

IFREMER - Brest

Direction de l'Environnement et de l'Aménagement Littoral
Service Etudes et Expertises Régionales (DEL/SR)

Université de Bordeaux I - Arcachon

Laboratoire d'Océanographie Biologique (LOB)

Université de Bordeaux I - Talence

Département de Géologie et Océanographie (DGO)
U.M.R. EPOC 5805 - CNRS
Environnement et Paléo environnements Océaniques

Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux

Laboratoire d'hygiène et de santé

Juin 2001 - Rapport RST.DEL.SR/01.06

ifremer

Electricité de France
Centre Nucléaire de Production d'Electricité du Blayais

SURVEILLANCE ECOLOGIQUE

SITE DU BLAYAIS

RAPPORT SCIENTIFIQUE

ANNEE 2000

Commande n° B8PA336

IFREMER - Brest

Direction de l'Environnement et de l'Aménagement Littoral
Service Etudes et Expertises Régionales (DEL/SR)

Université de Bordeaux I - Arcachon

Laboratoire d'Océanographie Biologique (LOB)

Université de Bordeaux I - Talence

Département de Géologie et Océanographie (DGO)
U.M.R. EPOC 5805 - CNRS
Environnement et Paléo environnements Océaniques

Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux

Laboratoire d'hygiène et de santé

Juin 2001 - Rapport RST.DEL.SR/01.06

**Electricité de France
Centre Nucléaire de Production d'Electricité du Blayais**

SURVEILLANCE ECOLOGIQUE

SITE DU BLAYAIS

RAPPORT SCIENTIFIQUE

ANNEE 2000

Commande EDF n° B8PA336

FICHE DOCUMENTAIRE

Type de Rapport : RST (Rapports de résultats de recherches scientifiques et/ou techniques)	
Numéro d'identification du rapport : <i>SRT.DEL/SR/01-06</i>	date de publication : <i>juin 2001</i>
Diffusion : libre ☒ restreinte ☐ interdite ☐	nombre de pages : <i>231 p.</i>
Validé par : <i>G. de Kergariou</i>	bibliographie : <i>Oui</i>
Adresse électronique :	illustration(s) : <i>Oui</i>
- chemin UNIX :	langue du rapport :
- adresse WWW :	<i>Français</i>
Titre et sous-titre du rapport :	
<i>Surveillance Ecologique du site du "Blayais" - année 2000</i>	
Titre traduit :	
<i>Ecological monitoring of the "Blayais" nuclear power plant - 2000</i>	
Auteur(s) principal(aux) :	Organisme / Direction / Service, laboratoire :
<i>QUINTIN Jean-Yves,</i>	<i>IFREMER/BREST/DEL/SR</i>
<i>CASTAING Patrick,</i>	<i>Université de Bordeaux I / BORDEAUX/DGO</i>
<i>JOUANNEAU Jean-Marie,</i>	
<i>OGGIAN Georges,</i>	<i>Université de Bordeaux I / ARCACHON/LOB</i>
<i>LECONTE Michel,</i>	
<i>PARRA René,</i>	<i>IEEB / BORDEAUX</i>
<i>SAUTOUR Benoît,</i>	
<i>CHAURIAL Bernard,</i>	
<i>GOURNIER Nathalie.</i>	
Organisme commanditaire : nom développé, sigle, adresse	
<i>Electricité de France (EDF) - Production Transport - C.N.P.E. du Blayais</i>	
<i>B.P. 27 - 33820 ST-CIERS-S/GIRONDE</i>	
Titre du contrat de recherche : n° de contrat IFREMER B8PA336	
Organisme(s) réalisateur(s) : nom(s) développé(s), sigle(s), adresse(s)	
<i>IFREMER Centre de Brest, B.P. 70, 29280 PLOUZANE</i>	
<i>Département de Géologie et Océanographie (DGO), URA CNRS 197, Université de Bordeaux I,</i>	
<i>Av. des Facultés - 33405 TALENCE CEDEX</i>	
<i>Laboratoire d'Océanographie Biologique (LOB), Station Marine d'Arcachon, Université de Bordeaux I, 2 rue du Professeur Jolyet - 33120 ARCACHON</i>	
<i>Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux (IEEB), Laboratoire d'Hygiène et Santé, 1 rue du Professeur Vézès - 33300 BORDEAUX</i>	
Responsable scientifique : <i>Jean-Yves QUINTIN - IFREMER/BREST/DEL/SR</i>	
Cadre de la recherche : Surveillance des centrales en bord de mer et en estuaire	
Programme :	Convention : <i>S 68 T 0020</i>
<i>Surveillance et évaluation de la qualité du milieu marin</i>	
Projet : <i>I.G.A.</i>	Autres (préciser) : <i>Le Blayais Surveillance</i>
<i>Impact des Grands Aménagements</i>	
Campagne océanographique : (nom de campagne, année, nom du navire)	
<i>Navire Côte d'Aquitaine, et Côte de Normandie</i>	

Résumé :

L'étude de surveillance n° 23 du site électronucléaire du BLAYAIS (département de la Gironde) concerne la période de mars à novembre 2000. Le domaine pélagique est étudié (physico-chimie, hydrobiologie, bactériologie, zooplancton, bathymétrie).
[Voir fiche résumé p. 229-231]

Abstract :

Monitoring n° 23 of the BLAYAIS nuclear power plant takes into account studies conducted between March and November 2000. Physicochemistry, Hydrobiology, Bacteriology, Zooplankton, Bathymetry, are reported.
[see summary p. 229-231 (in french)]

Mots-clés :

Centrale nucléaire - Estuaire de la Gironde - Surveillance - Pelagos - Physico chimie - Hydrologie - Microbiologie - Zooplancton - Bathymétrie

Keywords :

Nuclear power plant - Gironde estuary - Monitoring - Pelagos - Physico chemistry - Hydrology - Microbiology - Zooplancton - Bathymetry

Commentaire :

Ce document doit être cité de la manière suivante :

Référence générale

QUINTIN J.Y. (coord.) *et al.* (2001) - Surveillance écologique du site du Blayais, année 2000. Rapp. IFREMER RST.DEL/SR/ 01-06, juin 2001, 231 p.

Référence particulière

CASTAING P., JOUANNEAU J.M., OGGIAN G., (2001). - Mesures in situ. *In* : QUINTIN J.Y. (coord.) *et al.* (2001) - Surveillance écologique du site du Blayais, année 2000. Rapp. IFREMER RST.DEL/SR/ 01-06, juin 2001, pp. 33 - 94.

Avant - propos

Ce rapport IFREMER pour EDF a été réalisé par J.Y. Quintin¹, coordonnateur du programme, avec la participation de :

- chapitres 1 à 4 (P. Castaing, J.M. Jouanneau, G. Oggian,)² ;
- chapitre 5 (B. Chaurial)³ ;
- chapitre 6 (B. Chaurial, N. Gournier)³ ;
- chapitre 7 (M. Leconte, M. Parra, B. Sautour)⁴ ;
- Le chapitre 8 fait suite à la réunion de synthèse, qui s'est tenue le 7 février 2000 au CNPE du Blayais, et qui a réuni les personnes suivantes : MM. Caubit A., Thépaut M. (EDF/CNPE du Blayais), M. Castaing P., Oggian G. (DGO), MM. Leconte M., Sautour B. (LOB), M. Chaurial B., Mlle Gournier N. (IEEB), M. Quintin J.Y. (IFREMER).

¹IFREMER. Département de l'Environnement et de l'Aménagement Littoral.

²Université de Bordeaux I. Département de Géologie et Océanographie. Institut de Géologie du Bassin d'Arcachon (DGO/IGBA).

³Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux (IEEB).

⁴Université de Bordeaux I. Station Marine d'Arcachon, Laboratoire d'Océanographie Biologique (LOB).

Sommaire

Introduction	9
1. Présentation du site et stratégie d'étude.....	11
1.1. Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité du Blayais	11
1.1.1. Situation géographique	11
1.1.2. Caractéristiques du CNPE	11
1.2. L'estuaire de la Gironde.....	13
1.2.1. Eléments géographiques et géomorphologiques	13
1.2.2. Aperçu du fonctionnement hydro sédimentaire de l'estuaire.....	13
1.3. Les études écologiques.....	14
1.3.1. Schéma général des études	14
1.3.2. Etudes de projet.....	14
1.3.3. Etudes de surveillance.....	15
1.3.4. Programme actuel des études de surveillance.....	15
1.4. La surveillance écologique - année 2000.....	16
1.4.1. Déroulement des campagne à la mer	16
1.4.2. Points de prélèvements	16
1.4.3. Fréquence de prélèvements	17
1.4.4. Paramètres mesurés	17
1.4.5. Travaux réalisés.....	18
1.4.6. Paramètres, méthodes, précision	20
2. Conditions climatiques et hydrologiques	25
2.1. Caractères climatologiques dominants pour l'année 2000.....	25
2.2. Caractères climatologiques de la période d'étude	29
2.3. Débits fluviaux	29
3. Résultats des mesures in situ	33
3.1. Température	33
3.1.1. Variations au cours de la marée	33
3.1.2. Variations annuelles.....	42
3.1.3. Variations pluriannuelles (Figure 3-8 et Figure 3-9)	45
3.2. Salinités	49
3.2.1. Variations dans le temps	49
3.3. Vitesse de courant.....	61
3.4. Turbidités	66
3.4.1. Variation dans le temps	66
3.4.2. Variation spatiales.....	74
3.5. Oxygène dissous	78
3.5.1. Variation dans le temps	78
3.5.2. Variations spatiales.....	90
4. Evolution des fonds	95

5. Paramètres hydrobiologiques	99
5.1. Carbone organique particulaire	99
5.1.1. Variations saisonnières.....	99
5.1.2. Relation avec la salinité et le déficit en oxygène dissous.....	103
5.1.3. Evolution des moyennes annuelles	105
5.2. Chlorophylle et phéopigments.....	111
5.2.1. Variations saisonnières.....	111
5.2.2. Evolution des moyennes annuelles	117
5.3. Sels nutritifs	119
5.3.1. Variations saisonnières.....	119
5.3.2. Evolution des moyennes annuelles	121
6. Bactériologie : <i>Vibrio halophiles</i>	123
6.1. Evolution spatio-temporelle	123
6.1.1. Variations saisonnières.....	123
6.1.2. Evolution avec la salinité et la température	125
6.1.3. Evolution des moyennes annuelles	125
6.2. Identification des souches	126
7. Le zooplancton	127
7.1. Evolution temporelle des principaux contingents au point E.....	127
7.1.1. Variations des densités du Copépode <i>Eurytemora affinis</i> :.....	127
7.1.2. Variations des densités des copépodes Acartidés	129
7.1.3. Variations des densités des Mysidacés.....	131
7.2. Structure démographique d' <i>Eurytemora affinis</i> au point E.....	133
7.2.1. Fécondité	133
7.2.2. Structure des populations	134
7.2.3. Mortalité	138
7.3. Comparaison de l'évolution des principaux contingents - points F, E et K ..	139
7.3.1. Variations des densités du Copépode <i>Eurytemora affinis</i>	139
7.3.2. Variation des densités des Copépodes Acartidés	141
7.3.3. Variation des densités de Mysidacés	144
7.4. Structure démographique d' <i>Eurytemora affinis</i> - points F, E et K	148
7.4.1. Paramètres de population.....	148
7.4.2. Fécondité	152
7.4.3. Mortalité	153
7.5. Distribution spatiale des populations zooplanctoniques.....	155
7.5.1. Distribution du Copépode <i>Eurytemora affinis</i>	155
7.5.2. Les Copépodes Acartidés.....	156
7.5.3. Les Mysidacés	157
8. Résumé et conclusion.....	167
8.1. Généralité	168
8.1.1. Déroulement des campagnes.....	168
8.1.2. Caractéristiques climatiques et hydrologiques de 2000	171
8.1.3. Débits de la Gironde (Fig. 8-2)	171
8.2. Hydrologie.....	172
8.2.1. Température (Fig. 8-3, 8-4)	172
8.2.2. Salinité	175

8.2.3.	Turbidité	176
8.3.	Paramètres hydrobiologiques.....	178
8.3.1.	Oxygène dissous (Fig. 8-7 à 8-9)	178
8.3.2.	Carbone organique particulaire	180
8.3.3.	Chlorophylle et phéopigments	183
8.3.4.	Eléments nutritifs dissous	186
8.4.	Microbiologie.....	188
8.5.	Zooplancton	188
8.5.1.	Caractéristique du zooplancton au point E.....	189
8.5.2.	Structure démographique d'Eurytemora affinis au point E	196
8.5.3.	Comparaison entre les points F (pk 67), E (pk 52) et K (pk 30)	198
8.6.	Evolution des fonds (fig. 8-38).....	202
9.	Bibliographiques	205
10.	Annexes.....	209
10.1.	Annexe 1 : Dénombrement des divers prélèvements et mesures - 2000	209
10.2.	Annexe 2 : Tableaux des résultats de mesures.....	212
10.3.	Annexe 3 : Tableau des résultats analytiques	220
10.3.1.	Résultats bruts de mesures de MES et COP,	220
10.3.2.	Résultats bruts de mesures de chlorophylle et phaeopigments,	225
10.3.3.	Résultats bruts de mesures de sels nutritifs,	226
10.3.4.	Résultats bruts de Vibrios halophiles.....	227
	Fiche résumé - Surveillance du Blayais 2000.....	229

Introduction

Du fait de cette implantation originale dans un milieu soumis à la fois à l'influence de la marée et à celui des apports de la Dordogne et de la Garonne, le site a fait l'objet d'études spécifiques en ce qui concerne la conception et la réalisation des prises et rejets d'eau, avec dès l'origine l'idée de créer des ouvrages qui perturbent le moins possible l'environnement aquatique, et notamment la remontée des organismes migrateurs.

De nombreuses études ont été réalisées pour appréhender l'impact du CNPE sur le milieu estuarien. Elles ont débuté en 1975, et se déroulent depuis sans interruption (cf. : rapport final CNEXO mai 1977 ; rapports de surveillance écologique, 1979 et années suivantes) :

- Campagne de mai 1975,
- Missions légères d'Octobre 1975 à Décembre 1976,
- Missions lourdes de Mars 1976 et Septembre 1976,
- Surveillances écologiques annuelles depuis 1978.

De juin 1981, date de mise en service de la première tranche, à fin 1983, date de mise en service de la dernière tranche, les études de surveillance ont porté sur la phase intermédiaire avant établissement du régime permanent de la centrale.

Le chapitre 1 de ce rapport présente le site du Blayais dans le contexte estuarien particulier de la Gironde, et fait un rappel des diverses études réalisées. Les chapitres suivants présentent les résultats de l'étude de

surveillance écologique du site du Blayais de l'année 2000, étude effectuée dans le cadre de la commande EDF/IFREMER n°B8PA336. C'est une reconduction du protocole d'échantillonnage mis en place en 1992.

L'année 2000 est une année particulière, puisqu'en raison des intempéries du 27 décembre 1999, et de leurs conséquences sur les installations de la centrale, le CNPE a fonctionné sur deux tranches pendant une grande partie de l'année.

Trois organismes ont participé à ce programme :

Le Département de Géologie et Océanographie (DGO) pour :

- organiser et réaliser les missions à la mer suivant le schéma défini dans l'annexe technique et comportant les mesures *in situ* de paramètres hydrologiques et des prélèvements hydrologiques et biologiques en liaison avec le Laboratoire d'Océanographie Biologique (LOB) ;
- fournir à l'Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux (IEEB) les échantillons destinés aux analyses chimiques et bactériologiques ;
- regrouper les mesures *in situ* ;
- effectuer les mesures de matière en suspension et les dosages d'oxygène dissous sur les échantillons prélevés.

Le Laboratoire d'Océanographie Biologique (LOB) pour :

- étudier les peuplements zoo planctoniques ;

L'Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux (IEEB) pour :

- effectuer les dosages et recherches, stipulés dans le contrat, sur les échantillons prélevés aux stations estuariennes par le DGO, et plus particulièrement le carbone organique particulaire, les sels nutritifs, la recherche et l'identification des *Vibrio* halophiles, la chlorophylle et les phaeopigments.

1. Présentation du site et stratégie d'étude

1.1. Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité du Blayais

1.1.1. Situation géographique

Le CNPE du Blayais se trouve sur la commune de Braud et St Louis dans le Département de la Gironde, à 48 km au N-NO de Bordeaux, à 14 km au N-NO de Blaye, à 50 km au S-SE de ROYAN et à 57 km au Sud-Ouest de Saintes. Les installations sont implantées au lieu-dit "La Présidente", en bordure de la Gironde sur la rive droite, environ au pK⁵ 52, entre le canal Saint-Georges et le canal de Callonges qui drainent le marais avoisinant.

1.1.2. Caractéristiques du CNPE

Le CNPE du Blayais comporte quatre tranches, à eau ordinaire sous pression (PWR), d'une puissance unitaire de 925 MW. Les mises en service industriel ont été effectuées :

- le 1er décembre 1981 pour la tranche 1,
- le 1er février 1983 pour la tranche 2,
- le 14 novembre 1983 pour la tranche 3,
- le 1er octobre 1983 pour la tranche 4.

⁵ point kilométrique, compté à partir du Pont de Pierre de Bordeaux (pK 0)

Le CNPE du Blayais assure plus de 5 % de la production nationale d'électricité, avec un coefficient de disponibilité supérieur à 80 %, et des productions pouvant atteindre plus de 25 TWh (milliards de KWh).

Chaque tranche a besoin, pour le refroidissement du condenseur, d'un débit d'eau moyen de $42 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, soit $168 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ pour 4 tranches en service. Cette eau est prélevée dans le chenal de Saintonge à environ 380 m de la rive, au niveau du pK 52 de la Gironde large de 4,5 km. L'eau échauffée est rejetée en Gironde dans le chenal médian, situé entre les bancs de St Estèphe et de St Louis, à environ 2000 m de la rive. Ces prélèvements et rejets se font par des conduites ensouillées.

L'étude de la décroissance des échauffements par la voie de modèles physiques et de modèles théoriques a permis d'aboutir à une disposition optimale des prises d'eau (1 tête de prise pour 2 tranches) et des rejets. L'implantation retenue vise en particulier à diminuer la surface des zones fortement échauffées en bordure des rives et à limiter les phénomènes de recyclage.

Des études spécifiques ont par ailleurs été réalisées pour concevoir des prises d'eau à l'écart de la zone maximale de passage des organismes migrateurs et avec des vitesses d'aspiration les plus faibles possibles en regard des impératifs techniques.

Les têtes de prise sont munies de barreaux espacés de 90 mm, au travers desquels les vitesses d'entrée de l'eau sont très proches des vitesses des eaux de la Gironde, qui sont elles-mêmes relativement élevées (jusqu'à $3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$). La disposition retenue ménage entre la rive droite et les têtes de prise un couloir de passage minimum lors des plus basses eaux d'étiage de 200 m de large et de 1,50 m de profondeur environ.

Pour répondre aux dispositions réglementaires, des systèmes de récupération de poissons ont été mis en place, sur les tambours filtrants rotatifs de 3 mm de vide de maille, à l'entrée des stations de pompage. Le retour en estuaire, des poissons éventuellement captés et de l'eau qui les véhicule, se fait par un ouvrage de rejet spécifiquement implanté sur berge. Le débit maximal est de $12,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ sans élévation thermique et avec un apport en matières polluantes négligeable.

L'eau prélevée en Gironde pour le refroidissement des condenseurs subit un échauffement moyen de 11°C , sans modifications notables de ses qualités chimiques avant rejet car, en l'absence de problèmes de fixation de moules, aucun traitement au chlore n'est réalisé.

1.2. L'estuaire de la Gironde⁶

1.2.1. Eléments géographiques et géomorphologiques

La Gironde est, par sa superficie d'environ 630 km², le plus grand estuaire de France et d'Europe occidentale. D'une longueur de 75 km, elle naît de la confluence au Bec d'Ambès de deux fleuves Garonne (575 km) et Dordogne (472 km), qui drainent des bassins versants à surfaces fort différentes (56 000 km² et 24 000 km² respectivement) et distincts géographiquement : la Garonne prend sa source dans le Massif de la Maladeta (Pyrénées centrales espagnoles) ; la Dordogne prend sa source dans le Puy de Dôme.

Pour faciliter le positionnement géographique le long de l'estuaire, les distances d'amont vers l'aval sont exprimées en points kilométriques, dont l'origine est le pont de pierre à Bordeaux (pK 0). L'estuaire peut être divisé en quatre zones : l'estuaire fluvial, en amont du Bec d'Ambes (pK 25) où Garonne et Dordogne se présentent comme des fleuves à méandres ; l'estuaire amont, du Bec d'Ambes à Saint Christoly (pK 66) ; l'estuaire aval, davantage soumis aux effets de la marée ; l'embouchure (pK 100), sous l'action combinée de la houle et des courants de marée.

La zone d'étude (pK 30, pK 52, pK 67) correspond globalement à la partie amont de l'estuaire (pK 25 à 66) ; d'une largeur de 4,5 Km environ au pK 52, elle ne dépasse pas 10 m de profondeur. Ce "haut - estuaire" est d'une grande complexité morphologique ; il est composé d'îles argileuses et de barres sableuses séparant des chenaux anastomosés. La nature du fond, surtout vaseux dans les chenaux, est fortement liée à cette morphologie. La nature des sédiments, composés de sable et de vase, évoluent dans le temps et dans l'espace sous l'influence respectivement marine et continentale.

1.2.2. Aperçu du fonctionnement hydro sédimentaire de l'estuaire

L'hydrologie fluviale présente des débits très variables (175 m³.s⁻¹ à plus de 5000 m³.s⁻¹)⁷ ; lorsqu'ils sont forts, ils sont source d'apports alluvionnaires importants en provenance des fleuves et estimé globalement à 2,5 millions de tonnes par an selon Naguy (1993). Elle est contrariée par l'effet d'une onde de marée asymétrique.

Les différences de salinités, liées aux mélanges des eaux fluviale et marine, induisent des différences de densité sur la tranche d'eau : l'eau salée plus dense

⁶ chapitre réalisé d'après les travaux d'Allen (1972) et de Castaing (1981)

⁷ minimum enregistré en 1949, et maximum journalier de 1988.

que l'eau douce avoisine le fond. Ainsi naît la circulation "résiduelle" estuarienne caractérisée par un écoulement vers l'amont au fond et vers l'aval en surface.

La convergence des vitesses résiduelles, par piégeage des particules en suspension au voisinage du fond, favorise la formation d'un bouchon vaseux par effet de densité (eau douce - eau de mer) et de marée dynamique (propagation asymétrique de l'onde de marée).

Le positionnement du bouchon vaseux le long de l'estuaire dépend des variations des débits fluviaux et des coefficients de marée. Son rôle est essentiel dans le comportement d'un estuaire et de ses ressources vivantes, et plus particulièrement dans le cas de la Gironde soumise à des pressions anthropiques croissantes.

1.3. Les études écologiques

1.3.1. Schéma général des études

Le schéma général des études écologiques relatives à l'implantation des centrales nucléaires en estuaire comporte deux étapes : le projet, et la surveillance. Le projet qui a pour but de préciser l'état écologique du milieu dans la zone qui subira l'influence de la centrale. La surveillance qui correspond à l'étude des fluctuations naturelles du milieu (variations pluriannuelles notamment) avant la mise en service de la centrale, et des modifications du milieu après la mise en service de la centrale.

Projet et surveillance écologiques sont deux phases complémentaires d'une même étude, qui visent à mettre en évidence les règles évolutives d'un écosystème soumis aux effluents thermiques d'une centrale nucléaire. Cette analyse des déséquilibres éventuels par "constat" implique une connaissance approfondie du milieu naturel fluctuant 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 dues à des phénomènes naturels, d'ordre climatologiques par exemple, ou à d'autres phénomènes anthropogéniques, d'aménagements au niveau du bassin versant par exemple.

1.3.2. Etudes de projet

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 d'un "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 temps et dans l'espace, des phénomènes définissant cet état de référence (dispersion verticale et horizontale des organismes, saisons hydrobiologiques, pics d'abondance zooplanctonique, période de recrutement des organismes benthiques, etc.).

1.3.3. Etudes de surveillance

Un programme pluriannuel de surveillance écologique a été défini sur la base de la synthèse écologique de cet 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 CNEXO d'un programme d'études supplémentaires 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.

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 conduit à modifier dès 1984 certains paramètres échantillonnés, avec un programme annuel de surveillance écologique à 3 stations d'échantillonnage et 9 campagnes annuelles. Afin d'évaluer les apports Garonne-Dordogne, deux prélèvements supplémentaires étaient effectués à la limite amont de pénétration de la marée dynamique.

1.3.4. Programme actuel des études de surveillance

Le programme de surveillance écologique, établi en 1992, fait suite à l'arrêté préfectoral du 23 décembre 1991, modificatif à l'arrêté du 31 mars 1989 portant autorisation de rejet dans le domaine fluvial.

En complément de ce programme, une étude particulière a été effectuée d'avril 1992 à mars 1993 pour étudier les aspects méiobenthiques (animaux de taille inférieure au millimètre qui vivent au fond dans les sédiments superficiels) autour de la centrale.

Ce programme de surveillance écologique a pour objet la mise en évidence des modifications éventuelles apportées au milieu par la centrale. La modification par rapport au programme antérieur porte sur la répartition des stations le long de l'estuaire, la périodicité des prélèvements et la nature des paramètres étudiés.

Pour pallier une vision seulement partielle de la distribution de certaines variables, le point F (pK 67), à l'aval du site dans le chenal de navigation,

remplace la station J (pK 52), au droit du site, et permet ainsi de couvrir en grande partie la zone géographique colonisée par l'espèce *Eurytemora affinis*, pendant la majeure partie de l'année.

Le programme comporte 3 stations d'échantillonnages et 8 campagnes annuelles. Il concerne les paramètres hydrobiologiques, bactériologiques, et zooplanctoniques intégrés dans le contexte des caractéristiques d'un milieu estuarien complexe et des fluctuations climatiques auxquelles ils sont soumis, dont la température en particulier. Depuis 1992, il se poursuit annuellement.

1.4. La surveillance écologique - année 2000

1.4.1. Déroulement des campagne à la mer

Le programme de surveillance écologique nécessite l'utilisation d'une embarcation, "Côte d'Aquitaine" armé par le C.N.R.S., pour réaliser les prélèvements d'échantillons⁸ lors des 8 campagnes annuelles. Pour chaque campagne, 3 points (F, E, K) sont échantillonnés par le DGO, lors de 3 stations estuariennes réparties longitudinalement le long de l'estuaire entre le pK 30 et le pK 67, à raison d'une station par jour, pendant un cycle de marée complet, et dans des conditions de marée comparables (mortes-eaux). Le transport des échantillons vers le laboratoire est assuré par l'IEEB.

Matériel utilisé : G.P.S. pour le positionnement géographique ; échosondeur pour la hauteur d'eau ; courantomètre directionnel VALEPORT MK 108 ; conductimètre SCT mètre ISY 33 pour les mesures de température et de salinité ; Oxymètre Orbisphère mod. 2609 ; bouteille à prélèvement horizontal, ou vertical de type Niskin, pour les prélèvements d'eau ; filets à plancton de type WP2, à vide de maille 200 µm, pour les prélèvements de plancton ; glacières portables ; flacons d'échantillonnage.

1.4.2. Points de prélèvements

Le programme comporte trois points de prélèvements (figure 1.1) :

- une station à l'amont du site permettant la connaissance du milieu avant son passage devant le CNPE - chenal de Blaye (point K ; pK 30 ; coordonnées géographiques N 45°04'1/10 - W 0°38'3/10),
- une station au droit du CNPE, situé au niveau du chenal médian (point E ; pK 52 ; coordonnées géographiques N 45°14'8/10 - W 0°43'5/10),

⁸ les prises et rejets d'eau de refroidissement étant disposés sur le fond de l'estuaire respectivement à 380 m et 2000 m de la berge.

- une station à l'aval du site et placée dans le chenal de navigation permettant de pallier une vision seulement partielle de la distribution de certaines variables (point F ; pK 67 ; coordonnées géographiques N 45°22'3/10 - W 0°48'1/10).

Des mesures de débits des fleuves sont réalisés aux emplacements suivants : Garonne, pont de la route départementale n° 9 à La Réole ; Dordogne, pont de la route départementale n°16 à Pessac/Dordogne (Source : Port Autonome de Bordeaux).

1.4.3. Fréquence de prélèvements

Le programme comprend huit campagnes de prélèvements d'avril à novembre pour les paramètres physiques et chimiques, sept campagnes d'avril à octobre pour les indicateurs biologiques. Deux de ces missions étant regroupées en septembre.

Les dates des missions, effectuées en 2000, sont indiquées sur la carte de positionnement des points (figure 1.1) La fréquence des prélèvements, par campagne, est indiquée dans le tableau 1.1.

Tableau 1.1. Fréquence des prélèvements des paramètres mesurés

Paramètre	Niveau	Moment de marée	Point
Courant (vitesse et direction), Salinité, Température, Matière en suspension (MES), Oxygène dissous, Carbone organique particulaire (COP)	2	4	K-E-F
Nitrate, Ammonium, Phosphate	1	1	E
Chlorophylle, phaeopigments Vibrios	1	2	K-E-F
Zooplancton	2	4	K-E-F

niveau (1 = surface, 2 = surface et fond) ; moment de marée (2 = basse mer et pleine mer, 4 = basse mer, mi-flot, pleine mer, mi-jusant).

1.4.4. Paramètres mesurés

Les paramètres sont relevés sur quatre 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) pour l'hydrologie, à un niveau (1m de la surface) pour la physico-chimie (sels nutritifs, chlorophylle et phaeopigments) et la bactériologie. Jusqu'en 1991 inclus, pour la température, la salinité, les vitesses de courant, l'oxygène dissous, les moyennes sont établies à partir de 5 mesures

par niveau de référence pour 9 missions annuelles, soit 45 mesures ; depuis 1992, les moyennes sont établies à partir de 4 mesures par niveau pour 8 missions, soit 32 mesures.

Les prélèvements de zooplancton sont effectués toutes les deux ou trois heures en moyenne pendant un cycle de marée. Chaque trait de filet WP2 dure environ 2 minutes, le bateau étant ancré pendant la durée des opérations. A chaque sortie et à chaque station, 8 prélèvements sont ainsi réalisés (4 en surface et 4 au fond).

1.4.5. Travaux réalisés

Pour chacun des paramètres analytiques étudiés, les quantités prévus et réalisées sont :

	Point F	Point E	Point K	Total prévu	Total réalisé
<u>Hydrologie</u> - Mesures D.G.O -					
Hauteur d'eau	32	32	32	96	96
Températures	64	64	64	192	192
Salinités	64	64	64	192	192
Vitesse du courant	64	64	64	192	192
Direction du courant	64	64	64	192	192
<u>Hydrologie</u> - Prélèvements D.G.O. -					
Dosage oxygène dissous (300 cc)	64	64	64	192	192
Détermination des MES (1 l)	64	64	64	192	192
<u>Pollution</u> - Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux					
Chimie (COP)	64	64	64	192	189
Phytoplancton					
(chlorophylle, phaeopigments)*	16	16	16	48	46
Sels nutritifs (NO ₃ +NO ₂ , NH ₄ , PO ₄)*	0	16	0	16	16
Prélèvements Bactériologiques	16	16	16	48	48
(Vibrions)*					
<u>Biologie</u> - Laboratoire de Biologie Marine d'Arcachon					
Traicts de plancton	64	64	64	192	192

(* à 1 m de la surface, à pleine mer et à basse mer)

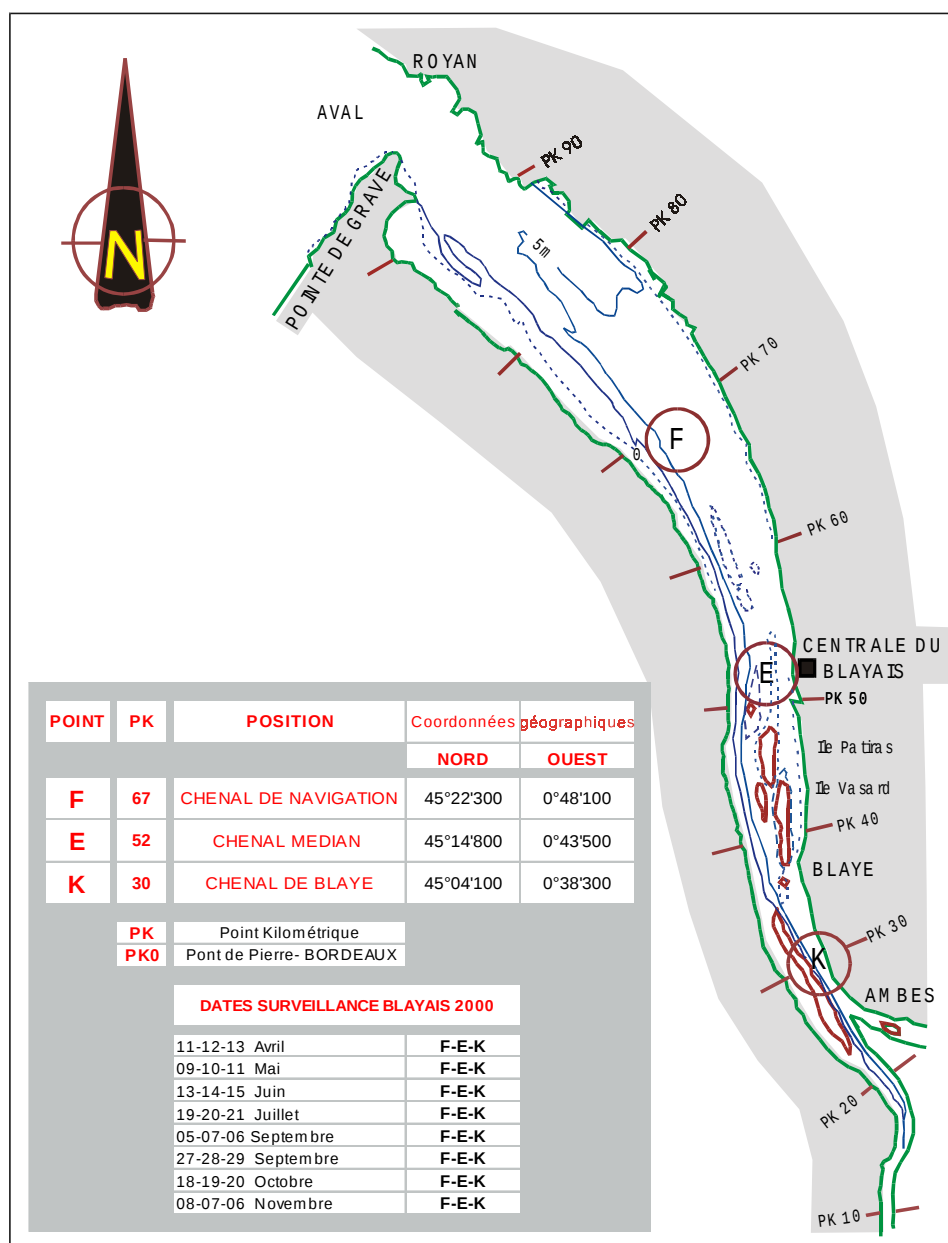


Figure 1.1 : Carte de positionnement des points.

1.4.6. Paramètres, méthodes, précision

1.4.6.1. Mesures in situ

Profondeur : échosondeur.

Courant (Vitesse et direction) : courantomètre VALEPORT MK 108 directionnel ; précision $\pm 5 \text{ cm.s}^{-1}$.

Température et salinité : pont de mesures de température et de conductivité SCT mètre ISY 33 ; précision $\pm 0,1^\circ\text{C}$ et $\pm 0,5$ de salinité.

1.4.6.2. Mesures en laboratoire

Oxygène dissous : mesure de la teneur en oxygène dissous par la méthode WINKLER ; dosage par oxydoréduction, à l'hydrate manganoux.

