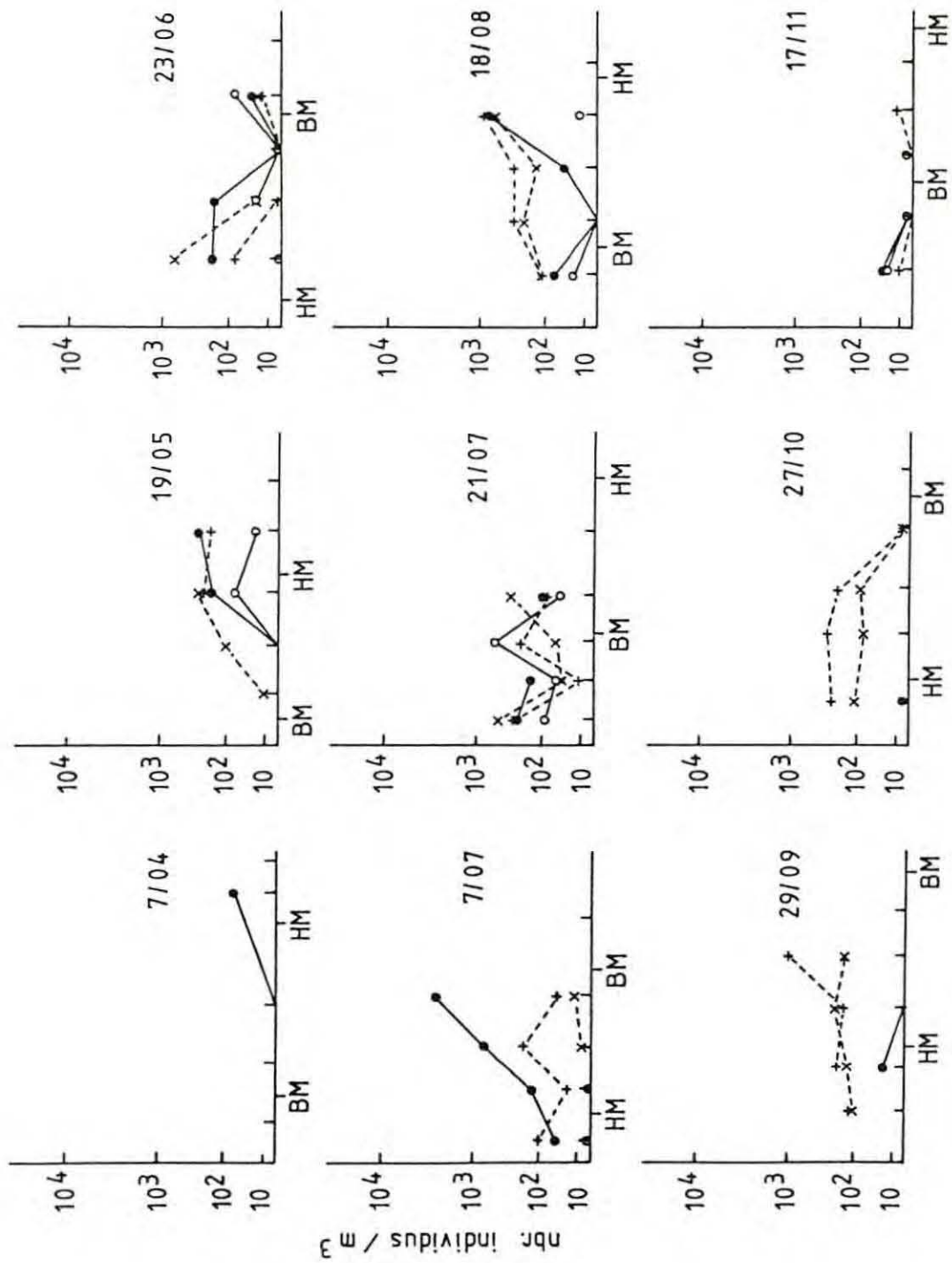


TABLEAU 128 : Variations des effectifs des Mysidacés *Neomysis integer* (surface o, fond ●) et *Mesopodopsis slabberi* (surface +, fond x) en fonction de la marée au point E (pk 52).

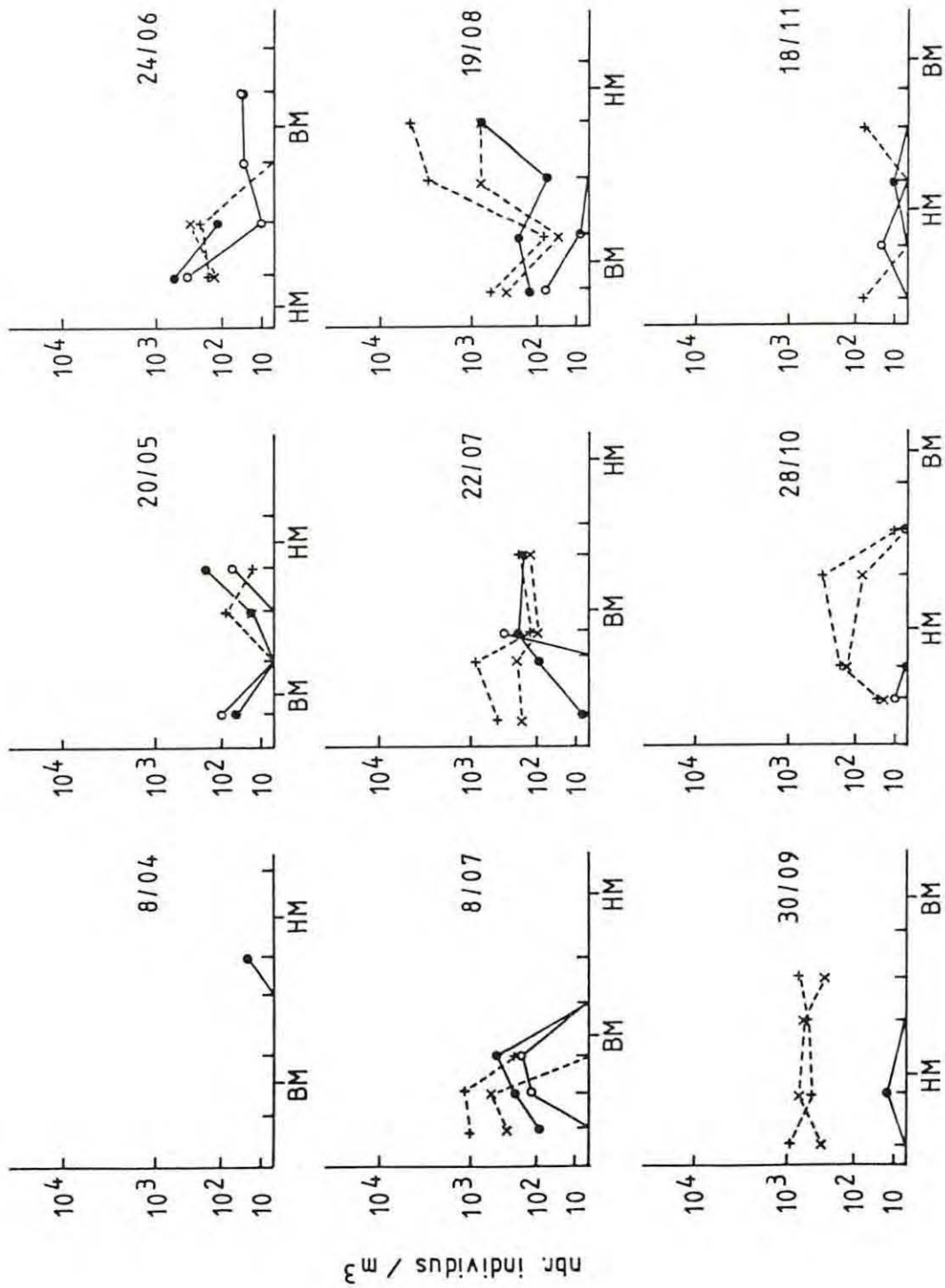


TABLEAU 129: Variations des effectifs des Mysidacés *Neomysis integer* (surface o, fond ●) et *Mesopodopsis slabberi* (surface +, fond x) en fonction de la marée au point J (pk 52).

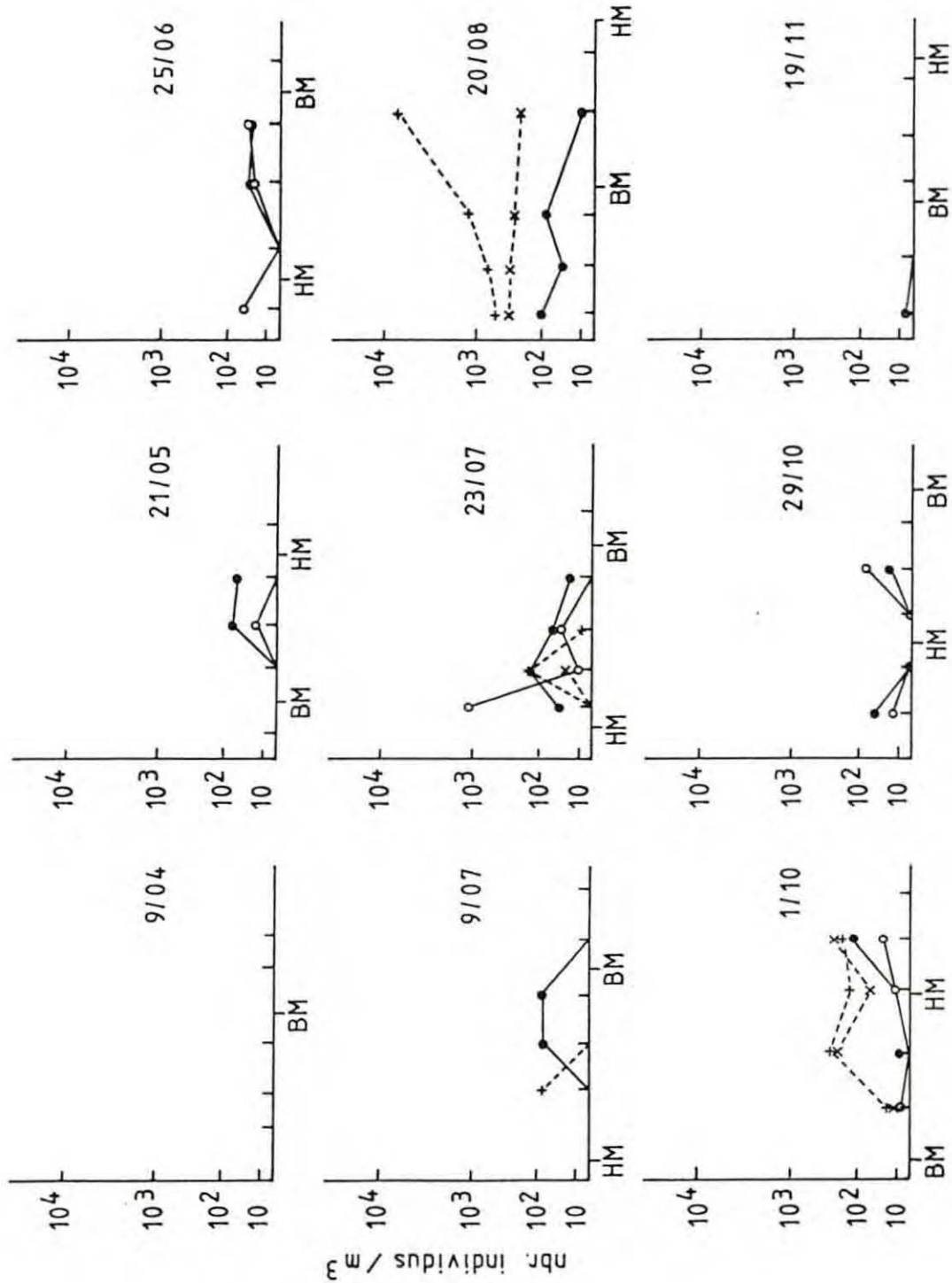


TABLEAU 130: Variations des effectifs des Mysidacés *Neomysis integer* (surface o, fond ●) et *Mesopodopsis slabberi* (surface +, fond x) en fonction de la marée au point K (pk 30).

VIII - 8 CONCLUSIONS

Les grands traits de l'écologie du zooplancton de l'estuaire de la Gironde avaient été dégagés lors des études précédentes. Les principales conclusions générales se trouvent confirmées.

Les peuplements zooplanctoniques colonisant le site du Blayais sont dominés par les Copépodes Eurytemora hirundoides, Acartia bifilosa et A. tonsa, et par les Mysidacés Neomysis integer et Mesopodopsis slabberi. Qualitativement, le zooplancton récolté dans cette zone en 1987 ne présente pas de particularités puisque les mêmes espèces ont été recensées.

Au point E, station de référence, l'espèce dominante Eurytemora hirundoides présente un maximum d'abondance en avril-mai, conformément aux observations effectuées depuis 1978. Les effectifs moyens sont inférieurs à ceux de 1986 et 1985. Cette tendance à la diminution dure depuis 1984 et doit être mise en parallèle avec la baisse des débits fluviaux, donc une moins grande dispersion des populations dans l'estuaire. L'évolution saisonnière ne présente pas d'anomalie notable. Les quelques particularités notées sont explicables par les conditions hydrodynamiques.

En ce qui concerne la structure démographique de cette espèce, on constate que le rapport des sexes est légèrement en faveur des mâles, conformément au schéma habituellement observé. Le pourcentage de femelles ovigères, qui était faible en 1984 et 1985, augmente nettement depuis 1986 et atteint même en 1987 des valeurs supérieures à la moyenne. En revanche, la fécondité (nombre d'œufs par sac ovigère) apparaît particulièrement peu élevée en 1987, notamment au printemps. Toutefois, cette baisse de fécondité, observée depuis 1984, est en grande partie compensée par l'augmentation de la proportion de femelles ovigères. La proportion de copépodites, c'est-à-dire de jeunes individus non adultes, est comparable aux moyennes déjà observées depuis 1984.

L'évolution dans le temps des autres espèces ne présente pas de différence réellement significative par rapport aux autres années. Toutefois on remarque que le Copépode Acartia bifilosa et le Mysidacé Mesopodopsis slabberi, deux espèces liées à l'intrusion saline, ont, en 1987, des valeurs maximales d'effectifs plus faibles qu'en 1986, année particulièrement favorable pour ces deux espèces. En 1987, les salinités sont restées inférieures à celles de 1986 au cours de la période estivale, ce qui témoigne d'une moins grande pénétration de l'intrusion saline n'ayant pas permis une aussi bonne colonisation.

L'utilisation de colorant vital permet de conclure à l'absence de mortalité significative dans la zone étudiée. Cette technique de coloration vitale est souvent employée pour évaluer la mortalité du zooplancton à la prise et au rejet des circuits de refroidissement des centrales électriques marines. La mortalité au niveau de la prise d'eau, avant son transit, varie en général de 10 % (CARPENTER et al., 1974) à 30 % (DAVIES & JENSEN, 1975). Un perfectionnement du dispositif de pompage peut l'abaisser à 6 % (ICANBERRY & ADAMS, 1974). L'augmentation de mortalité due aux chocs mécaniques et thermiques (sans chloration) est le plus souvent inférieure à 15 % (CARPENTER et al., 1974 ; GAUDY & MOATTI, 1978). Il faut signaler que la composition du plancton joue un rôle dans la variabilité des effets observés, les espèces d'eau saumâtre étant généralement plus résistantes que les espèces marines. Ainsi, HEINLE (1976) étudiant la mortalité de E. affinis au niveau de trois centrales trouve des chiffres moyens de l'ordre de 6 % à la prise et des valeurs d'environ 7 % au rejet (en l'absence de chloration). Son étude s'est déroulée en période estivale, le $dT^{\circ}C$ étant de 4 à 10°C.

Les chiffres trouvés en Gironde, de l'ordre de 1 % au maximum, correspondent donc probablement à une mortalité naturelle. Il faut toutefois indiquer que le point E se trouve relativement éloigné du rejet et que la mortalité due aux effluents est très certainement masquée par les phénomènes de dilution.

La stratégie d'échantillonnage adoptée depuis 1984 prévoit la réalisation de prélèvements dans deux stations autres que la station de référence, c'est-à-dire le point J (pk 52, chenal de navigation) et le point K (pk 30). Le but poursuivi est d'une part de comparer le zooplancton vivant au point E à celui d'une station non touchée par l'impact thermique (station J), et d'autre part, d'avoir une connaissance des populations amont avant leur passage devant la centrale (station K).

Dans ce dernier cas, pour que les comparaisons soient valables, il faut que le temps de transit des populations entre le pk 30 et le pk 52 soit court, c'est-à-dire bien inférieur à la durée de développement d'une génération et compatible avec la période de temps séparant deux séries de prélèvements. La distance parcourue par une masse d'eau au cours d'une marée, calculée à partir de moyennes de vitesses de courant, peut être estimée à une quinzaine de km en flot et entre 17 et 30 km en jusant dans la zone étudiée. La distance séparant les points K et E est de 22 km. Les organismes zooplanctoniques de l'estuaire de la Gironde se comportant pratiquement comme des particules en suspension (VEIGA, 1983), on peut estimer qu'une population présente à haute mer au point K (pk 30) devrait se trouver au voisinage du point E (pk 52) à basse mer.

Les prélèvements effectués aux points E et J permettent de faire des comparaisons entre la station de référence et le chenal de navigation notamment en ce qui concerne le Copépode dominant E. hirundoides. Il existe peu de différences entre les deux points que ce soit pour les effectifs ou pour la structure démographique. Les seules différences significatives concernent la période estivale où les conditions d'étiage, plus prononcées dans le chenal médian que dans le chenal de navigation, ont défavorisé davantage les populations au point E qu'au point J.

La comparaison entre le point E (pk 52) et le point K (pk 30) montre qu'il existe un net décalage temporel des périodes de forte abondance (avril-mai et mai-juin respectivement). Ce décalage est imputable aux conditions hydrodynamiques présentes dans la zone étudiée. La structure démographique moyenne (sur l'ensemble de la marée) présente des différences, notamment au printemps où le pourcentage de femelles ovigères est plus faible en K et la proportion de copépodites plus élevée.

IX - RESUME ET CONCLUSION

Climatologie

Du point de vue climatologique, l'année 1987 a présenté les caractéristiques suivantes: début d'année froid et sec (Janvier, Février et Mai), été anormalement pluvieux par rapport aux normales saisonnières (surtout Juin et Juillet), automne et début d'hiver particulièrement doux (Tableau 131).

TABLEAU 131
Caractéristiques climatologiques de 1987
(Station météorologique de Mérignac)

MOIS	Température moyenne mensuelle (°C)	Rayonnement global kJ.cm ²	Hauteur des précipitations mm
Janvier	0,7	14,6	28,5
Février	6,6	17,4	54,2
Mars	8,6	32,3	76,1
Avril	13,7	48,7	43,0
Mai	13,9	59,8	24,2
Juin	17,2	55,4	84,2
Juillet	20,5	56,7	86,4
Août	20,9	55,8	40,1
Septembre	20,7	44,0	75,0
Octobre	14,8	23,4	142,2
Novembre	9,1	16,1	100,6
Décembre	7,9	12,3	33,8

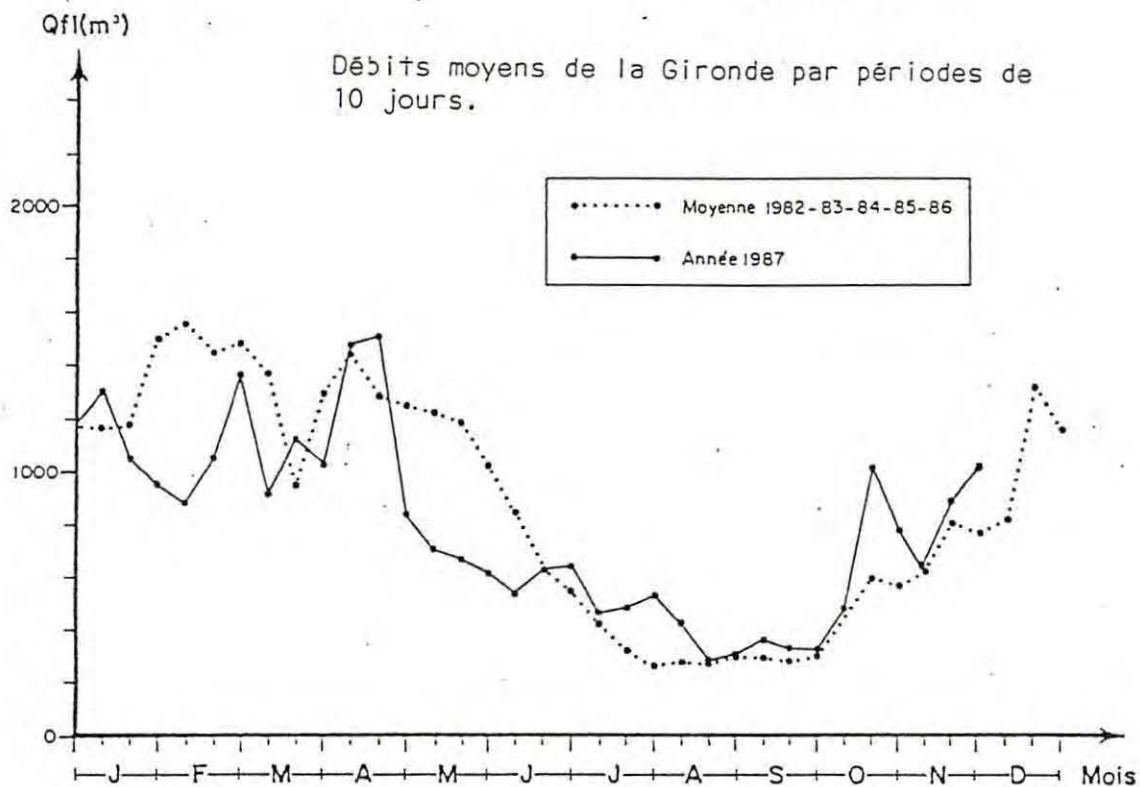
Notons que sur l'année le déficit de précipitation est de l'ordre de 10% par rapport à la moyenne 1951-1980.