L'addition des deux réactifs dans l'eau est effectuée à bord immédiatement après la prise d'échantillons ; le dosage proprement dit est réalisé au laboratoire dans les 24 heures ; précision 1 %.

Matière en suspension : mesure de la concentration en matière en suspension totale par pesée, après filtration d'un volume de 100 à 250 cm^3 d'eau (suivant turbidité) sur des filtres de 0,45 μm et séchage en étuve à 105°C ; précision 1 mg.l^{-1} .

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

Traitement des résultats : le *taux de chlorophylle active* est la concentration en chlorophylle (a) rapportée à la somme des pigments chlorophylliens (chlorophylle et phéopigments) :

$$CA = \frac{Ca}{Ca + P}$$

avec : CA : Taux de chlorophylle active
 Ca : Concentration en chlorophylle (a) ($\mu\text{g.l}^{-1}$)
 P : Concentration en phéopigments ($\mu\text{g.l}^{-1}$)

Carbone organique particulaire (COP) : filtration de l'échantillon sur Wathmann GF/C, et dosage titrimétrique (méthode Anne).

Eléments nutritifs dissous : après filtration de l'échantillon d'eau, analyse selon les méthodes décrites dans le "Manuel des analyses chimiques en milieu marin" (Aminot et Chaussepied, 1983).

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

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).

1.4.6.3. Bactériologie

Vibrio halophiles : préenrichissement par ensemencement des échantillon d'eau sur bouillon B.T.B. d'Akyama, incubation à 37°C pendant 18 à 20 h ; isolement à partir des tubes positifs (glucose +) sur T.C.B.S. agar, incubation à 37°C pendant 24 h ; repiquage sur kligler salé à 3 % (30 de salinité) ; identification biochimique sur galerie API 20E.

1.4.6.4. Zooplanctonologie

Prélèvements de plancton au filet à plancton WP2 (200 μm de vide de maille) équipé d'un volucompteur ; pour le filet à plancton, le coefficient moyen de filtration est compris entre 70 et 81 %, ce qui correspond aux normes admises pour le milieu estuarien.

Les méthodes d'identification et de comptage d'organismes zooplanctoniques dominants dans les eaux de l'estuaire ont été mises au point progressivement (Castel & Courties, 1977) car les méthodes classiques en Océanographie n'étaient pas utilisables sans y apporter quelques modifications liées à l'extrême densité des débris organiques et des particules minérales dans les eaux de l'estuaire.

Estimation de la mortalité du zooplancton (Eurytemora affinis): à bord, une partie aliquote d'un prélèvement de fond ou de surface, en alternance, est transvasée dans un pot en verre. L'influence de la densité des individus sur la mortalité en milieu confiné (Castel, Courties & Poli, 1979) recommande de ne pas dépasser une certaine concentration d'individus dans le pot. Le pot est rempli avec de l'eau de la station étudiée pour éviter une mortalité due à un appauvrissement en oxygène de l'eau ou à une sur concentration en produits excrétés par les Copépodes. Pour calculer le taux de mortalité, les organismes vivants sont colorés au rouge neutre (1 ml de rouge neutre pour une concentration finale de 1/100.000e environ). Le pot est placé dans un incubateur immergé pour maintenir la température de l'eau pendant une heure et demi d'imprégnation.

Le surplus de colorant est éliminé par un second tamisage (maille 200 μm). Le contenu du second tamisage est transféré dans le pot en verre ayant servi à l'incubation et fixé (1 ml de formol à 30 %). L'échantillon est ensuite placé au froid dans un réfrigérateur jusqu'à l'analyse au laboratoire.

La coloration au rouge neutre disparaît rapidement (quelques jours) et d'autant plus vite que la température de conservation est élevée. C'est pourquoi les échantillons sont maintenus en permanence à 4 °C et sont analysés dès le retour au laboratoire après un délai minimum de 72 heures. Ceci permet de conserver la coloration des zooplanctontes pendant plus d'une semaine.

Les individus colorés sont tamisés (maille 200 µm) puis rincés à l'eau douce. Au moins 100 individus sont placés dans une cuvette de Dolffus ; la cuvette est placée sous la binoculaire, 8-10 gouttes d'acide acétique sont ajoutées (ou quelques goutte d'une solution à 1N en volumes égaux d'acide acétique et d'acétate de sodium). L'acidification est nécessaire pour maintenir la coloration rouge caractéristique des individus vivants. Cette méthode de coloration vitale est décrite en détail par Dressel *et al.* (1972). Les individus non colorés sont comptés comme morts. Le contenu de la cuvette est ensuite transvasé dans le pot de prélèvement correspondant.

Pré-traitement des échantillons : les prélèvements contiennent très souvent une grande proportion de particule non vivantes : organiques (débris de lignine), ou inorganiques (mica, sable) qui gênent le comptage du zooplancton.

La séparation entre zooplancton et tripton s'effectue par élimination des particules les plus fines (lavage) et les plus lourdes (élutriation). Avant comptage, chaque échantillon, est lavé sur un tamis de 200 µm d'ouverture de maille. Cette manipulation a pour but d'éliminer les particules les plus fines (vase en particulier) adhérant toujours plus ou moins aux autres particules. Enfin, les plus grosses particules, qu'elles soient vivantes (macrofaune vagile : Décapodes, larves de Poissons) ou non vivantes (feuilles, algues, morceaux de bois) ont enlevées à la main.

En définitive dans cette étude, on considère la partie du plancton correspondant au mesoplancton (organismes dont la taille est supérieure à 200 µm et inférieure 2000 µm) et au macroplancton (organismes dont la taille est comprise entre 20 et 1000 mm), les Mysidacés.

Comptage des organismes : l'échantillon éventuellement fractionné à la boîte de Motoda, et coloré avec une solution diluée de rose bengale⁹, est ramené à un volume de 500 ml, pour pouvoir quantifier les organismes par unité de volume. Un ou plusieurs sous-échantillons d'un volume de 5 ml (ou 10 ml depuis 1992) sont prélevés avec une pipette dont l'embout fait 4 mm de diamètre. En opérant toujours de la même façon, cette méthode ne laisse qu'un faible pourcentage d'erreur (Edmonson 1971). Le sous-échantillon est ensuite placé dans une

⁹ rose bengale : sel de potassium dérivé de la fluoresceine. Surcolorer dans une solution aqueuse à 1 pour 100 et régesser, d'abord par l'eau, puis par l'alcool à 70° pour obtenir un rose très léger.

cuvette de Dolfuss pour examen à la loupe binoculaire (Grossissement 5 x 45). Pour chaque échantillon, 1 à 4 sous-échantillons sont comptés en totalité. Le dénombrement s'arrête lorsque une classe de tri (*Eurytemora* : mâle, femelle, femelle ovigère, copépodites, *Acartia*, ...) atteint un minimum de 100 individus. D'après Frontier (1972) l'erreur relative sur l'estimation du nombre total d'individus est comprise entre -26 et +31%. Le comptage des espèces du genre *Acartia* s'effectue après identification de 20 individus sous microscope. Le nombre d'individus comptés est ensuite ramené au volume total de l'échantillon.

Traitement statistiques des données : Le traitement des données repose en grande partie sur la comparaison de moyennes entre stations ou entre mois. Les tests statistiques paramétriques exigent que les données soient distribuées selon la loi normale et que les variances soient homogènes. Un test d'homogénéité de la variance (Fmax) précède donc la comparaison des moyennes de densités à l'aide du test t de Student ou du test U de Mann-Whitney si les moyennes ne sont pas normalement distribuées.

2. Conditions climatiques et hydrologiques

2.1. Caractères climatologiques dominants pour l'année 2000

Les informations climatologiques se rapportent à la station météorologique de Bordeaux - Mérignac qui est prise comme référence. Ce que l'on appelle « la normale » est une moyenne sur trente ans et se décalant tous les dix ans. Actuellement, la normale est la période comprise entre 1961 et 1990. La figure 2.1 présente l'évolution des températures moyennes de l'air au cours de l'année 2000.

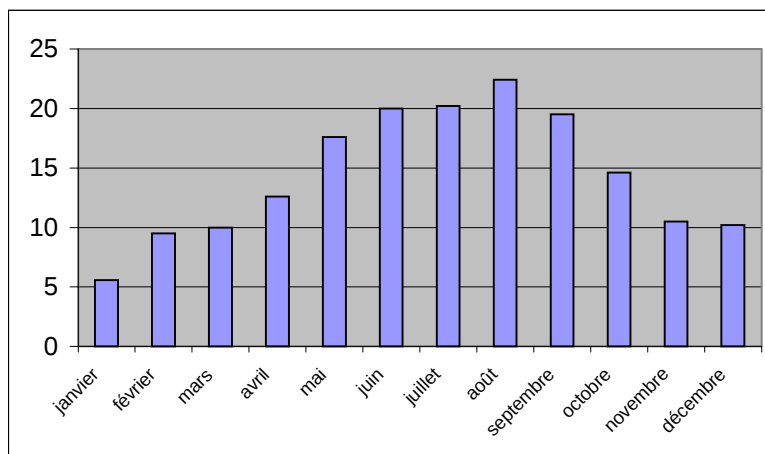


Figure 2.1 : Températures moyennes de l'air (Station de Bordeaux - Mérignac) en 2000

Janvier T° moyenne de l'air : 5,6 °C mini : 2,1 °C maxi : 5,6 °C
Mois très sec avec 17 mm de pluie au lieu de 96. Les températures ont été douces en première décade (+3,1 °C), froides en deuxième et troisième décades. Ainsi en moyenne le mois a été conforme aux normales. Beaucoup de soleil (148 % de la normale)

Février T° moyenne de l'air : 9,5 °C mini : 5,4 °C maxi : 13,6 °C
Mois doux et pluvieux (122 % de la normale) en raison notamment d'un cumul de 27 mm le 29. Les températures moyennes sont très douces (+ 2,4 °C de la normale). L'insolation est quasiment normale.

Mars T° moyenne de l'air : 10,0 °C mini : 4,5 °C maxi : 15,5 °C
Le mois est plutôt sec (69 % de la normale). Il n'a pas plu du 5 au 22, mais la troisième décade a été bien arrosée. L'ensoleillement est largement excédentaire avec 140 % de la normale grâce aux deux premières décades. Par conséquent les températures moyennes sont plus élevées de 1,2 °C par rapport aux normales

Avril T° moyenne de l'air : 12,6 °C mini : 8,4 °C maxi : 16,8 °C
En raison d'une troisième décade extrêmement arrosée, le mois est très pluvieux. Il est tombé plus du double de la normale. A la faveur de températures maximales largement excédentaires, surtout en troisième décade, la moyenne des températures dépasse la normale de 1,3 °C. L'insolation est largement déficitaire.

Mai T° moyenne de l'air : 17,6 °C mini : 12,6 °C maxi : 22,5 °C
Très chaud, ce mois de Mai enregistre des températures en moyenne 3 °C au dessus des normales, mais également très pluvieux avec un excédent de 28 %. 67 % des pluies sont tombées sur les journées orageuses des 07, 10 et 16 Mai.

Juin T° moyenne de l'air : 20 °C mini : 14,8 °C maxi : 25,1 °C
Mois extrêmement arrosé en première décade, quasiment sec lors des deuxième et troisième . Au final il est tombé 98 % de la normale. En raison d'une deuxième décade très chaude, les températures moyennes accusent un excédent de 2,1 °C par rapport à la normale. L'insolation est légèrement déficitaire.

Juillet T° moyenne de l'air : 20,2 °C mini : 15,2 °C maxi : 25,2 °C
Mois extrêmement arrosé en première décade, deuxième décade identique à la normale et troisième décade plutôt sèche. Au final, il est tombé 127 % de la normale. L'insolation est légèrement déficitaire. Les températures de la première et troisième décades sont légèrement supérieures à la normale (0,8 °C), la deuxième décade nettement inférieure (1,8 °C).

Août T° moyenne de l'air : 22,4 °C mini. : 16,3 °C maxi. : 28,5 °C
Mois chaud et sec. Il est tombé à peine 48 % de la normale, les deux premières décades ayant été très peu arrosées. Avec 10 jours de forte chaleur (> 30 °C), le mois a été en moyenne de 2,5 °C plus chaud que la normale.

Septembre T° moyenne de l'air : 19,5 °C mini. : 13,9 °C maxi. : 25 °C
Mois peu arrosé et assez chaud. Il est tombé à peine 58 % de la normale.. Les températures, en moyenne, sont excédentaires de 1,5 °C. L'ensoleillement est normal.

Octobre T° moyenne de l'air : 14,6 °C mini. : 11 °C maxi. : 18,2 °C
Mois très pluvieux. Il est tombé 183 % de la normale avec une première décade extrêmement arrosée avec plus du double de la normale (231 %). L'insolation est déficitaire. Les températures moyennes sont légèrement excédentaires (+0,6 °C) avec une première décade déficitaire (-0,9 °C), une deuxième décade largement excédentaire (+2,7 °C).

Novembre T° moyenne de l'air : 10,5 °C mini. : 7,6 °C maxi. : 13,3 °C
Mois de novembre le plus pluvieux depuis 1921 : 322 mm soit 342 % de la normale en 25 jours. Il est tombé 175 mm la première décade (603 %). Les températures maximales sont excédentaires de 2,5 °C, les moyennes de 1,3 °C, à la faveur d'une troisième décade particulièrement douce. L'insolation est très largement déficitaire.

Décembre T° moyenne de l'air : 10,2 °C(e) mini. : 7 °C(e) maxi. : 13,4 °C(e)
Mois extrêmement doux (+ 3,8°C en moyenne, + 5,1 °C la première décade), avec 10,2 °C de moyenne soit la valeur la plus élevée jamais observée (précédent record 10,1 °C en décembre 1989). Beaucoup de pluie (120 %), surtout en troisième décade. L'insolation est déficitaire.

Tableau 2-1: Températures moyennes mensuelles de l'air (°C) à la station météorologique de Bordeaux - Mérignac.

ANNEE	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	MOY.
1946-1976	5,6	8,5	9,0	11,8	14,7	17,6	19,7	19,6	17,6	13,5	8,9	6,1	12,6
1975	5,5	8,0	8,7	11,2	15,1	21,5	21,5	20,9	16,6	13,5	8,1	6,0	13,1
1977	5,9	9,7	10,9	10,8	13,5	16,6	19,9	18,4	17,2	14,9	8,7	7,6	12,8
1978	5,7	8,2	9,4	9,8	14,1	16,9	18,8	19,3	17,8	13,7	8,4	8,4	12,6
1979	5,0	7,2	9,0	10,3	13,8	17,7	20,4	19,7	17,8	15,0	8,3	7,9	12,6
1980	5,1	9,1	8,2	10,8	13,7	16,2	17,6	20,5	18,0	13,1	8,0	5,9	12,2
1981	6,6	5,1	12,0	12,2	14,3	18,0	19,3	21,3	18,5	14,3	9,3	7,8	13,2
1982	12,4	8,0	8,7	11,9	15,2	19,2	21,7	18,0	18,1	13,4	10,6	7,3	13,9
1983	7,0	5,3	9,4	11,3	13,6	19,2	23,6	20,8	19,6	14,1	11,3	6,7	13,4
1984	7,1	5,6	7,4	13,0	12,1	18,0	20,8	20,0	18,2	13,7	11,2	6,5	12,6
1985	0,7	8,3	7,4	12,3	13,8	17,7	21,2	18,8	18,6	14,8	6,2	6,1	12,2
1986	6,9	3,4	8,6	8,1	15,6	16,3	20,7	19,3	17,9	10,4	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	14,6	9,1	7,9	12,9
1988	9,5	7,9	8,7	13,2	16,0	16,4	18,6	20,6	18,1	16,4	9,1	6,9	13,6
1989	5,3	7,9	11,7	10,5	13,8	19,7	22,6	21,5	18,4	15,5	11,1	10,1	14,4
1990	7,3	12,3	11,0	11,4	19,3	18,5	22,0	23,0	19,3	15,7	10,2	4,7	14,5
1991	6,3	6,9	11,8	11,1	14,8	17,2	21,3	23,3	20,7	12,8	9,3	5,6	13,3
1992	3,5	6,9	9,9	11,7	17,8	17,7	21,4	21,8	17,3	12,1	12,6	7,8	13,4
1993	8,1	6,5	10,0	12,0	18,1	19,6	19,6	21,1	16,7	12,9	7,8	9,4	13,3
1994	7,8	8,6	12,1	11,1	16,2	19,2	22,8	22,7	17,1	15,2	12,5	9,2	14,5
1995	7,2	9,9	9,5	12,5	16,3	19,0	23,3	22,7	16,5	17,8	10,1	8,2	14,4
1996	9,7	8,1	9,7	12,8	15,4	20,6	21,2	20,0	18,6	14,3	9,7	7,0	13,6
1997	8,0	10,4	12,2	13,6	15,3	18,5	20,9	23,8	20,0	18,0	11,4	8,3	14,7
1998	8,4	8,7	11,5	11,6	17,4	19,0	20,3	22,4	18,9	14,1	8,1	6,9	13,9
1999	7,9	7,1	11,0	12,9	15,3	18,6	22,3	21,9	20,1	15,1	8,1	8,0	14,3
2000	5,6	9,5	10,0	12,6	17,6	20,0	20,2	22,4	19,5	14,5	10,5	10,2	14,8
(e) Valeur estimée													

2.2. Caractères climatologiques de la période d'étude

La période d'étude s'étend d'avril à novembre. Les caractéristiques climatiques correspondant à cette période d'étude sont résumées dans le tableau 2.2 (Source : Météo France, station de Mérignac).

Tableau 2.2 : caractéristiques climatiques de la période d'étude

	T °C	Préc. mm	Ins. h	Observations
Avril	12,6	153,6	122	Mois très pluvieux, surtout en 3 ^{ème} décennie ; insolation largement déficitaire (65%).
Mai	17,6	99,0	63	Mois très chaud, 3 °C au-dessus de la normale, mais très pluvieux (orage 7, 10 et 16).
Juin	20,0	55,2	38	Extrêmement arrosé en 1 ^{ère} décennie (98%), insolation légèrement déficitaire.
Juillet	20,2	59,0	242	Première décennie très arrosée (127%), insolation légèrement déficitaire.
Août	22,4	26	245	Mois chaud et sec.
Septembre	19,5	43	211	Mois peu arrosé et assez chaud.
Octobre	14,6	159	108	Mois très pluvieux (183%), notamment au cours de la 1 ^{ère} décennie, insolation déficitaire.
Novembre	10,5	322,2	47	Mois exceptionnellement pluvieux (342% de la normale).

L'année 2000 a été caractérisée par des précipitations largement excédentaires, notamment en début et en fin de période d'étude. Ainsi, seuls les mois d'août et de septembre ont été à peu près conformes à la normale.

2.3. Débits fluviaux

Les caractéristiques des débits fluviaux (figure 2-2 et 2-3) pour l'année sont données pour l'estuaire de la Gironde (débits cumulés de la Garonne et de la Dordogne).

Les débits moyens (établis par périodes de 10 jours) évoluent entre $232 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ du 21.08 au 31.08 et $2249 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ du 21.11 au 31.11.

Le débit instantané maxima est de $3878 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ relevé le 13.06. Un pic secondaire de $3127 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ est relevé le 12.06.

La moyenne annuelle pour l'année 2000 est de $958 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, soit un excédent de $84 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ par rapport à la moyenne annuelle pour la période 1982/1999 qui s'établit à $874 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Il s'agit donc d'une année "normale" pour les débits.

Par rapport à la moyenne 1982/1999, les débits 2000 sont excédentaires début Janvier (du fait de la crue de décembre 99), puis déficitaires jusqu'à la fin du mois.

Une crue apparaît mi- Février début Mars ($3350 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ le 20 Février ; $2230 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ le 3 Mars) qui correspond à celle de 1999.

Une deuxième crue apparaît fin Avril ($2337 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ le 29 Avril).

Une troisième crue apparaît mi-Juin (avec un maximum instantané de l'année de $3878 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ le 13 Juin) alors qu'en 1999, une crue semblable s'était produite en Mai.

Les débits restent excédentaires en Juillet, Octobre; ils sont déficitaires en Août et Septembre.

Une quatrième crue apparaît au mois de novembre (avec les sept derniers jours à plus de $2500 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ de moyenne), alors qu'en 1999 une crue semblable s'est produite en Décembre.

Malgré des pluies abondantes, les débits sont déficitaires en Décembre.

L'année 2000 peut être considérée comme une année humide, nettement plus arrosée que 1999. Cette année nous avons pu constater la présence du bouchon vaseux au point F à partir de mi-juin, au point E toute l'année, alors qu'au point K il n'est présent qu'à partir du mois de Septembre.

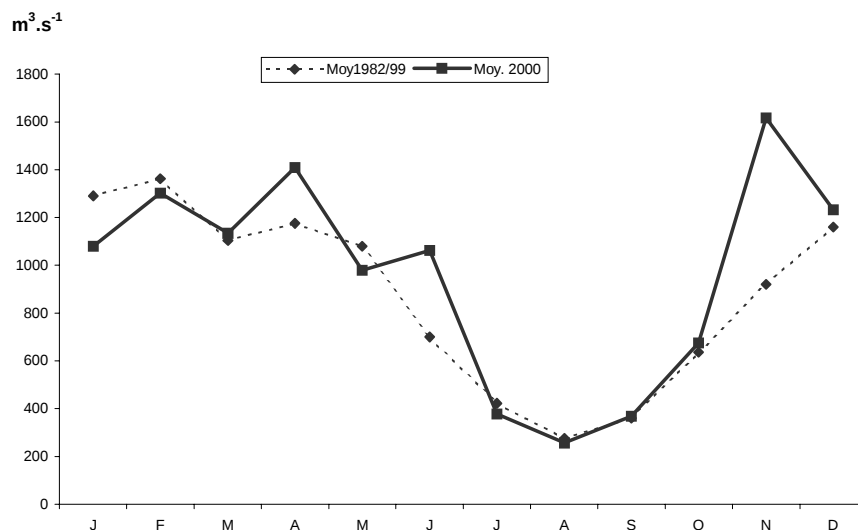


Figure 2.2 : Débits mensuels moyens de la Gironde en 2000.

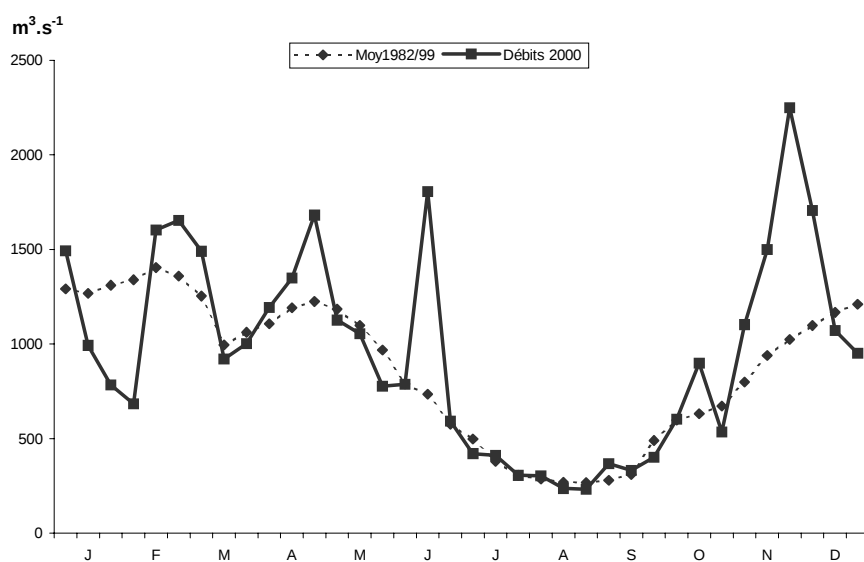


Figure 2.3 : Débits moyens de la Gironde par périodes de 10 jours en 2000

3. Résultats des mesures in situ

3.1. Température

3.1.1. Variations au cours de la marée

Point F-PK 67 (Tableau 3-1, Figure 3-1, Figure 3-2).

Le point F est situé à proximité du chenal de navigation. Les mesures de température relevées aux heures de basse mer, mi-marée et de pleine mer, font apparaître des écarts de température compris entre (écarts entre mini et maxi absolus) : 0,1 °C et 2,3 °C en surface ; 0,2 °C et 1,8 °C au fond.

L'écart maxima :

2,3 °C en surface le 19 Juillet, la température moyenne étant de 20,7 °C. et le débit de 399 m³.s⁻¹.

1,8 °C au fond le 19 Juillet, la température moyenne étant de 20,5 °C et le débit de 399 m³.s⁻¹.

L'écart minima :

0,1 °C en surface le 08 Novembre, la température moyenne étant de 12,6 °C et le débit de 541 m³.s⁻¹.

0,2 °C au fond le 08 Novembre, la température moyenne étant de 12,6 °C et le débit de 541 m³.s⁻¹.

L'estuaire était alors bien mélangé.

On constate en général qu'en surface et au fond, à la pleine mer, les températures relevées sont les plus basses, et inversement les plus hautes à la basse mer. Cela est dû à l'intrusion maximum des eaux salines plus fraîches

que les eaux d'amont. (Les mêmes phénomènes ont été constatés anciennement au point J situé à proximité du chenal de navigation). (Figure 3-1 et Figure 3-2).

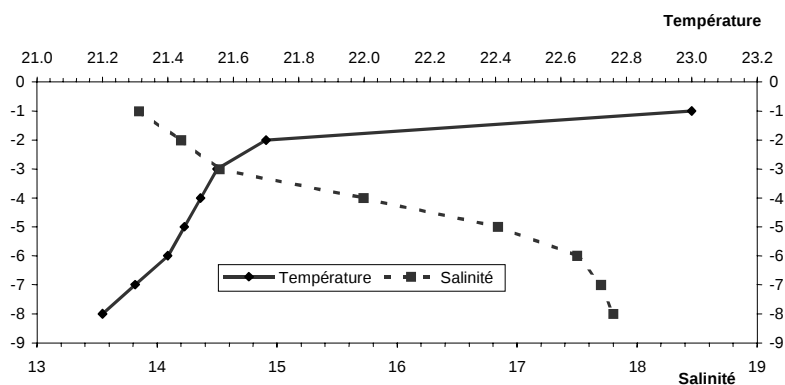


Figure 3-1: Evolution des gradients de température et de salinité au point F PK 67 le 05 Septembre 2000 à 14h 35.

Tableau 3-1 : Température de l'eau au point F PK 67.

POINT F PK 67							
TEMPERATURES de l'eau en surface (S) et au fond (F)							
ANNÉE 2000	DATES	Minimum	Maximum	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient
		absolu	absolu				
11-avr	S	11.6	11.8	0.2	11.7	0.4	58-52
	F	11.4	11.7	0.3	11.6		
09-mai	S	17.2	18.4	1.2	17.7	0.6	74-67
	F	16.6	18.3	1.7	17.5		
13-juin	S	19.1	19.3	0.2	19.2	0.8	63-66
	F	18.3	19.4	1.1	18.9		
19-juil	S	19.7	22.0	2.3	20.7	0.6	76-76
	F	19.6	21.4	1.8	20.5		
05-sept	S	21.1	23.0	1.9	21.9	1.6	50-43
	F	20.9	22.2	1.3	21.5		
27-sept	S	20.5	21.4	0.9	20.9	0.1	99-103
	F	20.5	21.5	1.0	21.0		
18-oct	S	15.6	15.8	0.2	15.7	0.2	77-70
	F	15.7	16.0	0.3	15.8		
08-nov	S	12.6	12.7	0.1	12.6	0.1	55-62
	F	12.5	12.7	0.2	12.6		

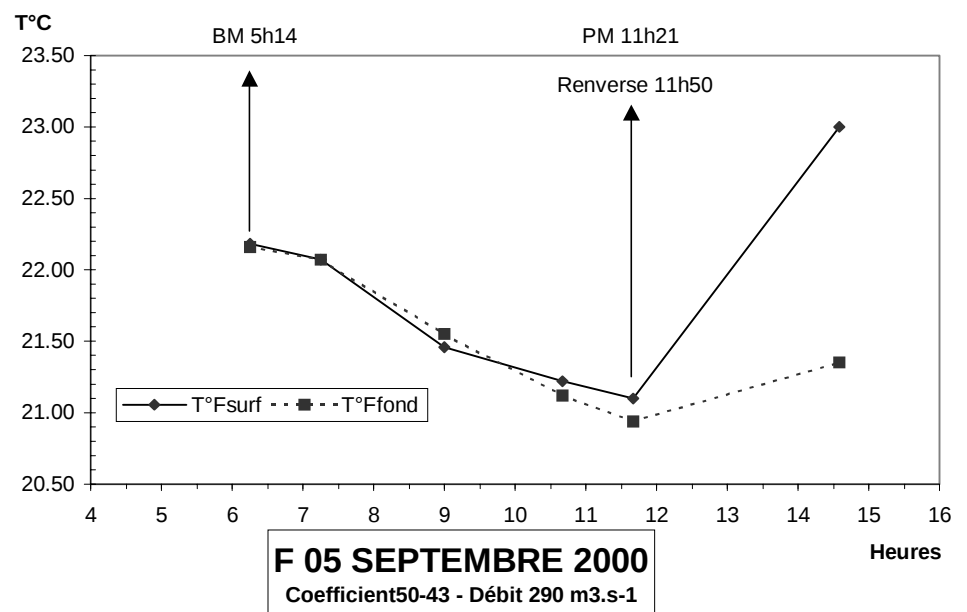
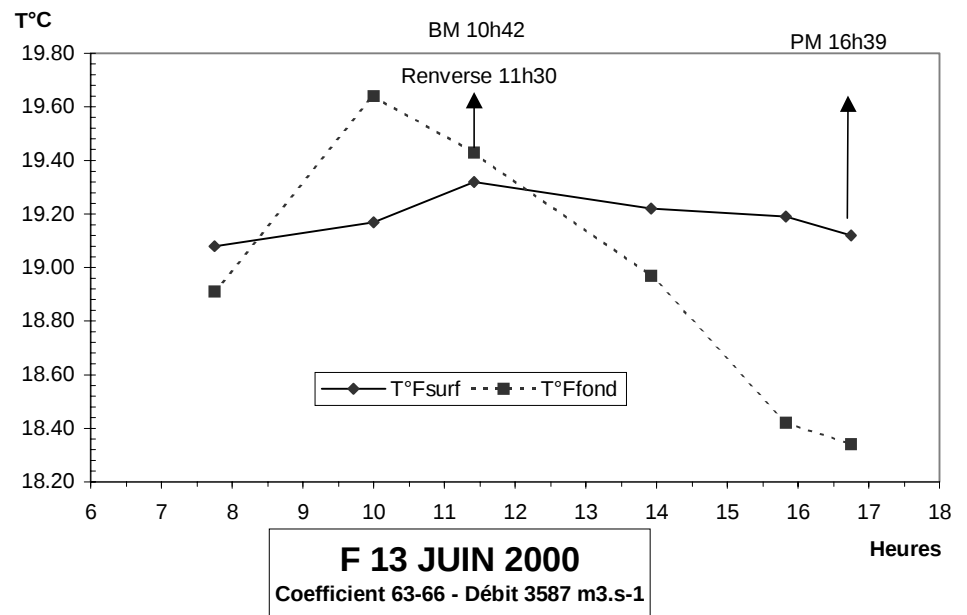


Figure 3-2 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au point F PK 67 en 2000.

Point E-PK 52 (Tableau 3-2, Figure 3-3)

Le point E est situé dans le chenal médian. Les mesures de température relevées aux heures de basse mer, mi-marée et de pleine mer, font apparaître des écarts de température compris entre (écarts entre mini et maxi absolus) : 0,3 °C et 3,6 °C en surface ; 0,0 °C et 1,9 °C au fond.

L'écart maxima :

3,6 °C en surface le 14 Juin la température moyenne étant de 19,2 °C. Débit de 1271 m³.s⁻¹.

1,9 °C au fond le 14 Juin, la température moyenne étant 18,7 °C et le débit de 1271 m³.s⁻¹.

L'écart minima :

0,3 °C en surface le 07 Novembre, la température moyenne étant de 12,8 °C. Débit de 487 m³.s⁻¹.

0,0 °C au fond le 20 Juillet la température moyenne étant de 21,6 °C, et le débit de 408 m³.s⁻¹.

La figure établie avec les mesures principales et les mesures intermédiaires effectuées d'heure en heure pendant toute la marée (Figure 3-3) montre que les températures les plus faibles sont observées en jusant et à l'étales de basse mer ; les plus élevées dans l'heure qui suit la basse mer donc au début du flot, et à l'étales de pleine mer donc en fin de flot.

D'une façon générale, la température atteint son maximum une heure environ après le début du flot, décroît jusqu'à mi-flot puis augmente progressivement jusqu'à l'étales de pleine 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 mêmes remarques ont été faites chaque année et consignées dans les rapports précédents.

Tableau 3-2 : Température de l'eau au point E PK 52.

POINT E PK 52							
TEMPERATURES de l'eau en surface(S)et au fond(F)							
ANNEE 2000							
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Qfl m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
12-avr	S	11.2	11.7	0.5	11.6	0.2	49
	F	11.2	11.7	0.5	11.5		
10-mai	S	18.3	19.8	1.5	18.8	1.6	61-57
	F	18.2	18.6	0.4	18.4		
14-juin	S	17.9	21.5	3.6	19.2	1.9	68-70
	F	17.7	19.6	1.9	18.7		
20-juil	S	21.3	23.3	2.0	22.3	2.0	75-73
	F	21.9	21.9	0.0	21.6		
07-sept	S	22.1	25.0	2.9	22.9	2.4	31
	F	22.1	22.6	0.5	22.3		
28-sept	S	21.0	22.4	1.4	21.5	1.0	105-106
	F	21.1	21.4	0.3	21.3		
19-oct	S	15.3	17.7	2.4	16.2	1.4	63-57
	F	15.3	16.3	1.0	15.8		
07-nov	S	12.6	12.9	0.3	12.8	0.0	42-49
	F	12.6	12.9	0.3	12.8		

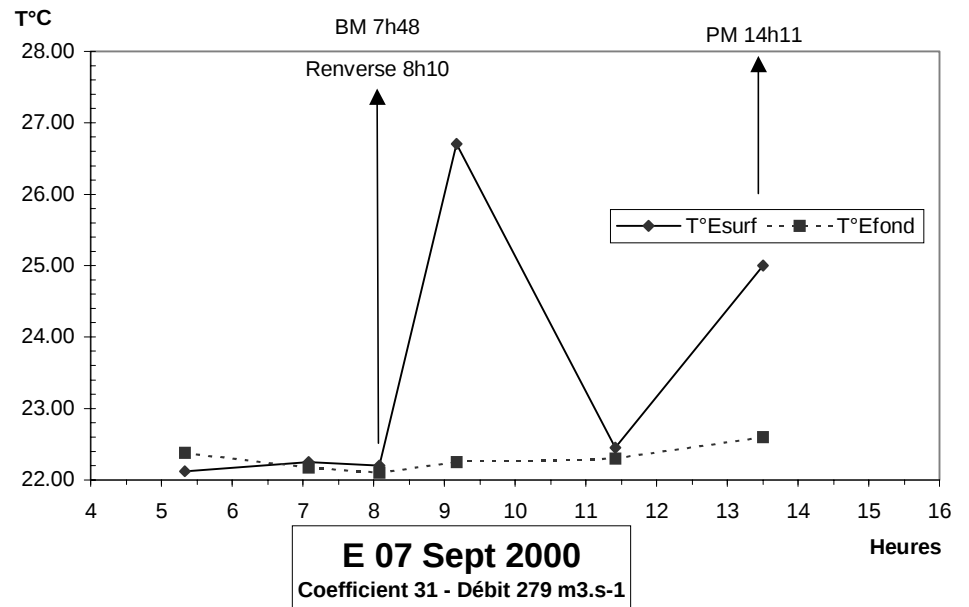
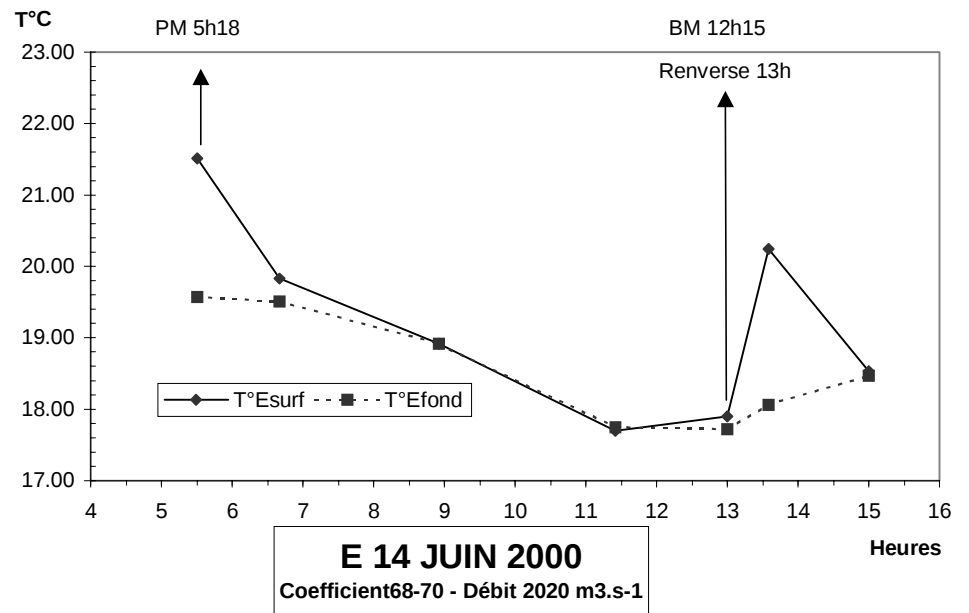


Figure 3-3 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au point E PK 52 en 2000.