. DEBITS.

Les débits maxima de la Gironde n'ont atteint, en 1987 que 2318 m³/s (11.04) d'où des débits moyens (établis par période de 10 jours) évoluant entre 1519 m³/s (20.04) et 290 m³/s (20.08).

Pour les 6 premiers mois de l'année, le déficit moyen est de 230 m³/s, les débits étant nettement inférieures à la moyenne. Ils ne redeviennent supérieurs à 700 m³/s qu'après les fortes précipitations d'Octobre.

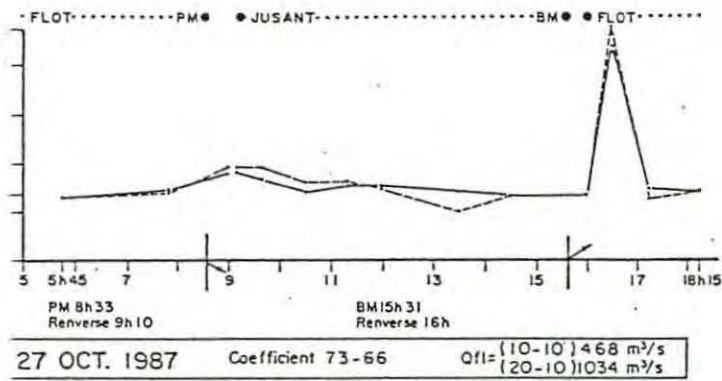
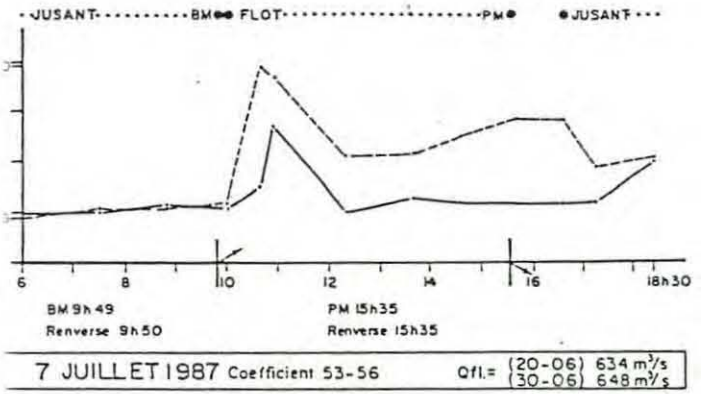
TABLEAU 132



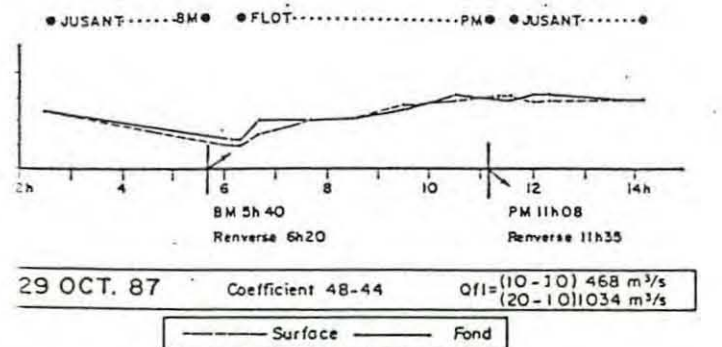
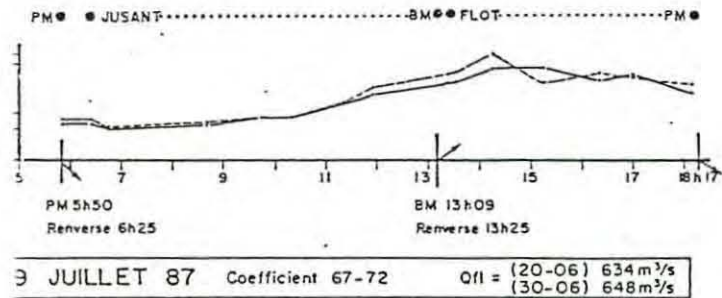
. HYDROLOGIE.

L'évolution saisonnière des paramètres physico-chimiques de la masse d'eau entre, pour l'essentiel, dans le cadre des variations naturelles déjà observées au cours des études précédentes.

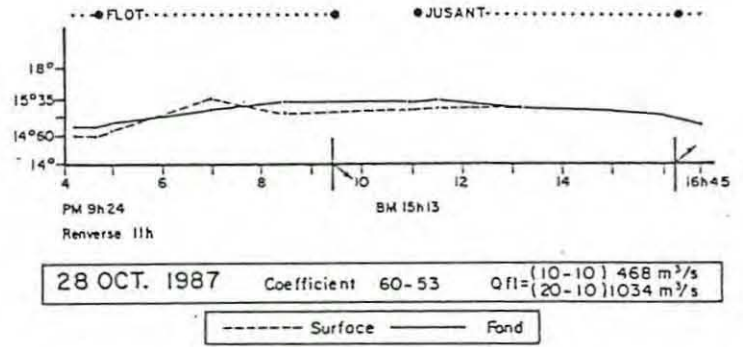
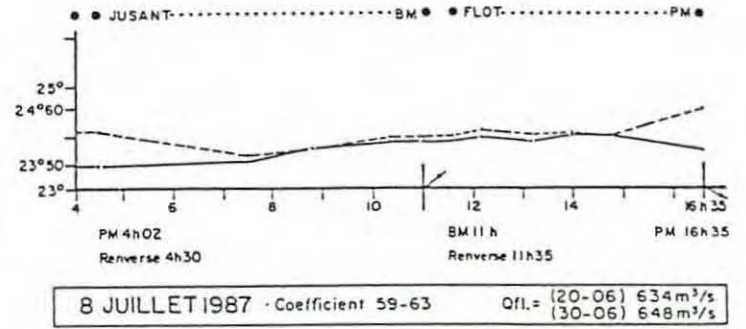
- TEMPERATURES



POINT E - PK52



POINT K - PK30



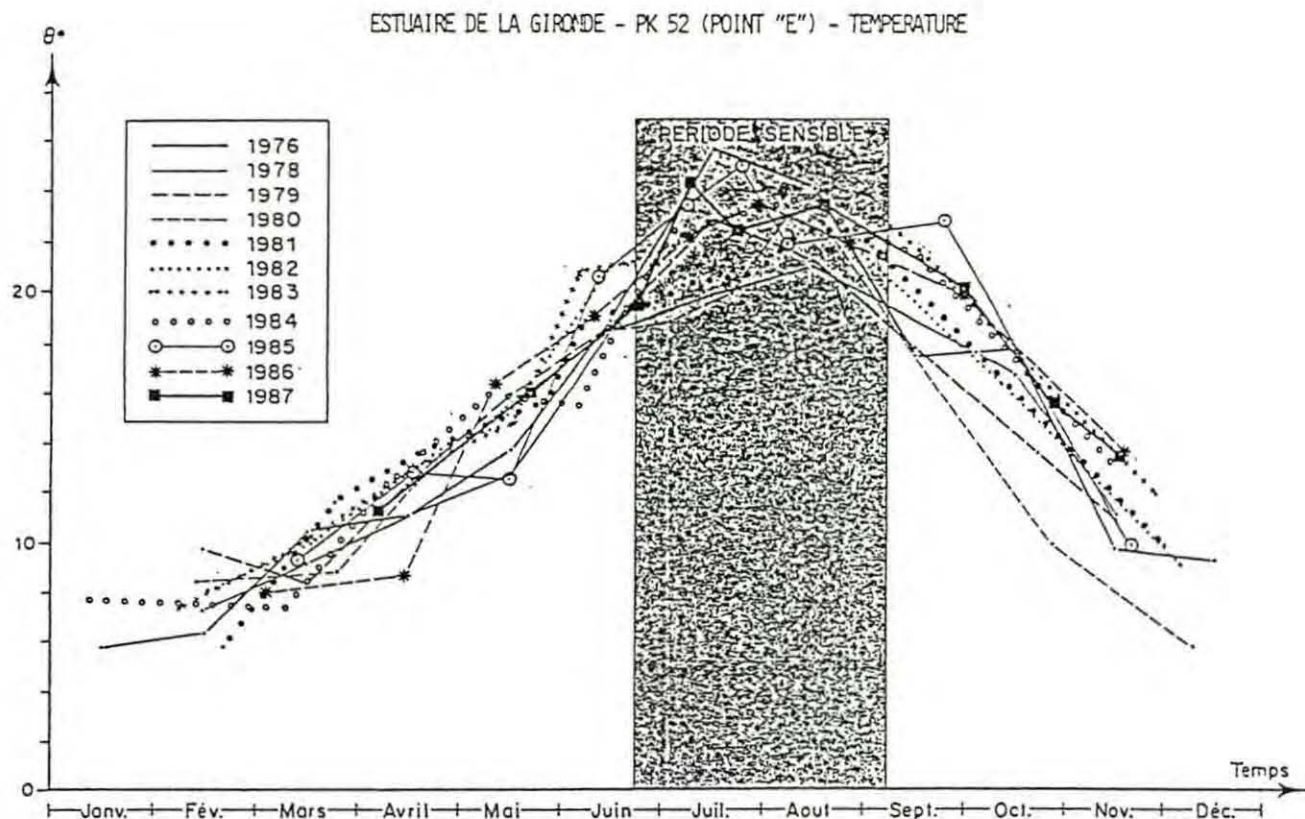
POINT J - PK52

Au cours d'une marée, les écarts des températures ont évolué entre :

- 1°30C et 3°75C, en surface
- 0°65C et 3°C, au fond, au Point E - PK 52
- 0°70C et 2°70C, en surface
- 0°35C et 2°10C, au fond, au Point J - PK 52
- 0°20C et 1°50C, en surface
- 0°20C et 1°25C, au fond, au Point K - PK 52

Les températures les plus élevées sont observées, en général, au début et à la fin du flot au Point E - PK 52, à la fin du flot et au début du jusant au Point J, au début ou à la fin du flot au Point K suivant la température des eaux d'amont.

TABLEAU 134



Les températures moyennes de l'eau au Point E - PK 52 ont évolué entre Avril et Novembre 1987 de $11^{\circ}60C$ (07.04) à $24^{\circ}80C$ (07.07). Elles s'intègrent dans le schéma de variation établi sur le cycle des années antérieures, excepté le 7 Juillet, date à laquelle les températures maximales de l'année ont été relevées : $26^{\circ}90C$.

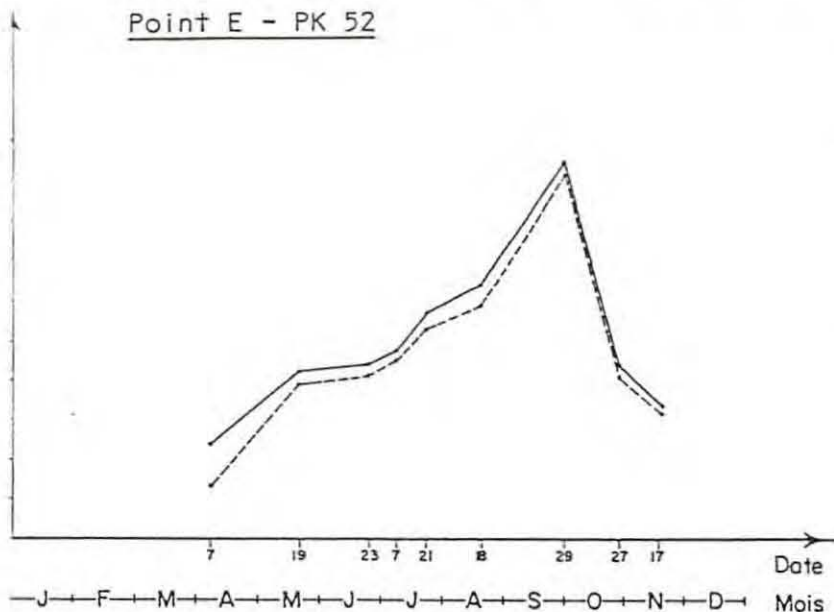
Au Point J - PK 52, les températures moyennes ont évolué entre $11^{\circ}60C$ (08.04) et $24^{\circ}10$ (08.07) ; les températures maximales étant relevées le 19.08 : $25^{\circ}30C$.

Au Point K - PK 30, elles évoluent de $11^{\circ}C$ (09.04) à $24^{\circ}40C$ (09.07). Les maxima atteignant $25^{\circ}20C$ à cette dernière date. Les températures maximales sont toujours relevées au Point E, sauf en Août : les eaux d'amont étant plus chaudes que les eaux d'aval, les températures sont plus importantes au Point K.

SALINITES

Variations annuelles des salinités moyennes en 1987

Point E - PK 52

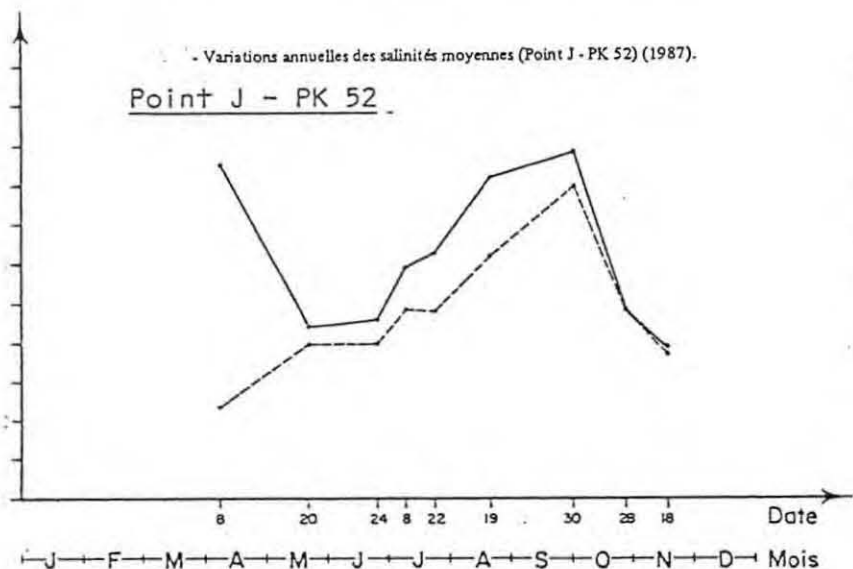


- Variations annuelles des salinités moyennes (Point E - PK 52) (1987).

Les salinités moyennes au Point E - PK 52 ont évolué, d'Avril à Novembre 1987 entre 1,28 ‰ (07.04) et 9,44 ‰ (29.09).

La salinité maximum: 12,37 ‰, a été relevée fin Septembre ; le minimum: 0,51 ‰ le 7 Avril, à la suite des seuls débits importants de l'année.

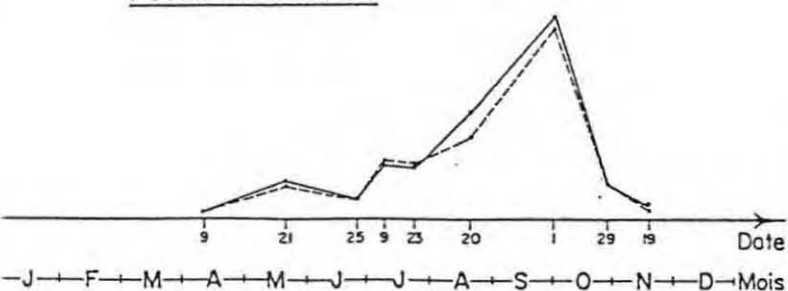
Point J - PK 52



- Variations annuelles des salinités moyennes (Point J - PK 52) (1987).

Au Point J - PK 52, l'évolution des salinités moyennes s'est faite de 2,35 ‰ à 8,88 ‰, valeurs relevées aux mêmes dates qu'au Point E, les salinités maximales étant observées à pleine mer le 30.09 : 12,86 ‰, les minimales le 18.10: 0,67 ‰.

Point K - PK 30



- Variations annuelles des salinités moyennes (Point K - PK 30) (1987).

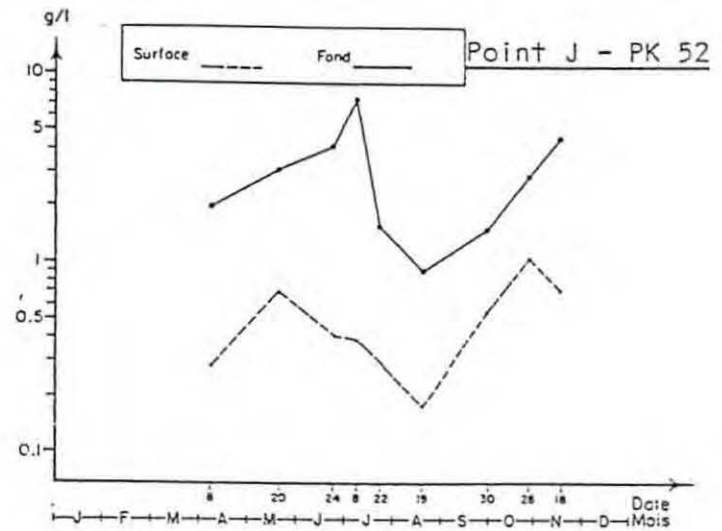
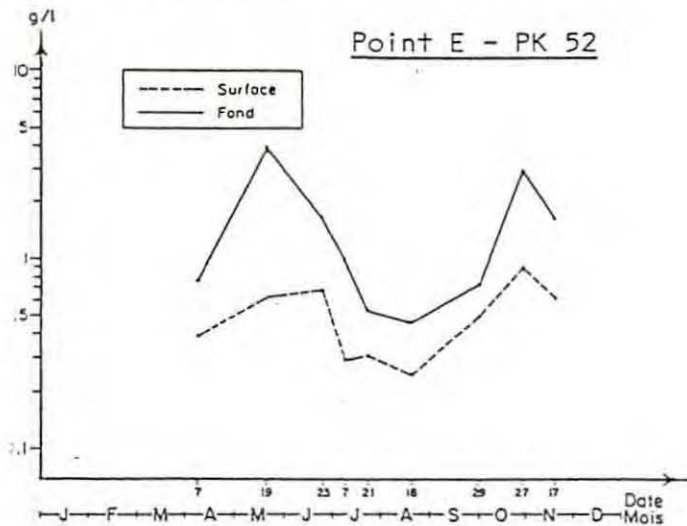
Au Point K - PK 30, elles ont varié de 0,15 ‰ (09.04) minimum de l'année à 5,11 ‰ (01.10) avec des valeurs maximales atteignant 6,97 ‰ ce même jour.

Le front de salinité: 0,5 ‰, s'est maintenu au-dessus du PK 30 depuis le mois de Mai et ce n'est qu'à la suite des précipitations d'Octobre et de l'augmentation des débits que les eaux redeviennent douces pendant toute la marée.

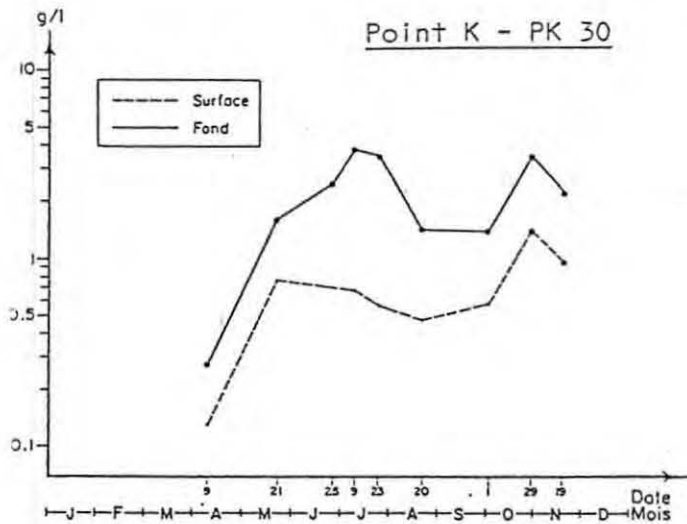
TABLEAU 136

TURBIDITES

Point E - PK 52



Point K - PK 30



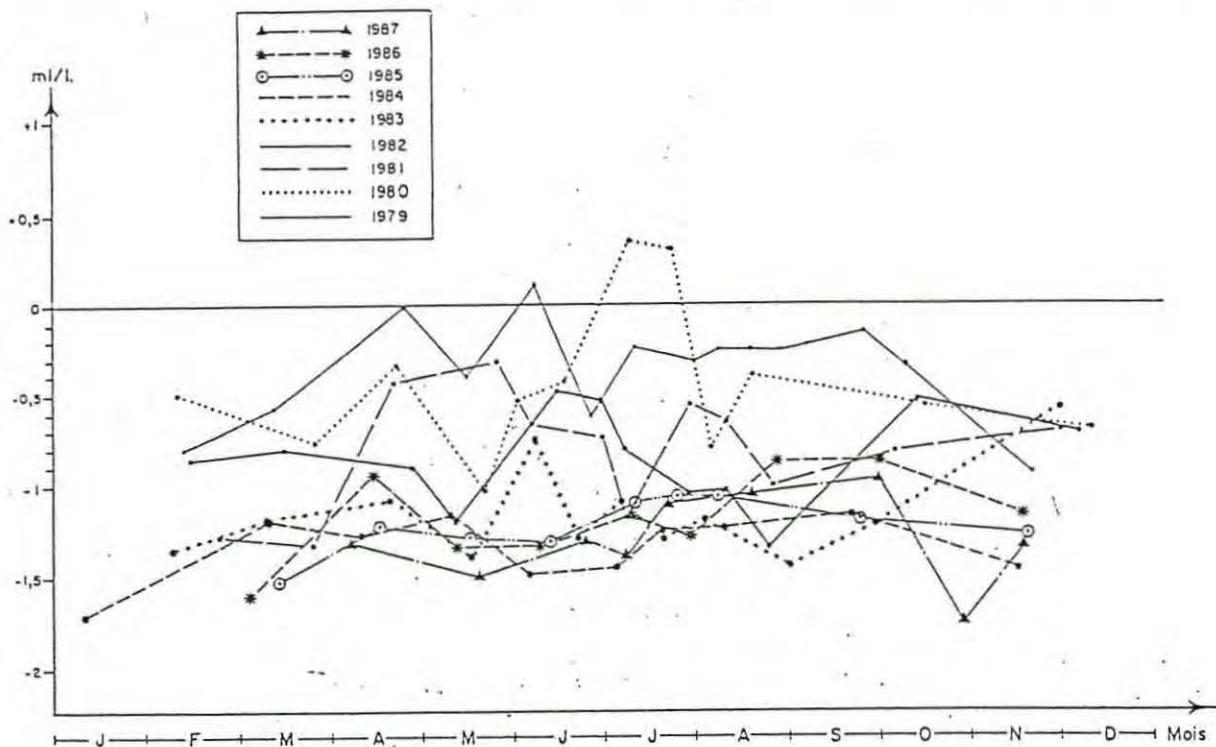
Variations annuelles des turbidités moyennes en 1987

- Les valeurs des turbidités moyennes se sont réparties :
- au Point E - PK 52 : de 0,248 g/l (18.08) à 0,880 g/l (27.10) en surface
de 0,455 g/l (18.08) à 3,863 g/l (19.05) au fond
 - au Point J - PK 52 : de 0,178 g/l (19.08) à 1,084 g/l (28.10) en surface
de 0,892 g/l (19.08) à 7,333 g/l (08.07) au fond
 - au Point K - PK 30 : de 0,132 g/l (09.04) à 1,452 g/l (29.10) en surface
de 0,276 g/l (09.04) à 3,862 g/l (09.07) au fond

Les turbidités maximales ont atteint :

- au Point E : 8,250 g/l (19.05) et 4,990 g/l (27.10) -(7 valeurs sur 9 > 1 g/l).
- aux Points J et K, les concentrations maximales sont toutes supérieures à 1 g/l et atteignent 29,740 g/l (08.07) au Point J, 9,820 g/l (23.07) au Point K. Ces valeurs montrent que, pendant cette période, le bouchon vaseux était présent au PK 52 et au PK 30 à certains moments de la marée.