Point K-PK30 (Tableau 3-3, Figure 3-4)

Le point K est situé dans le chenal d'accès au Port de Blaye. Les mesures de température relevées aux heures de basse mer, mi-marée et de pleine mer, font apparaître des écarts de température compris entre (écarts entre mini et maxi absolus) : 0,1 °C et 1,9 °C en surface ; 0,1 °C et 2,0 °C au fond.

L'écart maxima :

1,9 °C en surface le 15 Juin, la température moyenne étant de 18,6 °C. Débit de 1490 m³.s⁻¹ ;

2,0 °C au fond le 15 Juin, la température moyenne étant de 18,4 °C. Débit de 1490 m³.s⁻¹.

L'écart minima :

0,1 °C en surface le 21 Juillet, le 06 Septembre et le 06 Novembre, la température moyenne étant respectivement de 21,9 °C, de 22,0 °C et de 12,9 °C et les débits de 412 m³.s⁻¹, 294 m³.s⁻¹ et de 475 m³.s⁻¹.

0,1°C au fond le 21 Juillet et le 06 Septembre, la température moyenne étant respectivement de 21,9° C et de 12,9° C et les débits de 412 m³.s⁻¹ et de 475 m³.s⁻¹.

Les températures de l'eau, en surface et au fond, évoluent de façon presque similaire et les plus élevées sont relevées à différents moments de la marée. Cette irrégularité provient des débits des eaux d'amont liés à la pluviosité abondante à certaines époques de l'année. On observe toujours, suivant les moments, une inversion des températures, celles du fond devenant légèrement plus élevées que celles de la surface (quelques dixièmes de degré seulement).

Tableau 3-3 : Température de l'eau au point K PK 30.

POINT K PK 30								
TEMPERATURES de l'eau en surface(S)et au fond(F)								
ANNEE 2000								
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfl m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
13-avr	S	10.7	11.1	0.4	10.9		48-51	1152
	F	10.7	11.1	0.4	10.9	0.0		
11-mai	S	17.9	18.5	0.6	18.3		54-53	1127
	F	17.9	18.5	0.6	18.3	0.0		
15-juin	S	17.8	19.7	1.9	18.6		72-74	1490
	F	17.5	19.5	2.0	18.4	0.3		
21-juil	S	21.9	22.0	0.1	21.9		71-69	412
	F	21.9	22.0	0.1	21.9	0.0		
06-sept	S	22.0	22.1	0.1	22.0		37-33	294
	F	21.9	22.1	0.2	22.0	0.1		
29-sept	S	20.2	20.6	0.4	20.4		106-104	348
	F	20.2	20.6	0.4	20.4	0.1		
20-oct	S	14.2	15.0	0.8	14.7		51-47	853
	F	14.2	15.1	0.9	14.7	0.1		
06-nov	S	12.9	13.0	0.1	12.9		33-37	475
	F	12.9	13.0	0.1	12.9	0.0		

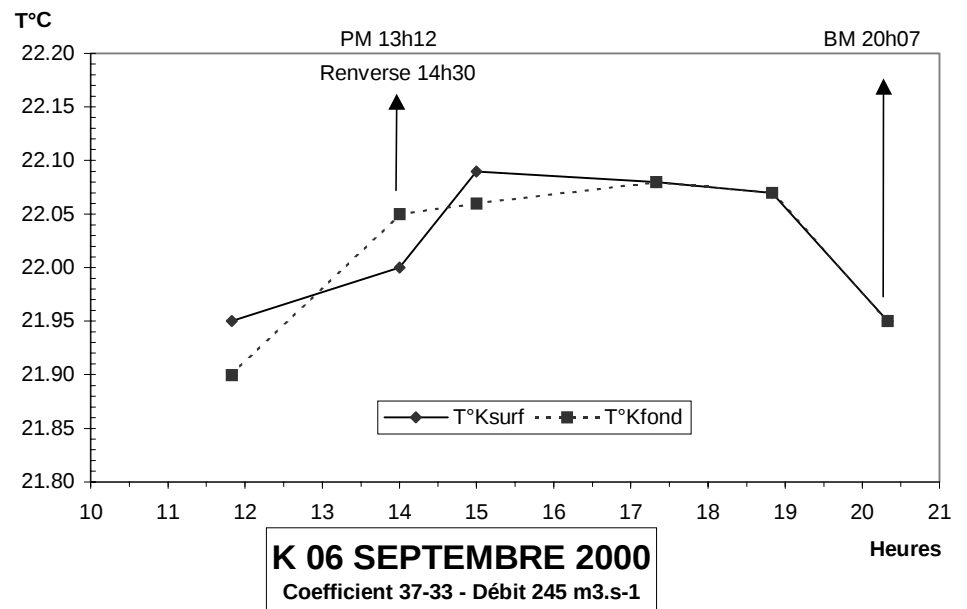
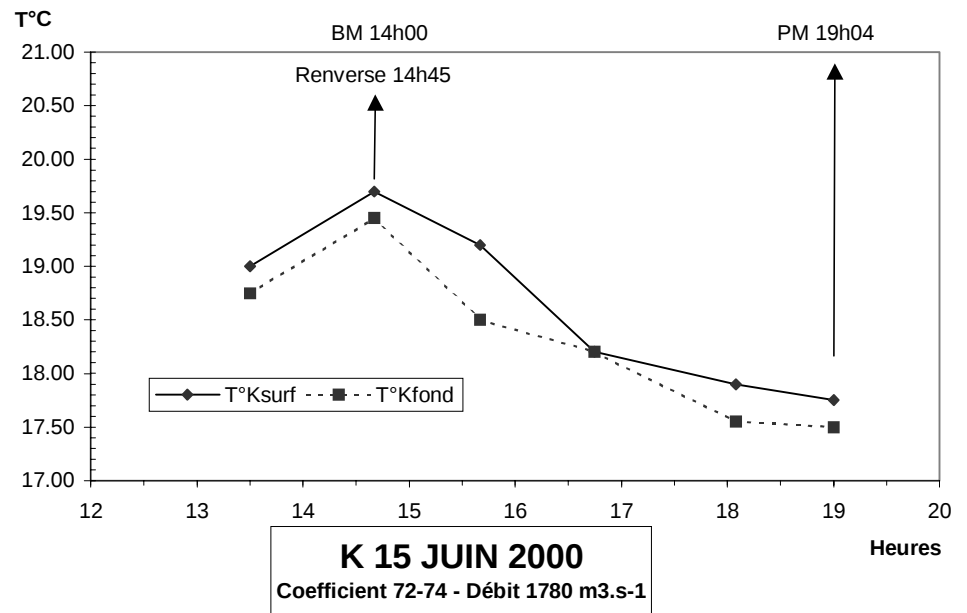


Figure 3-4 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au Point K PK 30 en 2000.

3.1.2. Variations annuelles

Point F - PK 67 (Figure 3-5)

Les températures moyennes, entre Avril et Novembre 2000 ont évolué :

de 11,7 °C le 11 Avril,
à 21,9 °C le 05 Septembre en surface.
et de 11,6 °C le 11 Avril.
à 21,5 °C le 05 Septembre au fond.

Les températures maximales relevées sont :

23,0 °C le 05 Septembre en surface
22,2 °C le 05 Septembre au fond.

Les températures minimales relevées sont :

11,6 °C le 11 Avril en surface
11,4 °C le 11 Avril au fond.

Point E-PK 52 (Figure 3-5)

Les températures moyennes, entre Avril et Novembre 2000 ont évolué :

de 11,6 °C le 12 Avril.
à 22,9 °C le 07 Septembre en surface.
et de 11,5 °C le 12 Avril.
à 22,3 °C le 07 Septembre au fond.

Les températures maximales relevées sont :

25,0 °C le 07 Septembre en surface
22,6 °C le 07 Septembre au fond .

Les températures minimales relevées sont:

11,2 °C le 12 Avril en surface.
11,2 °C le 12 Avril au fond.

Point K-PK 30 (Figure 3-5)

Les températures moyennes, entre Avril et Novembre 2000 ont évolué :

de 10,9 °C le 13 Avril
à 22,0 °C le 06 Septembre en surface
et de 10,9 °C le 13 Avril
à 22,0 °C le 06 Septembre au fond.

Les températures maximales relevées sont :

22,1 °C le 06 Septembre en surface
22,1 °C le 06 Septembre au fond.

Les températures minimales relevées sont :

10,7 °C le 13 Avril en surface
10,7 °C le 13 Avril au fond.

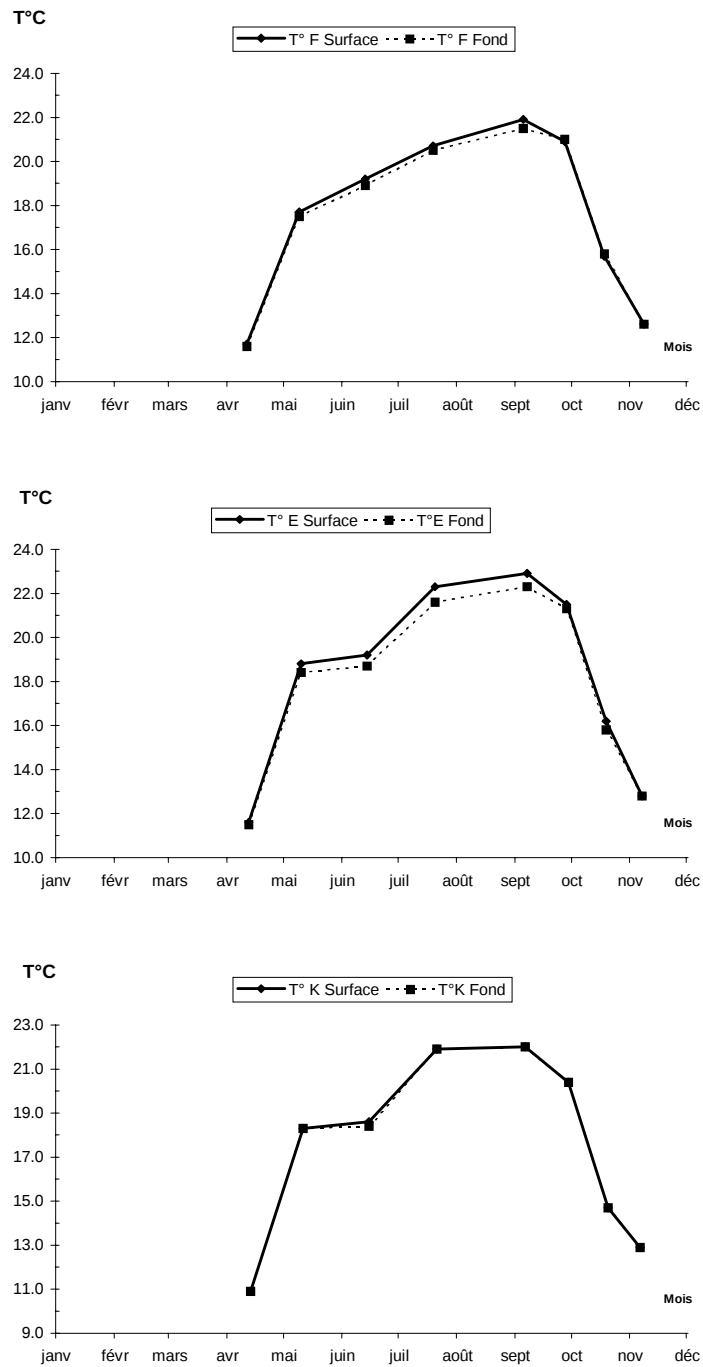


Figure 3-5 : Variations annuelles des températures moyennes de l'eau aux Points F,E,K en 2000.

Par rapport à la moyenne 1976/1999 (Figure 3-6) les températures moyennes des mois de Mai, Septembre et Octobre 2000 sont exédentaires car ce sont des périodes chaudes. Le restant de l'année elles sont déficitaires.

La comparaison des cinq dernières années (Figure 3-7), nous montre que 2000 est l'année où les températures mensuelles moyennes des eaux sont les plus basses. A noter un pic de température au mois de Mai, (moins important qu'en 1998), un mois très chaud qui enregistre des températures de l'air de 3 °C en moyenne au dessus des normales.

(Les caractères dominants sont tirés du tableau climatologique mensuel de la station Météo France à Mérignac)

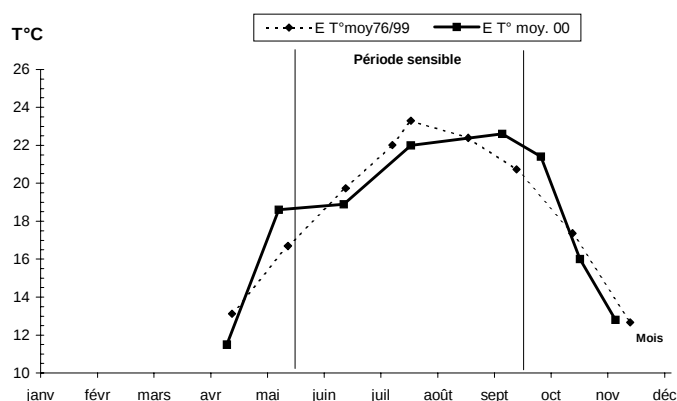


Figure 3-6 : Variations annuelles des températures mensuelles moyennes de l'eau au Point E (PK52) de 1976 à 1999 et en 2000.

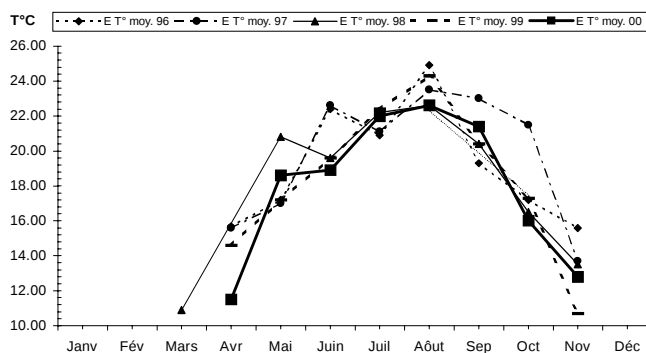


Figure 3-7 : Variations pluriannuelles des températures mensuelles moyennes de l'eau au point E (PK 52) en 1996, 1997, 1998, 1999 et 2000.

3.1.3. Variations pluriannuelles (Figure 3-8 et Figure 3-9)

Il est intéressant de suivre l'évolution à long terme de la température des eaux de l'estuaire. Ceci est possible, car nous disposons d'un suivi régulier aux points E et K depuis 1978. Ce suivi permet de déceler un éventuel réchauffement des eaux à long terme par les rejets de la centrale ou toute autre cause d'origine naturelle ou anthropique.

Mode opératoire.

Une moyenne annuelle des températures des eaux de l'estuaire est comparée à une moyenne annuelle de la température de l'air mesurée à Bordeaux Mérignac par la météorologie nationale. Il ne s'agit pas d'une moyenne sur toute l'année, mais seulement pour les mois où des mesures sont effectuées dans l'estuaire : mai, juin, juillet, septembre, octobre, novembre. Il s'agit des mois les plus chauds et les données extraites de ces calculs ne sont donc pas représentatives des conditions de l'année entière. Cependant, par comparaison, elles ont une valeur relative quant aux fluctuations des températures moyennes pendant les mois les plus chauds depuis 1978.

Pour les températures de l'air on utilise la moyenne annuelle des $(T_n + T_x)/2$ pour la période Mai - Novembre. T_n correspond à la moyenne des minima journaliers pendant un mois ; T_x à la moyenne des maxima journaliers pendant le même mois.

Pour les températures de l'eau, on essaie dans la mesure du possible de s'affranchir des effets du réchauffement diurne. Pour ce faire, on utilise uniquement les mesures de température effectuées à 1 m du fond. Chaque mois de la période considérée (Mai-Novembre), on relève la température minimale de l'eau près du fond le jour des mesures en M.E.. La valeur annuelle retenue est calculée en effectuant la moyenne de tous les minima mensuels.

Résultats.

On présente ci-après les résultats obtenus au point E au droit de la centrale du Blayais (Figure 3-8)

On note une tendance au réchauffement des eaux de l'estuaire près du fond depuis 1978, début des observations. Le réchauffement de l'eau est parallèle à l'élévation moyenne de la température de l'air à Mérignac. Jusqu'en 1990, réchauffements et refroidissements annuels sont bien corrélés entre l'air et l'eau. A partir de 1991, il semble y avoir une désynchronisation avec un retard au refroidissement de l'eau en 1991 que l'on n'observe qu'en 1992-1993. A partir de 1993 et jusqu'en 1997, on note une élévation continue de la température moyenne de l'eau alors que celle de l'air présente une diminution

en 1996. En 1998 les températures de l'air et de l'eau diminuent. En 1999 la moyenne des températures de l'air réaugmente alors que celle de l'eau diminue encore (- 0,2 °C) malgré un minimum absolu record de 24 °C près du fond au 1er Septembre. En 2000, la température de l'air reste stable et la température de l'eau continue à diminuer.

Si on examine la courbe de température au point K (à 25 Km en amont), on décèle les mêmes tendances, ce qui prouve que l'influence de la centrale ne peut-être invoquée pour expliquer ce phénomène.

Sur la Figure 3-9, on a pour le point E, établi des corrélations entre les températures moyennes de l'air et de l'eau de l'estuaire. Lorsqu'on examine la période 1978-2000, on note une assez bonne corrélation (A). Cette corrélation est évidemment améliorée et devient meilleure si on fait abstraction des 4 années qui s'écartent le plus de la droite de corrélation linéaire (B). Pour 1978 et 1979, l'explication réside vraisemblablement dans l'absence de mesures de températures de l'eau au mois de septembre, ce qui abaisse la moyenne des températures. Pour les autres années, 1991 et 1996 l'explication doit être recherchée dans une cause naturelle, non encore mise en évidence, car l'échantillonnage est complet. Cette cause pourrait avoir une origine extra régionale.

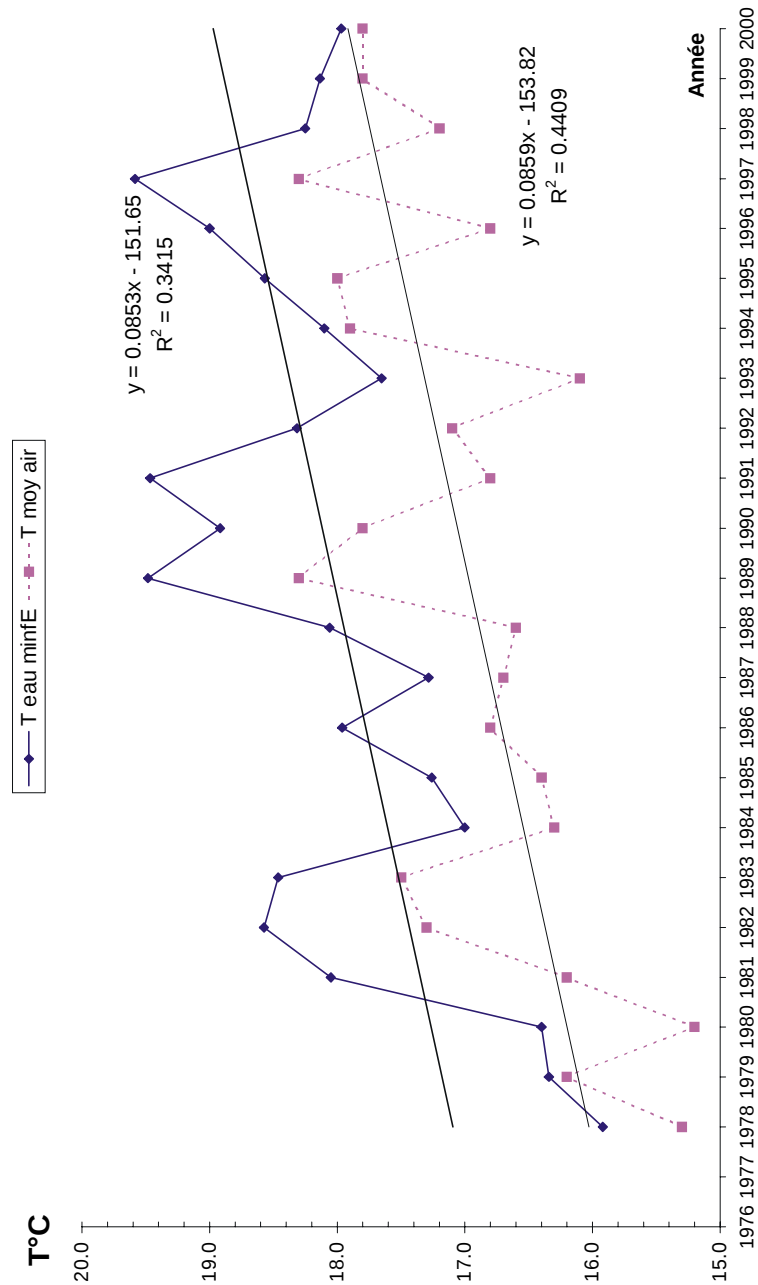


Figure 3-8 : Evolution relative des températures moyennes de l'air et de l'eau près du fond au point E PK 52 au cours de la période 1978-2000. (Mois de Mai - Juin - Juillet (2ème semaine) ou Août - Septembre - Octobre - Novembre)

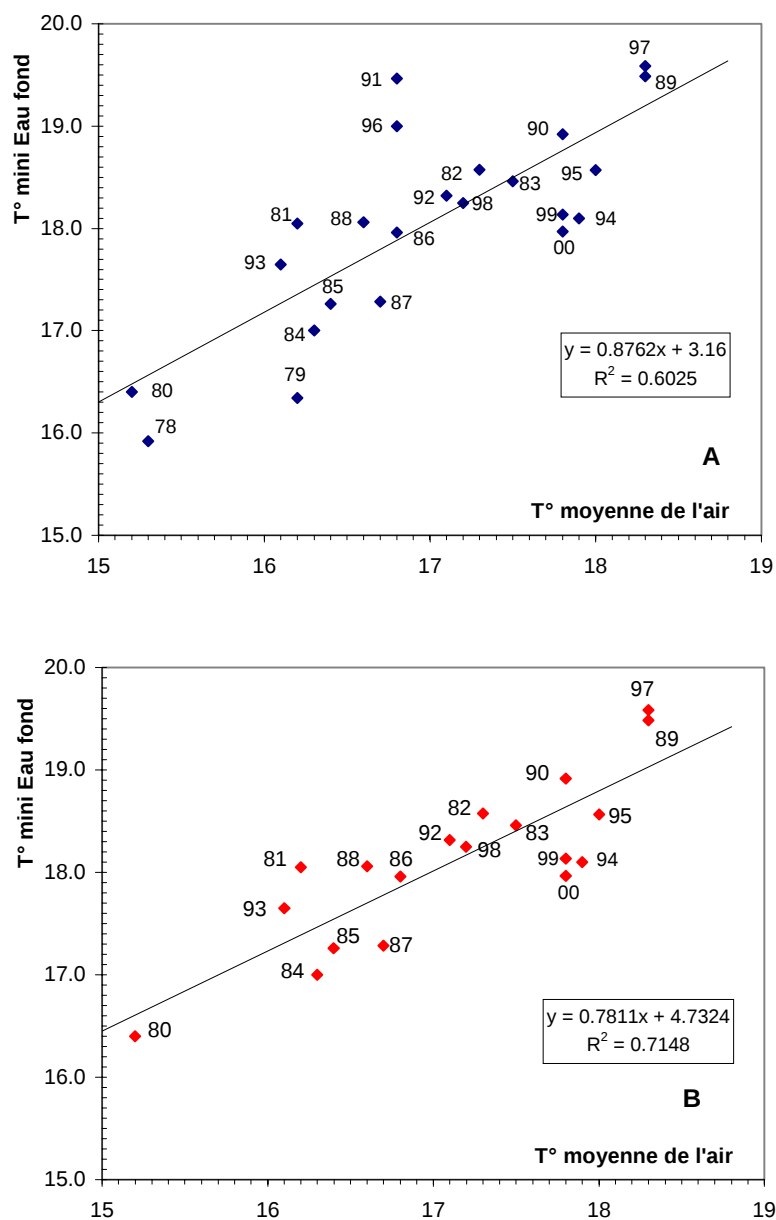


Figure 3-9 : Corrélations entre les températures moyennes annuelles de l'air et les températures minimales moyennes annuelles de l'eau au point E PK 52.(Mai à Novembre)

A de 1978 à 2000

B de 1980 à 2000, sans 1991 et 1996

3.2. Salinités

3.2.1. Variations dans le temps

3.2.1.1. Au cours de la marée.

Les salinités relevées au cours d'une marée présentent des écarts minima et maxima qui sont compris :

Au Point F (Tableau 3-4, Figure 3-10)

en surface entre	5,85 (09 Mai)	(Coef 74-67)	(Débit 1389 m ³ .s ⁻¹)
et	11,05 (27 septembre.)	(Coef 99-103)	(Débit 342 m ³ .s ⁻¹)
au fond entre	7,73 (11 Avril)	(Coef 58-52)	(Débit 1194 m ³ .s ⁻¹)
et	11,36 (27 Septembre)	(Coef 99-103)	(Débit 342 m ³ .s ⁻¹)

Au Point E (Tableau 3-5, Figure 3-12)

en surface entre	0,47 (14 Juin)	(Coef 68-70)	(Débit 1271 m ³ .s ⁻¹)
et	5,95 (28 Septembre)	(Coef 105-106)	(Débit 333 m ³ .s ⁻¹)
au fond entre	0,74 (14 Juin)	Coef 68-70	(Débit 1271 m ³ .s ⁻¹)
et	6,73 (28 Septembre)	Coef 105-106)	(Débit 333 m ³ .s ⁻¹)

Au Point K (Tableau 3-6, Figure 3-14)

en surface entre	0,02 (15 Juin)	(Coef 72-74)	(Débit 1490 m ³ .s ⁻¹)
et	3,55 (29 Septembre)	(Coef 106-104)	(Débit 348 m ³ .s ⁻¹)
au fond entre	0,03 (15 Juin)	(Coef 72-74)	(Débit 1490 m ³ .s ⁻¹)
et	2,94 (29 Septembre)	(Coef 106-104)	(Débit 348 m ³ .s ⁻¹)

Au Point F, les minima relevés sont supérieurs à 3 et correspondent à des coefficients moyens et à de forts débits.

Aux points E et K, les minima relevés sont inférieurs à 3 et correspondent à des coefficients moyens et à de forts débits. Ils apparaissent mi-Juin après la période de crues du début d'année.

Comme toujours, les salinités les plus fortes ont été relevées au voisinage de la pleine mer près du fond et les salinités les plus faibles à l'étape de basse mer en surface.

Par rapport à 1999, du fait des conditions climatiques, 2000 est une année nettement plus arrosée, donc les salinités sont plus faibles.

Tableau 3-4 : Salinités de l'eau au point F PK 67.

POINT F PK 67							
SALINITES							
ANNEE F 2000							
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Qfi m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
11-avr	S	3.30	10.24	6.94	6.63	1.86	1194
	F	4.37	12.10	7.73	7.51		
09-mai	S	3.53	9.38	5.85	6.25	3.62	1389
	F	3.55	13.00	9.45	7.28		
13-juin	S	1.37	8.85	7.48	4.56	4.17	713
	F	1.93	13.02	11.09	6.49		
19-juil	S	7.10	16.60	9.50	11.23	1.30	399
	F	7.50	17.90	10.40	11.79		
05-sept	S	10.95	19.17	8.22	14.80	3.85	290
	F	11.58	20.65	9.07	16.58		
27-sept	S	9.65	20.70	11.05	14.91	1.70	342
	F	11.04	22.40	11.36	15.75		
18-oct	S	5.12	14.45	9.33	9.03	2.54	715
	F	6.29	16.50	10.21	10.33		
08-nov	S	6.85	14.10	7.25	9.80	3.17	541
	F	7.14	16.44	9.30	11.49		

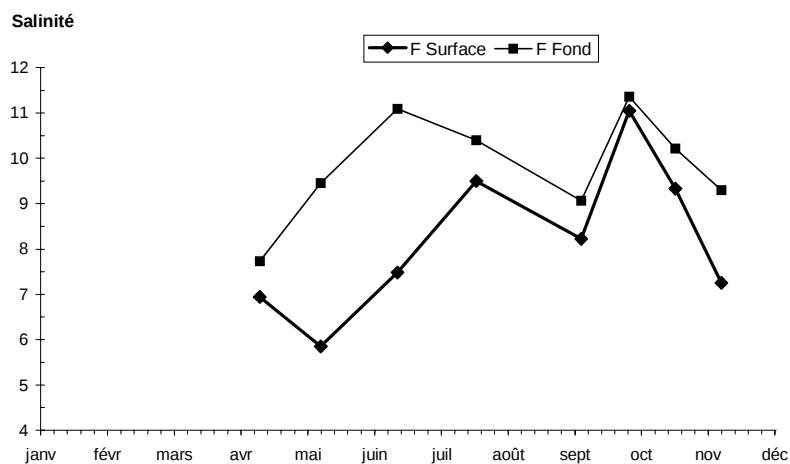


Figure 3-10 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point F PK 67 en 2000.

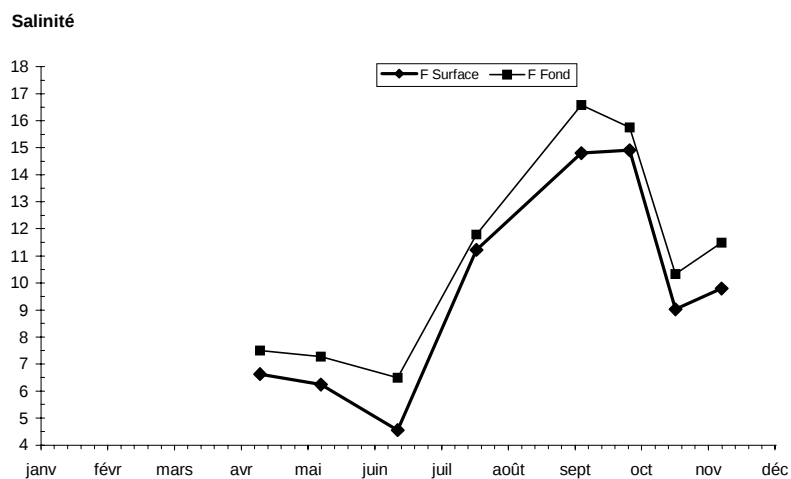


Figure 3-11 : Variations annuelles des salinités moyennes au point F PK 67 en 2000.

Tableau 3-5 : Salinités de l'eau au point E PK 52.

POINT E PK 52								
SALINITES								
ANNEE E 2000								
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfl m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
12-avr	S	0.71	3.15	2.44	1.97	0.25	49	1161
	F	0.71	3.17	2.46	2.05			
10-mai	S	0.48	2.30	1.82	1.62	1.64	61-57	1246
	F	0.42	3.94	3.52	2.04			
14-juin	S	0.16	0.63	0.47	0.30	0.27	68-70	1271
	F	0.16	0.90	0.74	0.36			
20-juil	S	2.30	5.24	2.94	3.92	2.21	75-73	408
	F	2.31	7.45	5.14	4.61			
07-sept	S	5.25	9.10	3.85	7.44	0.90	31	307
	F	5.92	10.00	4.08	8.03			
28-sept	S	4.70	10.65	5.95	7.16	0.78	105-106	333
	F	4.70	11.43	6.73	7.56			
19-oct	S	1.85	5.16	3.31	3.30	0.93	63-57	790
	F	1.87	6.09	4.22	3.77			
07-nov	S	3.48	7.12	3.64	5.77	0.21	42-49	487
	F	3.56	7.10	3.54	5.82			

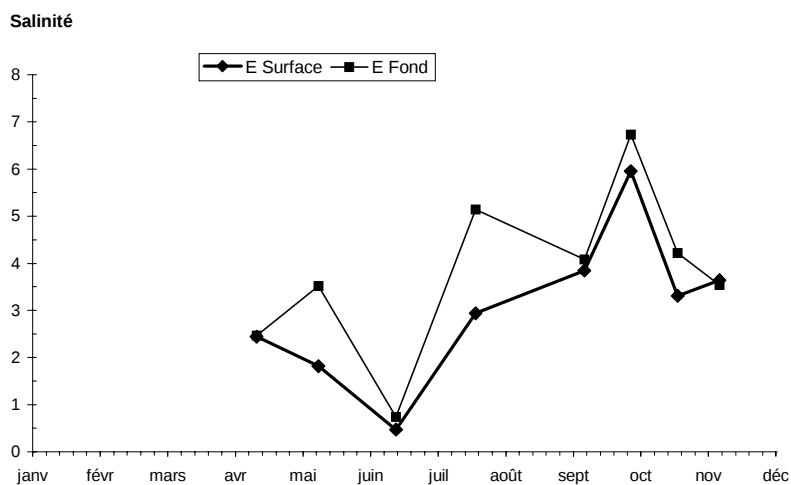


Figure 3-12 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point E PK 52 en 2000.

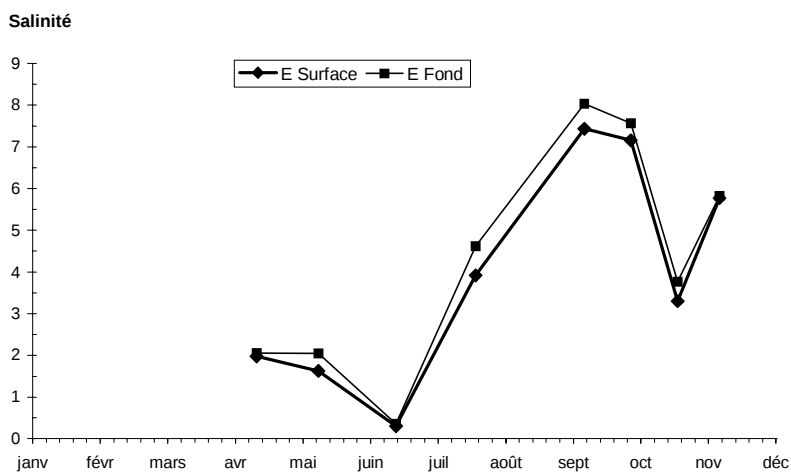


Figure 3-13 : Variations annuelles des salinités moyennes au point E PK 52 en 2000.