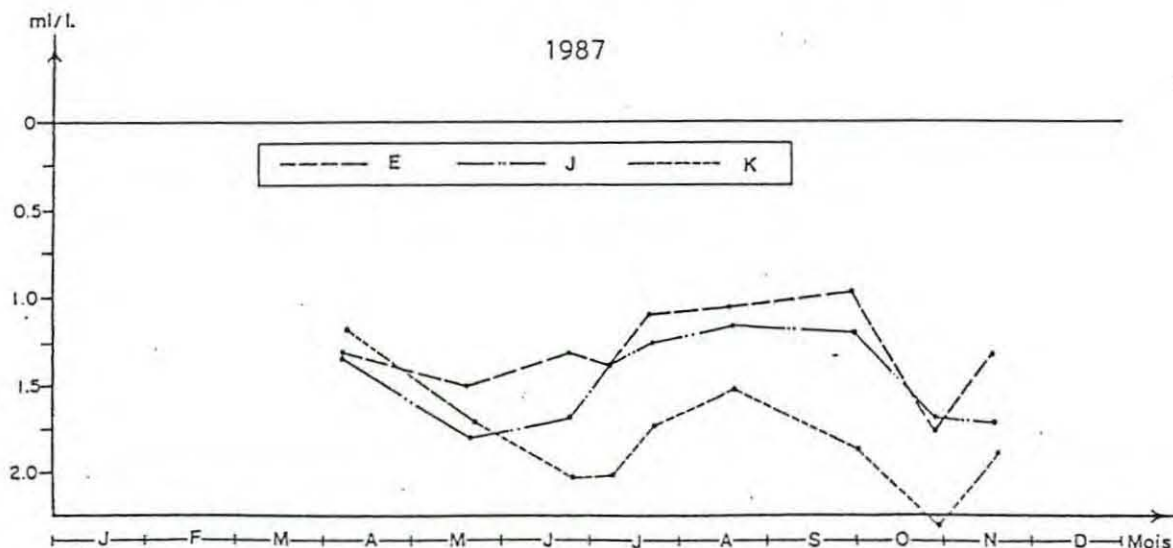
TABLEAU 137

OXYGENE DISSOUSVariations annuelles du déficit en O₂ dissous au Point E - PK 52 en 1987

- Au Point E - PK 52, les déficits moyens en oxygène dissous s'échelonnent entre 0,96 ml/l (29.09) et 1,81 ml/l (27.10), ce dernier étant le plus important connu.
- Au Point J - PK 52, ils évoluent de 1,14 ml/l (19.08) à 1,88 ml/l (20.05)
- Au Point K - PK 30, de 1,10 ml/l (09.04) à 2,31 ml/l (27.10), valeur maximale des déficits.

Les déficits moyens annuels qui avaient régressé en 1985 et 1986 se sont de nouveau accrus :

- au Point E, ils atteignent 1,301 ml/l alors qu'ils n'étaient que de 1,175 ml/l en 1986, 1,312 ml/l en 1985 mais 1,337 ml/l en 1984.
- au Point J : 1,470 ml/l en 1987 (1,205 ml/l en 1986, 1,294 ml/l en 1985, 1,387 ml/l en 1984)
- au Point K : 1,799 ml/l en 1987 (1,241 ml/l en 1986, 1,419 ml/l en 1985, 1,511 ml/l en 1984).



DEMANDES BIOCHIMIQUES EN OXYGENE

Sur l'ensemble des stations, la demande biochimique en oxygène a été réalisée sur l'eau brute d'une part, et sur l'eau filtrée d'autre part.

Contre toute attente, il apparaît que la DBO/5 de l'eau filtrée est le plus souvent supérieure à celle de l'eau brute (Tableau 138).

TABLEAU 138

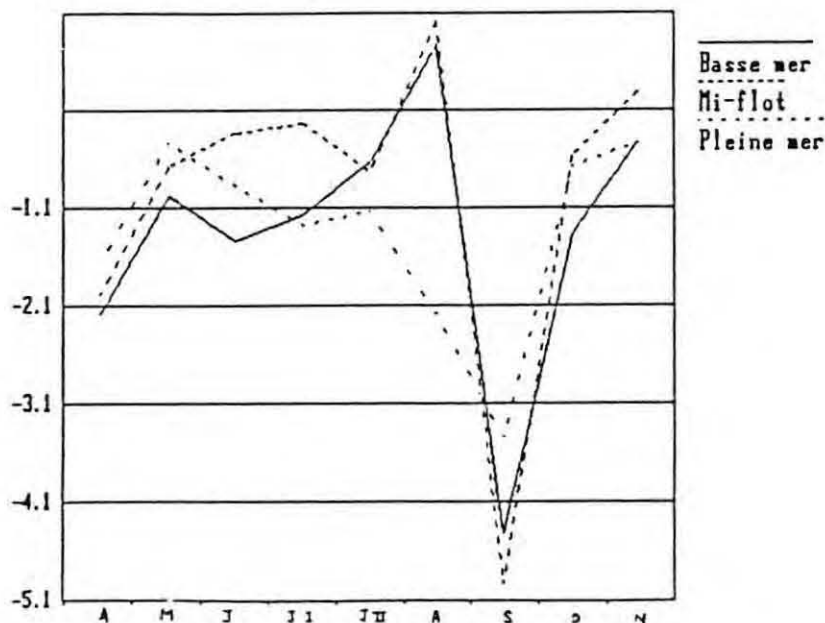
DBO/5 (mg.l^{-1}) : moyennes pour l'année

STATION	GARONNE	DORDOGNE	K	E	J
EAU BRUTE	4,94	3,98	2,78	2,28	2,18
EAU FILTREEE	4,66	4,36	3,54	3,51	2,47
DIFFERENCE	+0,24	-0,38	-0,76	-1,23	-0,29

Au cours de l'année, si sur les fleuves la différence reste faible, sur l'estuaire en revanche elle est nettement plus importante (T. 139).

TABLEAU 139

Variations saisonnières de la différence de DBO/5 (mg.l^{-1})
entre l'eau brute et l'eau filtrée



L'ébauche d'interprétation effectuée à ce jour montre qu'une diminution de cette différence aurait pour origine une augmentation du taux de chlorophylle active, alors que son accroissement serait en relation avec une diminution de la charge bactérienne et une augmentation des matières en suspension.

En regard des autres années, 1987 a été marqué par une brutale remontée de la DBO/5 sur les fleuves comme sur l'estuaire (Tableau 140).

TABLEAU 140

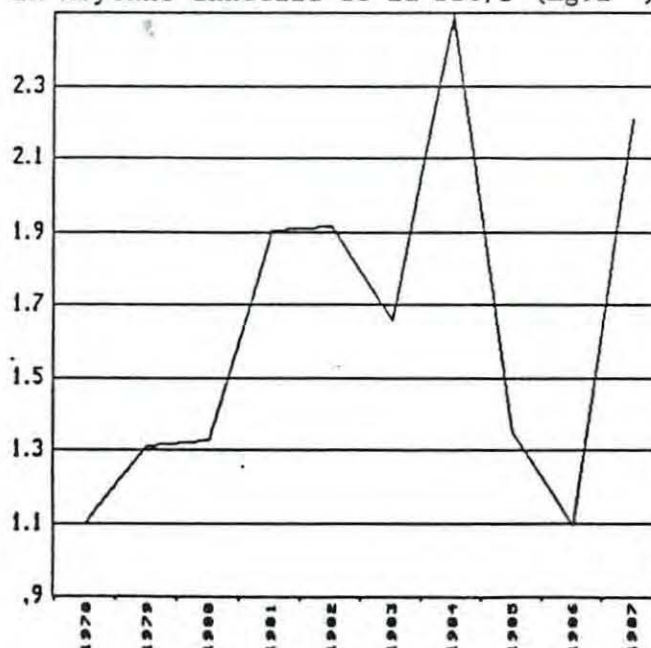
Evolution de la DBO/5 depuis 1984

Flux moyen annuel (kg.s^{-1})	1984	1985	1986	1987
Garonne	1,51	2,36	1,39	1,68
Dordogne	0,57	0,94	0,64	1,08
Cumul	2,08	3,30	2,03	2,76

Concentrations moyennes annuelles (mg.l^{-1})	1984	1985	1986	1987
Apport	2,64	3,72	2,65	4,10
Station K	2,96	1,79	1,46	2,78
Station E	2,59	1,37	1,10	2,28
Station J	2,47	1,32	1,28	2,18

TABLEAU 141

Evolution de la moyenne annuelle de la DBO/5 (mg.l^{-1}) à la station E



Plus sensible sur l'estuaire, cet accroissement fait remonter la moyenne annuelle de la DBO/5 à la station E à une valeur proche de celle des années 82 à 84 (T.1 141).

TAUX DE CHLOROPHYLLE ACTIVE

Sur les stations fluviales, le faible ensoleillement et la chute de température enregistrés au cours du mois de juillet ont provoqué une chute notable du taux de chlorophylle active (T. 143).

Sur l'estuaire, en revanche, la remontée des eaux halines a contre-balancé ce phénomène. On note en effet un bloom phyto-planctonique estival bien marqué (T.1 44).

Parallèlement à l'accroissement de la DBO/5, on constate une diminution du taux de chlorophylle active (tableau 142).

TABLEAU 142

Evolution du taux de chlorophylle active

ANNEE	GARONNE	DORDOGNE	ST.K	ST.E	ST.J
1984	0,75	0,64	0,59	0,47	0,51
1985	0,77	0,73	0,58	0,52	0,53
1986	0,74	0,58	0,56	0,54	0,54
1987	0,65	0,51	0,47	0,49	0,51

TABLEAU 143

Variations saisonnières du taux de chlorophylle active aux stations fluviales.

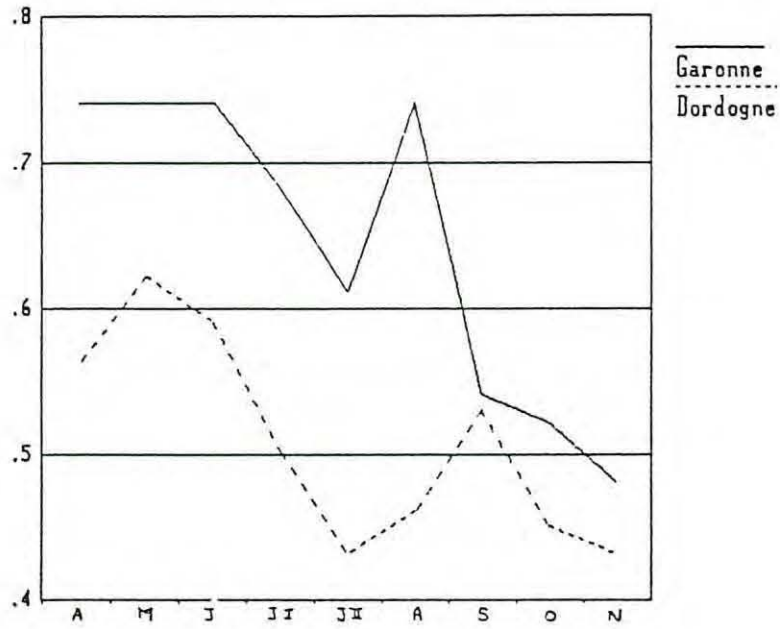
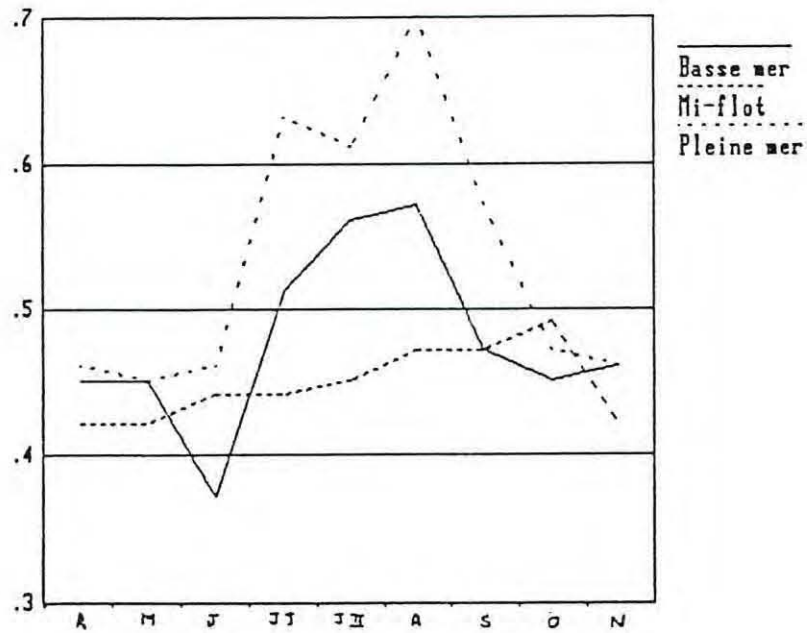


TABLEAU 144

Variations saisonnières du taux de chlorophylle active à la station E.

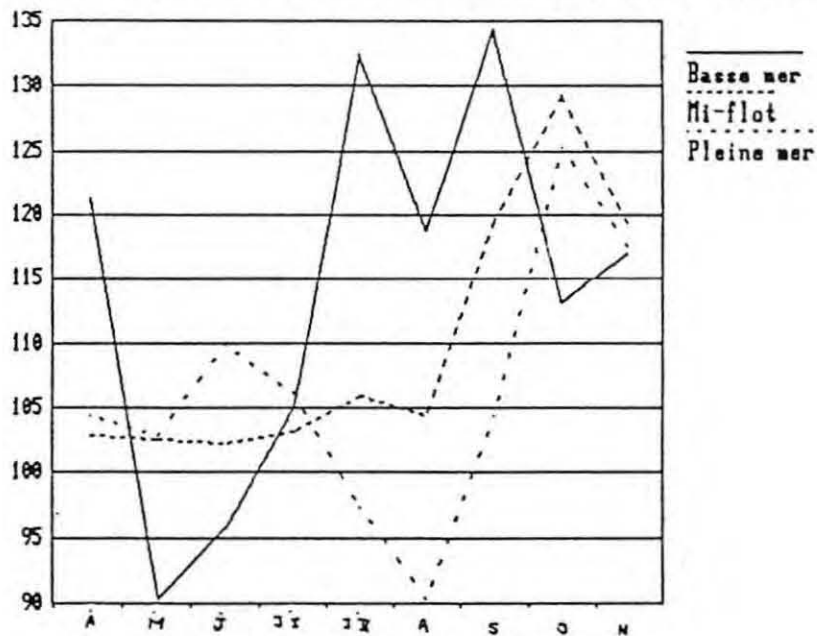


AZOTE MINERAL

En ce qui concerne les fleuves, les concentrations en azote minéral dissous sont, d'une manière générale, plus élevées sur la Garonne (125,4 μM) que sur la Dordogne (98,5 μM). On note cependant une augmentation des nitrates et nitrites et une diminution de l'ammonium sur la Dordogne en Septembre ; ces variations sont probablement liées à l'accroissement de la production primaire sur ce fleuve (cf T. 143).

Sur l'estuaire, tandis que les variations saisonnières, pour les nitrates sont à peu près stables pour les stations E et J, celles enregistrées à la station K sont à relier à la position du bouchon vaseux lorsque ce dernier est en aval du PK 30 les teneurs les plus élevées sont observées à pleine mer ou à mi-flot et inversement (T. 145).

TABLEAU 145

Variations saisonnières de nitrates (μM) à la station K

Après la remontée au cours de l'année 1986, les teneurs en 1987 s'inscrivent dans la moyenne des années précédentes. On peut noter cependant la diminution du flux moyen annuel de la Garonne qui est en partie due aux débits particulièrement faibles de ce fleuve en 1987. (Tableau 146).

Il est bon de remarquer que l'ammonium a subi une augmentation importante cette année par rapport aux années précédentes sur les fleuves, ce qui n'est pas le cas de l'estuaire.

TABLEAU 146

Evolution de l'Azote Minéral Dissous

Flux moyen annuel (mol.s^{-1})	1984	1985	1986	1987
Garonne	0,51	0,46	0,53	0,40
Dordogne	0,25	0,15	0,22	0,21
Cumul	0,76	0,61	0,75	0,61

Concentrations (μM)	1984	1985	1986	1987
Apport	120,3	105,7	142,0	121,1
Station K	103,0	117,6	125,3	108,8
Station E	103,2	115,1	125,0	110,8
Station J	105,2	122,1	130,7	113,1

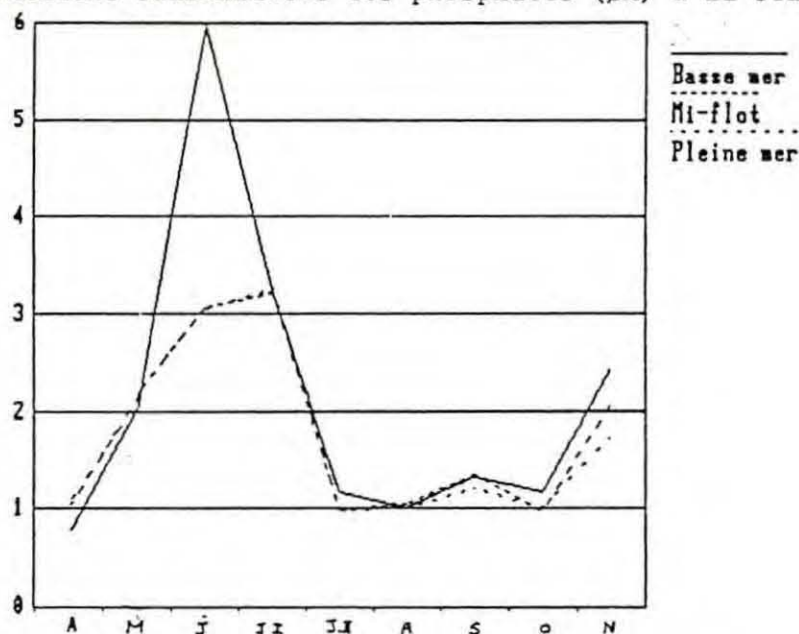
PHOSPHORE MINERAL

Comme pour l'azote minéral, la Garonne enregistre toujours des teneurs supérieures à celles de la Dordogne (moyenne annuelle : 1,25 μM pour la Garonne et 0,70 μM pour la Dordogne).

Toujours supérieures à celles des fleuves, les concentrations observées sur l'estuaire sont très homogènes et présentent un maximum en début de période d'étiage (T. 147).

TABLEAU 147

Variations saisonnières des phosphates (μM) à la station E.



La diminution des concentrations moyennes annuelles constatée lors du rapport écologique de 1986 n'a pas été confirmée en 1987 (Tableau 1.5).

TABLEAU 148

Evolution du Phosphore minéral dissous

Flux moyen annuel ($\text{mol} \cdot \text{s}^{-1}$)	1984	1985	1986	1987
Garonne	0,51	0,46	0,53	0,40
Dordogne	0,25	0,15	0,22	0,21
Cumul	0,76	0,61	0,75	0,61
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>				
Concentrations (μM)	1984	1985	1986	1987
Apport	0,96	9,69	0,98	0,91
Station K	1,52	2,11	1,38	1,89
Station E	1,93	2,20	1,46	1,84
Station J	2,04	2,22	1,53	1,74

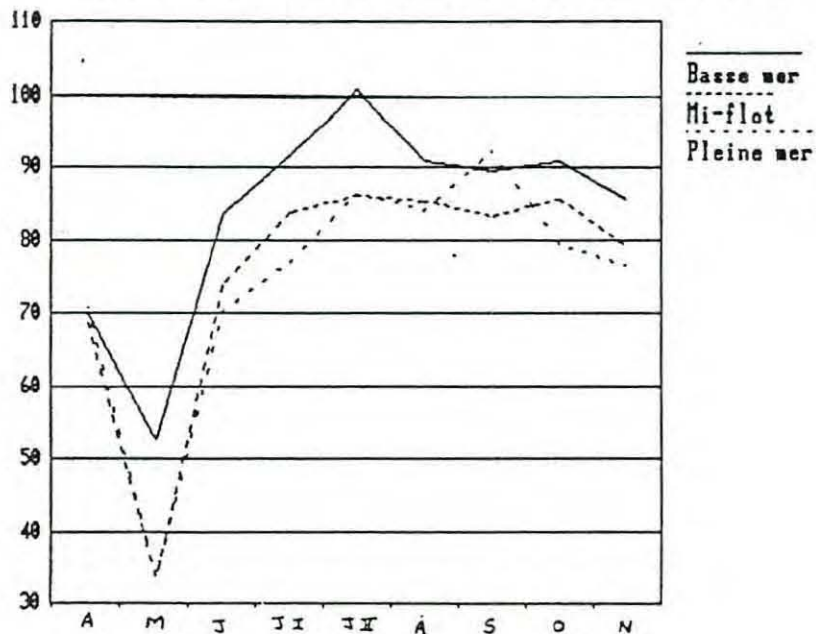
SILICIUM

Contrairement aux phénomènes observés pour les deux précédents paramètres, les concentrations en silicates de la Dordogne (97,4 μM) sont toujours supérieures à celles de la Garonne (53,5 μM).

Dans l'ensemble stables pour les autres campagnes, les stations estuariennes enregistrent des teneurs particulièrement faibles au cours de la campagne de Mai (T. 149).

TABLEAU 149

Variations saisonnières de silicates (μM) à la station E.



Les concentrations et flux moyen annuels sont comparables à ceux des années précédentes. La remarque faite pour le flux moyen annuel en azote

minéral dissous de la Garonne peut également être fait pour le flux moyen annuel en silicium dissous pour ce même flux (Tableau 150).

TABLEAU 150

Evolution du Silicium dissous

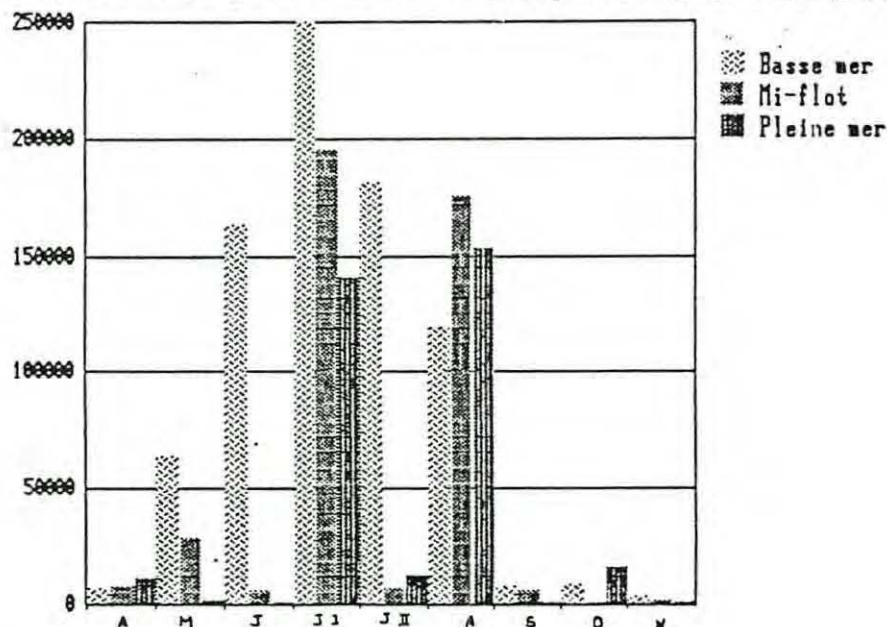
Flux moyen annuel (mol.s^{-1})	1984	1985	1986	1987
Garonne	28,8	32,6	31,7	20,0
Dordogne	32,4	30,0	31,7	30,6
Cumul	61,2	62,6	63,4	50,6
<hr/>				
Concentrations (μM)	1984	1985	1986	1987
Apport	77,6	70,5	82,8	75,0
Station K	86,2	94,4	90,0	86,6
Station E	82,1	78,8	76,8	77,6
Station J	81,4	78,1	78,2	76,6

GERMES AEROBIES MESOPHILES

La charge bactérienne des stations estuariennes est dix à cent fois plus importante que celle des stations fluviales. Les plus forts dénombrements de germes aérobies mésophiles sont le plus souvent enregistrés sur les échantillons de basse mer, les maxima se situant en période estivale (T. 151).

TABLEAU 151

Variations saisonnières de germes aérobies mésophiles (μM) à la station E.



L'ensemble des dénombrements de germes aerobies mésophiles a été séparé pour chaque station et chaque année, en quatre classes :

- classe I : numération $> 300\ 000$ germes ml^{-1}
- classe II : $300\ 000 >$ numération $> 100\ 000$ germes ml^{-1}
- classe III : $100\ 000 >$ numérations $< 10\ 000$ germes ml^{-1}
- classe IV : numération $< 10\ 000$ germes ml^{-1}

Cette classification permet de regrouper les résultats obtenus sur l'estuaire depuis 1984 (Tableau 152).

TABLEAU 152

Evolution de la charge bactérienne dans l'estuaire (%/classe)

Classes	STATION K				STATION E				STATION J			
	84	85	86	87	84	85	86	87	84	85	86	87
I	21	0	7	0	17	0	4	0	17	0	4	4
II	8	27	7	19	12	11	4	30	4	30	11	4
III	42	35	33	44	50	59	23	19	54	26	26	36
IV	29	37	52	37	21	30	69	52	25	44	59	56

Ainsi on peut constater que la charge bactérienne de l'estuaire en 1987 n'a pas beaucoup évoluée par rapport à celle des années précédentes.

VIBRIO-HALOPHILES

Les dernières caractérisations n'étant pas terminées, il n'est pas possible de déterminer si l'étiage prolongé a eu une influence sur les recherches de vibrio halophiles.

CARACTERISTIQUES DU ZOOPLANCTON AU POINT E

Les résultats portent sur la dixième série d'observations effectuées au point E (pK 52) entre avril et novembre 1987.

Le Copépode Eurytemora hirundoides

Les Copépodes, largement dominés par l'espèce Eurytemora hirundoides présentent des densités élevées au printemps (avril-mai). Les effectifs sont légèrement plus élevés au fond qu'en surface (T. 153). Les différences sont toutefois peu significatives. Le maximum d'abondance se situe en avril-mai, avec un pic noté le 7 avril. La date de ce pic est un peu plus précoce qu'habituellement puisque le maximum annuel est généralement observé en mai (T. 154). Toutefois, la différence entre les prélèvements d'avril et de mai 1987 est très faible.

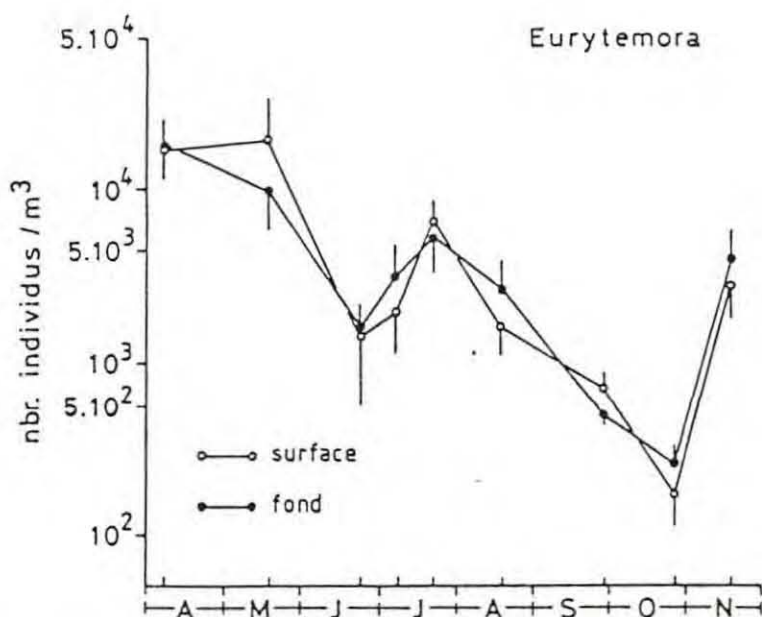


TABLEAU 153: Variations d'abondance du Copépode Eurytemora hirundoides (+ erreur standard sur 5 prélèvements), au point E, en surface et au fond (année 1987).

La valeur du maximum d'effectifs en 1987 (16 000 ind/m³) est un peu inférieure à la moyenne générale des maxima établie sur les neuf précédentes années de prélèvements (20 300 ind/m³). Plus généralement, l'abondance moyenne annuelle de E. hirundoides (5 200 ind/m³) est un peu inférieure à celle de 1986 (5 900 ind/m³) et nettement inférieure à celle de 1985 (7 000 ind/m³). Cette tendance à la diminution des effectifs se poursuit depuis 1984.

Après le maximum annuel, les effectifs décroissent très sensiblement en juin. On assiste à une reprise très nette des abondances fin juillet comme cela avait été observé en 1986 et encore plus nettement en 1985. Cette reprise peut être mise en relation avec un bloom phytoplanctonique d'origine fluviale. Les effectifs décroissent ensuite régulièrement pour atteindre un minimum en octobre.

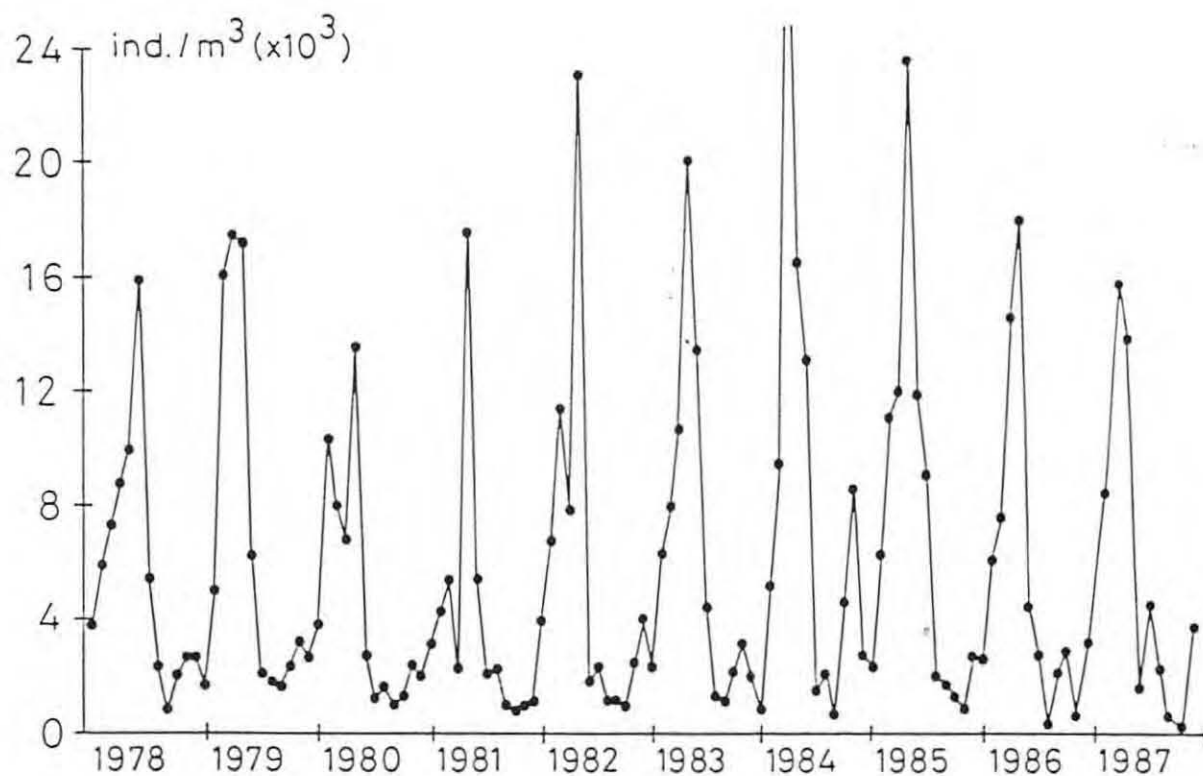
Année	Date maximum	Effectifs surface	Effectifs fond
1978	5 juin	15.000	18.000
1979	15 mai	14.500	19.800
1980	20 mai	17.000	9.800
1981	26 mai	15.200	—
1982	11 mai	23.000	23.200
1983	17 mai	17.800	22.400
1984	11 avril	38.900	26.600
1985	15 mai	18.700	29.800
1986	13 mai	21.500	13.700
1987	7 avril	15.600	16.300

TABLEAU 154 : Dates du pic annuel d'abondance de *E. hirundoïdes* dans l'estuaire de la Gironde et valeurs correspondantes d'effectifs (ind/m³).

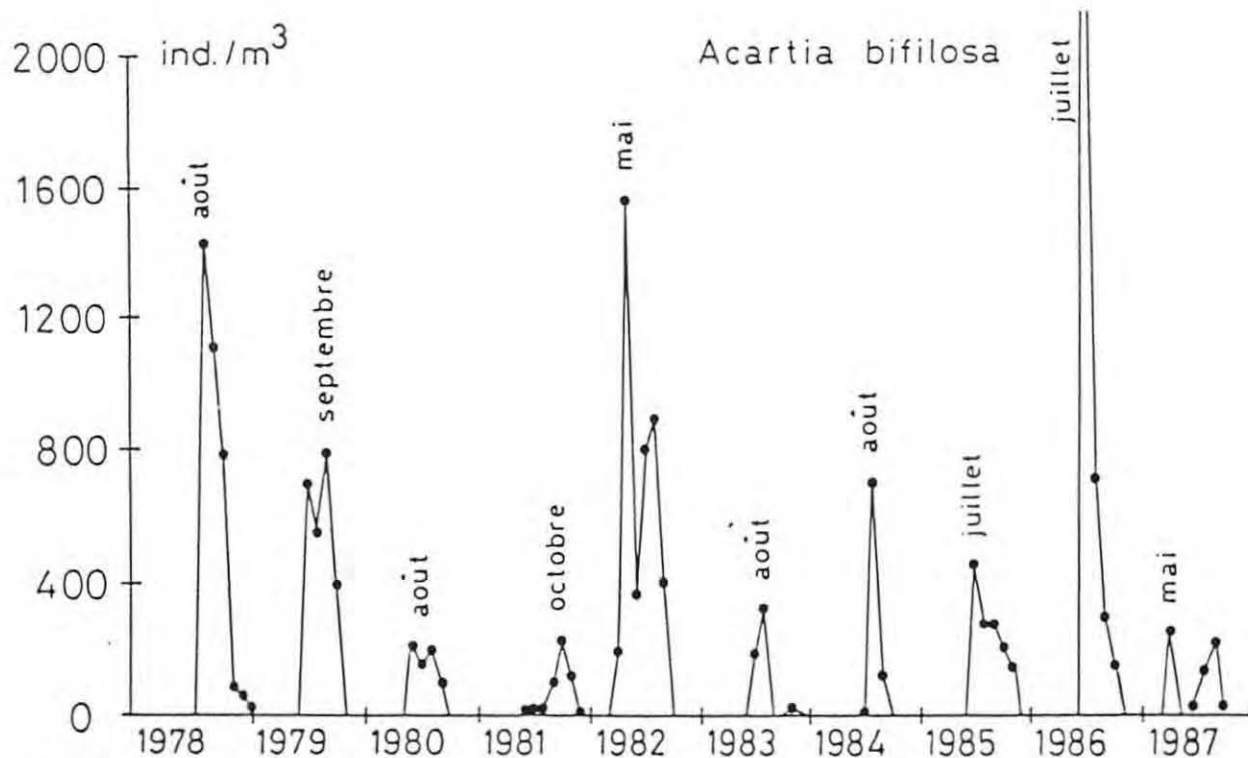
L'étude de la variabilité interannuelle des variations d'abondance montre une bonne reproductibilité des cycles. On note une certaine diminution des valeurs des maxima depuis 1984 tandis que les minima restent au même niveau. Cette diminution, de même que la baisse des effectifs moyens, peut être reliée à la migration vers l'amont de la position moyenne du bouchon vaseux consécutive à la baisse des débits moyens.

Les Copépodes Acartidés

L'abondance du Copépode *Acartia bifilosa*, espèce polyhaline, est très étroitement liée à l'intrusion saline. C'est ce qui explique les variations observées d'une année à l'autre (T. 154). Le maximum d'abondance se situe entre mai et octobre suivant les années, les valeurs des maxima d'effectifs variant dans une proportion de 1 à 10. L'année 1987 se caractérise par la présence de deux pics (mai et septembre) et de faibles densités par rapport à 1986. En 1987, les salinités sont



TABEAU 155: Variations mensuelles d'abondance du Copépode *Eurytemora hirundoides* au point E entre 1978 et 1987 (moyennes entre surface et fond).



TABEAU 156 : Variations mensuelles d'abondance du Copépode *Acartia bifilosa* au point E entre 1978 et 1987 (moyennes entre surface et fond). Pour chaque année le mois du maximum d'abondance est indiqué.

restées inférieures à celles de 1986, au moins jusqu'à la fin septembre, ce qui témoigne d'une moins grande pénétration de l'intrusion saline et explique les effectifs plus faibles en Acartia. Rappelons que l'abondance en A. bifilosa avait été particulièrement élevée en 1986.

Acartia tonsa, espèce thermophile, présente un maximum en septembre comme les années précédentes. Ses effectifs restent assez faibles comme pendant la période 1984-86 (maximum de l'ordre de 300 ind/m³).

Les Mysidacés

Les deux Mysidacés Neomysis integer et Mesopodopsis slabberi ont été récoltés de mai à novembre. Conformément au schéma habituel, N. integer est dominant au début de l'été (juillet) tandis que M. slabberi présente un maximum d'abondance un peu plus tard, en août.

Les effectifs moyens de N. integer en 1987 sont comparables à ceux des années précédentes (T.157) mais le pic d'abondance du début juillet est particulièrement élevé (de l'ordre de 400 ind/m³). Cette valeur n'avait été atteinte qu'en 1980.

M. slabberi présente des densités comparables à celles de l'espèce précédente (T.158). L'abondance moyenne est de beaucoup inférieure à celle de 1986 qui avait été une année particulièrement favorable pour Mesopodopsis. Comme pour A. bifilosa, il semble que cette différence soit due à une diminution de l'intrusion saline en 1987. Il est par ailleurs intéressant de noter le parallélisme de l'évolution de A. bifilosa (T.156) et de M. slabberi (T.158) deux espèces inféodées à la même masse d'eau et dont la présence au point E dépend largement de l'hydrologie.

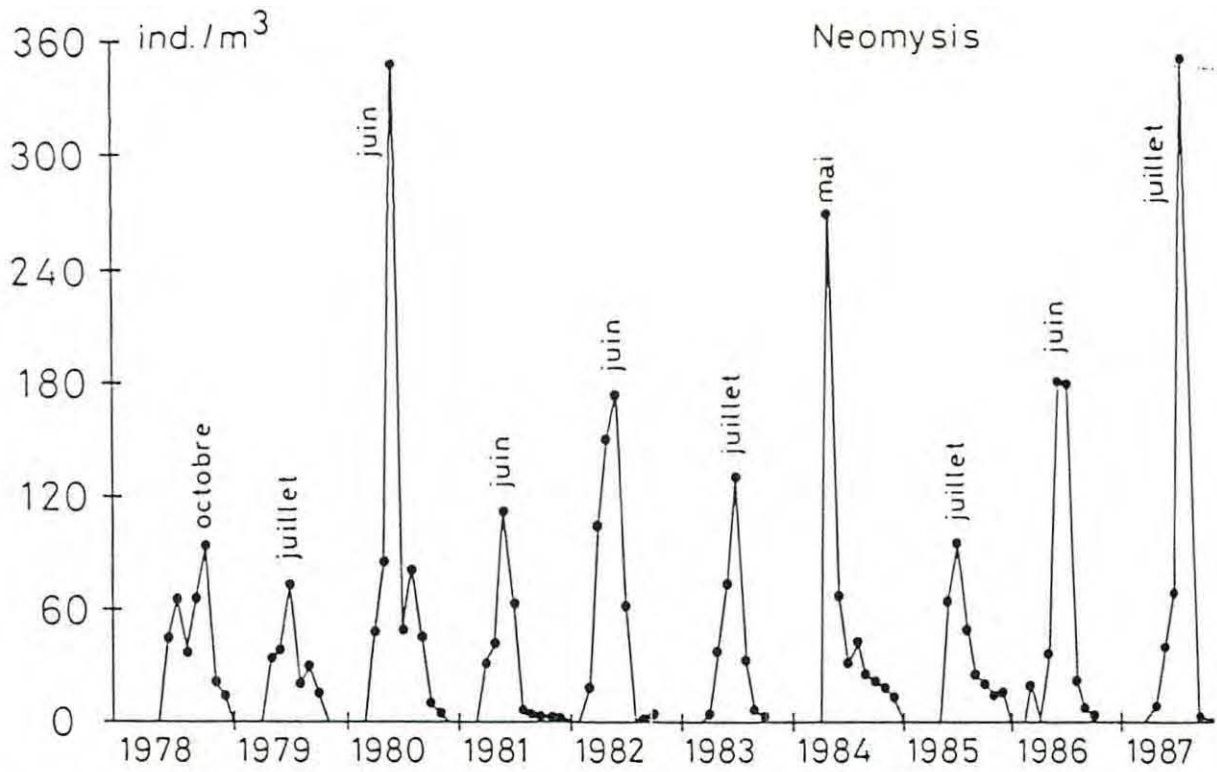


TABLEAU 157: Variations mensuelles d'abondance du Mysidacé *Neomysis integer* au point E entre 1978 et 1987 (moyennes entre surface et fond). Pour chaque année le mois du maximum d'abondance est noté.