Tableau 3-6 : Salinités de l'eau au point K PK 30.

POINT K PK 30							
SALINITES							
ANNEE K 2000							
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Qfl m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
13-avr	S	0.13	0.26	0.13	0.18	0.02	1152
	F	0.14	0.28	0.14	0.19		
11-mai	S	0.15	0.20	0.05	0.17	0.01	1127
	F	0.15	0.21	0.06	0.17		
15-juin	S	0.13	0.15	0.02	0.14	0.01	1490
	F	0.13	0.16	0.03	0.15		
21-juil	S	0.25	1.75	1.50	1.03	0.15	412
	F	0.25	1.90	1.65	1.05		
06-sept	S	1.31	3.62	2.31	2.71	0.68	294
	F	1.40	4.30	2.90	2.90		
29-sept	S	0.85	4.40	3.55	2.61	0.50	348
	F	0.96	3.90	2.94	2.61		
20-oct	S	0.17	1.13	0.96	0.67	0.09	853
	F	0.17	1.22	1.05	0.71		
06-nov	S	0.64	1.84	1.20	1.27	0.21	475
	F	0.57	2.05	1.48	1.29		

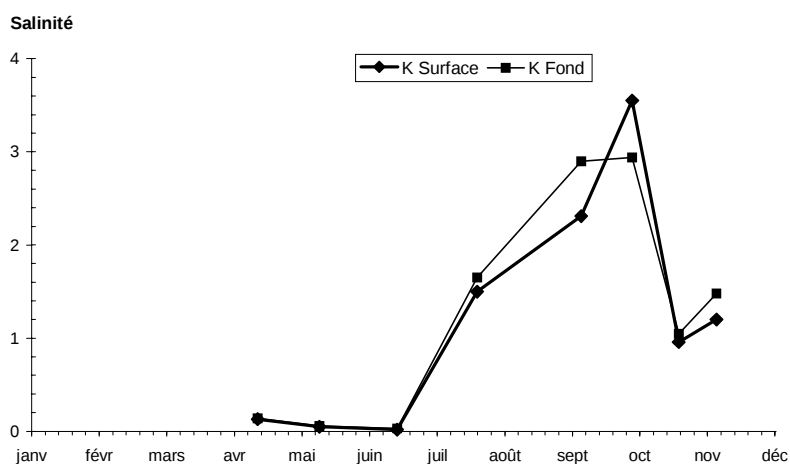


Figure 3-14 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point K PK 30 en 2000.

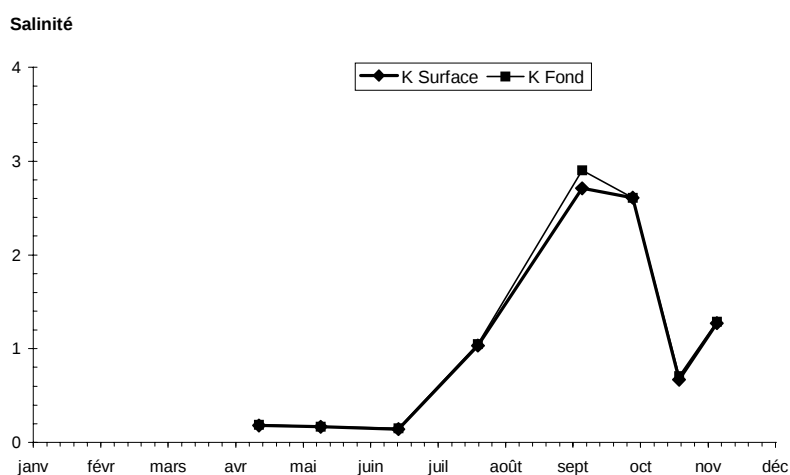


Figure 3-15 : Variations annuelles des salinités moyennes au point K PK 30 en 2000.

3.2.1.2. Les variations annuelles.

Au Point F (Tableau 3-4, Figure 3-11)

Les salinités moyennes relevées au cours de l'année 2000 ont évolué :
 en surface entre 4,56 (13 Juin) et 14,91 (27 Septembre)
 au fond entre 6,49 (13 Juin) et 16,58 (05 Septembre)

On relève les salinités minimales le 13 Juin. :

1,37 en surface et 1,93 au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales le 27 Septembre :

20,70 en surface et 22,40 au fond à pleine mer.

Au Point E (Tableau 3-5, Figure 3-13)

Les salinités moyennes relevées au cours de l'année 2000 ont évolué :
 en surface entre 0,30 (14 Juin) et 7,44 (07 Septembre)
 au fond entre 0,36 (14 Juin) et 8,03 (07 Septembre)

On relève les salinités minimales le 14 Juin:

0,16 en surface et 0,16 au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales le 28 Septembre :

10,65 en surface et 11,43 au fond à pleine mer.

Au Point K (Tableau 3-6, Figure 3-15)

Les salinités moyennes relevées au cours de l'année 2000 ont évolué :
 en surface entre 0,14 (15 Juin) et 2,71 (06 Septembre.)
 au fond entre 0,15 (15 Juin) et 2,90 (06 Septembre.)

On relève les salinités minimales le 15 Juin :

0,13 en surface et au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales le 06 Septembre. :

4,40 en surface et 4,30 au fond à pleine mer.

L'évolution pluriannuelle des salinités aux Points F-E-K est indiquée dans le tableau ci-après.

En 2000, on relève aux 3 points, les grandes variations de salinités aux périodes suivantes :

	Point F	Point E	Point K
Salinités minimales	13 Juin	14 Juin	15 Juin
Salinités maximales	27 Septembre	28 Septembre	06-29 Septembre
Salinités moyennes maxi	05-27 Septembre	07 Septembre	06 Septembre

Les variations pluriannuelles de salinités sont présentées dans le tableau suivant :

SALINITÉS										
ANNEE	POINT 2		POINT F		POINT E		POINT J		POINT K	
	Max abs.	Max moy	Max abs.	Max moy	Max abs.	Max moy	Max abs.	Max moy	Max abs.	Max moy
1984 S					9.80	7.95	9.20	7.04	4.25	2.68
F					10.10	8.38	12.90	8.62	4.42	2.82
1985 S					12.69	10.23	13.09	10.40	5.38	3.51
F					13.39	10.58	13.89	10.93	5.40	3.47
1986 S					13.88	11.50	13.68	11.35	5.08	3.50
F					14.85	12.15	14.94	11.75	5.52	3.73
1987 S					11.45	9.20	11.03	7.99	5.94	4.87
F					12.37	9.44	12.86	8.88	6.97	5.11
1988 S					10.35	7.24	11.65	7.81	3.72	2.51
F					11.62	8.00	14.86	10.03	3.85	2.57
1989 S					15.66	13.34	15.87	12.65	9.40	7.45
F					16.23	14.22	16.75	13.55	8.90	7.51
1990 S					17.92	15.45	16.22	14.70	12.19	10.45
F					19.08	15.75	18.27	15.09	12.72	11.01
1991 S					13.83	12.32	14.60	12.39	8.73	7.34
F					15.30	12.80	15.49	12.93	9.64	7.90
1992 S			17.53	14.02	8.55	7.57	-	-	4.41	3.44
F			18.69	14.78	10.03	7.99	-	-	4.90	3.53
1993 S			19.00	14.53	10.10	8.70	-	-	5.20	4.18
F			19.60	15.03	11.60	9.28	-	-	5.90	4.43
1994 S			20.20	16.50	12.80	9.50	-	-	5.15	3.30
F			21.50	18.00	13.50	9.90	-	-	5.15	3.50
1995 S			21.20	17.20	12.85	10.84	-	-	4.35	3.01
F			22.30	20.33	15.20	11.80	-	-	4.40	3.14
1996 S			19.40	14.95	10.05	8.40	-	-	5.15	3.90
F			21.50	15.53	11.30	8.84	-	-	5.15	3.85
1997 S			16.95	12.74	9.50	7.85	-	-	5.25	3.90
F			17.50	13.88	10.30	8.08	-	-	5.25	4.00
1998 S	25.60	20.50	-	-	12.70	10.11	-	-	6.85	4.71
F	26.50	21.15	-	-	13.85	10.48	-	-	6.80	4.94
1999 S	-	-	20.65	18.29	13.90	11.00	-	-	4.07	2.82
F	-	-	22.35	19.68	15.20	11.37	-	-	4.12	2.99
2000 S			20.70	14.91	10.65	7.44	-	-	4.40	2.71
F			22.40	16.58	11.43	8.03	-	-	4.30	2.90

Nous soulignons à nouveau la corrélation qui existe entre le débit fluvial, donc le volume d'eau douce introduit dans l'estuaire, le volume d'eau marine lié aux coefficients de marées et les valeurs de salinité mesurées (Figure 3-16, Figure 3-17, Figure 3-18).

En 2000, bien que la moyenne des débits soit plus élevée qu'en 1999, nous relevons les salinités maximales en Septembre aux trois points, juste après la période Juillet-Août où les débits sont les plus faibles, ainsi que les maxima des températures moyennes.

Si nous comparons 2000 et 1999 nous noterons une nette diminution des salinités moyennes aux points F et E alors qu'au point K, les valeurs restent quasi-identiques, donc présence prolongée des eaux douces d'amont.

Du point de vue climatologique, ces deux années peuvent être considérées comme normales.

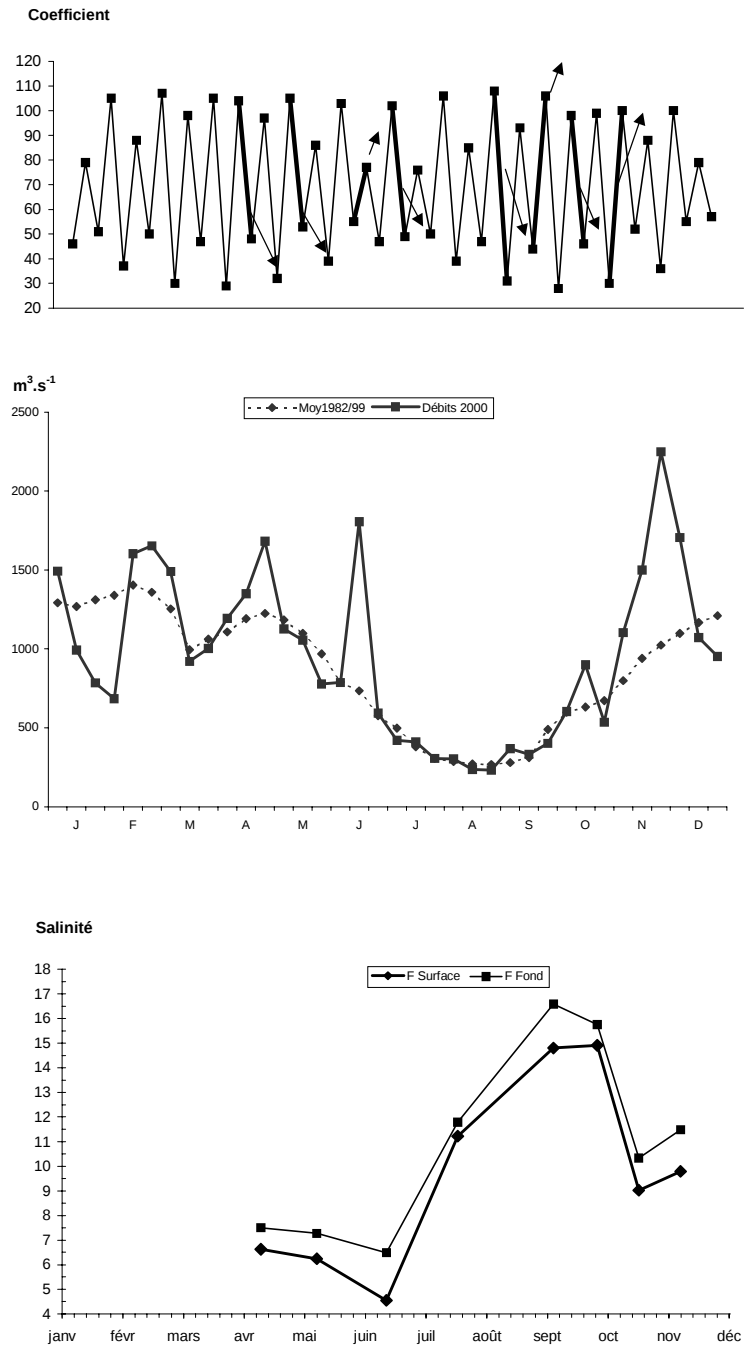


Figure 3-16 : Variations annuelles des salinités moyennes au Point F (PK 67), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2000.

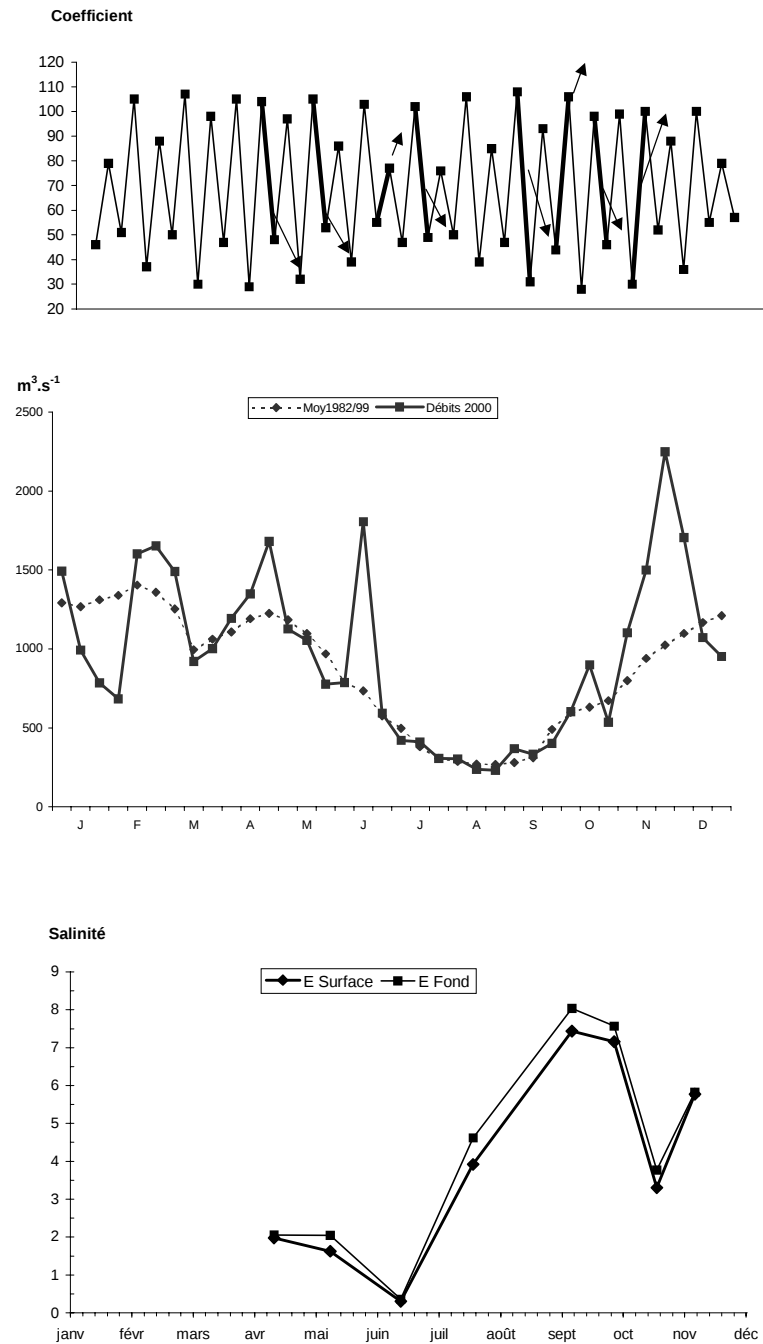


Figure 3-17 : Variations annuelles des salinités moyennes au Point E (PK 52), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2000.

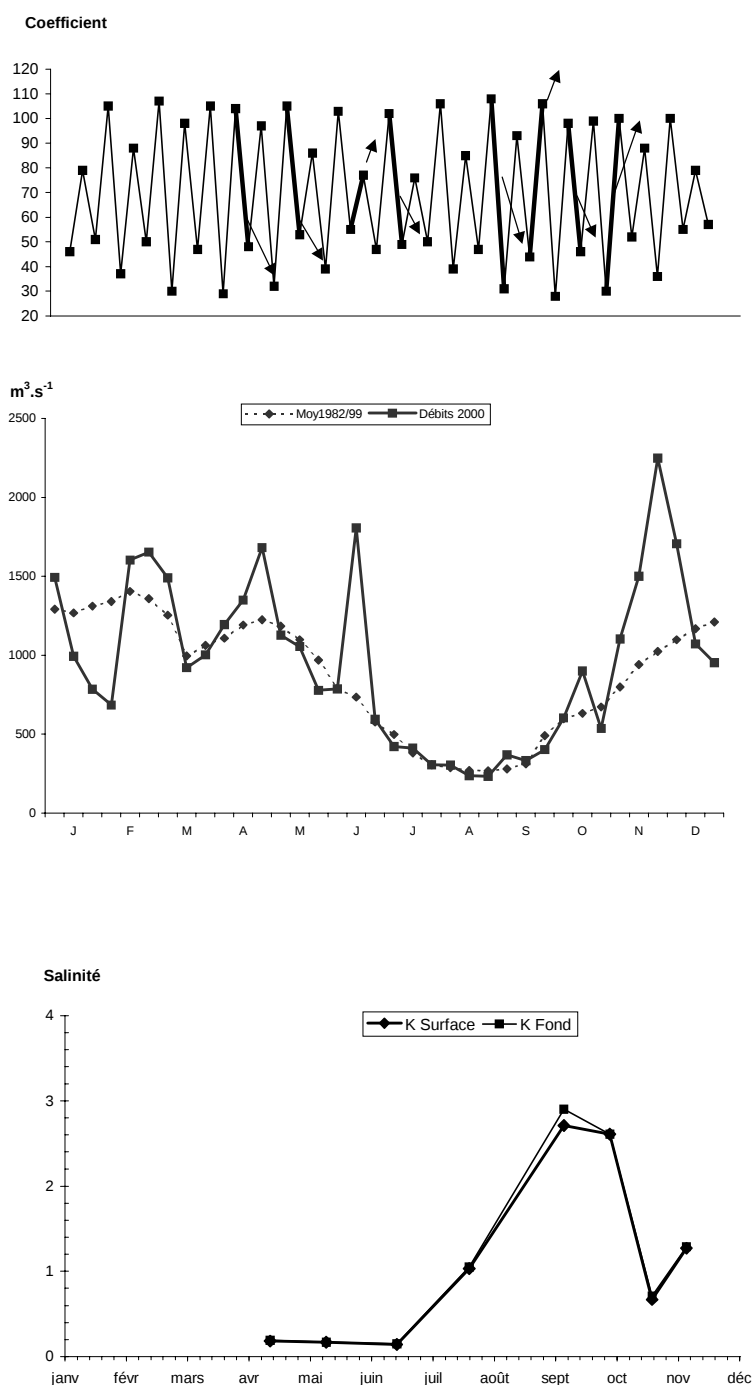


Figure 3-18 : Variations annuelles des salinités moyennes au Point K (PK 30), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2000.

3.3. Vitesse de courant

Point F

Les vitesses maximales de courant ont été relevées en majorité en jusant en surface et aussi bien en flot qu'en jusant au fond (Tableau 3-7 et Figure 3-20).

Les plus élevées ont été observées :

en surface le 27 Septembre :	-152 cm.s ⁻¹	(Qfl : 342 m ³ .s ⁻¹)	(Coef. 99-103)
et le 05 Septembre :	134 cm.s ⁻¹	(Qfl : 290 m ³ .s ⁻¹)	(Coef. 50-43)
au fond le 19 Juillet :	88 cm.s ⁻¹	(Qfl : 399 m ³ .s ⁻¹)	(Coef. 76-76)
et le 27 Septembre :	-82 cm.s ⁻¹	(Qfl : 342 m ³ .s ⁻¹)	(Coef. 99-103)

Point E

Les vitesses maximales de courant ont été relevées en majorité en flot en surface et au fond (Tableau 3-7, Figure 3-21).

Les plus élevées ont été observées :

en surface 10 Mai :	-146 cm.s ⁻¹	(Qfl : 1246 m ³ .s ⁻¹)	(Coef. 61-57)
le 14 Juin :	140 cm.s ⁻¹	(Qfl : 1271 m ³ .s ⁻¹)	(Coef. 68-70)
le 28 Septembre :	140 cm.s ⁻¹	(Qfl : 333 m ³ .s ⁻¹)	(Coef. 105-106)
et le 19 Octobre :	140 cm.s ⁻¹	(Qfl : 790 m ³ .s ⁻¹)	(Coef. 63-57)
au fond le 28 Septembre :	123 cm.s ⁻¹	(Qfl : 333 m ³ .s ⁻¹)	(Coef. 105-106)
et le 14 Juin :	111 cm.s ⁻¹	(Qfl : 1271 m ³ .s ⁻¹)	(Coef. 68-70)

Point K

Les vitesses maximales de courant ont été relevées en majorité en flot en surface et en jusant au fond (Tableau 3-7, Figure 3-22).

Les plus élevées ont été observées :

en surface 29 Septembre :	-146 cm.s ⁻¹	(Qfl : 348 m ³ .s ⁻¹)	(Coef. 106-104)
le 21 Juillet :	140 cm.s ⁻¹	(Qfl : 412 m ³ .s ⁻¹)	(Coef. 71-69)
au fond le 29 Septembre :	105 cm.s ⁻¹	(Qfl : 348 m ³ .s ⁻¹)	(Coef. 106-104)
le 11 Mai :	-94 cm.s ⁻¹	(Qfl : 1127 m ³ .s ⁻¹)	(Coef. 54-53)
et le: 21 Juillet	94 cm.s ⁻¹	(Qfl : 412 m ³ .s ⁻¹)	(Coef. 71-69)

Au point E, les vitesses maximales moyennes en surface et au fond de flot et de jusant sont supérieures à celles de 1999. (Tableau 3-7, Figure 3-19).

Le régime des courants est différent au Point E, situé dans le chenal médian, par suite de l'évolution de la morphologie des fonds d'où l'importance du paramètre bathymétrique pour la répartition et les valeurs des vitesses maximales en plus des variations du débit fluvial et des coefficients de marée.

Tableau 3-7 : Vitesses maximales de courant en cm.s^{-1}

VITESSES MAXIMALES DE COURANT EN cm.s^{-1} .								
Année 2000	POINT F PK 67 Vitesses Maximales			POINT E PK 52 Vitesses Maximales		POINT K PK 30 Vitesses Maximales		Q $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$
DATES	COEFFICIENTS	SURFACE	FOND	SURFACE	FOND	SURFACE	FOND	
11 avril	58-52	111	-65					1194
12 avril	49			134	77			1161
13 avril	48-51					(+/-)123	88	1152
9 mai	74-67	123	77					1389
10 mai	61-57			-146	82			1246
11 mai	54-53					-128	-94	1127
13 juin	63-66	137	70					713
14 juin	68-70			140	111			1271
15 juin	72-74					123	82	1490
19 juillet	76-76	129	88					399
20 juillet	75-73			(+/-)123	(+/-)94			408
21 juillet	71-69					140	94	412
5 septem bre	50-43	134	65					290
7 septem bre	31			-88	65			307
6 septem bre	37-33					-100	-82	294
27 septem bre	99-103	-152	-82					342
28 septem bre	105-106			140	123			333
29 septem bre	106-104					-146	105	348
18 octobre	77-70	123	76					715
19 octobre	63-57			140	88			790
20 octobre	51-47					-88	-70	853
8 novem bre	55-62	-100	82					541
7 novem bre	42-49			117	(+/-)76			487
6 novem bre	33-37					-94	-65	475

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.

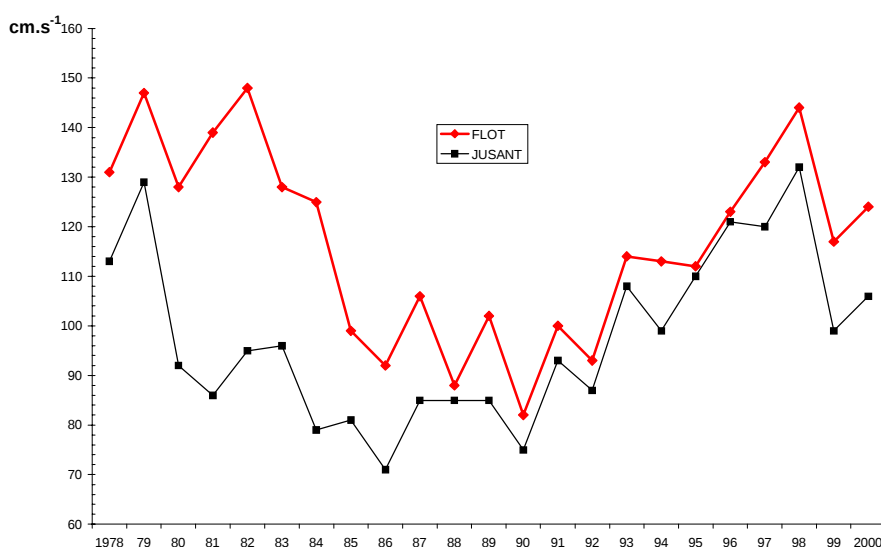


Figure 3-19 : Evolution de la vitesse maximale moyenne en surface au point E (PK52) au cours de la période 1978-2000.

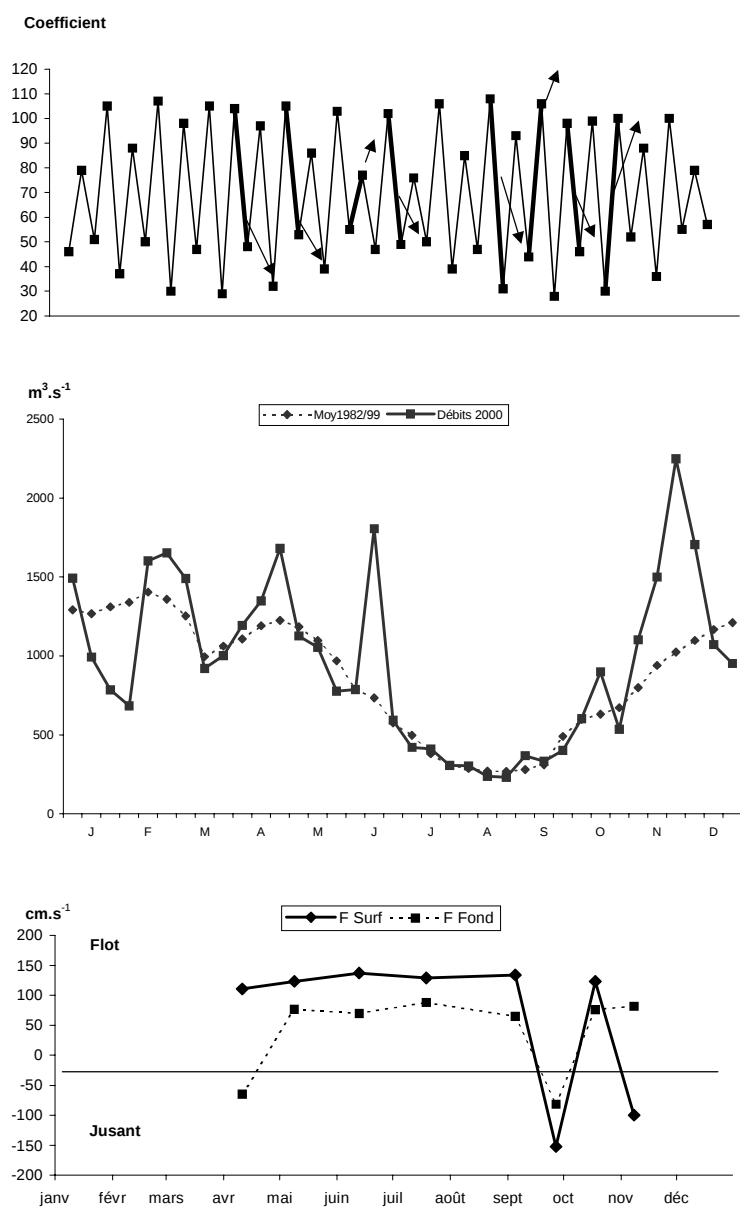


Figure 3-20 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point F (PK 67) au cours de l'année 2000, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux.

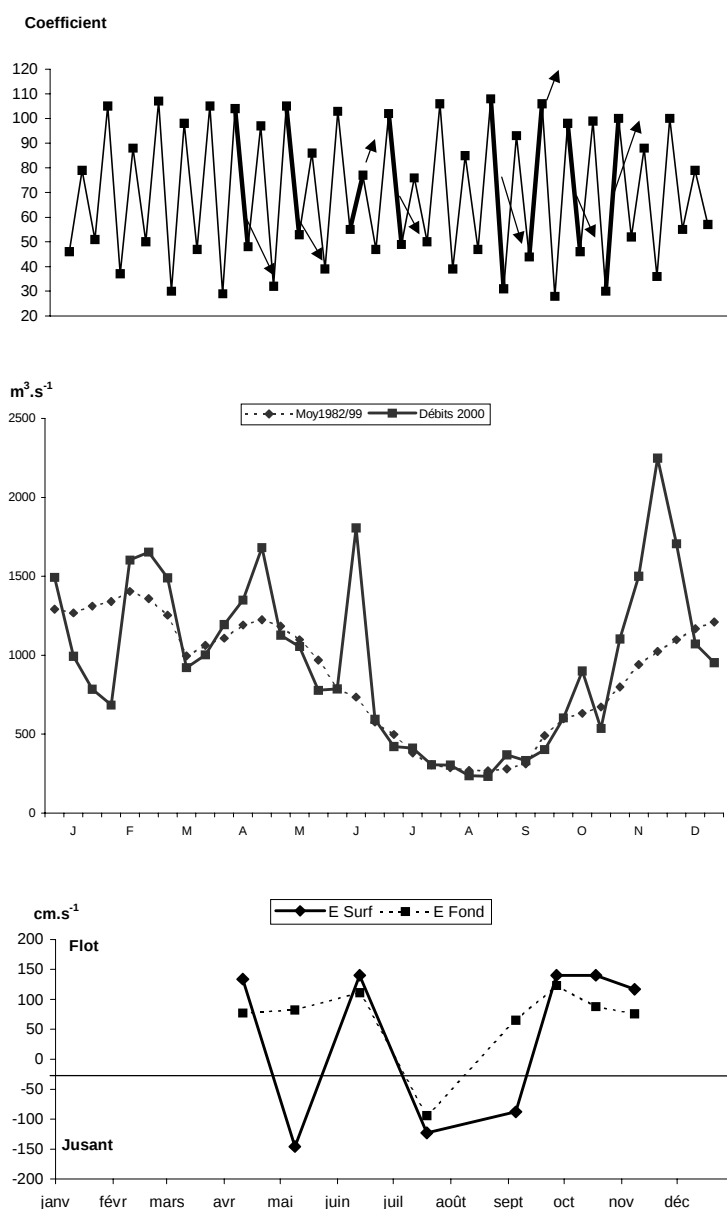


Figure 3-21 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point E (PK 52) au cours de l'année 2000, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux.

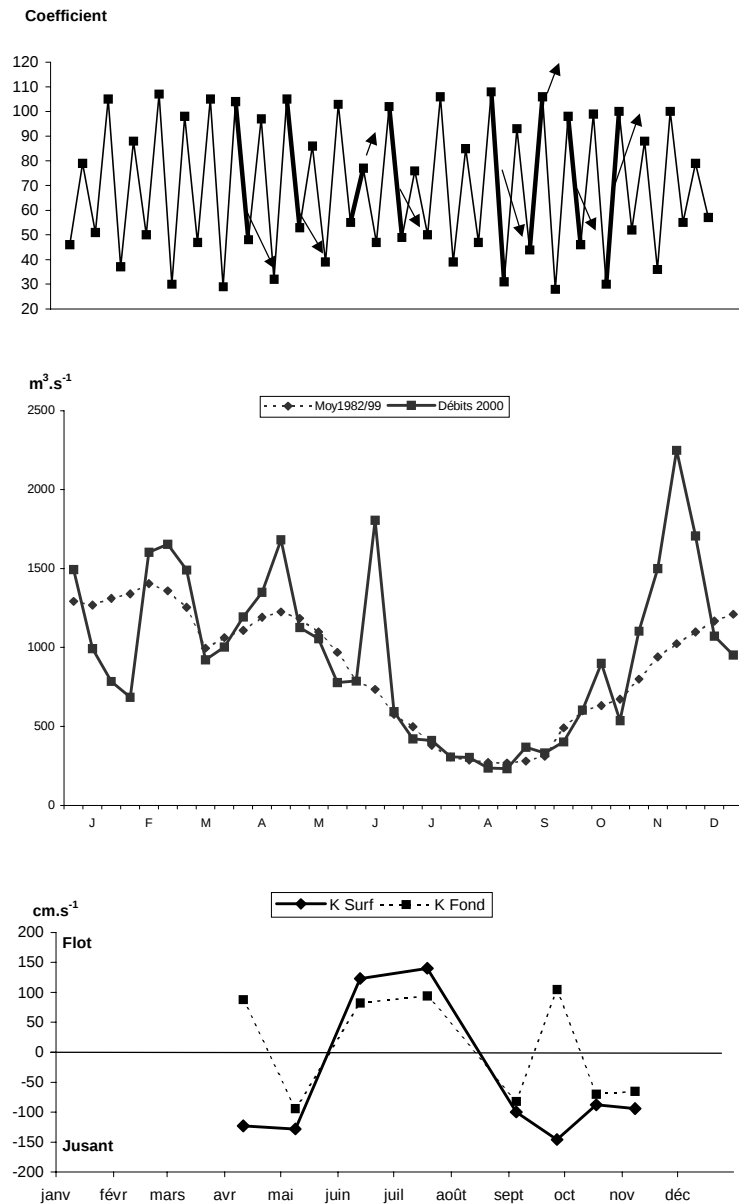


Figure 3-22 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point K (PK 30) au cours de l'année 2000, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux.

3.4. Turbidités

3.4.1. Variation dans le temps

3.4.1.1. Au cours de la marée.

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

Au Point F-PK 67 (Tableau 3-8)

en surface entre	0,088 g/l (09 Mai)	(Qfl : 1389 m ³ .s ⁻¹)	(Coef. 74-67)
et	0,804 g/l (18 Octobre)	(Qfl : 715 m ³ .s ⁻¹)	(Coef. 77-70)
au fond entre	0,100 g/l (11 Avril)	(Qfl : 1194 m ³ .s ⁻¹)	(Coef. 58-52)
et	0,943 g/l (19 Juillet)	(Qfl : 399 m ³ .s ⁻¹)	(Coef. 76-76)

Au Point E-PK 52 (Tableau 3-9)

en surface entre	0,109 g/l (07 Septembre)	(Qfl : 307 m ³ .s ⁻¹)	(Coef. 31)
et	0,925 g/l (28 Septembre)	(Qfl : 333 m ³ .s ⁻¹)	(Coef. 105-106)
au fond entre	0,170 g/l (07 Septembre)	(Qfl : 307 m ³ .s ⁻¹)	(Coef. . 31)
et	4,611 g/l (12 Avril)	(Qfl : 1161 m ³ .s ⁻¹)	(Coef. . 49)

Au Point K-PK 30 (Tableau 3-10)

en surface entre	0,201g/l (11 Mai)	(Qfl : 1127 m ³ .s ⁻¹)	(Coef. 54-53)
et	1,368 g/l (21 Juillet)	(Qfl : 412 m ³ .s ⁻¹)	(Coef. 71-69)
au fond entre	0,297 g/l (11 Mai)	(Qfl : 1127 m ³ .s ⁻¹)	(Coef. 54-53))
et	2,064 g/l (21 Juillet)	(Qfl : 412 m ³ .s ⁻¹)	(Coef. 71-69))

3.4.1.2. Variations annuelles.

Au Point F-PK 67 (Figure 3-23)

Les turbidités moyennes ont varié :

en surface de 0,147 g/l (05 Septembre) à 0,836 g/l (27 Septembre)

au fond de 0,182 g/l (05 Septembre) à 1,068 g/l (27 Septembre)

Les turbidités minimales (Figure 3-26) ont été observées :

le 05 Septembre, en surface : 0,081 g/l - Qfl : 290 m³.s⁻¹- coef. 50-43 à mi-jusant

le 05 Septembre, au fond : 0,090 g/l - Qfl : 290 m³.s⁻¹- coef. 50-43 à la pleine mer.

Les turbidités maximales (Figure 3-26) ont été observées :

le 27 Septembre, en surface : 1,110 g/l - Qfl : 342 m³.s⁻¹- coef. 99-103 à la basse mer.

le 27 Septembre, au fond : 1,537 g/l - Qfl : 342 m³.s⁻¹- coef. 99-103 à la basse mer.

Au Point E-PK 52 (Figure 3-24)

Les turbidités moyennes ont varié :

en surface de 0,150 g/l (07 Septembre) à 0,634 g/l (28 Septembre)

au fond de 0,418 g/l (07 Septembre) à 2,089 g/l (19 Octobre)

Les turbidités minimales (Figure 3-26) ont été observées :

le 07 Septembre, en surface : 0,094 g/l - Qfl : $307 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 31 à mi-flot.

le 20 Juillet, au fond : 0,179 g/l - Qfl : $408 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 75-73 à la basse mer.

Les turbidités maximales (Figure 3-26) ont été observées :

le 28 Septembre, en surface : 1,209 g/l - Qfl : $333 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 105-106 à mi-flot.

le 12 Avril, au fond : 5,007 g/l - Qfl : $1161 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 49 à mi-jusant.

Au Point K-PK 30 (Figure 3-25)

Les turbidités moyennes ont varié :

en surface de 0,265 g/l (13 Avril) à 0,870 g/l (20 Octobre)

au fond de 0,531 g/l (13 Avril) à 3.133 g/l (29 Septembre)

Les turbidités minimales (Figure 3-26) ont été observées :

le 06 Septembre, en surface : 0,099 g/l - Qfl : $294 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 37-33 à la pleine mer.

le 13 Avril, au fond : 0,176 g/l - Qfl : $1152 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 48-51 à la basse mer.

Les turbidités maximales (Figure 3-26) ont été observées :

le 20 Octobre, en surface : 1,633 g/l - Qfl : $853 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 51-47 à mi-flot.

le 29 Septembre, au fond : 3,731 g/l - Qfl : $348 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 106-104 à la pleine mer.

Les valeurs des minima et des maxima des turbidités de 2000 sont comparées avec celles des années antérieures dans le Tableau 3-11 et Tableau 3-12.

Tableau 3-8 : Turbidités de l'eau au point F PK 67.

Tableau 6 - Turbidités de l'eau au point F PK 67

POINT F PK 67								
TURBIDITES								
ANNEE F 2000								
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfl m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
11-avr	S	0.098	0.205	0.107	0.154	0.226	58-52	1194
	F	0.124	0.224	0.100	0.226			
09-mai	S	0.208	0.296	0.088	0.237	0.185	74-67	1389
	F	0.215	0.393	0.178	0.291			
13-juin	S	0.156	0.542	0.386	0.311	0.258	63-66	713
	F	0.208	0.800	0.592	0.471			
19-juil	S	0.255	0.965	0.710	0.573	0.282	76-76	399
	F	0.304	1.247	0.943	0.704			
05-sept	S	0.081	0.245	0.164	0.147	0.098	50-43	290
	F	0.090	0.343	0.253	0.182			
27-sept	S	0.562	1.110	0.548	0.836	0.427	99-103	342
	F	0.787	1.537	0.750	1.068			
18-oct	S	0.197	1.001	0.804	0.452	0.655	77-70	715
	F	0.305	1.124	0.819	0.736			
08-nov	S	0.698	0.850	0.152	0.764	0.389	55-62	541
	F	0.721	1.104	0.383	0.910			

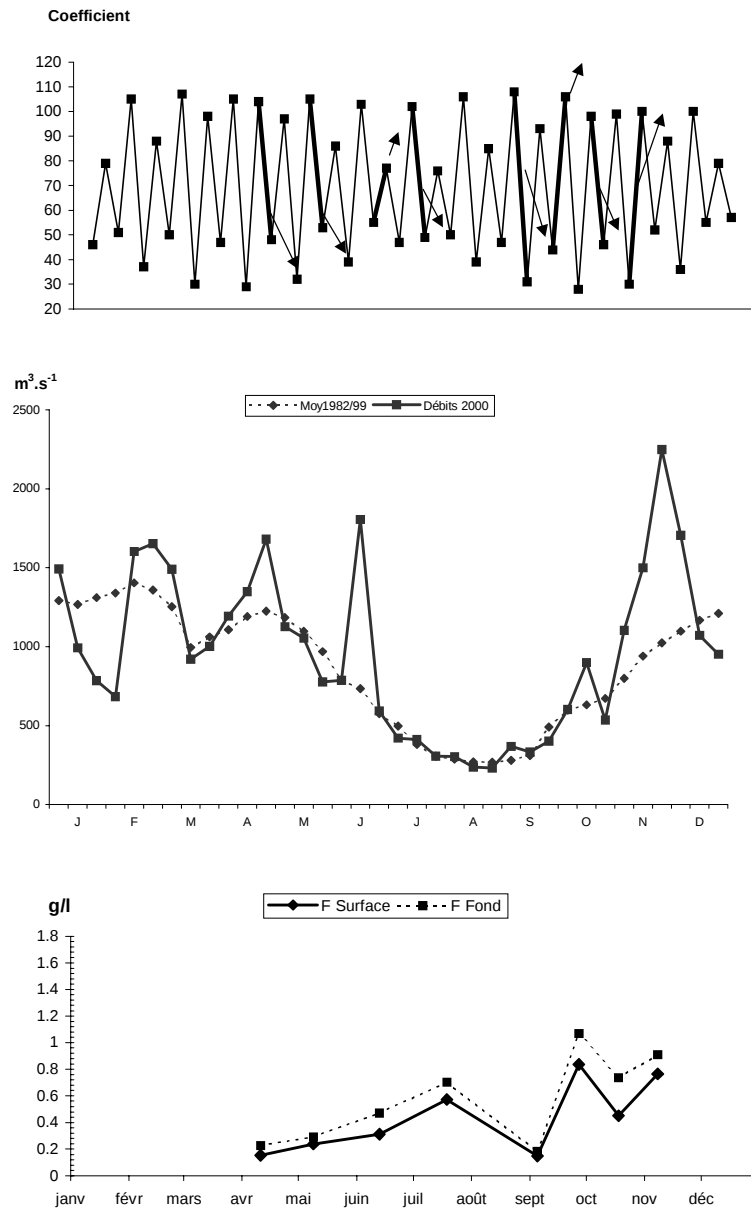


Figure 3-23 : Variations annuelles des turbidités moyennes au point F (PK 67) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2000.

Tableau 3-9 : Turbidités de l'eau au point E PK 52.

POINT E PK 52							
TURBIDITES							
ANNEE E 1999							
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Qfl m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
12-avr	S	0.385	0.866	0.481	0.530	4.533	1161
	F	0.396	5.007	4.611	1.844		
10-mai	S	0.362	0.948	0.586	0.581	1.692	1246
	F	0.307	2.112	1.805	1.249		
14-juin	S	0.229	0.748	0.519	0.426	0.194	1271
	F	0.375	0.870	0.495	0.585		
20-juil	S	0.150	0.423	0.273	0.287	0.707	408
	F	0.179	1.130	0.951	0.571		
07-sept	S	0.094	0.203	0.109	0.150	0.323	307
	F	0.356	0.526	0.170	0.418		
28-sept	S	0.284	1.209	0.925	0.634	1.154	333
	F	0.830	1.924	1.094	0.830		
19-oct	S	0.325	1.065	0.740	0.554	2.953	790
	F	0.682	4.018	3.336	2.089		
07-nov	S	0.461	0.670	0.209	0.566	0.210	487
	F	0.393	0.847	0.454	0.631		

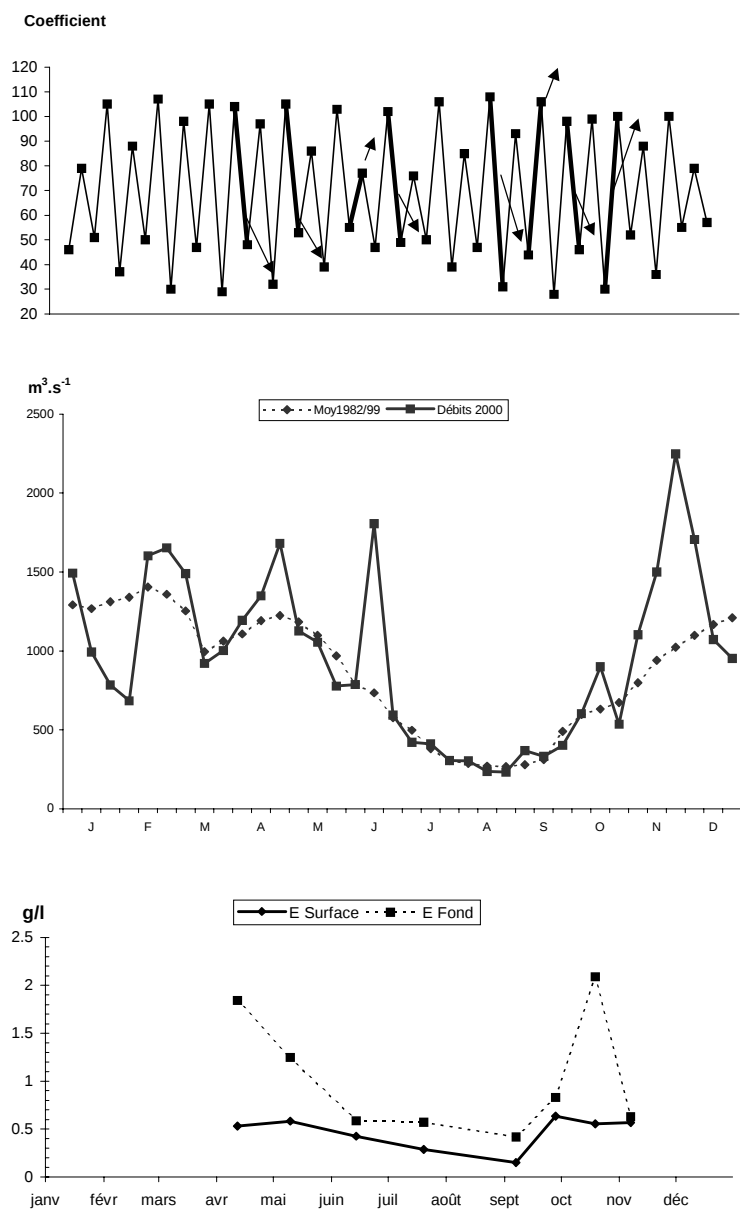


Figure 3-24 : Variations annuelles des turbidités moyennes au point E (PK 52) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2000.

Tableau 3-10 : Turbidités de l'eau au point K PK 30.

K PK 30							
TURBIDITES							
ANNEE K 1999							
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Qfl m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
13-avr	S	0.105	0.375	0.270	0.265		48-51
	F	0.176	0.703	0.527	0.531	0.340	
11-mai	S	0.294	0.495	0.201	0.409		54-53
	F	0.524	0.821	0.297	0.624	0.527	
15-juin	S	0.188	0.479	0.291	0.324		72-74
	F	0.612	1.087	0.475	0.927	0.781	
21-juil	S	0.209	1.577	1.368	0.653		71-69
	F	0.476	2.540	2.064	1.355	1.225	
06-sept	S	0.099	0.549	0.450	0.350		37-33
	F	0.306	2.102	1.796	1.218	1.851	
29-sept	S	0.305	0.963	0.658	0.671		106-104
	F	2.312	3.731	1.419	3.133	3.426	
20-oct	S	0.471	1.633	1.162	0.870		51-47
	F	1.491	3.173	1.682	2.402	2.025	
06-nov	S	0.553	1.305	0.752	0.796		33-37
	F	0.608	1.326	0.718	0.994	0.571	

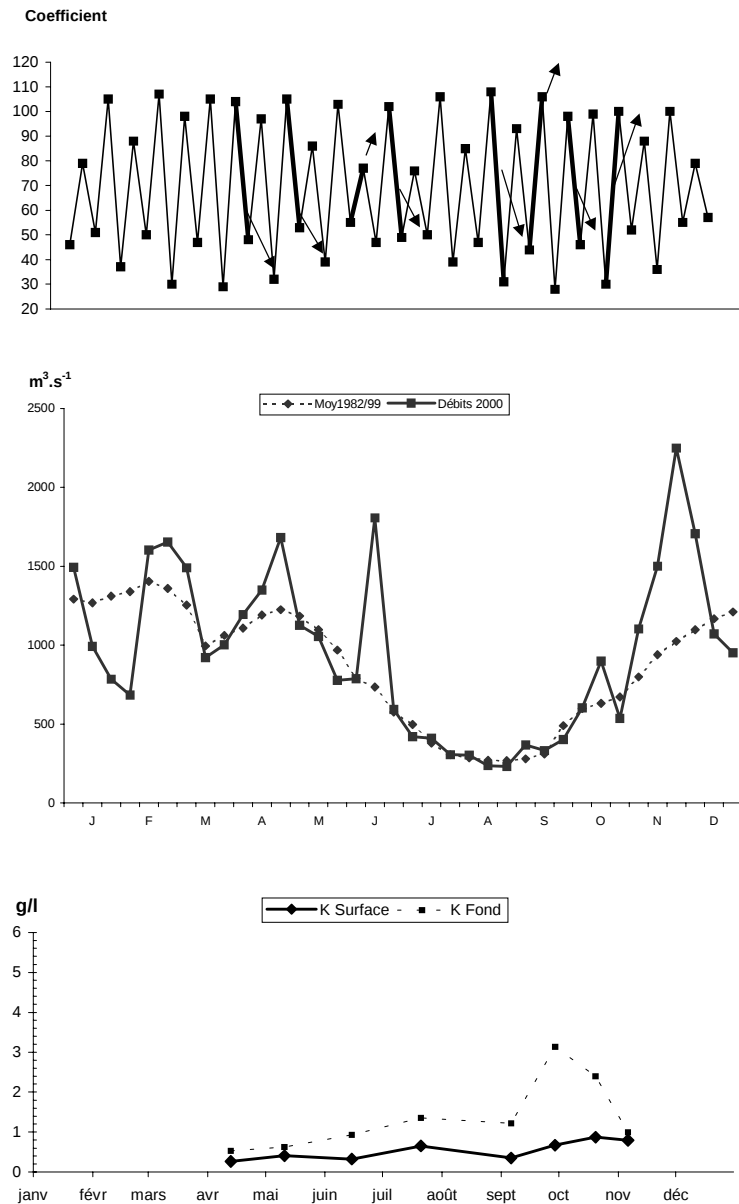


Figure 3-25 : Variations annuelles des turbidités moyennes au point K (PK 30) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2000.

3.4.2. Variation spatiales

3.4.2.1. Variations longitudinales

(Tableau 3-8, Tableau 3-9, Tableau 3-10)

Les valeurs maximales sont relevées fin Septembre au PK 67, début Avril et fin Septembre au PK 52, fin Septembre et fin Octobre au PK 30 :

au PK 67 : 1,110 g/l en surface et 1,537 g/l au fond

au PK 52 : 1,209 g/l en surface et 5,007 g/l au fond

au PK 30 : 1,633 g/l en surface et 3,731 g/l au fond

Les turbidités minimales sont relevées début Septembre au PK 67, fin Juillet et début Septembre au PK 52, début Avril et début Septembre au PK 30 :

au PK 67 : 0,081 g/l en surface et 0,090 g/l au fond

au PK 52 : 0,094 g/l en surface et 0,179 g/l au fond

au PK 30 : 0,099 g/l en surface et 0,176 g/l au fond

3.4.2.2. variations verticales

(Tableau 3-8, Tableau 3-9, Tableau 3-10)

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

au Point F : de 0,098 g/l (05 Septembre.) à 0,665 g/l (18 Octobre)

au Point E : de 0,194 g/l (14 Juin) à 4,533 g/l (12 Avril)

au Point K : de 0,340 g/l (13 Avril). à 3,426 g/l (29 Septembre)

Sur toute la marée, les écarts ont évolué (maxi-absolu - mini-absolu) :

au Point F : de 0,088 g/l (09 Mai) à 0,943 g/l (19 Juillet)

au Point E : de 0,109 g/l (07 Septembre) à 4,611 g/l (12 Avril)

au Point K : de 0,201 g/l (11 Mai) à 2,064 g/l (21 Juillet)

Rappelons que les débits fluviaux sont déficitaires jusqu'en 1998, entraînant une longue période d'étiage pendant laquelle le bouchon vaseux a oscillé de part et d'autre du PK 30. Dans ces conditions, la masse des eaux turbides constituant le bouchon vaseux, s'est étirée vers l'aval au jusant et vers l'amont au flot couvrant ainsi une zone de plus de 100 Km. Les turbidités ont donc été supérieures à la moyenne.

Comme en 1999, tout au long de l'année 2000, nous pouvons constater de très faibles valeurs de turbidité au point F et dans une moindre mesure au point K, à cause des crues de l'année qui ont dû éjecter à l'océan la majeure partie du bouchon vaseux. Fin Septembre début Octobre, nous sommes en période de vives eaux (100-106) pendant laquelle les forts courants remettent en suspension une quantité de sédiments, augmentant ainsi la turbidité.

Par rapport à 1999, les valeurs des concentrations de 2000 sont en moyenne, légèrement inférieures.

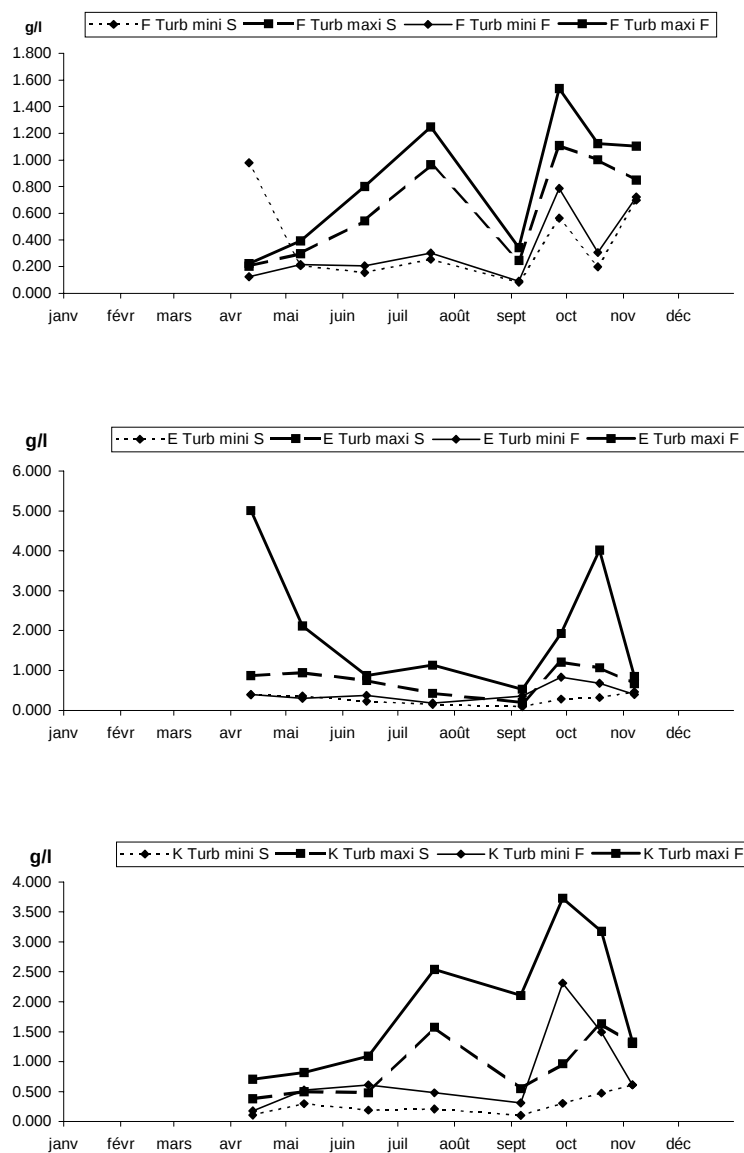


Figure 3-26 : Variations annuelles des turbidités minimales et maximales aux points F-E-K en 2000.

Tableau 3-11 : Maximum et minimum de turbidité observés au cours des années 1978 à 2000.

Point E-PK 52-SURFACE

Année	g/l	Date	Débits (*)	Coefficients	Vitesses max de courant (cm.s ⁻¹)
1978 mini.	0,056	29.08	177	43-47	95
maxi.	1,260	20.06	840	91-96	165
1979 mini.	0,040	6.06	1814	52-56	115
maxi.	2,420	12.03	685	73-77	155
1980 mini.	0,060	12.02	1580	44-48	-85
maxi.	1,900	17.06	400	72-67	160
1981 mini.	0,050	11.08	263	41-44	70
maxi.	2,470	21.04	1276	85-84	180
1982 mini.	0,079	6.07	372	72-73	160
maxi.	1,682	16.03	1548	55-49	170
1983 mini.	0,064	19.07	442	54-52	115
maxi.	1,220	29.11	452	56-59	85
1984 mini.	0,152	7.08	275	49-50	85
maxi.	2,424	7.03	1371	79-75	133
1985 mini.	0,080	24.09	260	41-47	-70
maxi.	1,800	12.03	1422	80-71	150
1986 mini.	0,072	13.05	2146	62-58	90
maxi.	1,760	18.11	386	79-76	120
1987 mini.	0,108	18.08	438	33	70
maxi.	1,780	27.1	1034	73-66	160
1988 mini.	0,087	26.04	1301	36-40	-75
maxi.	1,700	23.08	327	36-40	108
1989 mini.	0,120	10.07	205	54-50	97
maxi.	1,902	11.04	1030	64-56	145
1990 mini.	0,097	3.07	487	43-44	90
maxi.	1,768	13.11	918	60-64	55
1991 mini.	0,037	4.06	695	51-49	0.104
maxi.	1,216	12.03	838	41-47	98
1992 mini.	0,049	4.11	1790	37-40	-78
maxi.	1,334	8.07	1410	57-54	94
1993 mini	0,128	08-sept	325	51-45	Etale PM
maxi	1,380	03-nov	947	75-72	92
1994 mini	0,081	06-juil	725	54-59	PM
maxi	0,878	09-nov	1885	66-59	120
1995 mini	0,104	20-sept	285	39-44	Etale PM
maxi	0,660	12-avr	914	59-67	114
1996 mini	0,122	24-juil	265	49-48	BM
maxi	1,055	09-oct	501	59-64	113
1997 mini	0,141	15-avr	376	37-36	Etale PM
maxi	2,674	09-juil	485	72-69	148
1998 mini	0,033	04-mars	626	79-70	-158
maxi	0,738	13-juil	268	89-87	155
1999 mini	0,064	22-sept	397	55-62	+/-111
maxi	1,632	01-sept	230	82-76	143
2000 mini	0,094	07-sept	307	31	82
maxi	1,209	28-sept	333	105-106	140

(*) Moyenne des 10 jours précédents.

Tableau 3-12 Maximum et minimum de turbidité observés au cours des années 1978 à 2000.

Point E-PK 52 FOND

Année		g/l	Date	Débits (*)	Coefficients	Vitesses max de courant (cm.s ⁻¹)
1978	mini.	0,136	29.08	177	43-47	90
	maxi.	3,340	18.07	524	76-82	120
1979	mini.	0,080	6.06	1814	52-56	95
	maxi.	5,470	12.03	685	73-77	130
1980	mini.	13,340	25.09	115	83-80	125
	maxi.	76	20.11	556	89-90	120
1981	mini.	0,090	12.02	1580	44-48	-65
	maxi.	2,720	17.06	400	72-67	115
1982	mini.	2,860	22.04	480	48-43	110
	maxi.	0,058	11.08	263	41-44	75
1983	mini.	38,810	7.07	327	66-62	105
	maxi.	0,408	6.07	372	72-73	150
1984	mini.	50,880	15.06	481	48-50	80
	maxi.	44,920	27.07	270	81-56	110
1985	mini.	40,980	10.08	249	75-72	90
	maxi.	0,164	7.06	1471	56-51	-100
1986	mini.	41,960	21.06	838	63-65	-100
	maxi.	0,324	7.08	275	49-50	85
1987	mini.	31,310	10.01	686	51-48	135
	maxi.	0,102	24.09	260	41-47	-55
1988	mini.	7,168	12.03	1422	80-71	145
	maxi	0,124	13.05	2146	62-58	65
1989	mini.	3,090	26.08	222	57-51	70
	maxi.	0,174	18.08	438	33	50
1990	mini.	8,250	19.05	700	58-54	110
	maxi.	0,145	26.04	1301	36-40	-55
1991	mini.	3,580	23.08	327	36-40	95
	maxi.	0,164	10.07	205	54-50	80
1992	mini.	9,574	14.03	1340	50-42	108
	maxi.	0,190	3.07	487	43-44	90
1993	mini	5,940	03-janv	474	40	82
	maxi	0,060	04-janv	695	51-49	86
1994	mini	3,178	13-janv	308	44-40	-79
	maxi	0,082	24-janv	1657	46-46	-78
1995	mini	9,956	23-janv	410	50-44	-90
	maxi	0,213	28-juil	456	51-45	-10
1996	mini	3,978	14-avr	650	40-37	-96
	maxi	0,144	18-mai	1473	51-50	BM
1997	mini	5,978	04-mai	1784	46	BM
	maxi	0,147	18-oct	378	33	Etale BM
1998	mini	2,453	23-mai	800	53	-82
	maxi	0,174	24-juil	265	49-48	BM
1999	mini	6,216	24-avr	731	52-46	86
	maxi	0,196	11-juin	475	58-53	BM
2000	mini	0,179	20-juil	408	75-73	BM
	maxi	5.007	12-avr	1161	49	-53

(*) Moyenne des 10 jours précédents.

3.5. Oxygène dissous

3.5.1. Variation dans le temps

3.5.1.1. Au cours de la marée.

Les écarts entre les valeurs des déficits par rapport à la saturation (maxi-mini en ml/l) s'échelonnent :

Au Point F-PK 67 (Tableau 3-13)

en surface entre 0,22 ml/l (09 Mai) et 0,75 ml/l (13 Juin)

au fond entre 0,08 ml/l (09 Mai) et 0,63 ml/l (19 Juillet)

Au Point E PK 52 (Tableau 3-14)

en surface entre 0,09 ml/l (10 Mai) et 0,93 ml/l (14 Juin)

au fond entre 0,10 ml/l (10 Mai) et 0,55 ml/l (19 Octobre)

Au Point K-PK 30 (Tableau 3-15)

en surface entre 0,23 ml/l (06 Novembre) et 0,78 ml/l (15 Juin)

au fond entre 0,18 ml/l (20 Octobre) et 0,75 ml/l (15 Juin)

Les écarts maxima, relevés aux trois points, correspondent à des températures qui présentent elles-mêmes des écarts importants. Les écarts minima correspondent à des eaux plus homogènes.

3.5.1.2. Variations annuelles.

Point F-PK 67 (Figure 3-27, Figure 3-28)

Les déficits moyens de l'année s'échelonnent entre :

en surface : 0,88 ml/l (14,86 %) le 19 Juillet et 1,54 ml/l (23,93 %) le 09 Mai.

au fond : 0,83 ml/l (14,10 %) le 19 Juillet et 1,62 ml/l (25,24 %) le 09 Mai.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées :

le 11 Avril en surface : 6,00 ml/l (83,06 %) (Qfl : $1194 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 58-52)

le 11 Avril au fond : 6,03 ml/l (83,83 %) (Qfl : $1194 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 58-52)

Les déficits moyens correspondants :

en surface : 1,23 ml/l (16,94 %)

au fond : 1,17 ml/l (16,17 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 05 Sept. en surface : 4,42 ml/l (77,83 %) (Qfl : $290 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 50-43)

le 05 Sept. en surface : 4,46 ml/l (78,61 %) (Qfl : $290 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 50-43)

Les déficits moyens correspondants :

en surface : 1,26 ml/l (22,17 %)

au fond : 1,21 ml/l (21,39 %)

Les déficits minimum de l'année ont été relevés :

le 19 Juillet en surface : 0,53 ml/l (08,86 %) (Qfl : $399 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 76-76)

le 19 Juillet au fond : 0,40 ml/l (06,70 %) (Qfl : $399 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 76-76)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 09 Mai en surface : 1,71 ml/l (26,47 %) (Qfl : $1389 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 74-67)

le 09 Mai au fond : 1,58 ml/l (24,84 %) (Qfl : $1389 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 74-67)

Les valeurs moyennes évoluent autour de 81 % du taux de saturation au cours de l'année (-3 % par rapport à 1999). Le déficit moyen annuel est évalué à 1,20 ml/l (18,98 %) En 1999 il était évalué à 1,04 ml/l (16,47%). (Tableau 3-13).

Tableau 3-13: Oxygène dissous au point F PK 67.

OXYGENE DISSOUS														
POINT F PK 67														
ANNEE F 2000														
DATES	TAUX DE SATURATION		MOY DE LA MAREE		Moyen		DEFICIT		Maximum		ECART MAXI TRANCHE D'EAU		Qfl: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents)	
	ml/l		ml/l	%	ml/l	%	Minimum	%	ml/l	%	ml/l	%		
11-avr	S	7.22	6.00	83.06	1.23	16.94	1.07	15.20	1.57	21.30	0.19	3.13	58-52	1194
	F	7.20	6.03	83.83	1.17	16.17	1.02	14.23	1.33	18.17				
09-mai	S	6.42	4.88	76.07	1.54	23.93	1.50	23.47	1.58	24.84	0.20	2.86	74-67	1389
	F	6.41	4.79	74.76	1.62	25.24	1.49	23.61	1.71	26.47				
13-juin	S	6.39	5.42	84.94	0.97	15.06	0.61	9.79	1.36	20.96	0.30	4.17	63-66	713
	F	6.35	5.32	83.86	1.03	16.14	0.75	12.14	1.20	18.60				
19-juil	S	5.90	5.03	85.14	0.88	14.86	0.53	8.86	1.10	18.87	0.12	2.16	76-76	399
	F	5.90	5.07	85.90	0.83	14.10	0.40	6.70	1.03	17.79				
05-sept	S	5.68	4.42	77.83	1.26	22.17	1.15	20.43	1.37	23.95	0.13	2.52	50-43	290
	F	5.67	4.46	78.61	1.21	21.39	1.07	19.11	1.30	23.01				
27-sept	S	5.77	4.49	77.91	1.28	22.09	0.98	17.40	1.47	24.94	0.09	2.47	99-103	342
	F	5.74	4.55	79.42	1.18	20.58	0.83	14.93	1.32	22.68				
18-oct	S	6.64	5.37	80.90	1.27	19.10	1.02	15.32	1.52	22.35	0.20	2.50	77-70	715
	F	6.59	5.44	82.60	1.15	17.40	0.99	15.05	1.23	18.36				
08-nov	S	6.87	5.52	80.35	1.35	19.65	1.10	16.37	1.56	22.35	0.02	1.45	55-62	541
	F	6.80	5.51	81.07	1.29	18.93	1.02	15.38	1.54	22.06				
Moyennes	S	6.36	5.14	80.78	1.22	19.23	1.00	15.86	1.44	22.45				
	F	6.33	5.15	81.26	1.19	18.74	0.95	15.14	1.33	20.89				
	G	6.35	5.14	81.02	1.20	18.98	0.97	15.50	1.39	21.67				

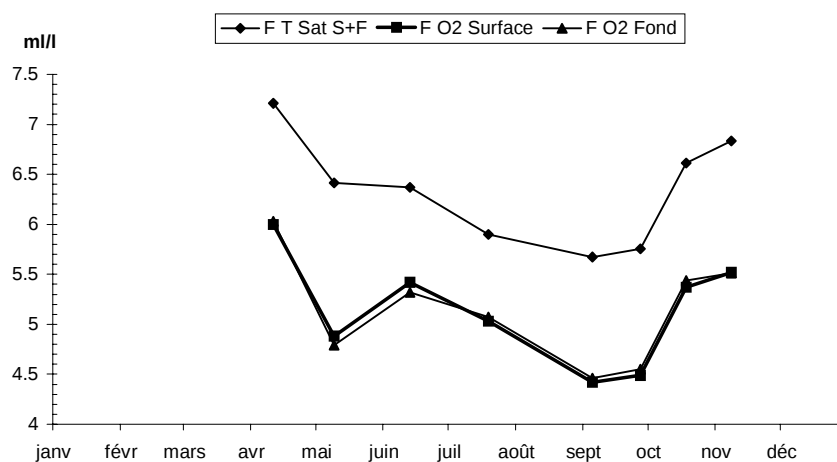


Figure 3-27 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml/l au Point F (PK 67) en 2000.

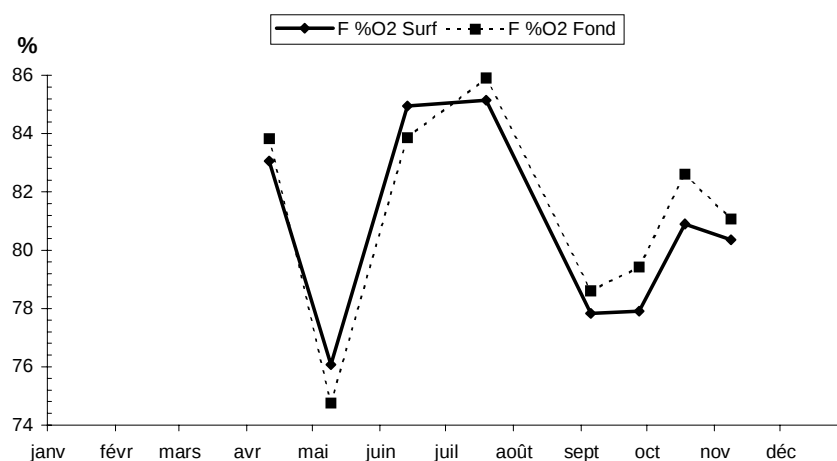


Figure 3-28 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % au Point F (PK 67) en 2000.