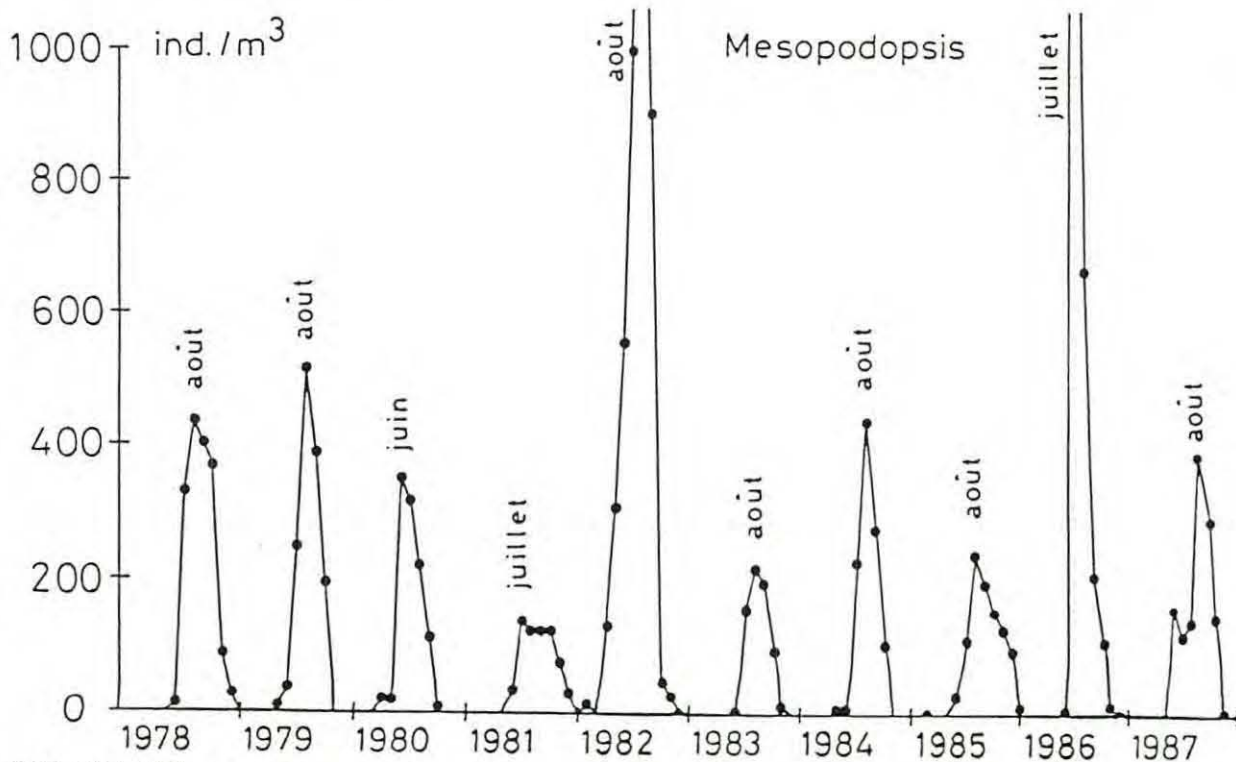


TABLEAU 158: Variations mensuelles d'abondance du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* au point E entre 1978 et 1987 (moyennes entre surface et fond). Pour chaque année le mois du maximum d'abondance est noté.

STRUCTURE DEMOGRAPHIQUE DE *Eurytemora hirundoïdes*

Dans le tableau 2 sont rassemblés les principaux paramètres de structure des populations du Copépode *Eurytemora hirundoïdes* : pourcentage de mâles par rapport aux adultes, pourcentage de femelles ovigères par rapport à l'ensemble des femelles et pourcentages de copépodites par rapport à la population totale. Il s'agit de moyennes annuelles sur l'ensemble des prélèvements.

Le rapport des sexes est légèrement en faveur des mâles dont la proportion est un peu supérieure en surface, conformément au schéma habituellement observé. Les valeurs du sex-ratio sont comparables à celles calculées pour l'ensemble des dix années de surveillance (54,0 % en surface et 51,5 % au fond).

Le pourcentage de femelles ovigères, un peu plus important au fond qu'en surface, est plus élevé qu'en 1986. On observe d'ailleurs une tendance à l'augmentation de la proportion de femelles ovigères depuis 1984-85. Cette proportion est même, en 1987, légèrement supérieure à la moyenne générale (28,5 % en surface et 35,5 % au fond). La fécondité (nombre moyen d'œufs par femelle ovigère) apparaît faible en 1987 par rapport aux années précédentes (moyenne 6,4 œufs contre 9,1 en 1986 et 12,7 en moyenne sur la période 1978-1986). Contrairement au pourcentage de femelles ovigères, il existe une tendance à la diminution de la fécondité depuis 1984.

Année	% mâles		% ♀ ovigères		% copépodites	
	S	F	S	F	S	F
1978	54,7	50,6	23,5	36,3	75,5	65,2
1979	57,2	55,0	25,3	33,1	72,1	70,8
1980	55,5	56,2	29,5	36,1	77,3	74,9
1981	54,2	51,4	32,3	39,2	56,6	54,0
1982	51,7	44,8	39,3	48,4	52,6	47,2
1983	45,2	39,7	33,0	38,0	69,8	61,2
1984	53,4	52,2	23,1	26,1	69,3	64,6
1985	55,3	54,5	17,9	27,7	70,2	63,7
1986	56,8	59,1	29,7	32,1	63,6	57,2
1987	55,8	51,4	31,5	37,9	69,1	61,7

TABLEAU 158: Principaux paramètres de structure des populations du Copépode *E. hirundoïdes* en surface (S) et au fond (F).

La proportion de copépodites, plus forte en surface qu'au fond, est assez comparable aux moyennes déjà observées (67,6 % en surface et 62,1 % au fond sur les dix années).

L'utilisation de colorant vital (rouge neutre) permet de conclure à l'absence de mortalité significative dans la zone étudiée. La proportion d'individus morts au moment du prélèvement dépasse rarement 1 % même en été. La plus forte mortalité (1,60 %) a été observée en juin au point J.

COMPARAISON ENTRE LES POINTS E (pk 52), J (pk 52) et K (pk 30)

Les prélèvements effectués aux points E et J permettent de faire des comparaisons entre la station de référence et le chenal de navigation notamment en ce qui concerne le Copépode dominant E. hirundoïdes (T.159). Les effectifs sont à peu près identiques dans les deux stations au moment du maximum d'abondance (avril-mai), puis décroissent plus vite au point E qu'au point J en juin-juillet. Le reste de l'année, l'abondance est comparable. La structure démographique est pratiquement toujours la même dans les deux stations.

Si l'on compare le point E (pk 52) et le point K (pk 30) on constate que Eurytemora hirundoïdes est plus abondant au point E en avril alors qu'au contraire les effectifs sont plus importants au point K en été et en automne (sauf en juillet 2 et en août). La structure démographique moyenne (sur l'ensemble de la marée) est presque toujours différente entre le pk 30 et le pk 52.

Globalement, l'évolution saisonnière des densités aux points E et J est assez semblable : maximum en avril, décroissance suivie d'un deuxième pic en juillet et minimum en octobre. Elle est différente au point K où l'on distingue deux phases dans l'année : une période de forte abondance (avril-juillet) et une période de faible abondance (juillet-octobre).

Une comparaison interannuelle (T.160) montre que l'évolution des effectifs est globalement la même en 1984 et 1987 aux points E et J alors qu'elle est différente au point K. En ce qui concerne les points E et J, le fait le plus marquant est la présence d'un pic d'abondance plus précoce en 1984 et 1987 (avril) qu'en 1985-86 (mai). L'augmentation automnale des densités, importante en 1984 et 1987, est plus atténuée en 1985-86.

Au point K, les variations interannuelles sont plus importantes. En 1984 et 1987 l'évolution saisonnière est à peu près la même : maximum printanier, minimum estival et reprise en automne avec, toutefois un décalage d'un mois environ. En 1985 et 1986 les variations sont beaucoup plus irrégulières et de moindre amplitude.

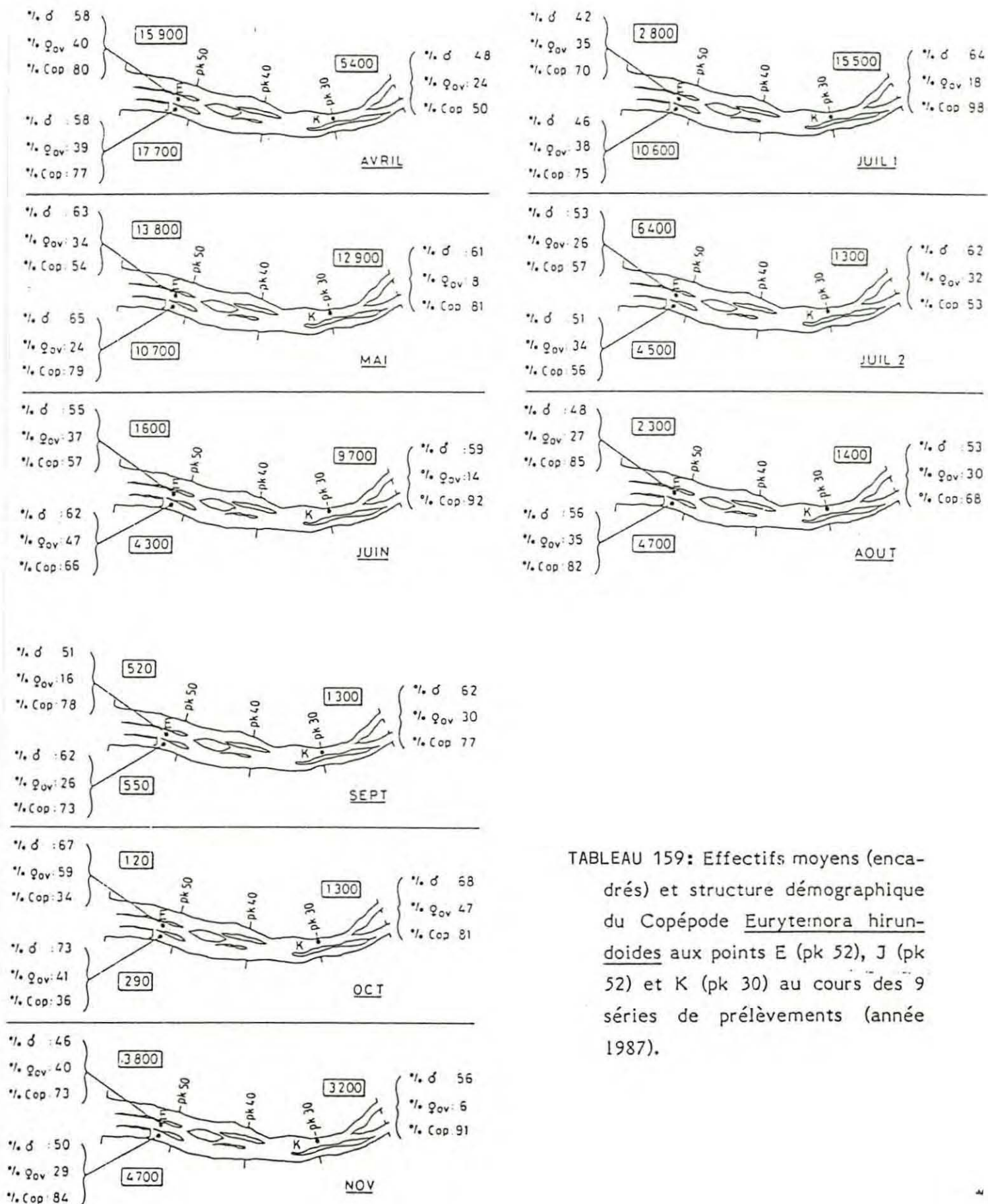
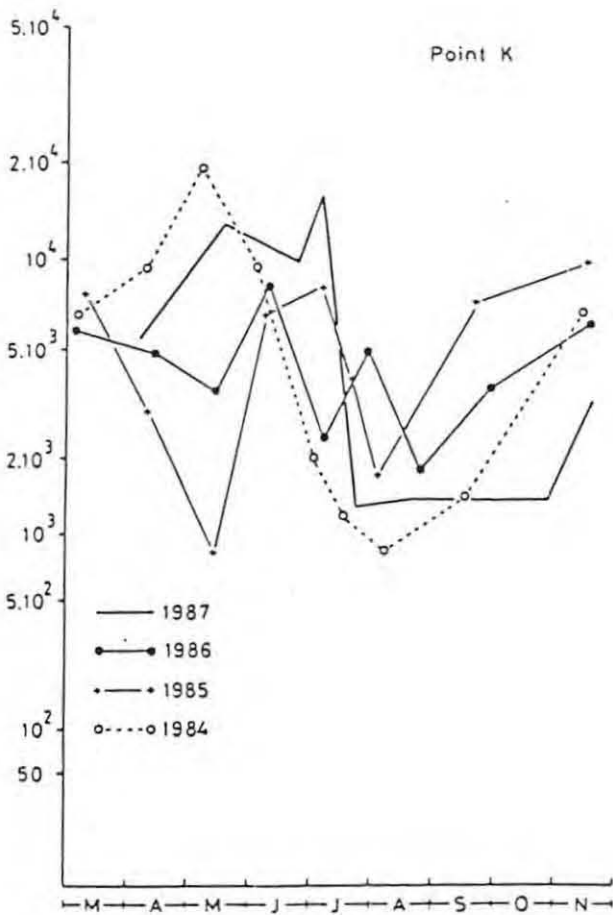
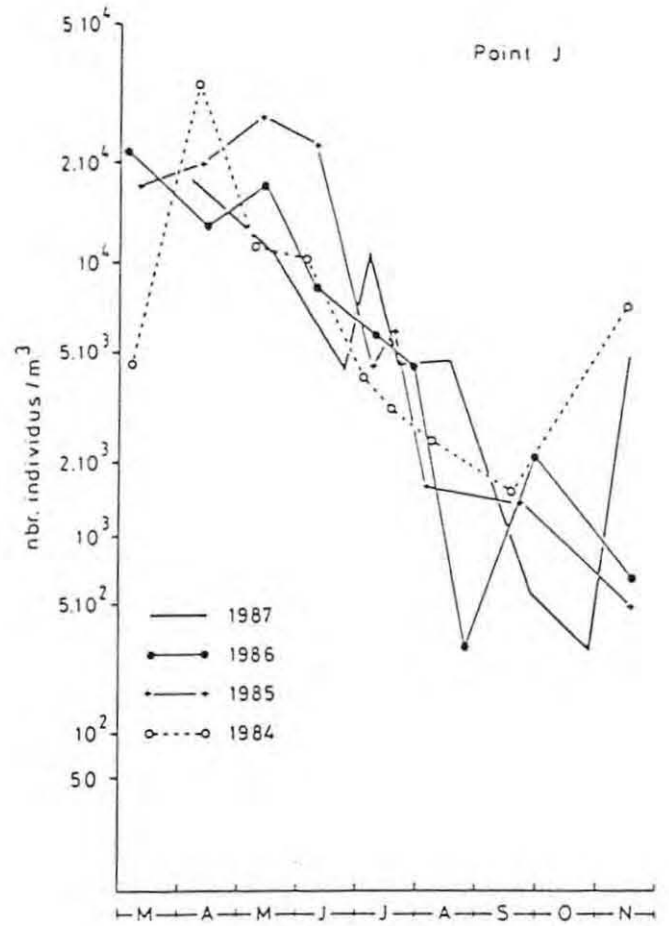
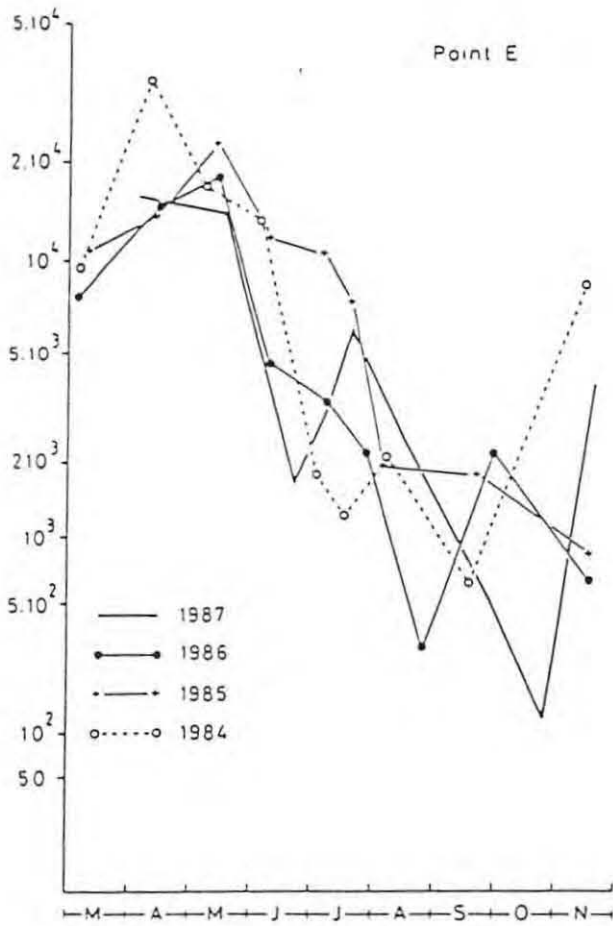


TABLEAU 159: Effectifs moyens (encadrés) et structure démographique du Copépode *Eurytemora hirundoides* aux points E (pk 52), J (pk 52) et K (pk 30) au cours des 9 séries de prélèvements (année 1987).



TABEAU 160: Variations d'abondance du Copépode Eurytemora hirundoides aux points E (pk 52), J (pk52) et K (pk 30) de 1984 à 1987 (moyennes entre surface et fond).

X - BIBLIOGRAPHIE

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BOUCHET J.M., CASTEL J. & SORBE J.C., 1976 - Particularités biologiques d'un site estuarien : l'estuaire de la Gironde. In : Journées de la thermo-écologie, Brest, 15-16 novembre 1976. E.D.F - Direction de l'Equipement, pp. 400-406.

CARPENTER E.J., PECK, B.B. & ANDERSON S.J., 1974 - Survival of copepods passing through a nuclear power station on north-eastern Long Island Sound, USA. Mar. Biol., **24**, pp. 49-55.

CASTEL J., 1981 - Aspects de l'étude écologique du plancton de l'estuaire de la Gironde. Oceanis, Doc. Océanogr., **6**, pp. 535-577.

CASTEL J., 1984 - Dynamique du Copépode Eurytemora hirundoïdes dans l'estuaire de la Gironde : influence du bouchon vaseux. J. Rech. Océanogr., **9**, pp. 112-114.

CASTEL J., 1985 - Distribution et évolution du zooplancton dans l'estuaire de la Gironde. Actes colloq. BORDOMER 85, Bordeaux, 8-11 octobre 1985, pp. 555-568.

CASTEL J., ARZUL G. & LISSALDE J.P., 1976 - Etude préliminaire du plancton de l'estuaire de la Gironde. J. Rech. Océanogr., **1**, pp. 17-24.

CASTEL J. & COURTIES C., 1977 - Le zooplancton. In : Etude écologique de l'estuaire de la Gironde. Rapp. final E.D.F. - CNEXO, pp. 220-295.

CASTEL J., COURTIES C. & POLI J.M., 1983 - Dynamique du Copépode Eurytemora hirundoïdes dans l'estuaire de la Gironde : effet de la température. Oceanol. Acta, N° Sp., pp. 57-61.

CASTEL J. & FEURTET A., 1985 - Dynamique du Copépode Eurytemora hirundoïdes dans l'estuaire de la Gironde : utilisation d'un modèle à compartiments. J. Rech. Océanogr., **10**, pp. 134-136.

CASTEL J. & FEURTET A., 1986 - Influence des matières en suspension sur la biologie d'un copépode estuarien : Eurytemora hirundoïdes (Nordquist, 1888). Actes colloq. CNRS "Biologie des populations", Lyon, Septembre 1986, pp. 391-396.

CASTEL J. & FEURTET A., 1988 - Dynamics of the Copepod Eurytemora affinis hirundoides in the Gironde estuary: origin and fate of its production. Proc. 22nd Europ. Mar. Biol. Symp., Barcelona, August 1987 (in press).

DAVIES R.M. & JENSEN L.D., 1975 - Zooplankton entrainment in three mid-Atlantic power plants. J. wat. pollut. cont. Fed., 47, pp. 2130-2142.

DRESSEL D.M., HEINLE D.R. & GROTE M.C., 1972 - Vital staining to sort dead and live copepods. Chesapeake Sci., 13, pp. 156-159.

EDMONSON W.T., 1971 - Methods for processing samples and developing data. In : A manual for the assessment of secondary productivity in fresh water (Edmonson W.T. & Winberg G.G. éds), I.B.P. Handbook n° 17, pp. 127-169, Blackwell, Oxford & Edinburgh.

FEURTET A. & CASTEL J., 1987 - Biologie du Copépode Eurytemora affinis hirundoides dans l'estuaire de la Gironde : données morphométriques. Actes Xème réunion Carcinologistes de Langue Française, Concarneau, juin 1987 (sous presse).

FRASER J.H., 1966 - Zooplankton sampling. Nature, 211, pp. 915-916.

FRONTIER S., 1969 - Sur une méthode d'analyse faunistique rapide du zooplancton. J. exp. mar. Biol. Ecol., 3, pp. 18-26.

FRONTIER S., 1972 - Calcul de l'erreur sur un comptage de zooplancton. J. exp. mar. Biol. Ecol., 8, pp. 121-132.

GAUDY R. & MOATTI B., 1978 - Etude de la mortalité du zooplancton transitant dans les circuits de refroidissement d'une centrale thermo-électrique. IVes Journées Etud. Pollutions, C.I.E.S.M., pp. 399-403.

HEINLE D.R., 1976 - Effects of passage through power plant cooling systems on estuarine copepods. Environ. Pollut., 11, pp. 39-58.

ICANBERRY J.W. & ADAMS J.R., 1974 - Zooplankton survival in cooling water systems of four thermal power plants on the California coast. The Johns Hopkins University, Cooling water research project, rep. 15.

POLI J.M., 1982 - Contribution à l'étude de la dynamique et de l'adaptation physiologique du Copépode estuarien Eurytemora hirundoides (Nordquist, 1888) (Estuaire de la Gironde). Thèse 3° cycle, Univ. Bordeaux I, 118 pp.

POLI J.M. & CASTEL J., 1983 - Cycle biologique en laboratoire d'un Copépode planctonique de l'estuaire de la Gironde : Eurytemora hirundoides (Nordquist, 1888). Vie Milieu, 33, pp. 79-86.

TRANter D.J. & SMITH P.E., 1968 -Filtration performance. In : Zooplankton sampling. Monogr. Oceanogr. Methodol., Unesco, 2, pp. 27-56.

VEIGA J. 1983 - Le zooplancton de l'estuaire de la Gironde. Conséquences de l'hydrologie sur la répartition des espèces et sur la locomotion du Copépode Eurytemora hirundoides (Nordquist, 1888). Thèse 3° cycle, Univ. Bordeaux I, 119 pp.

VEIGA J. & CASTEL J., 1986 - Coût énergétique de la locomotion chez le Copépode Eurytemora hirundoides (Nordquist, 1888). C. R. Acad. Sc. Paris, 303, sér. III, 6, pp. 203-206.

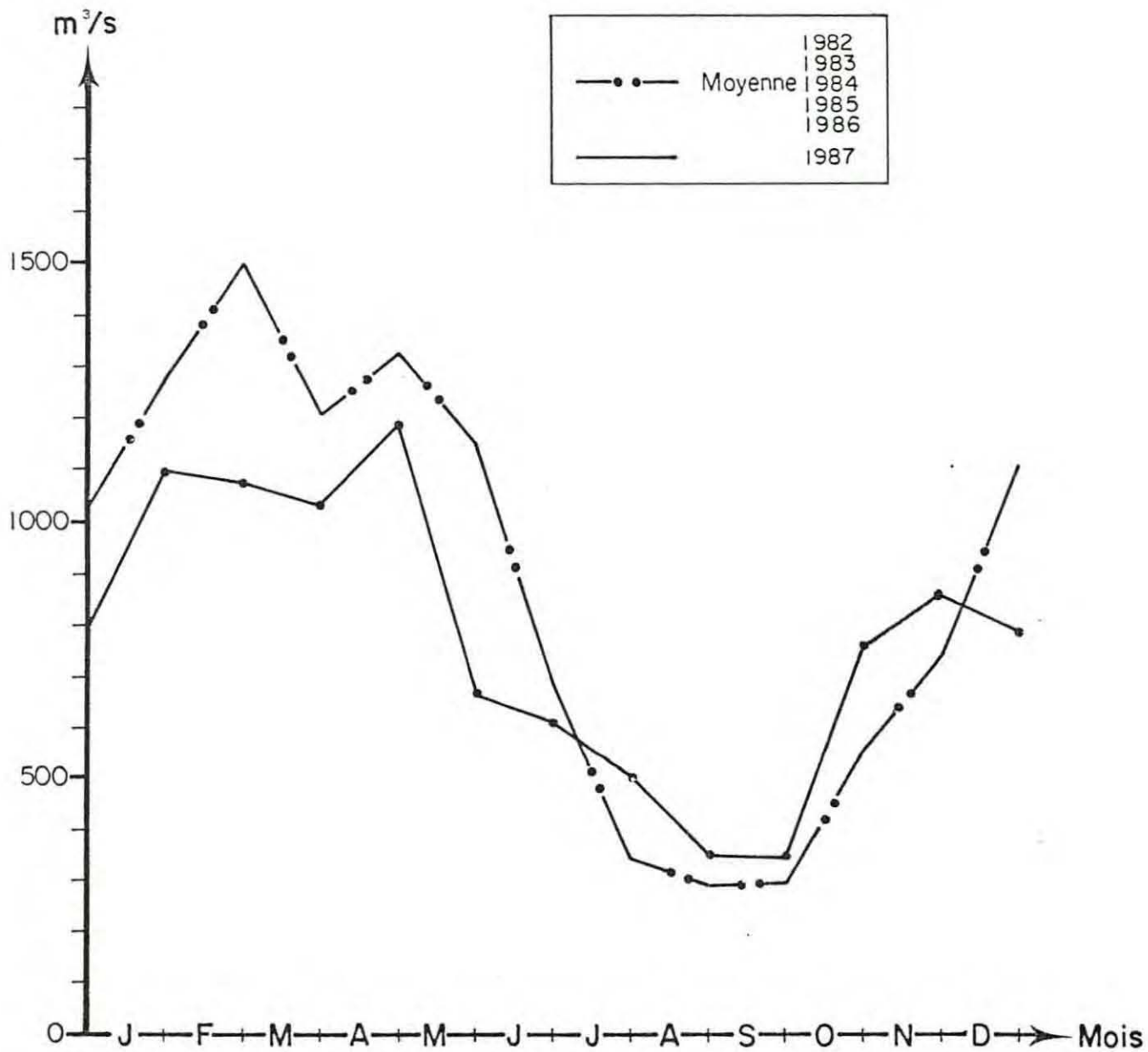
SURVEILLANCE ECOLOGIQUE DU SITE DU BLAYAIS

ANNEE 1987

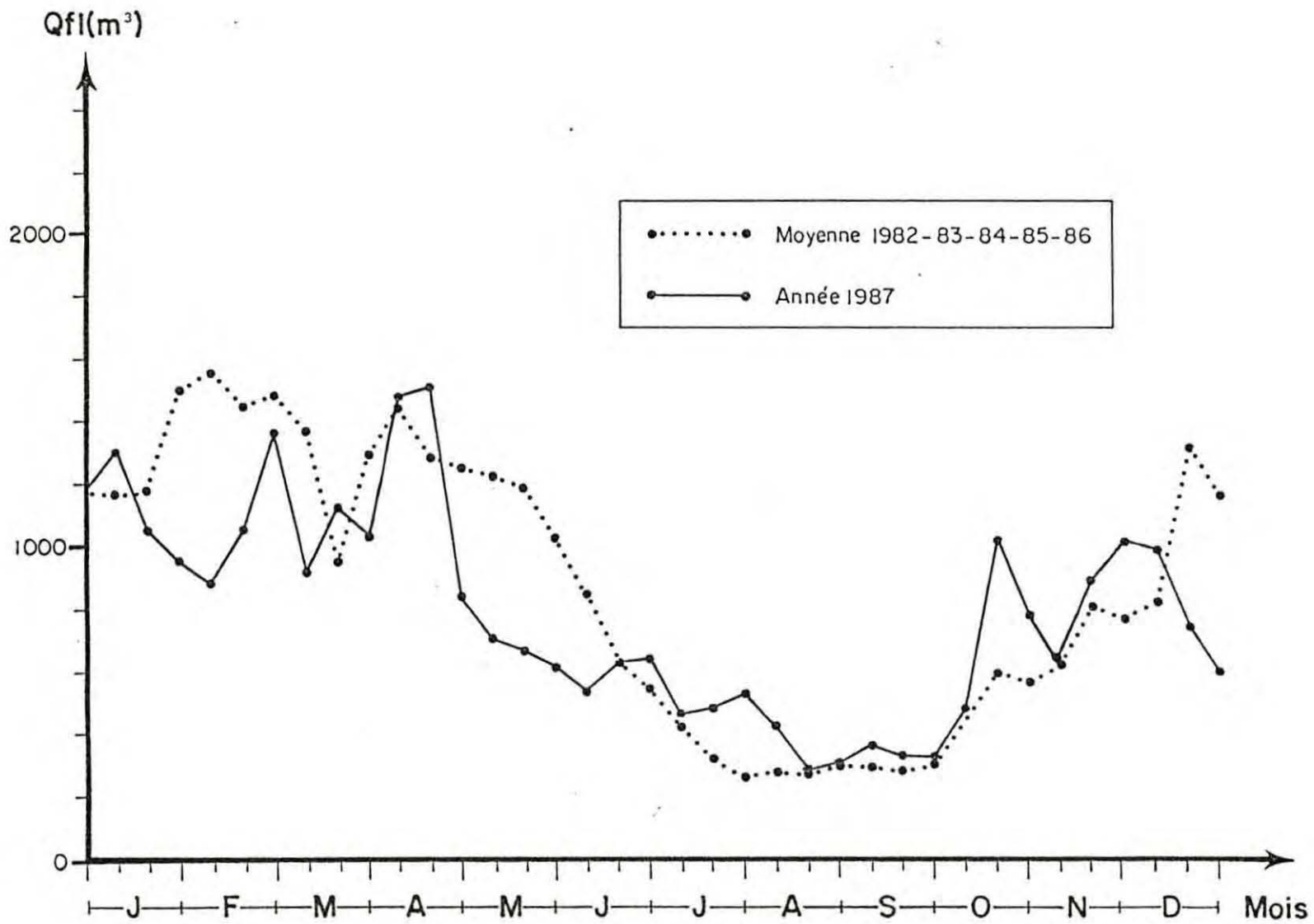
VOLUME DES ANNEXES
=====

ANNEXE 1

DEBITS EN 1987



- Débits mensuels moyens de la Gironde, année 1987.



Débits moyens de la Gironde par période de 10 jours en 1987.

ANNEXE 2

DENOMBREMENT DES DIVERS PRELEVEMENTS ET MESURES EFFECTUES

DE JANVIER A DECEMBRE 1987

NOMBRE DE MESURES REALISEES IN SITU

DATES	PROFONDEUR	TEMPERATURE	SALINITE	DIRECTION ET VITESSE DU COURANT	POINTS
07 Avril	5	10	10	10	E
08 Avril	"	"	"	"	J
09 Avril	"	"	"	"	K
19 Mai	"	"	"	"	"
20 Mai	"	"	"	"	"
21 Mai	"	"	"	"	"
23 Juin	"	"	"	"	"
24 Juin	"	"	"	"	"
25 Juin	"	"	"	"	"
07 Juillet	"	"	"	"	"
08 Juillet	"	"	"	"	"
09 Juillet	"	"	"	"	"
21 Juillet	"	"	"	"	"
22 Juillet	"	"	"	"	"
23 Juillet	"	"	"	"	"
18 Août	"	"	"	"	"
19 Août	"	"	"	"	"
20 Août	"	"	"	"	"
29 Septembre	"	"	"	"	"
30 Septembre	"	"	"	"	"
01 Octobre	"	"	"	"	"
27 Octobre	"	"	"	"	"
28 Octobre	"	"	"	"	"
29 Octobre	"	"	"	"	"
17 Novembre	"	"	"	"	"
18 Novembre	"	"	"	"	"
19 Novembre	"	"	"	"	"
TOTAL	135	270	270	270	

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

Dates	TURBIDITES		OXYGENE DISSOUS		POINTS
	Surface	Fond	Surface	Fond	
07 Avril	5	5	5	5	E
08 Avril	"	"	"	"	J
09 Avril	"	"	"	"	K
19 Mai	"	"	"	"	"
20 Mai	"	"	"	"	"
21 Mai	"	"	"	"	"
23 Juin	"	"	"	"	"
24 Juin	"	"	"	"	"
25 Juin	"	"	"	"	"
07 Juillet	"	"	"	"	"
08 Juillet	"	"	"	"	"
09 Juillet	"	"	"	"	"
21 Juillet	"	"	"	"	"
22 Juillet	"	"	"	"	"
23 Juillet	"	"	"	"	"
18 Août	"	"	"	"	"
19 Août	"	"	"	"	"
20 Août	"	"	"	"	"
29 Septembre	"	"	"	"	"
30 Septembre	"	"	"	"	"
01 Octobre	"	"	"	"	"
27 Octobre	"	"	"	"	"
28 Octobre	"	"	"	"	"
29 Octobre	"	"	"	"	"
17 Novembre	"	"	"	"	"
18 Novembre	"	"	"	"	"
19 Novembre	"	"	"	"	"
TOTAL	135	135	135	135	

NOMBRE DE PRELEVEMENTS POUR L'ETUDE DE LA BIOMASSE PLANCTONIQUE

DATES	SURFACE	FOND	POINTS
07 Avril	5	5	E
08 Avril	"	"	J
09 Avril	"	"	K
19 Mai	"	"	"
20 Mai	"	"	"
21 Mai	"	"	"
23 Juin	"	"	"
24 Juin	"	"	"
25 Juin	"	"	"
07 Juillet	"	"	"
08 Juillet	"	"	"
09 Juillet	"	"	"
21 Juillet	"	"	"
22 Juillet	"	"	"
23 Juillet	"	"	"
18 Août	"	"	"
19 Août	"	"	"
20 Août	"	"	"
29 Septembre	"	"	"
30 Septembre	"	"	"
01 Octobre	"	"	"
27 Octobre	"	"	"
28 Octobre	"	"	"
29 Octobre	"	"	"
17 Novembre	"	"	"
18 Novembre	"	"	"
19 Novembre	"	"	"
TOTAL	135	135	

ANNEXE 3

TABLEAUX DES RESULTATS DE MESURES

STATIONS	Heure légale (TU+2)	Profondeur totale (m)	Hauteur de la mesure (m)	Salinité (‰)	Température (°C)	Vitesse (cm/s.)	Direction (/Nord)	Oxygène dissous (ml/l)	Turbidités (mg/l)	Mission au Point : E Position : PK 52 Date : 07.04.87 Coefficient : 25	
1	S	4 25	5,30	1	1,42	10°90	35	002	6,16	248	Observations P = 1005,3 hPa PM Pauillac 1 h 03
	F			4,30	1,89	10°90	30	002	6,05	426	
2	S	7 40	4,30	1	0,51	10°60	0	---	6,38	260	BM Pauillac 7 h 34 Renverse 8 h 05
	F			3,30	0,99	10°75	10	90	6,32	410	
3	S	11	6	1	1,51	12°75	52	160	6,20	360	
	F			5	2,91	10°90	33	160	6,09	808	
4	S	14 15	-6,40	1	1,82	12°40	10	200	6,03	896	PM Pauillac 14 h 12 Renverse 14 h 30
	F			5,40	4,28	10°70	5	200	5,93	1016	
5	S	17	5,50	1	1,17	11°30	30	330	6,53	214	P = 1010,7 hPa
	F			4,50	1,55	11°50	50	330	6,53	1124	

BM Pauillac 20 h 17

STATIONS	Heure légale (TU+2)	Profondeur totale (m)	Hauteur de la mesure (m)	Salinité (‰)	Température (°C)	Vitesse (cm/s.)	Direction (/Nord)	Oxygène dissous (ml/l)	Turbidités (mg/l)	Mission au Point : J Position : PK 52 Date : 08.04.87 Coefficient : 26-30
1	S 6	8,20	1	1,41	11°10	115	005	6,45	76	Observations P = 1009,3 hPa PM Pauillac 2 h 44
	F		7,20	7,95	10°60	55	330	6,10	1910	
2	S 9 15	7,10	1	1,12	10°70	20	010	6,05	376	BM Pauillac 9 h 12
	F		6,10	3,41	10°60	2	295	5,89	1084	Renverse 9 h 40
3	S 12 30	8,40	1	2,88	11°40	60	180	6,3	126	
	F		7,40	7,88	10°80	30	180	5,97	2760	
4	S 15 30	9,40	1	3,27	13°20	2	220	6,20	780	PM Pauillac 15 h 33
	F		8,40	12,22	10°65	0	---	5,55	2290	Renverse 16 h 15
5	S 18 30	8,20	1	3,09	11°70	110	005	6,18	72	P = 1006,7 hPa
	F		7,20	10,92	10°50	45	005	5,80	1830	

BM Pauillac 21 h 45

STATIONS	Heure légale (TU+2)	Profondeur totale (m)	Hauteur de la mesure (m)	Salinité (°/) °°	Température (°C)	Vitesse (cm/s.)	Direction (/Nord)	Oxygène dissous (ml/l)	Turbidités (mg/l)	Mission au Point : K Position : PK 30 Date : 09.04.87 Coefficient : 36-42	
1	S	4 40	10,20	1	0,16	10°80	28	300	6,02	85	Observations P = 1006,7 hPa PM La Reuille 4 h 36
	F			9,20	0,3	11°	2	270	5,83	202	
2	S	8	8,50	1	0,14	10°75	95	330	6,9	233	
	F			7,50	0,13	10°70	80	320	6,85	302	
3	S	12	7,20	1	0,15	11°20	20	320	6,63	121	BM La Reuille 11 h 16
	F			6,20	0,14	11°20	10	280	6,38	248	Reverse 12 h 15
4	S	14 20	9,30	1	0,14	11°20	84	140	6,86	109	
	F			8,30	0,14	11°	45	140	6,79	324	
5	S	17 10	10,60	1	0,15	11°20	25	130	6,36	111	PM La Reuille 17 h 08
	F			9,60	0,15	11°20	0	---	6,17	306	P = 1009,3 hPa

STATIONS	Heure légale (TU+2)	Profondeur totale (m)	Hauteur de la mesure (m)	Salinité (°/°)	Température (°C)	Vitesse (cm/s.)	Direction (/Nord)	Oxygène dissous (ml/l)	Turbidités (mg/l)	Mission au Point : E Position : PK 52 Date : 19.05.87 Coefficient : 58-54
1	S 6	3,20	1	2,96	15°55	11	330	5,22	466	Observations P = 1013,3 hPa BM Pauillac 6 h Renverse 6 h 15
	F		2,20	3,10	15°65	10	270	5,23	2230	
2	S 8 55	5,50	1	3,66	16°50	95	140	5,27	1230	
	F		4,50	4,48	15°85	66	150	5,22	8250	
3	S 11 35	6,60	1	5,76	17°30	25	162	5,31	496	PM Pauillac 11 h 35 Renverse 12 h 45
	F		5,60	6,44	15°85	18	165	5,22	2230	
4	S 15	5,20	1	4,54	15°90	80	015	5,25	600	
	F		4,20	4,45	16°10	57	320	5,25	6000	
5	S 18 30	3,50	1	2,72	16°	0	---	5,11	358	BM Pauillac 18 h 28 P = 1016,6 hPa
	F		2,50	2,72	16°	20	330	5,09	604	

PM Pauillac 23 h 07

STATIONS	Heure légale (TU+2)	Profondeur totale (m)	Hauteur de la mesure (m)	Salinité (‰)	Température (°C)	Vitesse (cm/s.)	Direction (/Nord)	Oxygène dissous (ml/l)	Turbidités (mg/l)	Mission au Point : J Position : PK 52 Date : 20.05.87 Coefficient : 53-52	
1	S	3 40	8	1	4,71	15°65	115	015	4,94	632	Observations P = 1020 hPa PM Pauillac 1 h 21
	F			7	5,06	15°65	60	015	4,90		
2	S	7 30	6,20	1	2,05	15°40	45	015	4,94	980	BM Pauillac 7 h 03
	F			5,20	1,91	15°35	14	325	4,81	7380	Renverse 7 h 50
3	S	10 10	8,50	1	3,65	15°65	92	130	4,97	912	
	F			7,50	4	15°75	47	180	4,94	3130	
4	S	13 05	9,60	1	5,17	15°90	06	150	5,42	312	PM Pauillac 12 h 50
	F			8,60	6,63	15°50	21	155	5,02	3120	Renverse 13 h 50
5	S	16 15	8	1	4,31	16°15	110	015	5,19	656	
	F			7	4,38	16°10	82	330	5,14	970	P = 1025 hPa

BM Pauillac 19 h 37

STATIONS	Heure légale (TU+2)	Profondeur totale (m)	Hauteur de la mesure (m)	Salinité (‰)	Température (°C)	Vitesse (cm/s.)	Direction (/Nord)	Oxygène dissous (ml/l)	Turbidités (mg/l)	Mission au Point : K Position : PK 30 Date : 21.05.87 Coefficient : 54
1	S	8,50	1	0,82	15°4	95	320	4,95	1580	Observations P = 1025,3 hPa PM La Reuille 2 h 04
	F		5 40	7,50	0,87	15°4	35	300	4,91	
2	S	6,70	1	0,19	14°9	55	330	4,62	616	BM La Reuille 9 h 15 Renverse 10 h
	F		9 15	5,70	0,20	14°8	26	310	4,50	
3	S	9	1	0,49	15°4	100	120	5,73	468	
	F		12	8	0,54	15°35	60	130	5,66	
4	S	10,50	1	1,88	16°05	10	105	5,16	624	PM La Reuille 14 h 48 Renverse 15 h 20
	F		15	9,50	1,96	15°90	10	140	5,12	
5	S	9,40	1	0,99	15°90	108	330	6,14	544	P = 1022,7 hPa
	F		17 30	8,40	1,03	15°80	70	305	6,12	