Au Point E-PK 52 (Figure 3-29, Figure 3-30)

Les déficits moyens de l'année s'échelonnent entre :

en surface : 1,05 ml/l (17,48 %) le 20 Juillet et 1,72 ml/l (24,68 %) le 07 Nov.

au fond : 1,09 ml/l (18,03 %) le 20 Juillet et 1,78 ml/l (27,52 %) le 10 Mai.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées

le 12 Avril en surface : 6,07 ml/l (81,24 %) (Qfl : $1161 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 49)

le 12 Avril au fond : 6,13 ml/l (82,42 %) (Qfl : $1161 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 49)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 1,37 ml/l (18,36 %)

au fond : 1,31 ml/l (17,58 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 28 Sept en surface : 4,49 ml/l (76,21 %) (Qfl : $333 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 105-106)

le 28 Sept au fond : 4,48 ml/l (75,91 %) (Qfl : $333 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 105-106)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 1,41 ml/l (23,79 %)

au fond : 1,43 ml/l (24,09 %)

Les déficits minimum de l'année ont été observés :

le 20 Juillet en surface : 0,79 ml/l (13,60 %) (Qfl : $408 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 75-73)

le 20 Juillet au fond : 0,95 ml/l (15,91 %) (Qfl : $408 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 75-73)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 07 Nov en surface : 1,98 ml/l (27,89 %) (Qfl : $487 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 42-49)

le 07 Nov au fond : 2,00 ml/l (28,17 %) (Qfl : $487 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 42-49)

Les valeurs moyennes de l'année évoluent autour de 77,6 % du taux de saturation, (-4,45 % par rapport à 1999). Les déficits moyens qui régressaient depuis 1985 se sont accrus en 1987, 1988, régressent en 1989 et 1990, se stabilisent en 1991, s'accroissent à nouveau en 1992 et 1993 régressent nettement en 1994, régressent encore en 1995 et tendent à s'accroître en 1996, 1997, 1998, 1999 et 2000.

Le déficit moyen annuel était évalué en 1992 à 1,259 ml/l en 1993 à 1,42 ml/l et en 1994 il est de 1,10 ml/l, en 1995 à 0,99 ml/l, en 1996 à 1,09 ml/l, en 1997 à 1,06 ml/l, en 1998 à 1,15 ml/l, en 1999 à 1,16 ml/l et en 2000 il est de 1,46 ml/l. (Tableau 3-14)

Cet accroissement serait dû au stationnement plus long du bouchon vaseux, dans cette zone.

Tableau 3-14: Oxygène dissous au point E PK 52.

OXYGENE DISSOUS														
POINT E PK 52														
ANNEE E 2000														
DATES	TAUX DE SATURATION		MOY. DE LA MARÉE		Moyen		DEFICIT		Maximum		ECART MAXI TRANCHE D'EAU		COEFFICIENT	Qfl: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents)
12-avr	S	7.43	6.07	81.64	1.37	18.36	1.24	16.87	1.46	19.31	0.18	2.38	49	1161
	F	7.44	6.13	82.42	1.31	17.58	1.19	16.19	1.53	20.59				
10-mai	S	6.44	4.78	74.24	1.66	25.76	1.65	25.54	1.74	26.93	0.12	1.83	61-57	1246
	F	6.48	4.70	72.48	1.78	27.52	1.72	26.63	1.82	28.17				
14-juin	S	6.56	5.12	78.13	1.44	21.87	0.88	14.08	1.81	26.89	0.22	6.20	68-70	1271
	F	6.61	5.03	76.09	1.58	23.91	1.31	20.28	1.86	27.64				
20-juil	S	5.97	4.92	82.52	1.05	17.48	0.79	13.60	1.23	20.27	0.05	0.60	75-73	408
	F	6.03	4.94	81.97	1.09	18.03	0.95	25.91	1.28	21.00				
07-sept	S	5.81	4.51	77.85	1.29	22.15	0.83	15.04	1.54	25.82	0.11	1.81	31	307
	F	5.83	4.52	77.63	1.30	22.37	1.14	19.86	1.41	24.19				
28-sept	S	5.89	4.49	76.21	1.41	23.79	1.04	18.35	1.81	29.84	0.09	1.54	105-106	333
	F	5.91	4.48	75.91	1.43	24.09	1.18	20.44	1.71	28.30				
19-oct	S	6.79	5.26	77.54	1.53	22.46	1.15	17.64	1.70	24.36	0.07	1.00	63-57	790
	F	6.83	5.23	76.50	1.60	23.40	1.39	20.84	1.71	25.00				
07-nov	S	6.97	5.25	75.32	1.72	24.68	1.49	21.53	1.98	27.89	0.02	0.29	42-49	487
	F	6.98	5.24	75.12	1.74	24.88	1.50	21.68	2.00	28.17				
Moyennes	S	6.48	5.05	77.93	1.43	22.07	1.13	17.83	1.66	25.16				
	F	6.51	5.03	77.27	1.48	22.72	1.30	21.48	1.67	25.38				
	G	6.50	5.04	77.60	1.46	22.40	1.22	19.66	1.66	25.27				

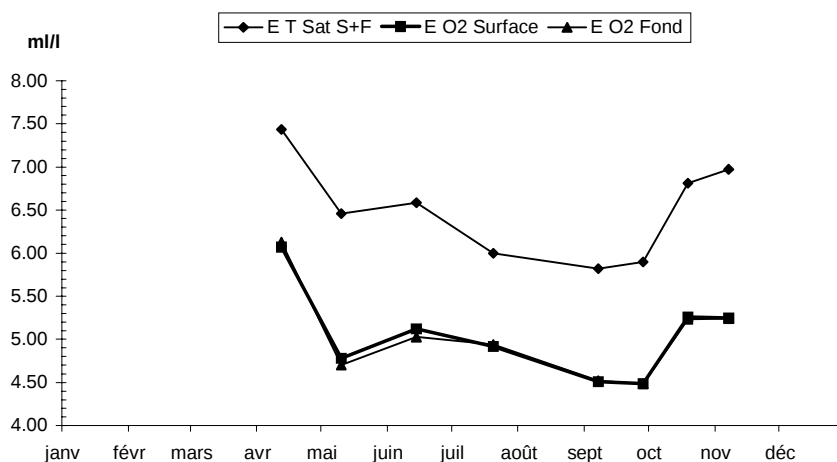


Figure 3-29 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml/l au Point E (PK 52) en 2000.

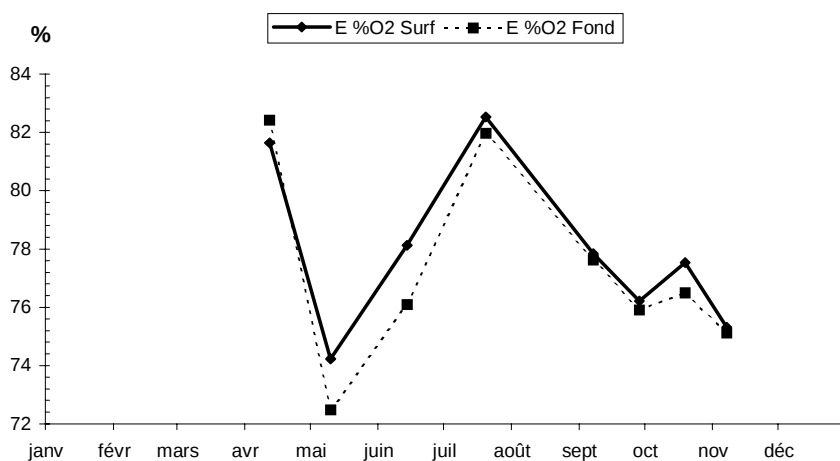


Figure 3-30 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % au Point E (PK 52) en 2000.

Point K-PK 30 (Figure 3-31, Figure 3-32)

Les déficits moyens de l'année s'échelonnent entre :

en surface : 1,24 ml/l (16,22 %) le 13 Avril et 2,19 ml/l (30,78 %) le 06 Nov.

au fond : 1,16 ml/l (15,24 %) le 13 Avril et 2,20 ml/l (30,81 %) le 06 Nov.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées

le 13 Avril en surface : 6,39 ml/l (83,78 %) (Qfl : $1152 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 48-51)

le 13 Avril au fond : 6,47 ml/l (84,76 %) (Qfl : $1152 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 48-51)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 1,24 ml/l (16,22 %)

au fond : 1,16 ml/l (15,24 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 29 Sept en surface : 4,24 ml/l (69,1 %) (Qfl : $348 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 106-104)

le 29 Sept au fond : 4,20 ml/l (68,4 %) (Qfl : $348 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 106-104)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 1,90 ml/l (30,91 %)

au fond : 1,94 ml/l (31,60 %)

Les déficits minimum de l'année ont été observés :

le 13 Avril en surface : 1,01 ml/l (13,32 %) (Qfl : $1152 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 48-51)

le 13 Avril au fond : 0,96 ml/l (12,66 %) (Qfl : $1152 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 48-51)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 06 Nov en surface : 2,29 ml/l (32,07 %) (Qfl : $475 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 33-37)

le 29 Sept au fond : 2,33 ml/l (37,38 %) (Qfl : $348 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 106-104)

Les valeurs moyennes de 2000 se situent autour de 73,39 % du taux de saturation au cours de l'année (-3,41 % par rapport à 1999). Le déficit moyen annuel était évalué en 1992 à 1,59 ml/l, en 1993 à 1,90 ml/l, en 1994 à 1,14 ml/l, en 1995 à 1,47 ml/l, en 1996 à 1,56 ml/l en 1997 à 1,68 ml/l, en 1998 à 1,51 ml/l, en 1999 à 1,54 et en 2000 il est de 1,71 ml/l (Tableau 3-15).

En 2000 le déficit moyen augmente nettement aux trois points.

Nous considérons que du fait des crues de l'année (Plus nombreuses et tardives qu'en 1999) les eaux d'amont ont fait barrage à l'intrusion saline (Les salinités sont faibles par rapport à 1999 et très faibles par rapport à la normale), empêchant ainsi le renouvellement et la réoxygénation par les eaux marines.

Tableau 3-15 : Oxygène dissous au point K PK 30.

OXYGENE DISSOUS													
POINT K PK 30													
ANNEE K 2000													
DATES	TAUX DE SATURATION		MOY DE LA MAREE		Moyen		DEFICIT		Maximum		ECART MAXI		Qfi: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents)
	ml/l		ml/l	%			Minimum	%	ml/l	%	ml/l	%	
13-avr	S	7.63	6.39	83.78	1.24	16.22	1.01	13.32	1.57	20.60	0.13	1.70	1152
	F	7.63	6.47	84.76	1.16	15.24	0.96	12.66	1.55	20.34			
11-mai	S	6.57	4.91	74.70	1.66	25.30	1.43	21.57	1.87	28.51	0.09	1.36	1127
	F	6.57	4.86	73.90	1.72	26.10	1.52	22.93	1.89	28.81			1490
15-juin	S	6.65	4.97	74.85	1.26	25.15	1.33	20.46	2.11	31.26	0.06	1.16	412
	F	6.67	4.94	74.14	1.30	25.86	1.41	21.63	2.16	31.76			294
21-juil	S	6.12	4.49	73.39	1.63	26.62	1.54	25.27	1.80	29.35	0.04	0.72	348
	F	6.12	4.51	73.65	1.61	26.35	1.50	24.55	1.78	29.08			853
06-sept	S	6.07	4.27	70.44	1.79	29.56	1.53	25.50	1.90	31.15	0.18	3.53	475
	F	6.06	4.37	72.22	1.68	27.78	1.70	28.06	1.90	31.17			
29-sept	S	6.14	4.24	69.10	1.90	30.91	1.68	27.48	2.27	36.38	0.12	2.16	
	F	6.14	4.20	68.40	1.94	31.60	1.66	27.09	2.33	37.38			
20-oct	S	7.09	5.05	71.26	2.04	28.74	1.85	26.40	2.14	30.05	0.10	1.27	
	F	7.08	5.04	71.24	2.04	28.77	1.93	27.67	2.11	29.26			
06-nov	S	7.12	4.93	69.22	2.19	30.78	2.06	29.14	2.29	32.07	0.03	0.42	
	F	7.12	4.93	69.19	2.20	30.81	2.06	29.14	2.28	31.84			
Moyennes	S	6.67	4.91	73.34	1.71	26.66	1.55	23.64	1.99	29.92			
	F	6.67	4.92	73.44	1.71	26.56	1.59	24.22	2.00	29.96			
	G	6.67	4.91	73.39	1.71	26.61	1.57	23.93	2.00	29.94			

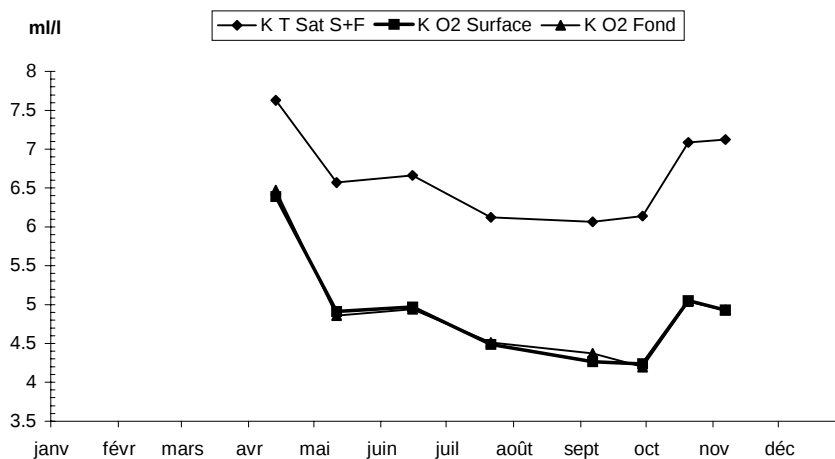


Figure 3-31 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml/l au Point K (PK 30) en 2000.

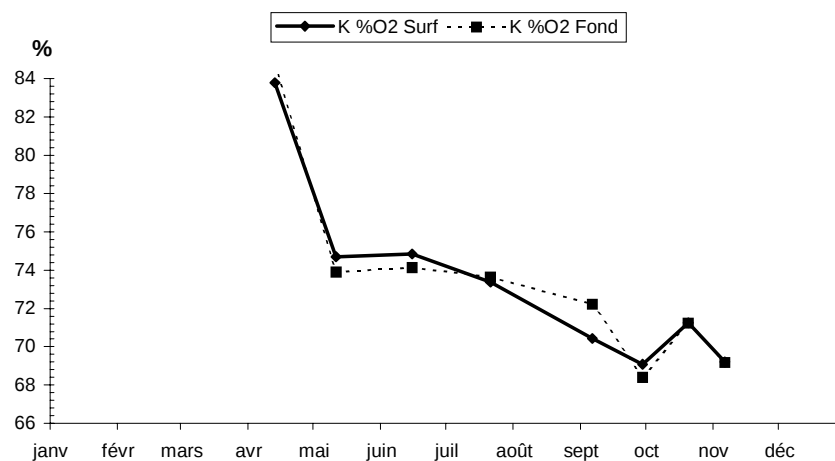


Figure 3-32 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % au Point K (PK 30) en 2000.

3.5.1.3. variations pluriannuelles

Tableau 3-16 : Moyenne des déficits annuels aux points F (PK 67) et E (PK 52)
Intervalle de confiance Tn-1.

	ANNEE	Nom bre de valeurs	Moyenne des déficits annuels : m	Intervalle de confiance	n-1
Pont F	1992	62	1.110	0.0582	0.275
	1993	60	1.238	0.0610	0.284
	1994	64	1.107	0.0790	0.380
	1995	64	0.800	0.0645	0.310
	1996	64	0.937	0.0634	0.305
	1997	64	0.990	0.0355	0.171
	1998	64	0.873	0.0507	0.243
	1999	64	1.040	0.0534	0.256
	2000	64	1.201	0.0560	0.268
Pont 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
	1988	90	1.362	0.0496	0.283
	1989	90	1.254	0.0782	0.446
	1990	86	1.186	0.0513	0.286
	1991	88	1.199	0.0531	0.300
	1992	64	1.259	0.0630	0.303
	1993	64	1.420	0.0535	0.257
	1994	64	1.097	0.1081	0.520
	1995	64	1.000	0.0730	0.351
	1996	64	1.047	0.0552	0.266
	1997	64	1.064	0.0435	0.209
	1998	64	1.147	0.0573	0.274
	1999	64	1.154	0.0558	0.267
	2000	64	1.456	0.0598	0.286

Les moyennes annuelles établies d'après les valeurs mesurées sur chaque point montrent l'évolution des déficits moyens qu'il conviendrait de valoir.

Tableau 3-17 (suite) : Moyenne des déficits annuels aux points J (PK 52) et K (PK 30) Intervalle de confiance Tn-1.

	ANNEE	Nom bre de valeurs	M oyenne des déficits annuels : m	Intervalle de confiance	n-1
Po int J	1984	86	1.387	0.0698	0.390
	1985	90	1.294	0.0397	0.227
	1986	90	1.025	0.0576	0.329
	1987	90	1.470	0.0631	0.360
	1988	90	1.518	0.0503	0.287
	1989	90	1.422	0.0751	0.428
	1990	90	1.328	0.0524	0.299
	1991	88	1.338	0.0597	0.337
Po int 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
	1988	90	1.361	0.0710	0.405
	1989	90	1.517	0.0644	0.368
	1990	90	1.628	0.0634	0.362
	1991	88	1.600	0.0620	0.350
	1992	64	1.592	0.0850	0.409
	1993	64	1.896	0.0746	0.359
	1994	64	1.132	0.1556	0.749
	1995	64	1.470	0.1522	0.732
	1996	64	1.553	0.0645	0.310
	1997	64	1.674	0.0658	0.317
	1998	64	1.516	0.0580	0.277
	1999	64	1.539	0.0642	0.307
	2000	64	1.709	0.0711	0.340

Les moyennes annuelles établies d'après les valeurs mesurées sur chaque point montrent l'évolution des déficits moyens qu'on trouve le long de la rivière.

3.5.2. Variations spatiales

3.5.2.1. Variations longitudinales

(Tableau 3-13, Tableau 3-14, Tableau 3-15)

La moyenne des teneurs annuelles (surface) est de :

Au Point F : 5,14 ml/l (80,78 %) pour une valeur de saturation de 6,36 ml/l, d'où un déficit de 1,22 ml/l (19,23 %).

Au Point E : 5,05 ml/l (77,93 %) pour une valeur de saturation de 6,48 ml/l, d'où un déficit de 1,43 ml/l (22,07 %)

Au Point K: 4,91 ml/l (73,34 %) pour une valeur de saturation de 6,67 ml/l, d'où un déficit de 1,71 ml/l (26,66 %).

La moyenne des teneurs annuelles (fond) est de :

Au point F : 5,15 ml/l (81,26 %) pour une valeur de saturation de 6,33 ml/l, d'où un déficit de 1,19 ml/l (18,74 %)

Au point E : 5,03 ml/l (77,27 %) pour une valeur de saturation de 6,51 ml/l, d'où un déficit de 1,48 ml/l (22,72 %)

Au Point K : 4,92 ml/l (73,44 %) pour une valeur de saturation de 6,67 ml/l, d'où un déficit de 1,71 ml/l (26,56 %)

Les déficits moyens mensuels (surface + fond) s'échelonnent :

Au Point F : entre 0,86 ml/l (14,48 %) le 19 Juillet et 1,58 ml/l (24,59 %) le 09 Mai.

Au Point E : entre 1,07 ml/l (17,76 %) le 20 Juillet et 1,75 ml/l (26,10 %) le 10 Mai.

Au Point K : entre 1,20 ml/l (15,73 %) le 13 Avril et 2,20 ml/l (30,80 %) le 06 Nov.

Pour l'année 2000 les déficits sont (Figure 3-36) :

au PK 67, les moins importants des trois points toute l'année,

au PK 52, plus importants qu'au PK 67 toute l'année et moins importants qu'au PK 30 qu'à partir de fin Juin,

au PK 30, à partir de fin Juin, plus importants qu'aux deux autres points.

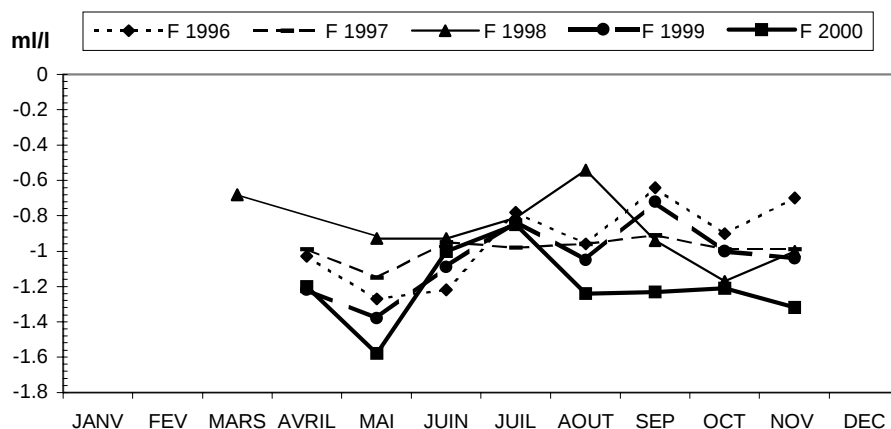


Figure 3-33 : Variations annuelles du déficit en oxygène dissous au Point F (PK 67) (Valeurs moyennes) de 1996 à 2000.

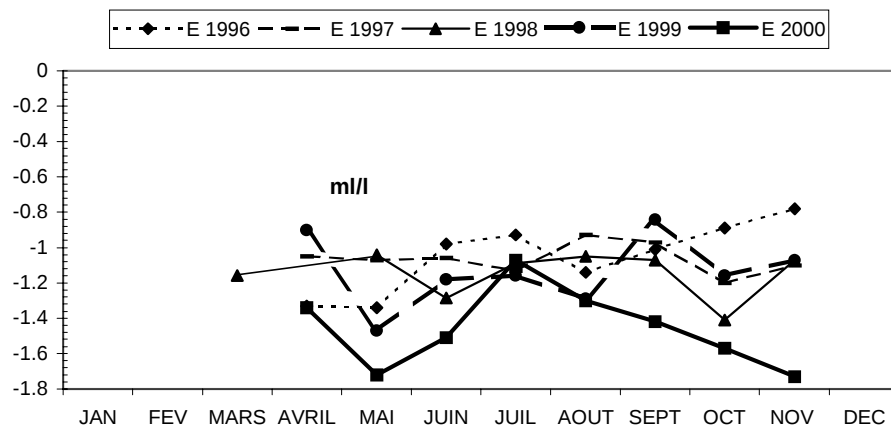


Figure 3-34 : Variations annuelles du déficit en oxygène dissous au Point E (PK 52) (Valeurs moyennes) de 1996 à 2000

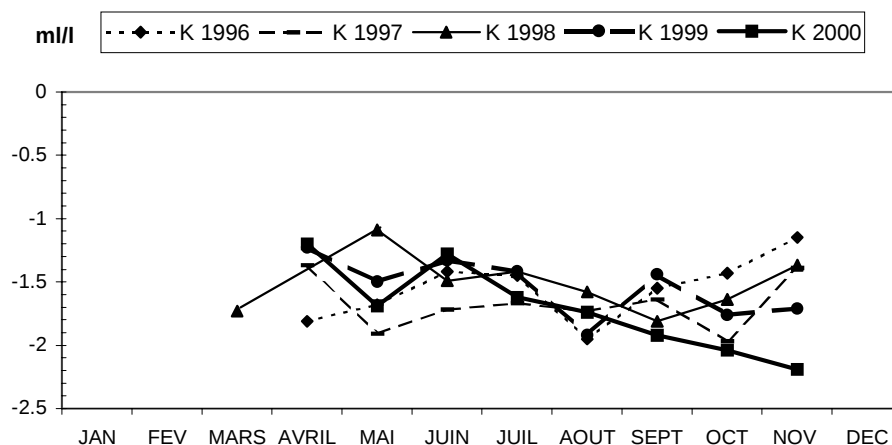


Figure 3-35 Variations annuelles du déficit en oxygène dissous au Point K (PK 30) (Valeurs moyennes) de 1996 à 2000.

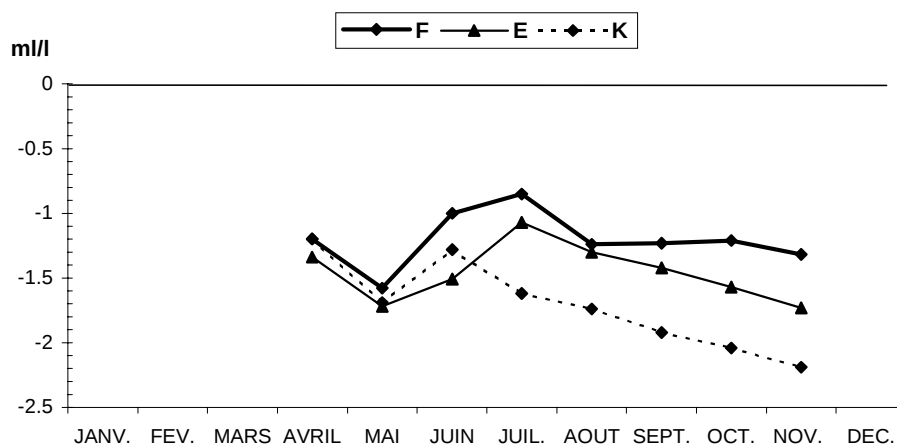


Figure 3-36 Variations du déficit en oxygène dissous au Point F E K (Valeurs moyennes) en 2000.

3.5.2.2. Variations verticales.

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

Au Point F-PK 67 (Tableau 3-13) entre 0,02 ml/l (1,45 %) le 08 Novembre et 0,30 ml/l (4,17 %) le 13 Juin. Cette dernière valeur a été observée à mi-flot et correspond à des eaux ayant une température de 19,2° C en surface et 19° C au fond, et de turbidité : 0,542 g/l en surface et 0,800g/l au fond.

Au Point E-PK 52 (Tableau 3-14) entre 0,02 ml/l (0,29 %) le 07 Novembre et 0,22 ml/l (6,20 %) le 13 Juin. Cette dernière valeur a été observée à pleine mer et correspond à des eaux ayant une température de 21,5° C en surface et 19,6°C au fond, et de turbidité : 0,231 g/l en surface et 0,404 g/l au fond.

Au Point K-PK 30 (Tableau 3-15) entre 0,03 ml/l (0,42 %) le 06 Novembre et 0,18 ml/l (3,53 %) le 06 Septembre. Cette dernière valeur a été observée à la pleine mer et correspond à des eaux ayant une température de 22,0° C en surface et 22,1° C au fond, et de turbidité : 0,099 g/l en surface et 0,306 g/l au fond.

Les teneurs en oxygène dissous en surface sont légèrement supérieures à celles du fond dans la majeure partie des cas.

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

Au Point F-PK 67 (Tableau 3-13) entre 0,21 ml/l (3 %) le 09 Mai, et 0,70 ml/l (12,17 %) le 19 Juillet.

L'écart minimum correspond :

à un déficit minimum de 1,50 ml/l (23,47 %) mesuré en surface à mi-jusant (Salinité 6,30 - Turbidité 0,208 g/l).

à un déficit maximum de 1,71 ml/l (26,47 %) mesuré au fond à mi-flot (Salinité 5,80 - Turbidité 0,215 g/l).

L'écart maximum correspond:

à un déficit minimum de 0,40 ml/l (6,70 %) mesuré au fond à mi-flot.(Salinité. 8,85 - Turbidité 0,722 g/l).

et à un déficit maximum de 1.10 ml/l (18,87 %) mesuré en surface à la pleine mer (Salinité 16,60 - Turbidité 0,255 g/l).

Au Point E-PK 52 (Tableau 3-14) entre 0,17 ml/l (2,93 %) le 10 Mai et 0,98 ml/l (13,56 %) le 14 Juin.

L'écart minimum correspond:

à un déficit minimum de 1,65 ml/l (25,54 %) mesuré en surface à mi-flot.(Salinité 1,88 - Turbidité 0,948 g/l).

et à un déficit maximum de 1,82 ml/l (28,17 %) mesuré au fond à mi-jusant.(Salinité 2,00 - Turbidité 2,112 g/l).

L'écart maximum correspond:

à un déficit minimum de 0,88 ml/l (14,08 %) mesuré en surface à la pleine mer (Salinité 0,63 - Turbidité 0,231 g/l).

et à un déficit maximum de 1.86 ml/l (27,64 %) mesuré au fond à la basse mer (Salinité 0,16 - Turbidité 0,375 g/l).

Au Point K-PK 30 (Tableau 3-15) entre 0.23 ml/l (2,70 %) le 06 Novembre et 0,83 ml/l (11,30 %) le 15 Juin.

L'écart minimum correspond:

à un déficit minimum de 2,06 ml/l (29,14 %) mesuré en surface à la pleine mer (Salinité 1,84 - Turbidité 0,553 g/l).

et à un déficit maximum de 2.28 ml/l (31,84 %) mesuré au fond à la basse mer (Salinité 0,57 - Turbidité 1,264 g/l).

L'écart maximum correspond:

à un déficit minimum de 1,33 ml/l (20,46 %) mesuré en surface à la basse mer (Salinité 0,13 - Turbidité 0,188 g/l).

et à un déficit maximum de 2,16 ml/l (31,76 %) mesuré au fond à la pleine mer (Salinité 0,16 - Turbidité 1,087 g/l).

Les valeurs des déficits moyens annuels sont rappelées dans le Tableau 3-16 et Tableau 3-17.

4. Evolution des fonds

En l'absence de lever bathymétrique récent dans la zone des exutoires, nous rappelons les conclusions du rapport de 1999.

La comparaison des cartes bathymétriques de 1981 et 1987 montre clairement l'érosion du banc aval de Trompeloup et du Banc de St-Louis. Entre les îles de Patiras et de Trompeloup se forme un banc sablo-vaseux qui culmine à + 2 m. En même temps, les fonds du chenal médian s'exhaussent et alors qu'on notait, en 1981, des profondeurs de - 4 m au droit des exutoires, elles se réduisent à - 2 m en 1987.

Lorsqu'on compare les cartes de 1987 et 1992, on constate de grands changements morphologiques. Alors que dans le chenal médian, jusqu'en 1987, la tendance était au comblement, sur la feuille de 1992 la tendance est inversée. On observe un creusement net du chenal médian marqué par un déplacement vers l'amont de 1,5 km pour l'isobathe - 4 m et de 3 km pour l'isobathe - 2 m. Latéralement, le creusement se traduit par un élargissement du chenal de 500 m à la cote - 4 m.

On note aussi une régression du banc situé à l'aval de l'île de Trompeloup et de celui situé à l'aval de l'île de Patiras et de la partie amont du banc de St-Louis.

Entre 1990 et 1995, les fonds du chenal médian varient peu .

La longueur du banc de StLouis diminue sans que sa largeur augmente. La partie située juste à l'aval des exutoires s'exhausse surtout entre 1994 et 1995 où apparaissent des fonds à + 2 m . Le même phénomène est observé à l'aval

de l'île de Trompeloup. On notera enfin que les profondeurs sont en diminution entre les îles de Patiras et de Trompeloup où les fonds de 2 m et plus ont quasiment disparus. (Figure 4-1). Depuis 1995, il n'y a eu qu'un lever partiel en 1998 de la zone proche des îles de Patiras et Trompeloup et du chenal de navigation. Dans cette zone, le changement significatif est une régression vers l'amont de l'isobathe 0 prouvant une érosion importante du banc situé à l'aval de l'îlot (Figure 4-2). Cet état de fait ne peut que favoriser la dispersion des eaux de rejet de la centrale et on peut penser qu'un volume croissant d'eau réchauffée pourra emprunter le chenal de la rive gauche. Cependant cette tendance sera peut-être limitée par l'exhaussement des fonds entre Trompeloup et le lieu de rejet. Cet exhaussement est observé depuis plusieurs années, mais n'a pu être chiffré en l'absence de lever bathymétrique. Un nouveau lever a été effectué en 1999, mais à ce jour, il n'est pas disponible.

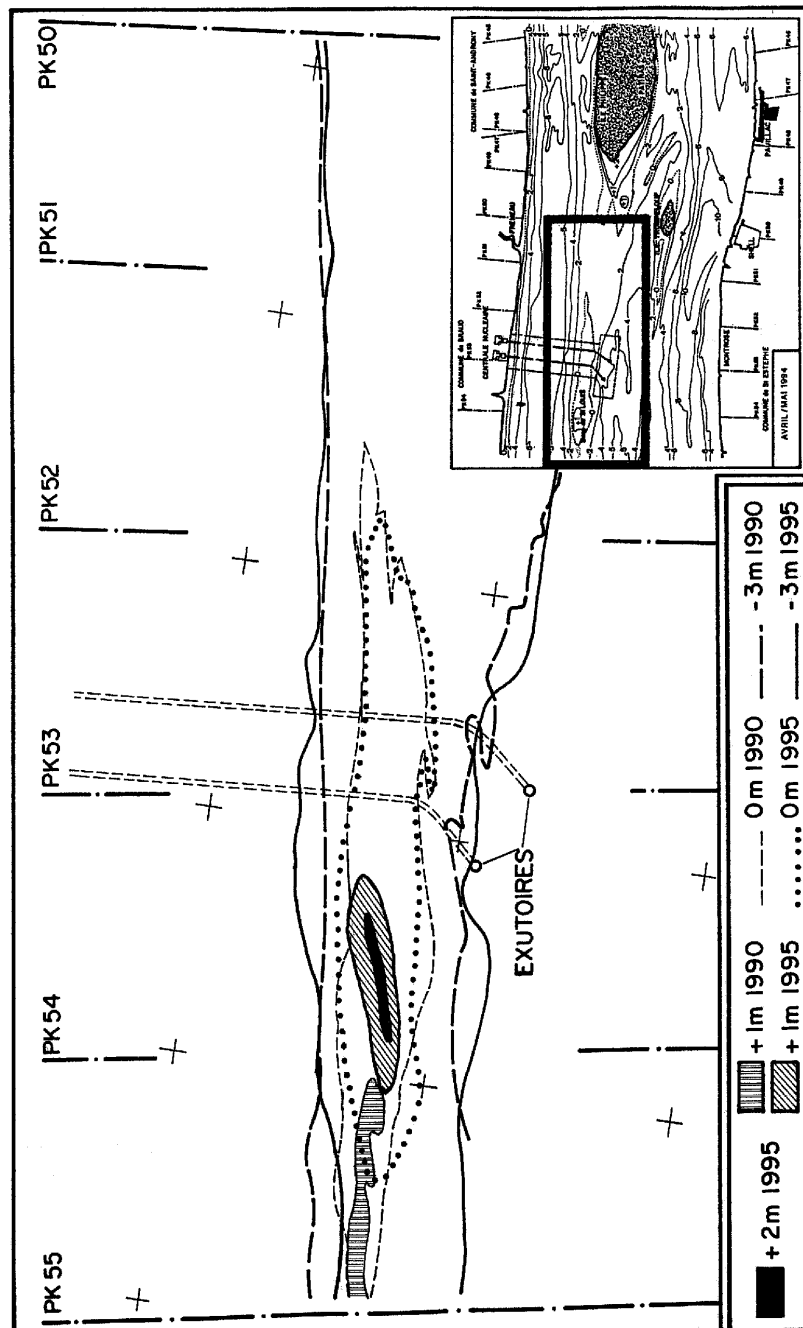


Figure 4-1 : Comparaison des fonds de 1990 et 1995.