BM La Reuille 21 h 48

STATIONS	Heure légale (TU+2)	Profondeur totale (m)	Hauteur de la mesure (m)	Salinité (‰)	Température (°C)	Vitesse (cm/s.)	Direction (/Nord)	Oxygène dissous (ml/l)	Turbidités (mg/l)	Mission au Point : E Position : PK 52 Date : 23.06.87 Coefficient : 60-61	
1	S	5	7	1	5,32	19°95	29	135	5,19	584	Observations P = 1025,3 hPa PM Pauillac 4 h 57 Reverse : 5 h 30
	F			6	5,53	19°20	15	120	5,11		
2	S	8 20	5	1	4,07	18°80	82	010	5,06	480	
	F			4	4,33	18°80	55	330	5,05	2070	
3	S	11 50	3,50	1	2,29	18°80	5	320	4,69	258	BM Pauillac 11 h 47 Reverse : 12 h
	F			2,50	2,23	18°85	10	290	4,71	400	
4	S	14 40	5,60	1	3,51	20°10	90	140	5,21	1630	
	F			4,60	4,33	19°10	67	140	5,19	2510	
5	S	17 30	6,80	1	5,46	20°35	20	130	5,20	468	PM Pauillac 17 h 21 P = 1025,3 hPa
	F			5,80	5,53	19°20	2	130	5,15	2020	

STATIONS	Heure légale (TU+2)	Profondeur totale (m)	Hauteur de la mesure (m)	Salinité (‰)	Température (°C)	Vitesse (cm/s.)	Direction (/Nord)	Oxygène dissous (ml/l)	Turbidités (mg/l)	Mission au Point : J Position : PK 52 Date : 24.06.87 Coefficient : 63-65
1	S	9,70	1	5,24	18°90	25	145	4,85	190	Observations P = 1022,7 hPa PM Pauillac 5 h 45 Renverse : 6 h 30
	F		8,70	6,60	18°50	3	230	4,63	2550	
2	S	7,10	1	4,31	18°70	105	012	4,83	788	
	F		6,10	4,34	18°70	80	005	4,81	756	
3	S	5,60	1	1,64	18°80	71	015	4,79	218	BM Pauillac 12 h 36 Renverse : 13 h 20
	F		4,60	1,77	18°75	32	005	4,68	2860	
4	S	8,40	1	3,71	19°10	100	150	4,80	568	
	F		7,40	3,66	18°90	55	170	4,67	5410	
5	S	9,70	1	5,14	19°25	20	150	4,74	256	PM Pauillac 18 h 03 P = 1022,7 hPa
	F		8,70	6,65	18°70	7	130	4,38	9020	

STATIONS	Heure légale (TU+2)	Profondeur totale (m)	Hauteur de la mesure (m)	Salinité (°/ ‰)	Température (°C)	Vitesse (cm/s.)	Direction (/Nord)	Oxygène dissous (ml/l)	Turbidités (mg/l)	Mission au Point : K Position : PK 30 Date : 25.06.87 Coefficient : 66-67
1	S	9,20	1	0,26	18°40	122	120	4,61	1200	Observations P = 1021 hPa BM La Reuille 2 h
	F		4 25	8,20	0,33	18°45	75	130	4,56	
2	S	10,70	1	1,05	18°60	30	115	4,66	368	PM La Reuille 7 h 11 Renverse 7 h 40
	F		7 15	9,70	1,17	18°70	40	115	4,26	
3	S	8,20	1	0,40	18°70	70	320	4,25	592	
	F		11 05	7,20	0,39	18°70	49	305	4,19	
4	S	7	1	0,13	18°70	25	330	4,86	644	BM La Reuille 14 h 20 Renverse 14 h 45
	F		14 30	6	0,14	18°40	2	310	4,56	
5	S	10,60	1	0,48	19°60	128	120	4,68	692	P = 1018 hPa
	F		17	9,60	0,44	19°30	60	120	4,38	

PM La Reuille 19 h 27

I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I STATIONS	I Heure	I Profondeur	I Hauteur de	I Salinité	I Tempéra-	I Vitesse	I Direction	I Oxygène	I Turbidités	I	I	I	I
I (TU+2)	I légale	I totale	I la mesure	I [°/)	I ture	I [cm/s.)	I [/Nord)	I [ml/l)	I (mg/l)	I	I	I	I
I	I	I	I	I °°	I (°C)	I	I	I	I	I	I	I	I
													Mission au Point : E
													Position : PK 52
													Date : 21.07.87
													Coefficient : 44-44
													Observations
I 1	S I 4	I 6,20	I 1	I 6,40	I 22°9	I 0	I ---	I 5,02	I 200				P = 1016 hPa
	F I	I	I 5,20	I 7,03	I 22°3	I 5	I 90	I 4,92	I 352				PM Pauillac 3 h 34
													Renverse 4 h 30
I 2	S I 7	I 4,60	I 1	I 5,13	I 22°3	I 67	I 012	I 4,66	I 358				
	F I	I	I 3,60	I 5,25	I 22°3	I 50	I 335	I 4,67	I 656				
I 3	S I 10 10	I 3,40	I 1	I 3,37	I 22°15	I 5	I 020	I 4,61	I 228				BM Pauillac 10 h 12
	F I	I	I 2,40	I 3,43	I 22°10	I 15	I 320	I 4,61	I 242				
													Renverse 10 h 25
I 4	S I 13 10	I 5,10	I 1	I 5,41	I 22°55	I 90	I 135	I 4,83	I 558				
	F I	I	I 4,10	I 5,55	I 22°35	I 82	I 145	I 4,76	I 812				
I 5	S I 16 30	I 6,40	I 1	I 6,20	I 23°4	I 5	I 142	I 4,90	I 210				PM Pauillac 16 h 11
	F I	I	I 5,40	I 7,15	I 22°25	I 16	I 135	I 4,84	I 576				Etoile 16 h 40
													P = 1016,7 hPa

BM Pauillac 22 h 46

I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I STATIONS	I Heure I (TU+2)	I Profondeur I totale I (m)	I Hauteur de I la mesure I (m)	I Salinité I [°/] I °°	I Tempéra- I ture I [°C]	I Vitesse I [cm/s.]	I Direction I [°/Nord]	I Oxygène I dissous I [ml/l]	I Turbidités I [mg/l]	I	I	I	I
													Mission au Point : J
													Position : PK 52
													Date : 22.07.87
													Coefficient : 46-49
													Observations
I 1	S I 4 45	I 9,50	I 1	I 6,1	I 21°90	I 12	I 170	I 4,81	I 125				P = 1014,7 hPa
	F I	I	I 6,50	I 8,6	I 21°75	I 20	I 180	I 4,69	I 1950				PM Pauillac 4 h 38
													Renverse 5 h 10
I 2	S I 8	I 7,70	I 1	I 5,1	I 22°	I 139	I 330	I 4,45	I 470				
	F I	I	I 6,70	I 5,36	I 21°90	I 75	I 330	I 4,46	I 676				
I 3	S I 11 20	I 6,40	I 1	I 2,82	I 22°10	I 35	I 025	I 4,62	I 516				BM Pauillac 11 h15
	F I	I	I 5,40	I 3,2	I 22°	I 15	I 005	I 4,69	I 1230				Renverse 11 h 50
I 4	S I 14 15	I 8,30	I 1	I 3,42	I 22°50	I 115	I 195	I 4,67	I 212				
	F I	I	I 7,30	I 5	I 22°30	I 85	I 162	I 4,63	I 1740				
I 5	S I 17 15	I 9,60	I 1	I 6,55	I 24°05	I 5	I 160	I 4,83	I 174				PM Pauillac 17 h 04
	F I	I	I 8,60	I 8,9	I 22°05	I 10	I 192	I 4,64	I 2190				P = 1016 hPa
													BM Pauillac 23 h 46

I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I STATIONS	I Heure	I Profondeur	I Hauteur de	I Salinité	I Tempéra-	I Vitesse	I Direction	I Oxygène	I Turbidités	I	I	I	I
I	I [TU+2]	I (m)	I la mesure	I [°/]	I ture	I (cm/s.)	I (/Nord)	I (ml/l)	I (mg/l)	I	I	I	I
I	I	I	I	I °°	I (°C)	I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	S I	I	I 1	I 5,75	I 23°40	I 70	I 010	I 4,77	I 262	I	I	I	I
I 1	I 5	I 4,50	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	F I	I	I 3,50	I 5,98	I 23°40	I 50	I 330	I 4,72	I 430	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	S I	I	I 1	I 4,55	I 23°30	I 0	I ---	I 4,77	I 131	I	I	I	I
I 2	I 8 10	I 3,40	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	F I	I	I 2,40	I 4,85	I 23°30	I 0	I ---	I 4,77	I 174	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	S I	I	I 1	I 6,30	I 23°30	I 60	I 130	I 4,49	I 604	I	I	I	I
I 3	I 11 20	I 5	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	F I	I	I 4	I 6,25	I 23°20	I 50	I 140	I 4,57	I 708	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	S I	I	I 1	I 6,48	I 24°40	I 5	I 145	I 4,71	I 108	I	I	I	I
I 4	I 14 30	I 5,50	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	F I	I	I 4,50	I 8,4	I 23°40	I 7	I 130	I 4,59	I 352	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	S I	I	I 1	I 6,41	I 24°30	I 65	I 005	I 4,81	I 133	I	I	I	I
I 5	I 17 30	I 5	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	F I	I	I 4	I 6,65	I 23°75	I 40	I 325	I 4,89	I 612	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

BM Pauillac 20 h 56

I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I STATIONS	I Heure	I Profondeur	I Hauteur de	I Salinité	I Tempéra-	I Vitesse	I Direction	I Oxygène	I Turbidités	I Position : PK 52	I Date : 19.08.87	I Coefficient : 32-34	I
I	I [TU+2]	I (m)	I la mesure	I (°/)	I ture	I (cm/s.)	I (/Nord)	I (ml/l)	I (mg/l)	I	I	I	I
I	I	I	I	I °°	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	S I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I 1	I 5 45	I 7,80	I	I	I 5,85	I 23°20	I 110	I 020	I 4,67	I 104	I	I	I
I	F I	I	I	I	I 6,80	I 8,44	I 23°	I 47	I 010	I 4,54	I 820	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	S I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I 2	I 9 35	I 6,30	I	I	I 4,68	I 23°20	I 22	I 020	I 4,30	I 532	I	I	I
I	F I	I	I	I	I 5,30	I 4,86	I 23°20	I 7	I 310	I 4,42	I 1160	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	S I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I 3	I 12 45	I 8,10	I	I	I 5,42	I 23°60	I 85	I 140	I 4,3	I 105	I	I	I
I	F I	I	I	I	I 7,10	I 7	I 23°50	I 40	I 170	I 4,44	I 772	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	S I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I 4	I 14 55	I 8,80	I	I	I 8,22	I 24°35	I 5	I 175	I 4,68	I 88	I	I	I
I	F I	I	I	I	I 7,80	I 11,38	I 22°80	I 14	I 150	I 4,66	I 1004	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	S I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I 5	I 18	I 8,10	I	I	I 6,9	I 25°30	I 80	I 020	I 4,95	I 60	I	I	I
I	F I	I	I	I	I 7,10	I 9,33	I 23°10	I 40	I 320	I 4,67	I 704	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

BM Pauillac 22 h 19

I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I STATIONS	I Heure	I Profondeur	I Hauteur de	I Salinité	I Tempéra-	I Vitesse	I Direction	I Oxygène	I Turbidités	I Position : PK 30	I Date : 20.08.87	I Coefficient : 32-34	I
I	I (TU+2)	I [m]	I [m]	I [°/]	I [°C]	I [cm/s.]	I [/Nord]	I [ml/l]	I [mg/l]	I	I	I	I
I	I	I	I	I °°	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	S I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I 1	I 4 40	I 9,50	I 1	I 3,38	I 23°85	I 50	I 110	I 4,70	I 182	I	I	I	I
I	F I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	S I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I 2	I 8 20	I 8,40	I 1	I 2,52	I 23°80	I 90	I 330	I 4,23	I 768	I	I	I	I
I	F I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	S I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I 3	I 11 45	I 7	I 1	I 1,52	I 24°10	I 60	I 360	I 4,59	I 900	I	I	I	I
I	F I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	S I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I 4	I 14 30	I 8,70	I 1	I 2,73	I 24°30	I 95	I 115	I 4,05	I 358	I	I	I	I
I	F I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	S I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I 5	I 17 10	I 10,20	I 1	I 3,97	I 24°70	I 48	I 102	I 4,29	I 153	I	I	I	I
I	F I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

BM La Reuille 23 h 58

I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I STATIONS	I Heure légale (TU+1)	I Profondeur totale (m)	I Hauteur de la mesure (m)	I Salinité (‰)	I Température (°C)	I Vitesse (cm/s.)	I Direction (/Nord)	I Oxygène dissous (ml/l)	I Turbidités (mg/l)	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I Mission au Point : K I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I Position : PK 30 I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I Date : 29.10.07 I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I Coefficient : 48-44 I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I Observations I
I 1	I S I 2 30	I 7,80	I 1	I 0,90	I 14°20	I 70	I 325	I 4,94	I 1480	I	I	I	I PM La Reuille 22 h 32 I
I	I F I	I	I 6,80	I 0,92	I 14°20	I 45	I 310	I 4,84	I 470	I	I	I	I P = 1016 hPa I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I 2	I S I 6 10	I 6,50	I 1	I 0,18	I 13°50	I 0	I ---	I 5,23	I 1160	I	I	I	I BM La Reuille 5 h 40 I
I	I F I	I	I 5,50	I 0,21	I 13°60	I 15	I 170	I 5,14	I 1870	I	I	I	I Renverse 6 h 20 I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I 3	I S I 8 30	I 8,90	I 1	I 0,87	I 14°05	I 107	I 115	I 4,79	I 2670	I	I	I	I
I	I F I	I	I 7,90	I 0,96	I 14°05	I 52	I 110	I 4,82	I 7500	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I 4	I S I 11 20	I 10,30	I 1	I 1,80	I 14°50	I 12	I 210	I 4,81	I 740	I	I	I	I PM La Reuille 11 h 08 I
I	I F I	I	I 9,30	I 1,66	I 14°40	I 0	I ---	I 4,74	I 3920	I	I	I	I Renverse 11 h 35 I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I 5	I S I 15	I 8	I 1	I 1,13	I 14°40	I 87	I 315	I 4,60	I 1204	I	I	I	I
I	I F I	I	I 7,00	I 1,00	I 14°35	I 50	I 310	I 4,65	I 2050	I	I	I	I P = 1013,3 hPa I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

BM La Reuille 10 h 15

ANNEXE 4

* TABLEAU CLIMATOLOGIQUE

* TABLEAUX DE RESULTATS PAR PARAMETRES BIOCHIMIQUES
ET CHIMIQUES

Climatologie

Du point de vue climatologique, l'année 1987 a présenté les caractéristiques suivantes: début d'année froid et sec (Janvier, Février et Mai), été anormalement pluvieux par rapport aux normales saisonnières (surtout Juin et Juillet), automne et début d'hiver particulièrement doux (Tableau I.2).

Caractéristiques climatologiques de 1987
(Station météorologique de Mérignac)

MOIS	Température moyenne mensuelle (°C)	Rayonnement global kJ.cm^2	Hauteur des précipitations mm
Janvier	0,7	14,6	28,5
Février	6,6	17,4	54,2
Mars	8,6	32,3	76,1
Avril	13,7	48,7	43,0
Mai	13,9	59,8	24,2
Juin	17,2	55,4	84,2
Juillet	20,5	56,7	86,4
Août	20,9	55,8	40,1
Septembre	20,7	44,0	75,0
Octobre	14,8	23,4	142,2
Novembre	9,1	16,1	100,6
Décembre	7,9	12,3	33,8

Notons que sur l'année le déficit de précipitation est de l'ordre de 10% par rapport à la moyenne 1951-1980.

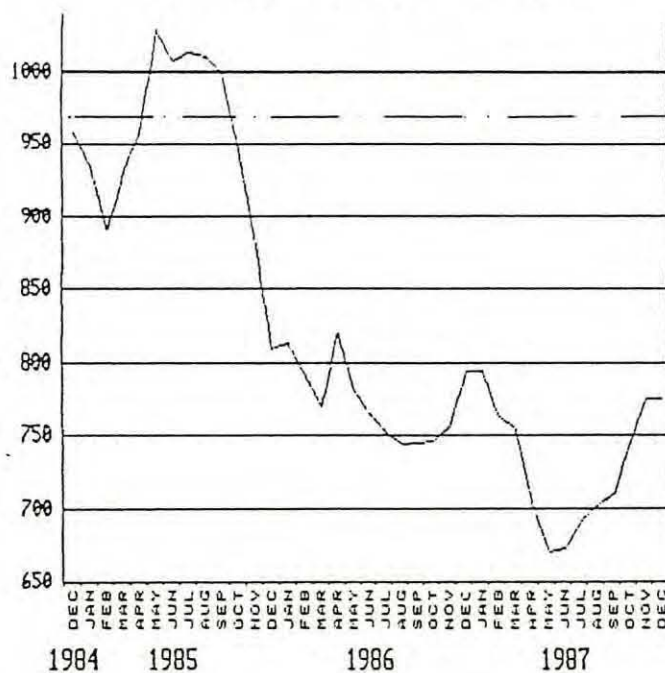
Hydrologie

Le débit moyen annuel de $773 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ confirme la tendance observée depuis 1984 ($957 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$; 1985: $807 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$; 1986: $793 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$). Contrairement à l'an passé, cette faible valeur du débit moyen annuel n'est pas due à la période d'étiage, mais plutôt à l'absence de périodes de crues.

L'évolution de la moyenne annuelle mobile depuis Décembre 1984 (page suivante) montre qu'une première diminution du débit moyen

annuel est observée au cours du second semestre de 1985 (étiage prolongé), la seconde se situe au cours du premier semestre de 1987 (absence de crues).

Débit moyen annuel : évolution de la moyenne mobile depuis décembre 1984 ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)



Notons enfin, que la majeure partie des valeurs calculées se situe en dessous de la moyenne 77 - 87 ($970 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$).

PARAMETRES HYDROBIOLOGIQUES	Avril	Mai	Juin	Juillet	Juillet	Août	Septem	Octob	Novem	Moy Sta
Débit moyen de la decade m ³ .s ⁻¹										
Garonne	557.00	411.00	318.00	325.00	252.00	143.00	172.00	341.00	333.00	358.00
Dordogne	537.00	257.00	375.00	227.00	224.00	155.00	159.00	460.00	447.00	315.78
Cumul	1404.00	668.00	693.00	552.00	476.00	299.00	331.00	801.00	830.00	673.78
Température (C)										
Garonne	9.80	15.20	17.50	20.10	24.40	22.50	23.50	14.80	13.00	18.24
Dordogne	9.00	14.80	16.40	20.80	21.80	21.20	22.40	17.00	12.20	16.84
Station K Basse mer	11.20	14.90	18.70	24.50	22.00	24.10	19.50	13.50	11.20	
Station K Mi-flot	11.20	15.40	19.50	24.50	22.40	24.30	19.50	14.05	11.30	
Station K Pleine mer	11.20	16.35	19.50	24.55	22.00	24.70	19.50	14.50	11.55	17.98
Station E Basse mer	10.50	15.55	18.50	24.20	22.15	23.30	19.80	15.40	13.50	
Station E Mi-flot	12.75	16.50	20.10	25.10	22.55	23.30	19.80	15.40	13.50	
Station E Pleine mer	12.40	17.30	20.35	25.55	23.40	24.40	21.10	15.90	14.55	18.51
Station J Basse mer	10.70	15.40	18.80	24.00	22.10	23.20	19.50	14.50	12.00	
Station J Mi-flot	11.40	15.55	19.10	24.10	22.50	23.50	19.10	15.35	13.00	
Station J Pleine mer	13.20	15.90	19.25	24.50	24.05	24.35	19.35	15.10	12.55	17.89
Salinité ‰										
Garonne	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dordogne	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Station K Basse mer	0.16	0.19	0.15	0.35	0.31	1.52	2.24	0.18	0.13	
Station K Mi-flot	0.14	0.49	0.48	1.75	1.75	2.73	5.11	0.97	0.22	
Station K Pleine mer	0.15	1.33	1.05	2.34	2.12	3.97	5.94	1.80	0.46	1.45
Station E Basse mer	0.51	2.96	2.39	3.00	3.37	4.55	7.41	2.41	1.41	
Station E Mi-flot	1.51	3.54	3.51	4.77	5.41	5.30	10.28	3.96	2.42	
Station E Pleine mer	1.82	5.79	5.46	5.99	6.29	6.46	11.45	5.31	4.64	4.52
Station J Basse mer	1.12	2.05	1.64	2.48	2.82	4.68	6.26	1.80	0.67	
Station J Mi-flot	2.68	3.65	3.71	3.54	3.42	5.42	8.02	4.53	2.88	
Station J Pleine mer	3.27	5.17	5.14	5.45	5.55	8.22	11.05	5.40	3.78	4.33
Oxygène dissous ml.l ⁻¹										
Garonne	7.25	5.69	6.27	5.64	4.52	5.53	4.27	5.51	6.62	5.92
Dordogne	7.28	5.48	6.16	5.36	4.80	5.50	4.90	5.76	6.90	6.02
Station K Basse mer	6.53	4.62	4.86	3.39	3.80	4.59	4.08	5.23	6.09	
Station K Mi-flot	6.86	5.73	4.85	4.15	4.48	4.05	4.64	4.79	5.90	
Station K Pleine mer	6.36	5.15	4.56	4.20	4.56	4.29	4.64	4.81	5.57	4.92
Station E Basse mer	6.38	5.22	4.69	4.02	4.61	4.77	5.01	4.99	5.35	
Station E Mi-flot	6.20	5.27	5.21	4.18	4.83	4.49	5.04	5.00	5.13	
Station E Pleine mer	6.03	5.31	5.20	4.59	4.90	4.71	5.13	5.17	6.20	5.15
Station J Basse mer	6.05	4.94	4.79	4.22	4.62	4.30	4.81	5.50	5.50	
Station J Mi-flot	6.30	4.97	4.80	4.23	4.57	4.30	5.00	5.86	5.64	
Station J Pleine mer	6.20	5.42	4.74	5.11	4.83	4.68	5.08	5.19	5.97	5.10
Déficit en oxygène dissous ml.l ⁻¹										
Garonne	0.69	0.33	0.40	0.34	1.31	0.48	1.66	0.57	0.75	0.73
Dordogne	0.81	0.60	0.55	0.89	1.33	0.70	1.16	0.61	0.61	0.82
Station K Basse mer	1.06	2.46	1.67	2.42	2.32	1.35	2.47	2.07	1.60	
Station K Mi-flot	0.83	1.29	1.75	1.73	1.67	1.94	2.04	2.46	1.77	
Station K Pleine mer	1.33	1.83	1.93	1.74	1.66	1.72	2.08	2.41	2.05	1.84
Station E Basse mer	1.43	1.90	1.94	1.99	1.65	1.42	1.76	2.13	1.50	
Station E Mi-flot	1.29	1.75	1.31	1.82	1.49	1.74	1.89	2.20	1.28	
Station E Pleine mer	1.54	1.71	1.39	1.40	1.37	1.46	1.70	2.03	1.15	1.64
Station J Basse mer	1.78	2.16	1.80	3.12	1.62	1.91	1.92	1.71	1.97	
Station J Mi-flot	1.50	2.17	1.86	1.83	1.65	1.90	1.89	1.38	1.68	
Station J Pleine mer	1.31	1.77	1.98	1.04	1.38	1.59	1.95	2.13	1.71	1.80
Matières en suspension mg.l ⁻¹										