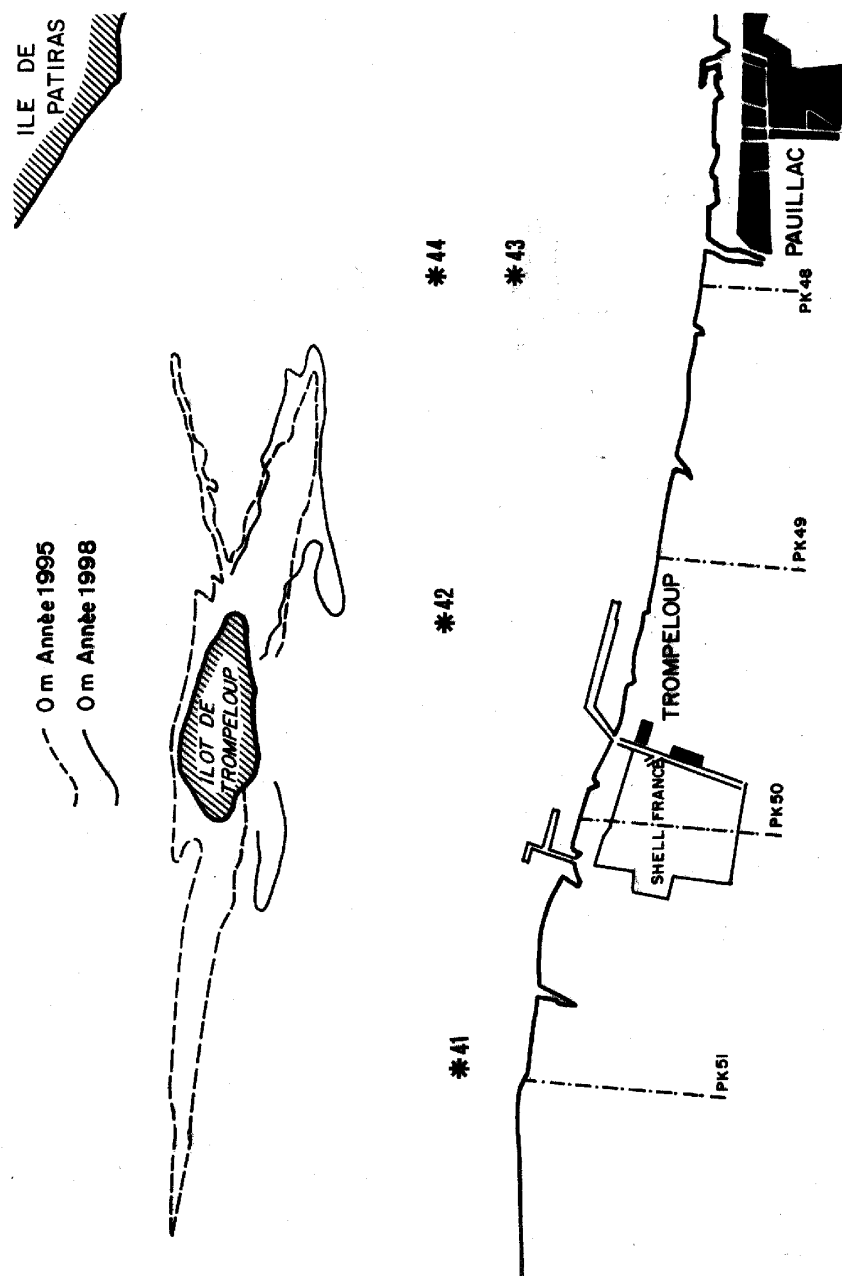


Figure 4-2 : Comparaison de l'isobathe 0 de 1995 et 1998 dans la zone de Trompeloup.

5. Paramètres hydrobiologiques

5.1. Carbone organique particulaire

5.1.1. Variations saisonnières

5.1.1.1. Variations des concentrations

Pour les trois stations de l'estuaire, compte tenu de la forte turbidité des eaux de la Gironde, les concentrations en carbone organique particulaire varient avec celles des matières en suspension. Nous présentons (figures 5.1 et 5.2) les variations saisonnières de ces deux paramètres pour les trois stations, tous niveaux confondus.

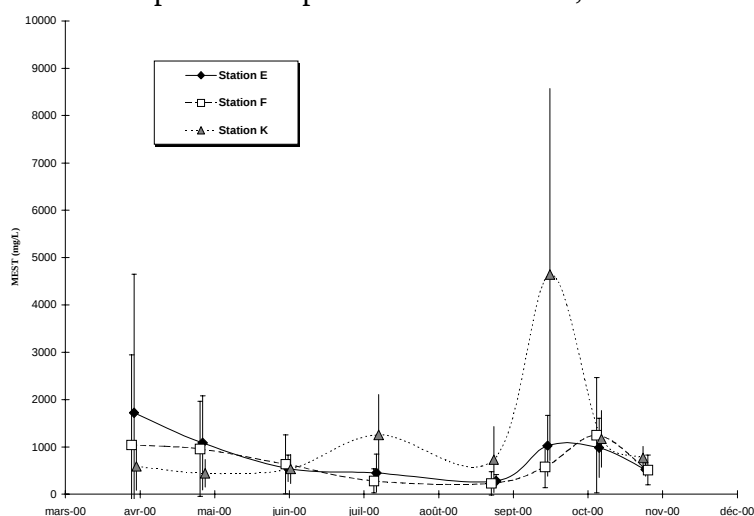


Figure 5-1 : Variations saisonnières des teneurs en matières en suspension.

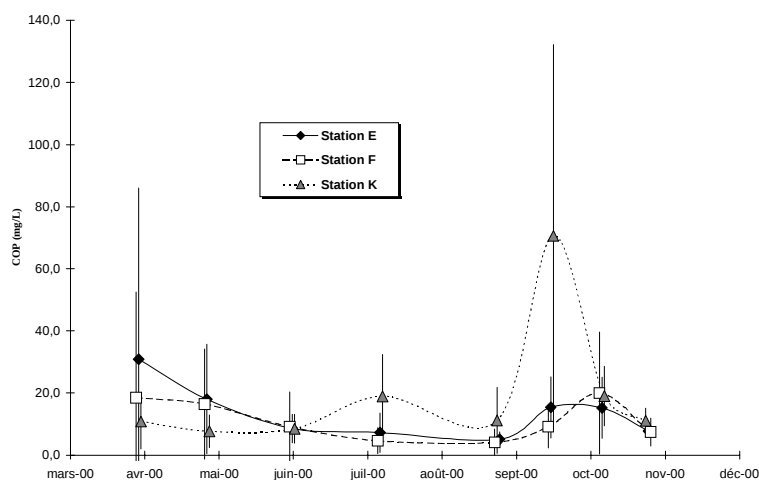


Figure 5-2 : Variations saisonnières des teneurs carbone organique particulaire.

Pour l'ensemble des valeurs, toutes stations et niveaux confondus, on note une répartition caractéristique des concentrations en COP par rapport à celles des MES (figure 5-3).

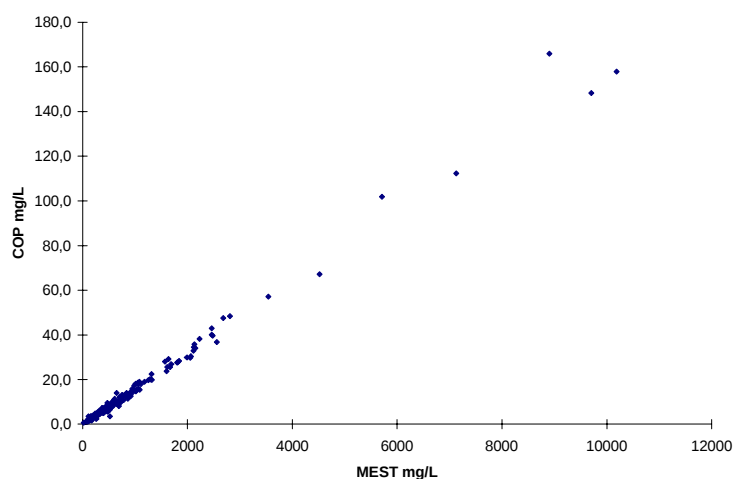


Figure 5-3 : répartition des concentrations en COP par rapport à celles de MES.

Ainsi, des corrélations linéaires relient de façon significative les concentrations en carbone organique particulaire à celles des matières en suspension (tableau 5-1).

Tableau 5-1 : paramètre des droites de régressions entre la concentration en COP (mg/L) et le MES (mg/L).

	Nb	Pente	Ordonnée		RV ¹⁰	α ¹¹
Toute stations	189	1,63	-0,28	1,00	18679	3.10^{-189}
Station E	64	1,83	-0,28	1,00	6191	8.10^{-64}
Station E fond	32	1,85	-2,09	1,00	6671	8.10^{-37}
Station E surface	32	1,53	0,12	0,99	1870	1.10^{-28}
Station F	63	1,73	-0,68	1,00	9020	5.10^{-68}
Station F fond	31	1,74	-0,93	1,00	5376	2.10^{-34}
Station F surface	32	1,62	-0,23	0,96	366	2.10^{-18}
Station K	62	1,54	0,21	1,00	26900	3.10^{-81}
Station K fond	31	1,54	0,74	1,00	21217	4.10^{-43}
Station K surface	31	1,45	0,36	0,99	1679	3.10^{-27}

Cependant, il apparaît une disparité dans les rapports des variances (RV) et les coefficients de risque (α) ; cette disparité est fonction de la station considérée et du niveau. En effet, comparativement, les valeurs de ces paramètres sont plus faibles en surface qu'au fond. En outre, les écarts de répartition les plus importants sont enregistrés à la station F.

L'étude des variations saisonnières de teneurs en COP des matières en suspension (rapport COP/MES) permet de prendre en compte cette disparité.

5.1.1.2. Variations du rapport COP/MES

Au niveau du fond, on constate que les variations saisonnières des moyennes du rapport COP/MES par campagne sont à peu près identique pour les trois stations. Comme le montrent les barres d'erreur sur la figure 5-4, les variations des valeurs au cours d'une marée sont très faibles, quelle que soit la station considérée.

¹⁰ Rapport des variances établies à partir des écarts quadratiques.

¹¹ Risque α selon la loi de Snédécour (Loi F) pour $u_1 = 1$ et $u_2 = N - 2$ degrés de liberté

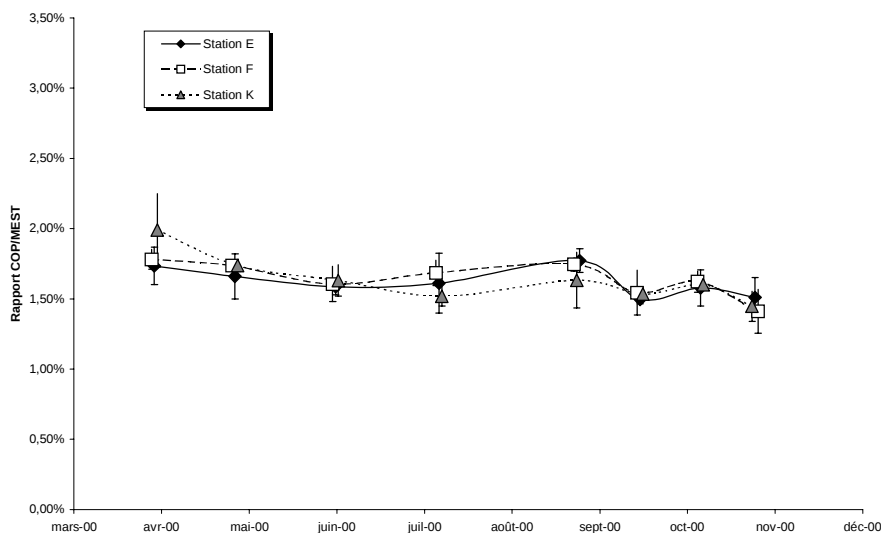


Figure 5-4 : variations saisonnières du rapport COP/MES (fond).

En revanche, en surface, des écarts importants sont enregistrés à la station F lors de la campagne du mois de juin et, surtout, aux stations E et F lors de la première campagne de septembre (figure 5-5).

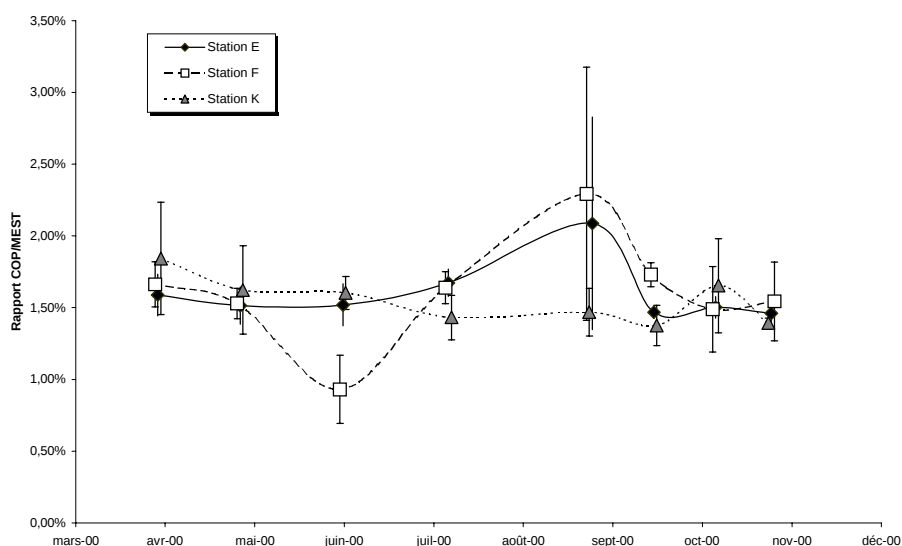


Figure 5-5 : variations saisonnières du rapport COP/MES (surface).

Les fortes variations du rapport COP/MES enregistrées lors de la première campagne du mois de septembre sont associées à des concentrations en MES faibles, notamment à la station F à mi-jusant. En outre, pour les deux stations E et F les

valeurs les plus importantes du rapport COP/MES correspondent à des salinités élevées ; elles semblent donc associées à l'intrusion des eaux halines en période d'étiage (tableau 5-2).

Tableau 5-2 : valeurs aux immersions lors de la campagne des 5, 6 et 7 septembre.

St	TM	Niv	Salinité	Déficit mg/L	MES mg/L	COP mg/L	COP/MES
E	BM	S	5,25	1,49	110	1,9	1,73%
E	MF	S	8,45	1,24	110	3,5	3,16%
E	PM	S	9,10	0,79	240	4,7	1,95%
E	MJ	S	6,94	1,42	210	3,2	1,50%
F	BM	S	10,95	1,27	100	1,8	1,79%
F	MF	S	15,22	1,30	160	2,8	1,73%
F	PM	S	19,17	1,07	100	2,1	2,05%
F	MJ	S	13,85	1,12	20	0,7	3,60%
K	BM	S	1,31	1,87	520	6,5	1,24%
K	MF	S	3,25	1,76	170	2,5	1,48%
K	PM	S	3,62	1,69	100	1,6	1,64%
K	MJ	S	2,65	1,63	520	7,9	1,51%

5.1.2. Relation avec la salinité et le déficit en oxygène dissous

5.1.2.1. Relation avec la salinité

Compte tenu des débits enregistrés au cours de l'année, les salinités sont restées faibles par rapport à celles des autres années, 1995 à 1997 entre autre. Aussi, n'a t'il pas été possible de déceler une relation entre le rapport COP/MES et la salinité. La figure 5-6 montre une constance de la majorité des valeurs, quelle que soit la salinité ; les écarts importants correspondent aux valeurs enregistrées aux stations E et F lors de la première campagne du mois de septembre. Il convient de noter la dispersion des valeurs à la station K pour des salinités inférieures à 1.

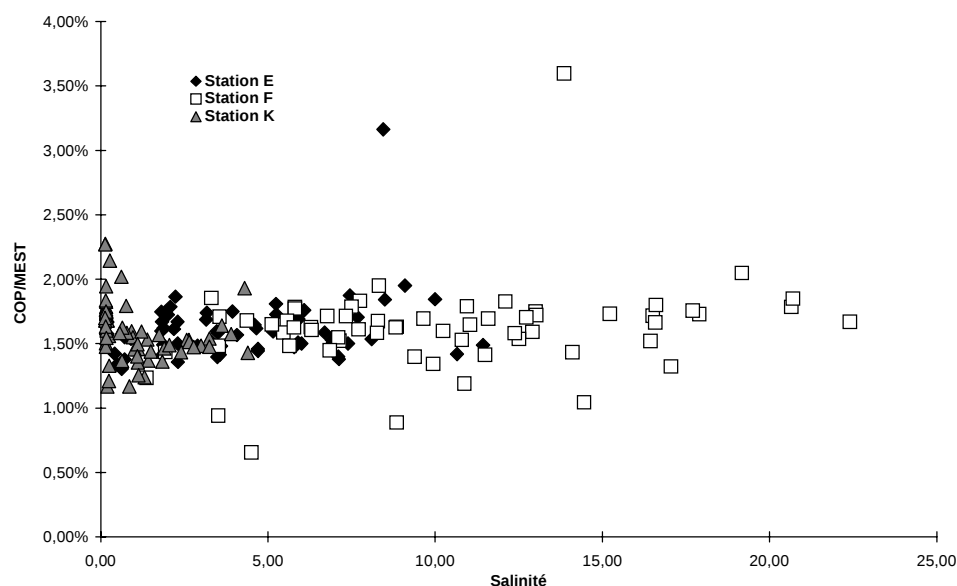


Figure 5-6 : répartition des valeurs du rapport COP/MES avec la salinité, toutes stations et niveau confondus.

5.1.2.2. Relation avec le déficit en oxygène dissous

L'examen du graphe, figure 5-7, présentant la répartition des valeurs du rapport COP/MES en fonction du déficit en oxygène dissous, ne permet pas d'observer de relation entre ces deux paramètres.

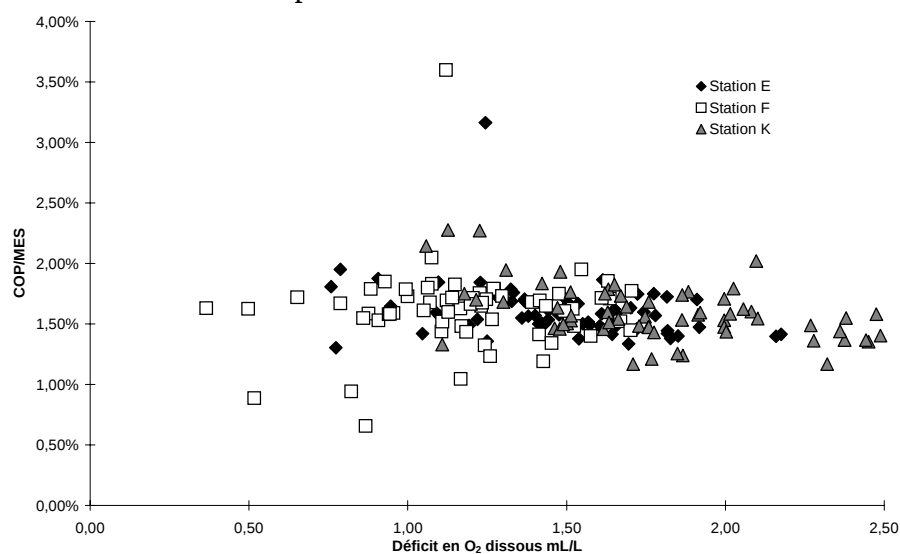


Figure 5-7 : répartition des valeurs du rapport COP/MES avec le déficit en oxygène dissous, toutes stations et niveau confondus.

Cependant, à l'étude des paramètres des droites de régression (tableau 5-3), on constate qu'à la station K le rapport COP/MES a tendance à diminuer lorsque le déficit en oxygène dissous augmente.

Tableau 5-3 : paramètre des droites de régressions entre le rapport COP/MES et le déficit en oxygène dissous (ml/L).

	Nb	Pente	Ordonnée r		RV	α
Toute stations	189	-0,12	1,78%	-0,17	6	2.10^{-2}
Station E	64	-0,22	1,93%	-0,28	5	2.10^{-2}
Station E fond	32	-0,17	1,86%	-0,33	4	6.10^{-2}
Station E surface	32	-0,26	1,98%	-0,28	3	1.10^{-1}
Station F	63	0,12	1,48%	0,10	1	4.10^{-1}
Station F fond	32	-0,02	1,66%	-0,03	0	9.10^{-1}
Station F surface	31	0,27	1,28%	0,16	1	4.10^{-1}
Station K	62	-0,30	2,13%	-0,48	18	9.10^{-5}
Station K fond	31	-0,32	2,20%	-0,61	17	3.10^{-4}
Station K surface	31	-0,28	2,05%	-0,39	5	3.10^{-2}

Pour cette station, les valeurs des paramètres des droites de régression sont proches de celles obtenues au cours des années précédentes¹².

5.1.3. Evolution des moyennes annuelles

5.1.3.1. Concentrations

A l'instar des mesures, l'évolution des moyennes annuelles des concentrations en MES (mg/L) et celles du COP (mg/L) sont à peu près identiques, quels que soient la station et le niveau considérés (figure 5-8 à 5-10).

Pour les deux paramètres, depuis 1992, les valeurs les plus importantes ont été enregistrées à la station K au fond en 1997 ; ces valeurs exceptionnelles étaient associées à des débits particulièrement faibles cette année là.

Après cette épisode, que ce soit pour les MES ou le COP, les valeurs enregistrées en 2000 sont proches de celles de 1999. Pour les deux autres stations, les valeurs sont similaires à celles obtenues les années précédentes (1998 – 2000).

¹² Surveillance Ecologique du Site du CNPE le Blayais, rapports scientifiques 1994, 1995 et 1998.

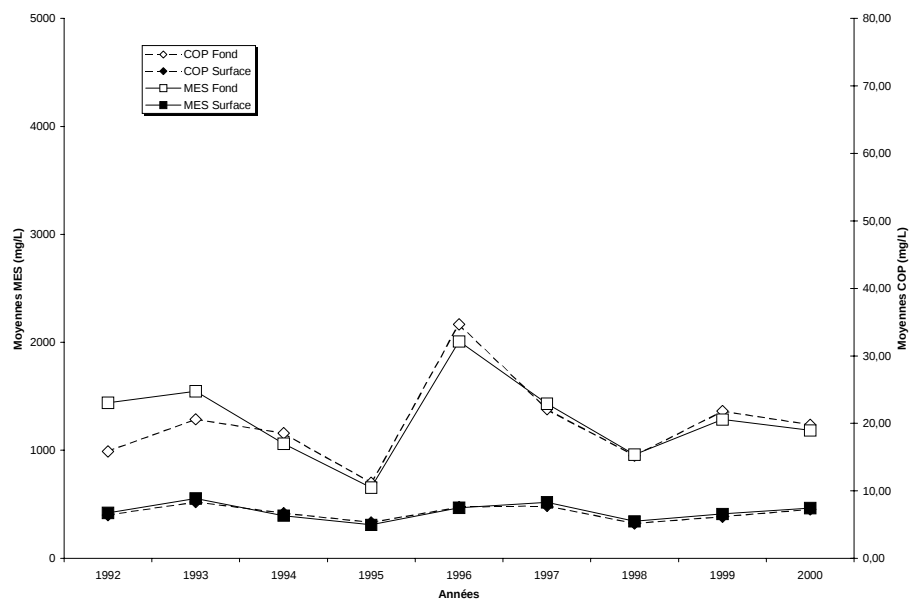


Figure 5-8 : évolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et en COP à la station E.

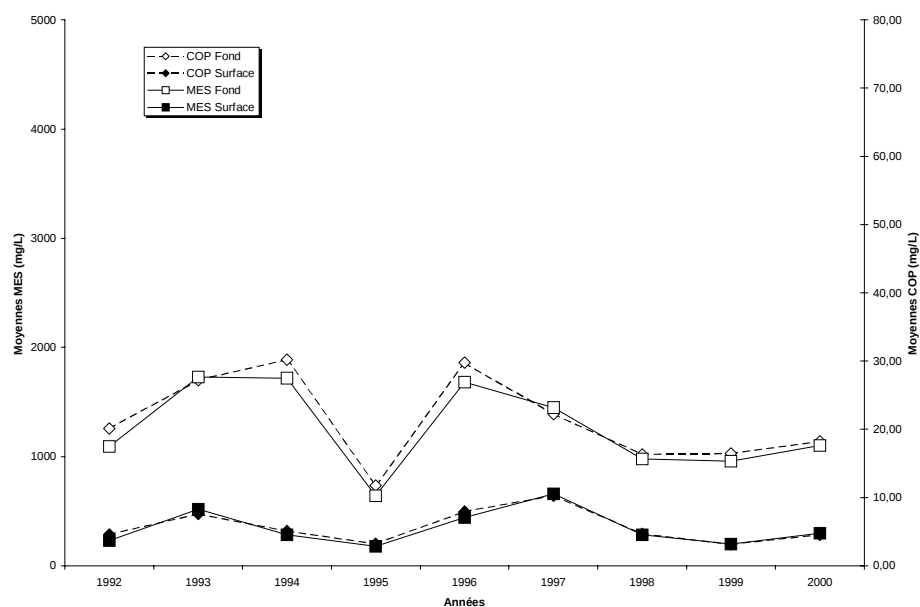


Figure 5-9 : évolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et en COP à la station F.

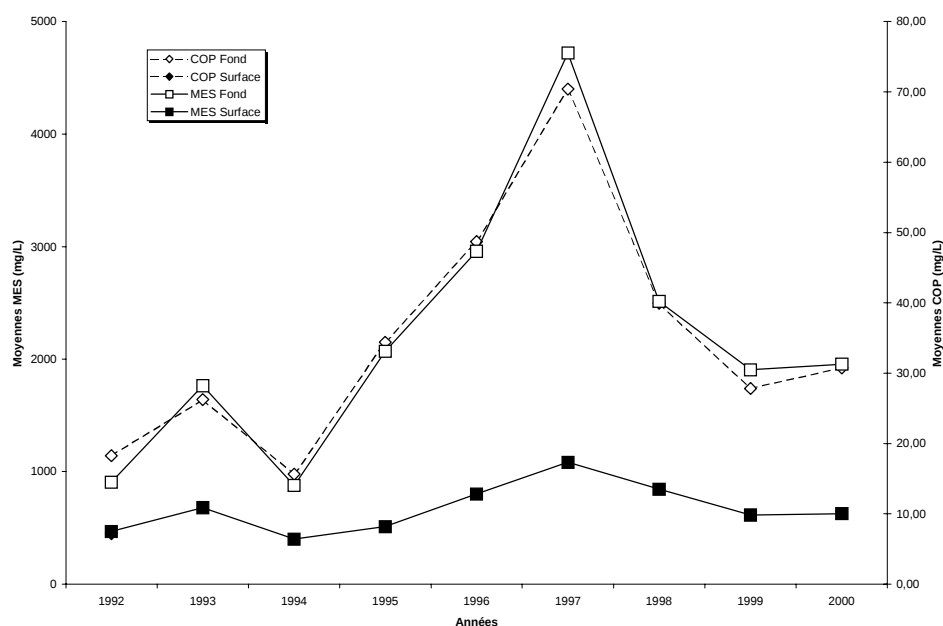


Figure 5-10 : évolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et en COP à la station K.

Le tableau 5-4 fournit les valeurs des paramètres des droites de régression liant les concentrations en COP à celles des MES pour chaque année depuis 1993, toutes stations confondues.

Tableau 5-4 : paramètre des droites de régressions entre les concentrations en COP (mg/L) et celles des MES (mg/L) pour la période 1993-2000.

	Nb	Pente	Ordonnée	r	RV	α	COP/MES
	1480	1,61%	-0,1	0,98	46788	0.10^{+0}	1,65%
1993	188	1,36%	1,2	0,94	1421	5.10^{-89}	1,56%
1994	192	1,77%	-0,1	1,00	60809	4.10^{-240}	1,86%
1995	168	1,67%	0,2	0,98	4076	1.10^{-118}	1,72%
1996	192	1,77%	-1,1	1,00	24225	3.10^{-202}	1,68%
1997	192	1,48%	0,4	0,99	10389	8.10^{-168}	1,51%
1998	168	1,62%	-0,4	1,00	26682	3.10^{-185}	1,59%
1999	191	1,62%	-0,3	0,97	2873	3.10^{-116}	1,64%
2000	189	1,63%	-0,3	1,00	18679	3.10^{-189}	1,61%

On constate que les valeurs obtenues en 2000 sont proches de celles des deux années précédentes.

5.1.3.2. Rapport COP/MES

En terme de moyennes annuelles, pour les stations E et F, les différences entre surface et fond sont très faibles pour le rapport COP/MES.

A la station E (figure 5-11), depuis 1997, les valeurs de fond sont toujours supérieures à celles de surface. Les valeurs sont proches de la moyenne annuelle (1,61%) et de la moyenne pluriannuelle 1993–2000 (1,65%).

A la station F (figure 5-12), les valeurs entre surface et fond sont confondues. Elles sont en nette diminution par rapport à celles de 1999, mais s'inscrivent dans les moyennes de 1993-2000.

A la station K (figure 5-13), depuis 1995, la valeur obtenue au fond est toujours supérieure à celle de surface. La valeur obtenue en surface (1,55%) est très nettement inférieure à ces moyennes annuelle et pluriannuelle. Pour le fond, les valeurs sont similaires à celles des deux autres stations.

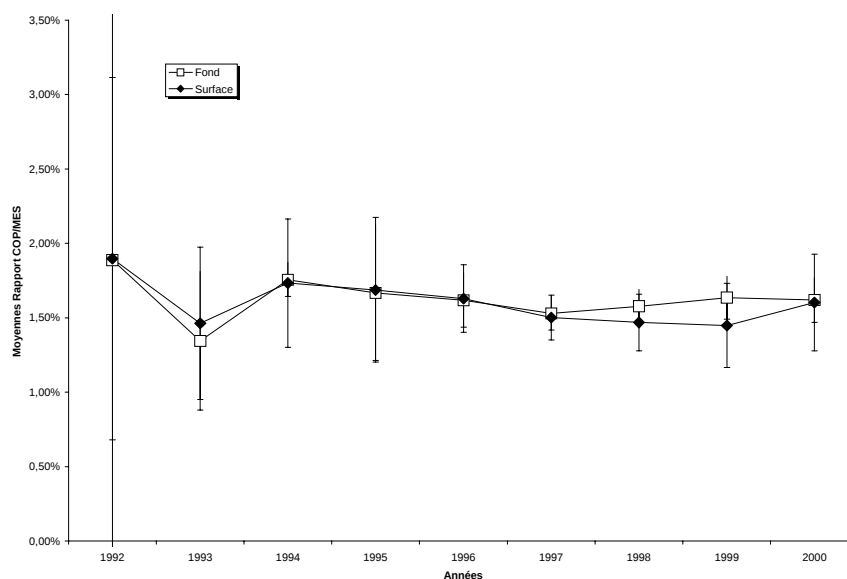


Figure 5-11 : évolution des moyennes annuelles du rapport COP/MES à la station E.

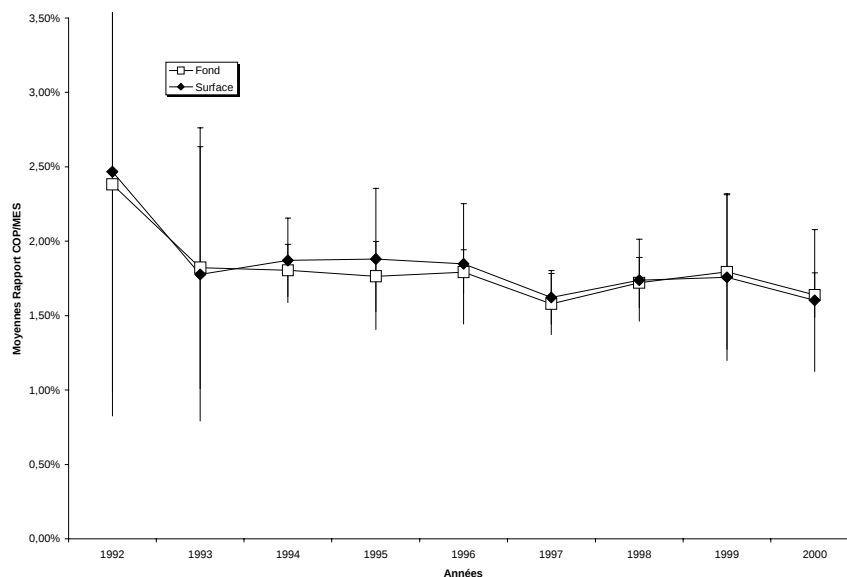


Figure 5-12 : évolution des moyennes annuelles du rapport COP/MES à la station F.

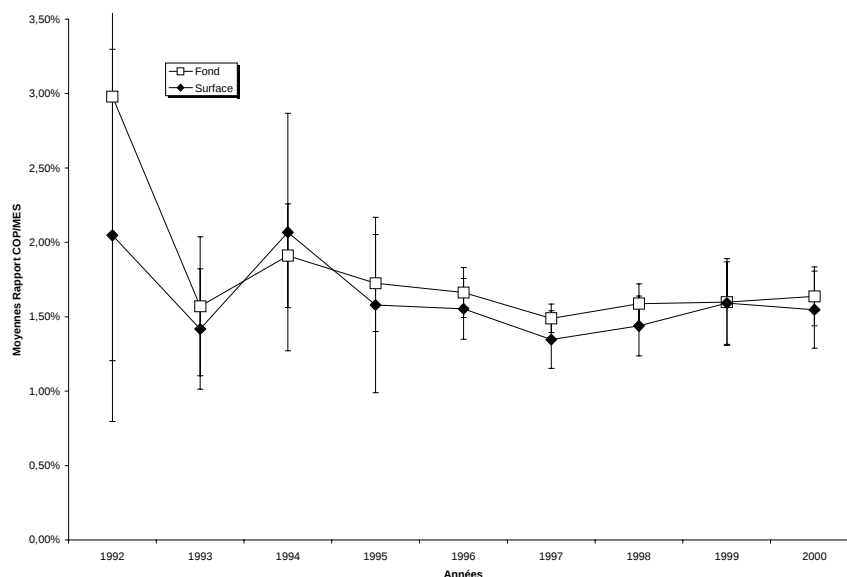


Figure 5-13 : évolution des moyennes annuelles du rapport COP/MES à la station K.

Pour cette dernière station, on peut noter que l'évolution des moyennes annuelles du rapport COP/MES est, à peu près, inverse de celle des moyennes annuelles du déficit en oxygène dissous (figure 5-14).

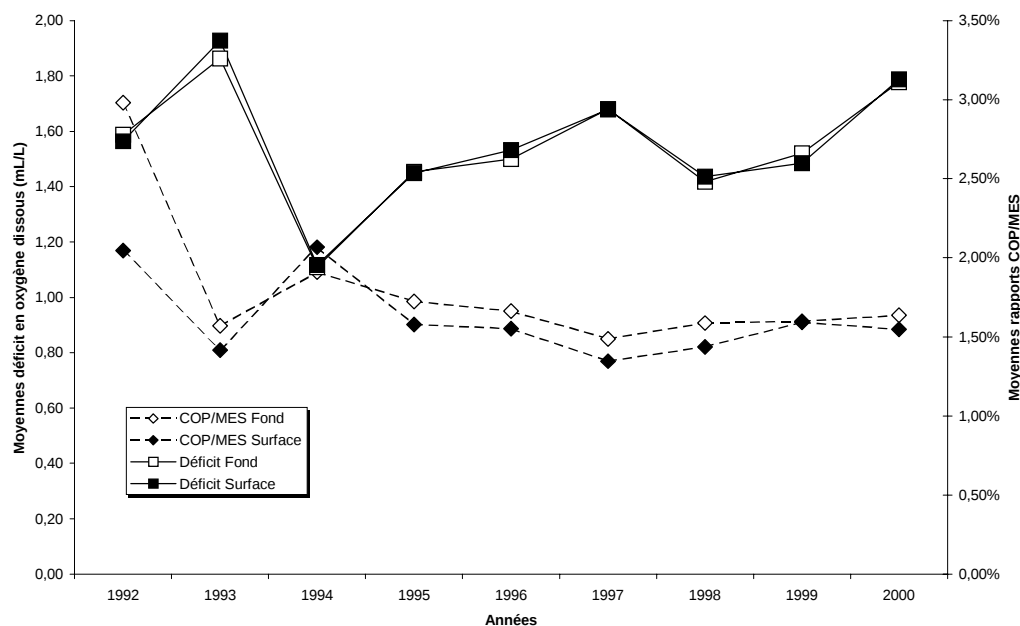


Figure 5-14 : évolution des moyennes annuelles du rapport COP/MES et des moyennes annuelles du déficit en oxygène dissous à la station K.

Ainsi, comme nous l'avons vu dans le cas des mesures, les moyennes annuelles des rapports COP/MES et celles du déficit en oxygène dissous sont reliées par des corrélations linéaires dont les paramètres sont présentés dans le tableau 5-5.