Garonne	77.00	16.00	25.00	11.00	15.00	12.00	3.00	27.00	19.00	13.44
Dordogne	17.00	9.00	13.00	6.00	11.00	7.00	4.00	13.00	7.00	9.39
Station K Basse mer	121.00	615.00	624.00	520.00	743.00	900.00	464.00	1163.00	292.00	
Station K Mi-flot	109.00	463.00	544.00	630.00	464.00	335.00	575.00	2670.00	940.00	
Station K Pleine mer	111.00	624.00	616.00	328.00	292.00	153.00	575.00	740.00	795.00	611.04
Station E Basse mer	260.00	465.00	253.00	154.00	223.00	131.00	640.00	455.00	476.00	
Station E Mi-flot	260.00	1230.00	1630.00	603.00	333.00	604.00	704.00	772.00	930.00	
Station E Pleine mer	395.00	495.00	469.00	230.00	210.00	103.00	355.00	492.00	444.00	527.25
Station J Basse mer	775.00	930.00	213.00	262.00	315.00	332.00	1223.00	2240.00	803.00	
Station J Mi-flot	126.00	912.00	562.00	316.00	212.00	105.00	444.00	563.00	372.00	
Station J Pleine mer	730.00	312.00	355.00	156.00	174.00	35.00	175.00	563.00	932.00	547.22

DBO5 Eau brute mg O2.l-1

Garonne	3.50	5.33	4.85	3.00	3.00	3.70	5.33	5.25	2.75	4.94
Dordogne	3.20	3.15	1.70	3.00	3.90	4.10	6.00	2.25	3.50	3.93
Station K Basse mer	2.55	2.15	2.30	4.45	2.20	4.35	0.30	2.15	4.20	
Station K Mi-flot	2.30	1.95	2.40	4.05	2.60	5.25	0.30	2.50	3.60	
Station K Pleine mer	2.75	1.30	2.10	3.55	3.10	4.40	0.35	2.45	3.90	2.78
Station E Basse mer	1.15	1.20	1.40	1.35	4.00	6.25	0.05	0.95	1.10	
Station E Mi-flot	0.95	1.65	2.00	2.75	4.50	7.25	0.05	1.20	1.70	
Station E Pleine mer	0.65	1.90	1.35	2.10	4.45	3.35	0.35	1.35	1.40	2.28
Station J Basse mer	1.35	1.30	1.45	1.40	3.90	2.15	0.65	1.90	2.20	
Station J Mi-flot	0.35	1.65	1.65	1.40	3.70	1.45	0.30	1.45	1.70	
Station J Pleine mer	0.35	1.25	1.75	1.30	3.30	1.30	1.05	0.95	1.30	2.13

DBO5 Eau filtrée mg O2.l-1

Garonne	3.55	3.25	3.25	7.00	4.45	3.90	4.75	6.65	3.15	4.66
Dordogne	3.10	2.95	4.70	6.00	4.25	4.25	5.55	4.95	3.55	4.36
Station K Basse mer	2.35	3.00	3.05	7.40	2.30	5.15	2.30	2.35	2.95	
Station K Mi-flot	2.45	2.40	2.95	7.05	2.60	4.95	3.35	2.15	3.20	
Station K Pleine mer	2.35	1.90	3.30	3.05	2.95	6.45	2.35	2.05	2.65	3.54
Station E Basse mer	3.35	2.20	2.85	2.55	4.65	5.70	4.50	2.35	1.55	
Station E Mi-flot	1.95	2.35	2.35	3.00	5.35	6.45	5.00	1.80	1.65	
Station E Pleine mer	2.30	2.35	3.25	3.40	3.60	10.55	4.00	2.05	1.65	3.51
Station J Basse mer	2.70	2.90	2.70	2.30	2.30	2.10	4.35	1.80	1.60	
Station J Mi-flot	2.65	2.20	2.05	2.10	2.70	2.30	2.95	2.00	1.60	
Station J Pleine mer	2.40	2.45	2.45	2.60	2.50	2.30	3.40	2.15	1.75	2.47

Difference mg O2.l-1

Garonne	0.05	2.10	-0.40	1.00	-1.45	1.40	0.60	-0.40	-0.40	0.28
Dordogne	-0.90	0.20	-3.00	3.00	-0.35	-0.15	0.45	-2.60	-0.05	-0.38
Station K Basse mer	0.20	-0.85	-0.25	-2.95	-0.10	-1.30	-2.30	-0.20	1.25	
Station K Mi-flot	0.35	-0.45	-0.55	-3.00	0.00	0.30	-3.05	0.35	0.40	
Station K Pleine mer	0.40	-0.60	-1.20	-4.20	0.15	-2.05	-2.00	0.40	1.25	-0.76
Station E Basse mer	-2.20	-1.00	-1.45	-1.20	-0.65	0.35	-4.45	-1.40	-0.45	
Station E Mi-flot	-2.00	-0.70	-0.35	-0.25	-0.75	0.30	-4.95	-0.60	0.05	
Station E Pleine mer	-1.65	-0.45	-0.90	-1.30	-1.15	-2.20	-3.45	-0.70	-0.45	-1.23
Station J Basse mer	-1.65	-1.60	-1.25	-1.10	6.60	0.05	-3.70	0.10	0.60	
Station J Mi-flot	-2.00	-0.55	-0.40	-0.70	6.00	-1.35	-2.65	-0.55	0.10	
Station J Pleine mer	-1.55	-1.20	-0.70	-1.10	3.30	-1.00	-2.35	-1.20	-0.45	-0.29

Flux DBO5 Eau brute kg O2.s-1

Garonne	3.12	2.20	1.54	2.60	0.79	0.76	0.92	2.13	1.05	1.68
Dordogne	1.18	0.91	0.64	2.04	0.67	0.64	0.95	1.04	1.56	1.08

DBO5 Theorique estuaire mg O2.l-1

										4.10
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------

Chlorophylle a µg.l-1

Garonne	17.64	35.57	36.66	34.40	9.62	16.01	7.30	7.35	5.75	19.98
Dordogne	7.39	17.86	7.55	3.77	15.74	3.43	1.50	3.47	2.15	7.04
Station K Basse mer	9.75	20.13	13.21	9.97	10.43	9.46	6.45	10.96	6.19	

Station K Mi-flot	8.02	11.81	8.81	6.14	6.83	4.35	5.52	6.67	8.10	
Station K Pleine mer	6.81	6.88	6.82	4.35	4.10	3.75	6.33	7.53	7.81	8.34
Station E Basse mer	4.92	6.21	6.02	3.50	5.01	3.13	6.17	6.90	6.87	
Station E Mi-flot	6.98	16.70	8.72	7.24	7.14	5.41	4.24	2.88	11.47	
Station E Pleine mer	3.02	6.91	6.48	6.67	6.20	3.45	7.55	6.09	7.21	6.52
Station J Basse mer	4.38	10.29	6.94	6.68	6.93	6.63	11.22	17.02	17.74	
Station J Mi-flot	2.20	12.00	9.61	6.05	4.63	3.20	4.89	20.34	16.14	
Station J Pleine mer	1.55	6.21	4.85	6.07	4.73	4.54	4.95	6.87	6.68	8.26

Phaeocystites (µg.l⁻¹)

Garonne	6.05	12.75	12.86	16.75	6.08	6.60	6.13	7.14	8.18	8.72
Jordogne	6.19	10.69	6.31	6.77	10.50	4.10	1.25	4.17	2.87	6.37
Station K Basse mer	8.24	22.19	15.17	11.07	10.63	11.53	7.40	16.74	7.61	
Station K Mi-flot	14.47	15.32	7.69	6.35	6.63	3.39	6.35	7.45	10.61	
Station K Pleine mer	4.46	6.04	7.88	6.92	4.19	5.18	6.55	11.62	11.81	9.37
Station E Basse mer	6.92	6.66	10.47	3.44	3.87	2.38	9.10	7.10	6.84	
Station E Mi-flot	8.09	27.40	11.03	9.59	6.69	6.99	4.75	7.04	15.77	
Station E Pleine mer	3.59	7.36	7.88	6.18	3.70	1.48	6.62	6.29	6.62	7.47
Station J Basse mer	4.67	13.43	11.96	7.21	9.24	6.71	14.07	26.65	16.55	
Station J Mi-flot	2.11	15.38	8.39	4.94	3.23	2.60	3.92	18.86	22.67	
Station J Pleine mer	1.03	6.23	5.87	6.27	2.46	1.99	2.65	3.60	6.68	9.63

Taux de chlorophylle active

Garonne	0.74	0.74	0.74	0.63	0.61	0.74	0.54	0.52	0.49	0.55
Jordogne	0.56	0.62	0.59	0.50	0.43	0.46	0.53	0.45	0.47	0.51
Station K Basse mer	0.34	0.49	0.47	0.47	0.50	0.45	0.47	0.40	0.44	
Station K Mi-flot	0.38	0.44	0.53	0.47	0.50	0.56	0.47	0.43	0.47	
Station K Pleine mer	0.37	0.46	0.46	0.53	0.49	0.42	0.45	0.45	0.39	0.47
Station E Basse mer	0.45	0.45	0.37	0.51	0.56	0.57	0.47	0.45	0.46	
Station E Mi-flot	0.42	0.42	0.44	0.44	0.45	0.47	0.47	0.49	0.41	
Station E Pleine mer	0.46	0.45	0.46	0.63	0.61	0.70	0.57	0.47	0.46	0.49
Station J Basse mer	0.48	0.43	0.37	0.43	0.49	0.49	0.44	0.44	0.41	
Station J Mi-flot	0.52	0.44	0.34	0.51	0.60	0.55	0.51	0.41	0.42	
Station J Pleine mer	0.60	0.50	0.45	0.61	0.66	0.70	0.71	0.44	0.45	0.51

Pigments chlorophylliens ppm #66

Garonne	717.88	3020.00	1968.30	4577.27	1046.67	1800.33	1673.75	555.19	627.66	1777.03
Jordogne	626.24	3194.44	989.23	942.50	3294.65	1075.71	712.50	567.69	711.40	1370.70
Station K Basse mer	148.63	60.70	45.48	41.04	28.29	23.32	29.35	23.37	45.39	
Station K Mi-flot	215.50	57.99	30.33	19.15	28.69	21.70	20.61	4.91	19.90	
Station K Pleine mer	92.52	27.86	22.89	25.21	28.39	58.43	22.01	23.31	24.27	44.51
Station E Basse mer	41.21	38.78	63.91	45.71	38.95	42.06	26.98	26.51	27.65	
Station E Mi-flot	39.92	33.60	12.39	23.01	28.76	18.86	12.77	7.66	27.71	
Station E Pleine mer	7.38	26.75	30.04	49.46	40.48	45.65	36.01	55.33	35.65	32.19
Station J Basse mer	12.30	24.26	86.70	53.02	35.21	21.13	20.59	19.54	53.53	
Station J Mi-flot	35.00	30.02	31.50	31.61	35.02	55.24	18.04	66.62	67.35	
Station J Pleine mer	3.31	33.46	41.31	50.24	41.44	74.20	51.54	27.24	16.13	39.62

Azote mineral μM										
Baronne	211.21	95.23	141.41	97.58	128.37	100.69	120.32	102.84	129.71	125.35
Dordogne	130.93	95.52	110.55	100.26	71.31	50.27	109.51	75.97	82.28	98.51
Station K Basse mer	125.08	93.01	98.32	105.58	133.67	118.77	125.50	114.22	121.40	
Station K Mi-flot	108.09	103.28	103.54	104.85	107.27	106.07	120.98	130.35	121.43	
Station K Pleine mer	109.01	104.55	111.35	106.44	99.33	92.05	105.24	126.93	118.71	110.00
Station E Basse mer	123.65	114.40	111.13	111.84	119.03	100.85	101.18	112.42	125.04	
Station E Mi-flot	136.54	113.41	98.88	93.64	95.13	102.12	103.61	109.94	123.94	
Station E Pleine mer	183.35	85.45	90.63	100.21	89.32	80.51	96.71	95.56	155.77	108.88
Station J Basse mer	129.62	106.95	101.65	108.14	119.84	114.60	124.72	112.88	138.04	
Station J Mi-flot	123.45	111.32	98.64	95.89	116.12	92.46	126.14	115.75	142.02	
Station J Pleine mer	134.28	114.13	95.40	92.62	96.44	88.90	100.50	122.77	128.93	111.05
Flux en azote mineral mol.s^{-1}										
Baronne	183.12	39.14	44.97	31.71	33.06	14.40	21.21	35.07	49.68	50.26
Dordogne	70.31	24.55	41.46	22.76	15.97	9.40	25.28	34.95	36.78	31.28
Concentration theorique										121.02
Proportion d'ammoniacque $\%$										
Baronne	2.48	6.03	12.40	5.36	11.09	9.21	5.74	3.30	2.40	6.57
Dordogne	3.73	4.20	5.91	3.51	12.90	10.50	2.93	3.12	3.40	5.58
Station K Basse mer	2.41	2.10	2.69	0.15	0.97	1.32	0.77	0.94	3.29	
Station K Mi-flot	3.32	0.51	1.25	1.19	1.31	1.37	1.03	0.68	1.66	
Station K Pleine mer	2.86	1.47	1.89	0.22	1.24	1.64	0.72	1.21	0.88	1.45
Station E Basse mer	1.55	1.22	2.95	0.23	0.83	1.95	0.84	3.18	1.19	
Station E Mi-flot	1.35	0.92	4.44	0.32	1.66	1.70	0.64	1.34	2.11	
Station E Pleine mer	0.61	0.66	3.09	0.15	1.11	1.97	1.12	2.38	0.78	1.49
Station J Basse mer	2.67	1.07	2.02	0.17	1.47	1.57	0.75	1.64	1.36	
Station J Mi-flot	2.58	0.94	2.14	0.02	0.90	1.71	0.75	4.60	1.53	
Station J Pleine mer	2.34	0.23	1.05	0.25	1.03	1.89	0.55	3.65	0.69	1.46
Phosphates μM										
Baronne	0.51	1.57	2.51	1.31	1.02	0.88	1.31	0.77	0.90	1.25
Dordogne	0.38	0.82	0.68	1.36	0.52	0.54	0.77	0.43	0.82	0.70
Station K Basse mer	0.61	1.67	2.98	4.50	2.17	1.14	1.46	1.76	0.63	
Station K Mi-flot	0.71	2.04	3.09	4.19	1.39	1.28	1.49	1.35	0.94	
Station K Pleine mer	0.37	2.50	3.30	4.10	1.11	0.95	1.56	1.93	1.23	1.39
Station E Basse mer	0.76	2.05	3.96	3.19	1.14	0.98	1.29	1.14	2.39	
Station E Mi-flot	1.01	2.15	3.03	3.19	0.95	1.02	1.22	0.94	2.04	
Station E Pleine mer	1.06	2.13	3.03	3.24	0.95	0.98	1.16	0.97	1.70	1.84
Station J Basse mer	0.78	1.78	3.30	3.61	1.14	1.07	1.31	0.94	1.53	
Station J Mi-flot	0.55	1.96	3.14	3.77	1.09	1.15	1.24	1.68	1.19	
Station J Pleine mer	1.02	2.11	3.56	3.56	0.98	1.44	1.28	0.94	0.92	1.74
Flux en Phosphates mol.s^{-1}										
Baronne	0.44	0.65	0.80	0.43	0.27	0.13	0.31	0.26	0.34	0.40
Dordogne	0.20	0.21	0.26	0.31	0.12	0.08	0.12	0.20	0.37	0.21
Concentration theorique										0.91
Silicates μM										
Baronne	54.60	25.70	39.60	111.50	67.00	26.70	22.90	73.90	59.30	53.47
Dordogne	82.90	45.00	116.60	116.00	107.80	99.90	104.70	107.80	96.00	97.41
Station K Basse mer	88.70	36.20	103.00	89.50	100.70	93.90	96.90	101.60	100.90	
Station K Mi-flot	73.00	31.90	88.80	95.30	103.50	93.40	96.90	100.90	80.10	
Station K Pleine mer	77.40	37.00	87.10	90.50	102.10	91.10	95.20	99.90	83.70	86.64
Station E Basse mer	69.80	52.50	93.00	91.40	100.40	90.50	89.30	90.60	85.30	
Station E Mi-flot	68.50	33.50	73.50	83.40	85.70	84.90	82.70	85.20	78.90	
Station E Pleine mer	70.40	33.40	70.10	76.70	86.00	83.70	91.80	79.00	76.10	77.64
Station J Basse mer	74.20	34.10	75.60	85.70	93.70	86.20	85.90	83.20	80.10	

PARAMETRES BACTERIOLOGIQUES	Avril	Mai	Juin	Juli I	Juli II	Août	Septem	Octob	Novem	Moy Sta
D(rit moyen de la decade m3.s-1										
Garonne	567.00	411.00	318.00	325.00	262.00	143.00	172.00	341.00	383.00	358.00
Dordogne	537.00	257.00	375.00	227.00	224.00	156.00	159.00	460.00	447.00	315.78
Dunui	1404.00	668.00	693.00	552.00	486.00	299.00	331.00	801.00	830.00	673.78

Germes aerobies mesophiles B.ml-1

Garonne	5700	1100	6700	4100	4200	3300	13200	13000	6800	6456
Dordogne	7800	920	5300	1990	1900	5700	10800	12300	4500	5690
Station K Basse mer	5000	18400	7500	151000	78000	144000	88000	11900	3500	
Station K Mi-flot	70000	14000	23900	145000	89000	235000	133000	8700	5800	
Station K Pleine mer	1200	36000	58000	61000	94000	57000	8900	12200	7500	57944
Station E Basse mer	6800	63000	163000	370000	182000	119000	7900	8400	3200	
Station E Mi-flot	7300	28200	5500	282500	6700	176000	6000	940	1400	
Station E Pleine mer	10800	1490	460	141000	12100	236500	630	15800	910	68798
Station J Basse mer	3100	5700	35000	470000		56000	39000	5100	3500	
Station J Mi-flot	14000	12900	25000	221000		4000	53000	3600	4100	
Station J Pleine mer	7500	61000	2960	44000	2460	5600	4900	7200	1300	43917

Matières en suspension mg.l-1

Garonne	33	16	28	11	15	12	8	27	19	18
Dordogne	17	9	13	8	11	7	4	13	7	10
Station K Basse mer	121	616	624	520	748	900	464	1168	292	
Station K Mi-flot	109	468	544	680	464	358	576	2670	940	
Station K Pleine mer	111	624	616	328	292	153	576	740	796	611
Station E Basse mer	260	466	258	154	228	131	640	456	436	
Station E Mi-flot	360	1230	1630	608	558	604	704	773	980	
Station E Pleine mer	896	496	468	280	210	108	366	492	444	527
Station J Basse mer	736	980	218.00	262	516	532	1228	2240	808	
Station J Mi-flot	126	912	568	316	212	105	444	568	572	
Station J Pleine mer	780	312	256	166	174	88	136	568	952	547

Germes aerobies ln(G.mg-1 MES)

Garonne	172727	68750	268000	372727	280000	275000	1650000	481481	357895	436287
Dordogne	458824	102222	407692	248750	172727	814286	2700000	946154	642857	721501
Station K Basse mer	41322	29870	12019	290385	104278	160000	189653	10188	11986	
Station K Mi-flot	642202	29915	43934	213235	189653	656425	230903	3258	6170	
Station K Pleine mer	10811	57692	90909	185976	321918	372549	15451	15486	9422	146171
Station E Basse mer	26154	135193	631783	2402597	798246	908397	12344	18421	7339	
Station E Mi-flot	20278	22927	3374	464638	12007	291391	8523	1216	1429	
Station E Pleine mer	12054	3004	993	503571	57619	2189815	1776	32114	2050	317379
Station J Basse mer	4212	5816	160530	1793893	0	105263	31759	2277	4332	
Station J Mi-flot	111111	20724	44014	699367	0	38095	119369	6338	7168	
Station J Pleine mer	9615	195513	11563	263060	14138	63636	36029	12676	1366	139403

Vibrio halophiles

	G.l-1										Somme St.
Station K Basse mer	0	0	0	1	0	1	10	1	0		
Station K Mi-flot	0	0	0	1	10	1	111	2	1		
Station K Pleine mer	0	0	0	10	1	1	110	11	0	259	
Station E Basse mer	0	0	0	10	110	111	21	111	0		
Station E Mi-flot	0	0	11	21	20	111	110	110	20		
Station E Pleine mer	0	1	0	11	1020	110	111	110	20	2149	
Station J Basse mer	0	0	0	11		111	30	30	2		
Station J Mi-flot	0	1	0	101		120	12	2	11		
Station J Pleine mer	0	0	0	1002	101	111	110	1	20	1776	