Tableau 5-5 : paramètre des droites de régressions entre les moyennes du rapport COP/MES et celles du déficit en oxygène dissous pour la période 1993-2000.

	Nb	Pente	Ordonnée r	RV	α	
Toute stations	48	-0,28	2,00%	-0,53	18	9.10^{-05}
Station E	16	-0,26	1,89%	-0,65	10	6.10^{-03}
Station F	16	-0,10	1,87%	-0,37	2	2.10^{-01}
Station K	16	-0,56	2,47%	-0,73	16	1.10^{-03}

Ainsi, pour les stations E et K, on peut considérer que le déficit en oxygène dissous augmente lorsque le rapport COP/MES diminue.

5.2. Chlorophylle et phéopigments

5.2.1. Variations saisonnières

5.2.1.1. Concentration en chlorophylle (a)

A la station E (figure 5-15), les concentrations en chlorophylle (a) s'échelonnent entre 22,3 $\mu\text{g/L}$ à pleine mer au mois d'avril, et 3,3 $\mu\text{g/L}$ à basse mer lors de la campagne du 7 septembre. Les valeurs fluctuent de façon importante pour les deux temps de marée.

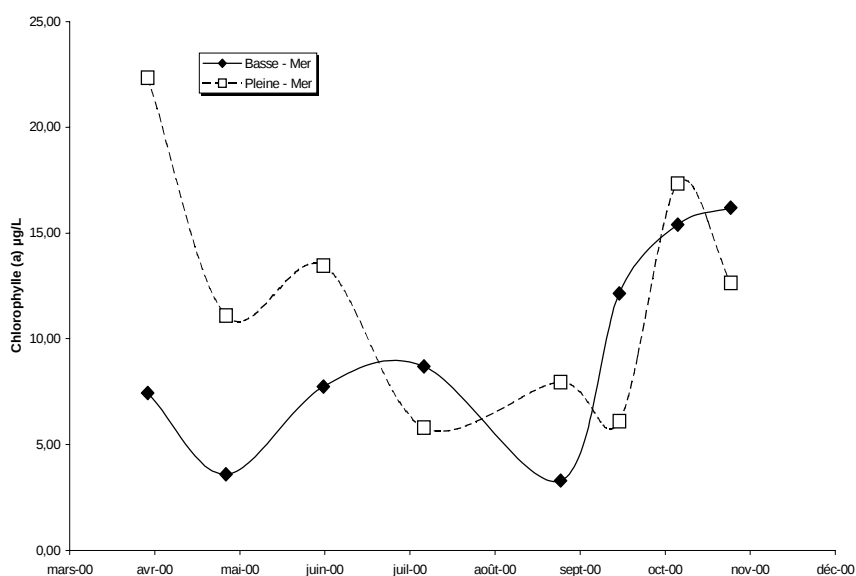


Figure 5-15 : variations saisonnières des concentrations en chlorophylle (a) à la station E.

A la station F (figure 5-16), à basse mer, les concentrations varient peu au cours de la période estivale ; pour la même période, à pleine mer, elles sont nettement plus élevées. La concentration maximale (18,3 $\mu\text{g/L}$) est enregistrée à pleine mer au mois de novembre ; le minimum (3,0 $\mu\text{g/L}$) se situe également à pleine mer au mois d'octobre.

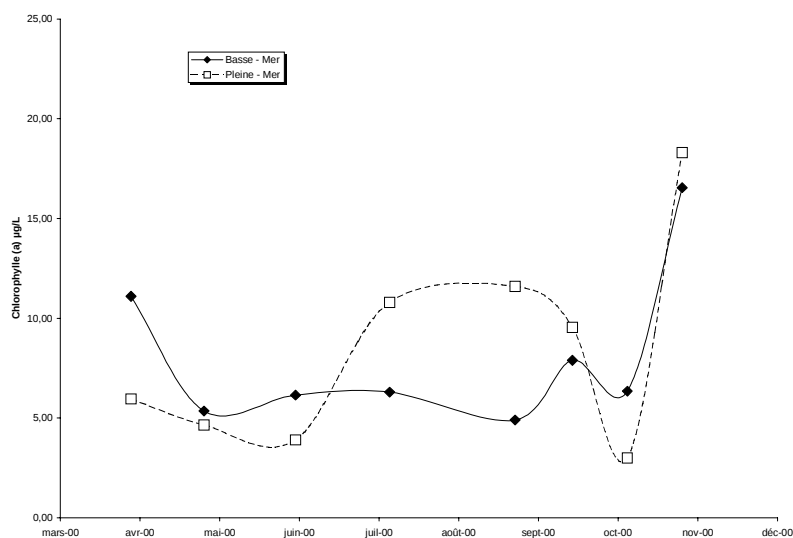


Figure 5-16 : variations saisonnières des concentrations en chlorophylle (a) à la station F.

A la station K (figure 5-17), les concentrations maximales et minimales sont enregistrées à pleine mer ; le maximum (22,9 µg/L) au mois de novembre et le minimum (1,4 µg/L) au mois d'octobre. Les variations à pleine mer sont proches de celles enregistrées à la station F. Cependant, les valeurs de basse mer en période estivale sont supérieures à celles des deux autres stations.

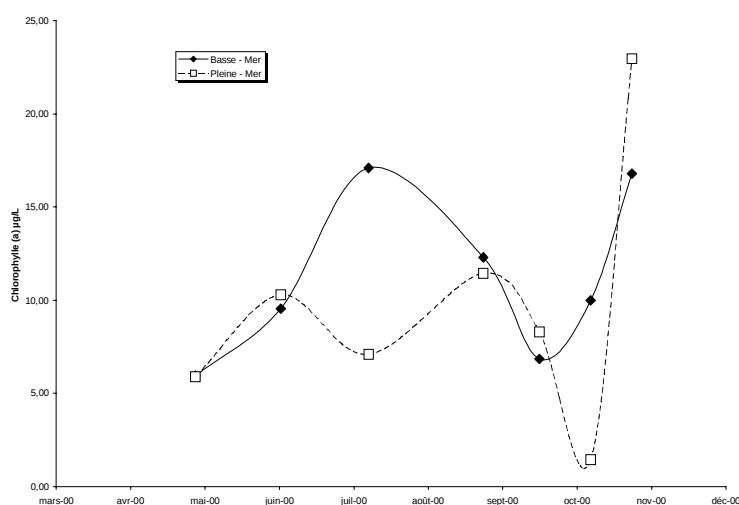


Figure 5-17 : variations saisonnières des concentrations en chlorophylle (a) à la station K.

5.2.1.2. Normalisation par rapport au COP

Compte tenu de la nature particulaire et organique du phytoplancton, il paraît judicieux de rapprocher les concentrations en chlorophylle (a) de celles en carbone organique particulaire (COP), exprimées dans les mêmes unités. Aussi, avons nous étudié les variations de la chlorophylle (a) rapportées à la concentration en COP.

A la station E, à l'exception de la valeur maximale enregistrée à basse mer au mois de juillet (0,74 %), les variations saisonnières du rapport chlorophylle (a) / COP (figure 5-18), sont proches pour les deux temps de marée. Le minimum (0,07 %) est enregistré à basse mer lors de la campagne du mois de mai.

A la station F (figure 5-19), les valeurs du rapport chlorophylle (a) / COP à pleine mer sont toujours supérieures à celles de basse mer. Le maximum (1,06 %) est enregistré lors de la campagne du mois de novembre à pleine mer, le minimum (0,05 %) lors de la campagne du mois d'octobre à basse mer.

A la station K (figure 5-20), le maximum (0,70 %) est enregistré à pleine mer en période d'étiage, lors de la première campagne du mois de septembre. Comme pour la station F, le minimum (0,02 %) se situe au mois d'octobre, mais ici, il est enregistré à pleine mer. Il convient de noter l'amplitude faible des variations saisonnières à basse mer.

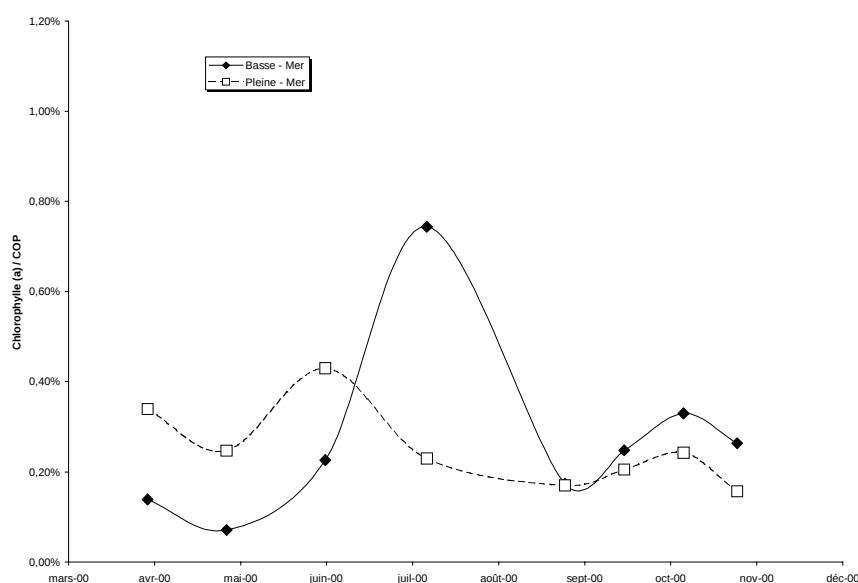


Figure 5-18 : variations saisonnières du rapport entre la chlorophylle (a) et le COP à la station E.

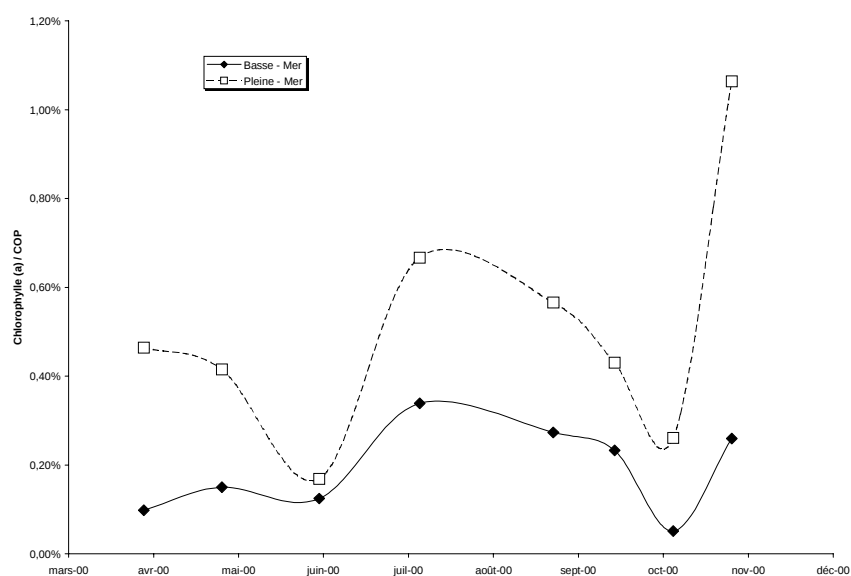


Figure 5-19 : variations saisonnières du rapport entre la chlorophylle (a) et le COP à la station F.

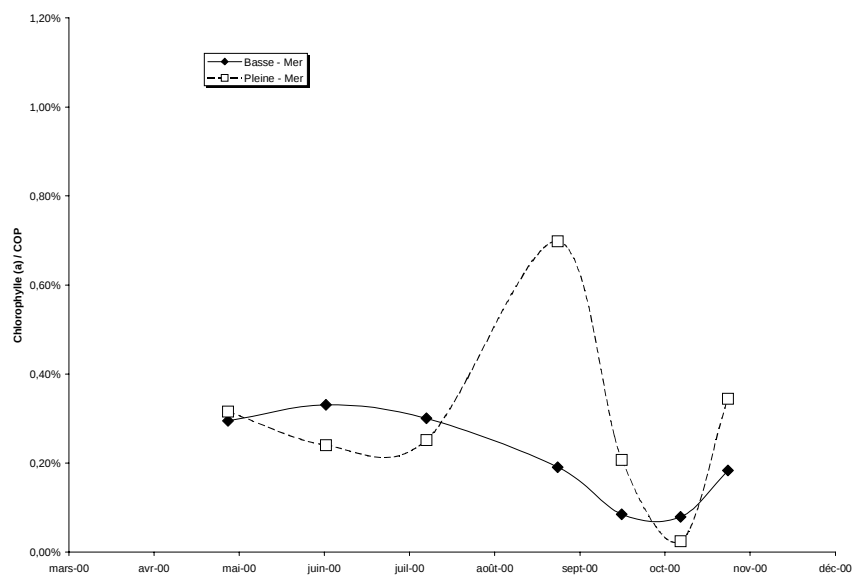


Figure 5-20 : variations saisonnières du rapport entre la chlorophylle (a) et le COP à la station K.

5.2.1.3. Taux de chlorophylle active

Le taux de chlorophylle active est le rapport de la concentration et de la somme des pigments chlorophylliens. Il représente la portion active de la chlorophylle.

A la station E (figure 5-21), le taux de chlorophylle varie entre 0,13 (campagne d'octobre à basse mer) et 0,83 (campagne d'avril à basse mer). A basse mer, les valeurs restent inférieures à 0,40 de la campagne de mai à celle d'octobre ; à pleine mer, les valeurs varient entre 0,67 et 0,21.

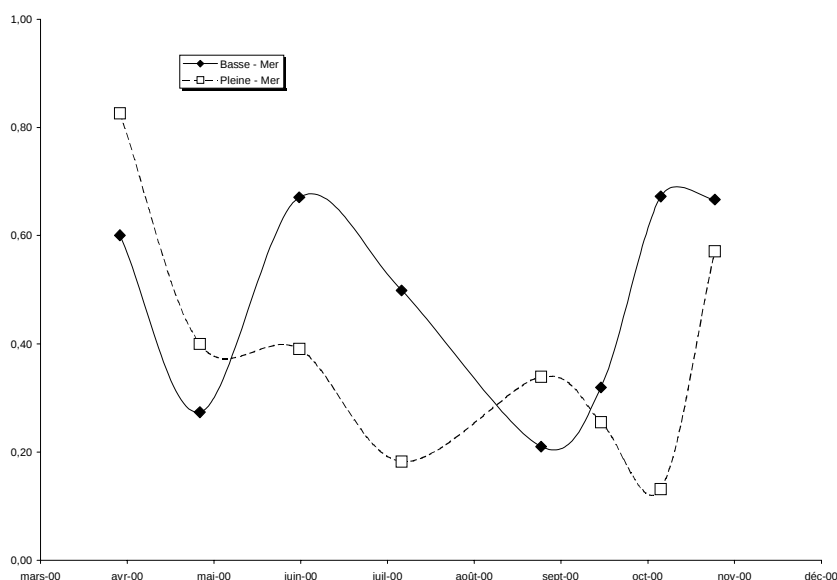


Figure 5-21 : variations saisonnières du taux de chlorophylle active à la station E.

A la station F (figure 5-22), les écarts entre pleine et basse mer sont faibles d'avril à septembre (figure page suivante) ; les minima sont enregistrés lors de la seconde campagne du mois de septembre (0,20 à pleine mer et 0,23 à basse mer) et les maxima au cours des campagnes des mois d'avril et de mai (0,71 à pleine mer et 0,70 à basse mer). L'écart, enregistré lors de la campagne d'octobre, est associé à des teneurs en chlorophylle (a) faibles.

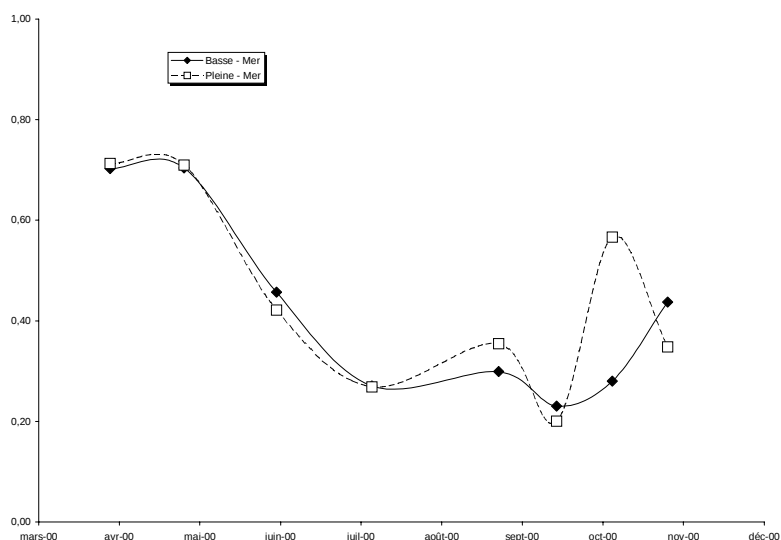


Figure 5-22 : variations saisonnières du taux de chlorophylle active à la station F.

A la station K (figure 5-23), les variations saisonnières sont proches pour les deux temps de marée étudiés. Les maxima sont enregistrés au cours de la seconde campagne du mois de septembre (0,73 à pleine mer et 0,69 à basse mer) ; les minima lors de la première campagne de septembre à basse mer (0,29) et lors de la campagne du mois d'octobre pour la pleine mer (0,16).

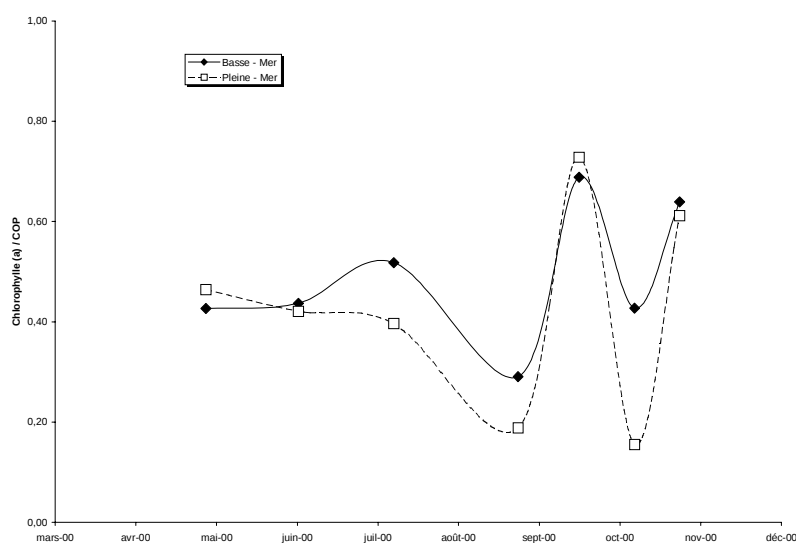


Figure 5-23 : variations saisonnières du taux de chlorophylle active à la station K.

Pour ce paramètre, il semble que la dispersion des valeurs entre basse et pleine mer soit plus importante à la station E qu'aux stations K et F.

5.2.2. Evolution des moyennes annuelles

5.2.2.1. Concentrations en chlorophylle (a)

En terme de concentration, les moyennes annuelles enregistrées en 2000 sont inférieures à celle de 1992 – 2000 (12,52 $\mu\text{g/L}$) toutes stations confondues (figure 5-24).

A la station E la valeur est en augmentation par rapport à celles des trois années précédentes ; elle se situe au-dessus de la moyenne de 1992–2000 (9,96 $\mu\text{g/L}$) pour cette station. Il convient de noter la stabilité des valeurs depuis 1995.

Depuis 1996, à la station F, les moyennes annuelles des concentrations en chlorophylle (a) sont en diminution. Pour 2000, la valeur se situe au-dessous de la moyenne de 1992–2000 (11,85 $\mu\text{g/L}$) de cette station.

A la station K, la valeur est proche de celles enregistrées au cours des trois dernières années. La valeur de 2000 est inférieure à la moyenne de 1992-2000 (15,75 $\mu\text{g/L}$) qui est très élevée en raison des valeurs enregistrées au cours des années 1994 à 1997.

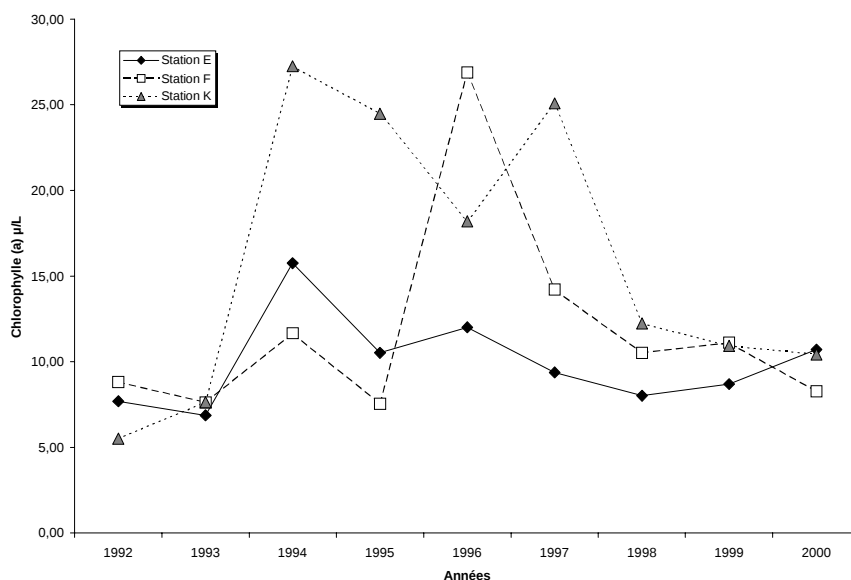


Figure 5-24 : évolution des moyennes annuelles des concentrations en chlorophylle (a) $\mu\text{g/L}$.

5.2.2.2. Normalisation par rapport au COP

La normalisation de la chlorophylle par rapport au COP (chlorophylle / COP, exprimé en pourcentage ; figure 5-25) présente une évolution différente de celle des concentrations. La moyenne de 1992-2000, toutes stations confondues, est de 0,35%. Pour 1992-2000, la station E présente la plus faible moyenne pluriannuelle avec 0,30% ; la valeur la plus élevée (0,42%) est enregistrée à la station K ; elle est de 0,34% à la station F.

A la station E, les moyennes du rapport chlorophylle (a) / COP varient aussi peu que les concentrations en chlorophylle (a). La valeur enregistrée en 2000 (0,26%) est inférieure à celle de 1992-2000.

D'une manière générale, les moyennes enregistrées à la station F sont supérieures à celles des deux autres stations. Les variations sont marquées ; les valeurs élevées (1995 et 1999) semblent correspondre à l'intrusion marquée des eaux halines en fin de période d'été. La valeur enregistrée en 2000 (0,35%) est proche de la moyenne de 1992-2000 pour cette station.

A la station K, en dehors d'une valeur élevée en 1994, les moyennes annuelles sont relativement faibles ; en dehors de ce pic, elles varient peu d'une année à l'autre. La valeur enregistrée en 2000 (0,25) est inférieure à la moyenne de 1992-2000 pour cette station.

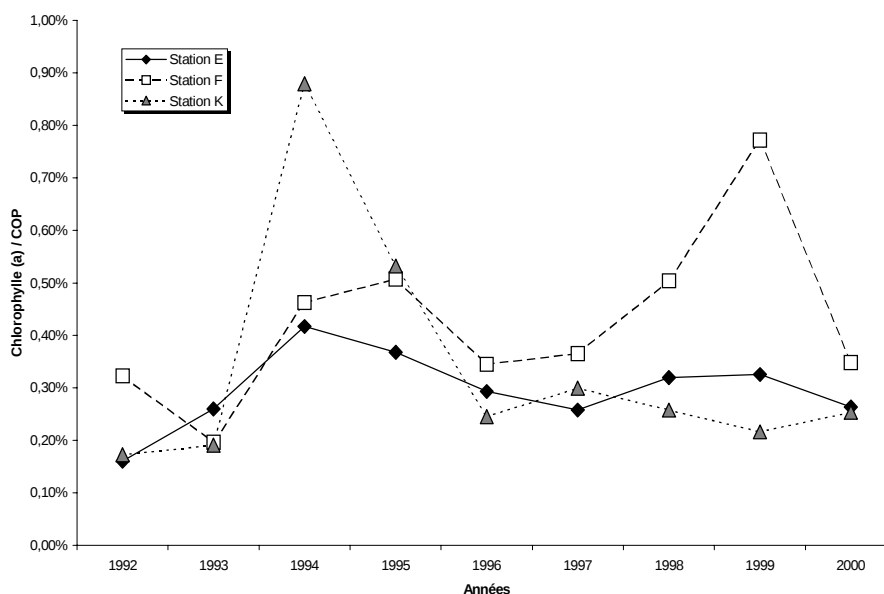


Figure 5-25 : évolution des moyennes annuelles du rapport chlorophylle (a) / COP.

5.2.2.3. Taux de chlorophylle active

Après la chute enregistrée en 1999, les valeurs des moyennes des taux de chlorophylle active remontent à un niveau proche de ceux des années précédentes. La moyenne pluriannuelle 1992-2000, toutes stations confondues, est de 0,45. Les valeurs des moyennes annuelles pour chaque station (figure 5-26) sont proches de cette valeur (0,44 pour les stations E et K, et 0,48 à la station F).

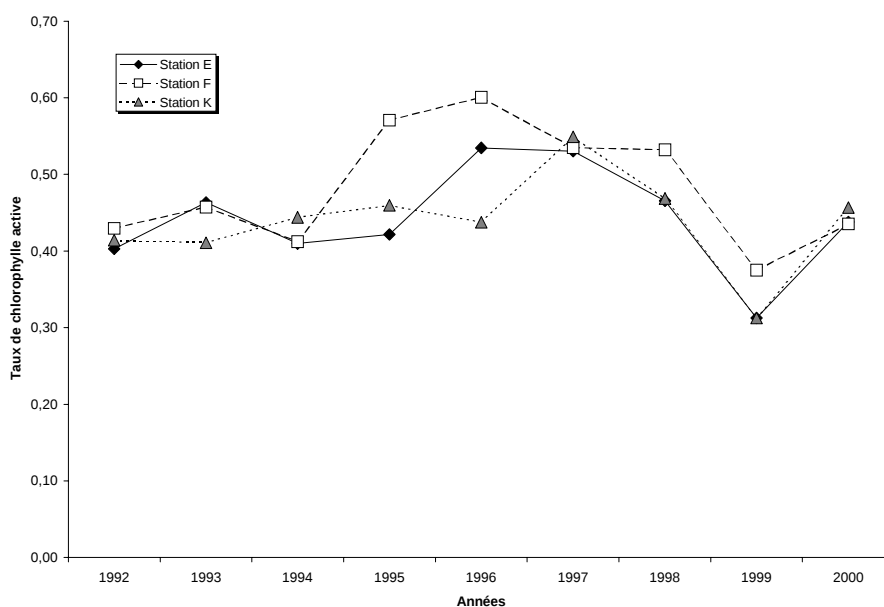


Figure 5-26 : évolution des moyennes annuelles du taux de chlorophylle active.

5.3. Sels nutritifs

Le dosage des sels nutritifs ne concerne que la station E à basse et pleine mer. Les sels recherchés sont l'ammonium, la somme nitrates et nitrites (NO_{2+3}) et les orthophosphates.

5.3.1. Variations saisonnières

Les variations saisonnières des teneurs en azote oxydé sont conditionnées en partie par les apports fluviaux. Ainsi, les concentrations maximales sont enregistrées à l'issue des crues qui se sont prolongées jusqu'à la campagne du mois de juillet. Le minimum est enregistré à pleine mer lors de la première campagne du mois de septembre. Comme les années précédentes, d'une manière générale, les teneurs à basse mer sont plus élevées que celles de pleine mer (figure 5-27).

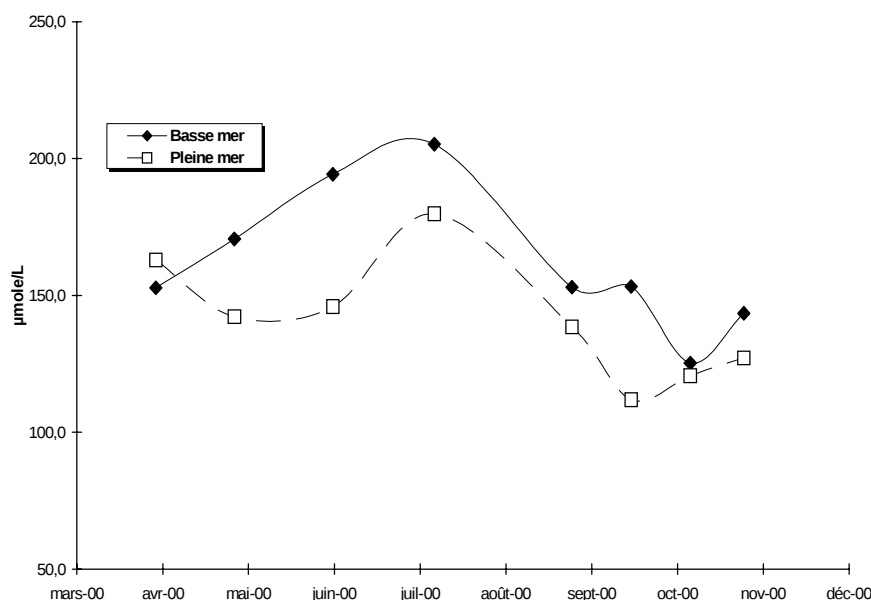


Figure 5-27 : variations saisonnières des concentrations en NO_{2+3} à la station E.

Contrairement aux années précédentes, les teneurs en orthophosphates (figure 5-28) n'ont pas augmenté au cours de la période estivale. Les débits importants et les températures faibles sont probablement à l'origine de ce phénomène. Les valeurs de pleine et de basse mer sont très proches. Le maximum ($7,5 \mu\text{mol/L}$) est enregistré à basse mer au lors de la campagne du mois de novembre, le minimum lors de la campagne d'avril.

En conséquence, le rapport molaire N/P (figure 5-29), à basse mer est maximum (103) est enregistré lors de la campagne du mois de mars ; par la suite les valeurs diminuent, un deuxième pic (92) apparaît lors de la première campagne du mois de septembre. A pleine mer, les valeurs diminuent d'avril à juillet, puis se stabilisent autour de 50 avant de chuter de nouveau. Le minimum (19) est enregistré lors de la campagne de novembre.

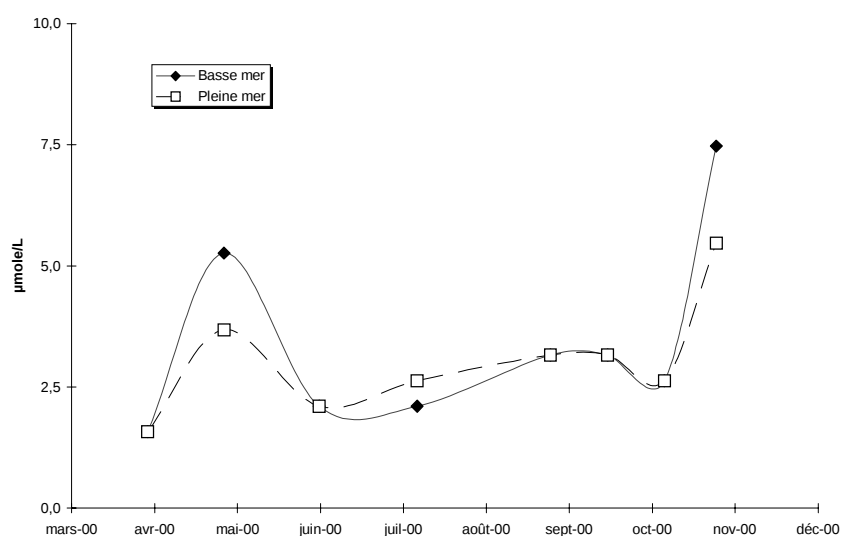


Figure 5-28 : variations saisonnières des concentrations en PO_4 à la station E.

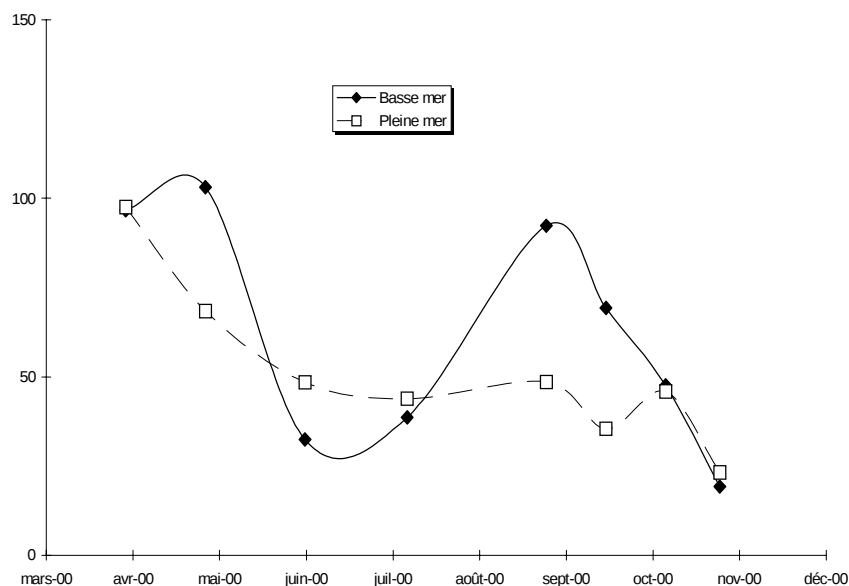


Figure 5-29 : variations saisonnières du rapport N/P à la station E.

5.3.2. Evolution des moyennes annuelles

La moyenne annuelle des concentrations en NO_{2+3} (figure 5-30) est en nette augmentation par rapport à celle de l'année dernière. La valeur de 2000 (151,7 µmol/L) est supérieure à la moyenne pluriannuelle 1992-2000

(138,9 $\mu\text{mol/L}$). La valeur enregistrée en 2000 confirme la tendance mise en évidence l'année dernière entre les moyennes annuelles en NO_{2+3} et celles des débits moyens (Q_{10}) de la décade qui précède chaque campagne (figure 5-31).

Les moyennes annuelles en orthophosphates sont également en augmentation par rapport à celles des années précédentes ; la valeur (3,2 $\mu\text{mol/L}$), sans atteindre la moyenne de 1992 ou 1993, est supérieure à la moyenne pluriannuelle 1992-2000 (2,8 $\mu\text{mol/L}$).

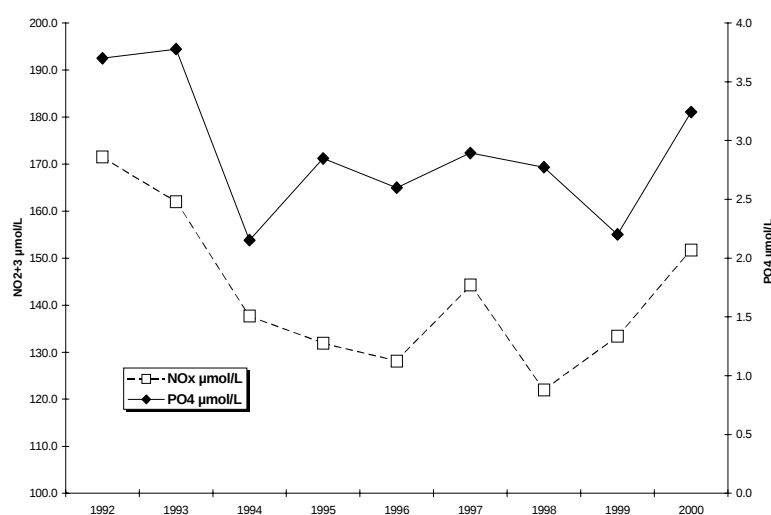


Figure 5-30 : évolution des moyennes annuelles des concentrations en NO_{2+3} et en PO_4 à la station E.

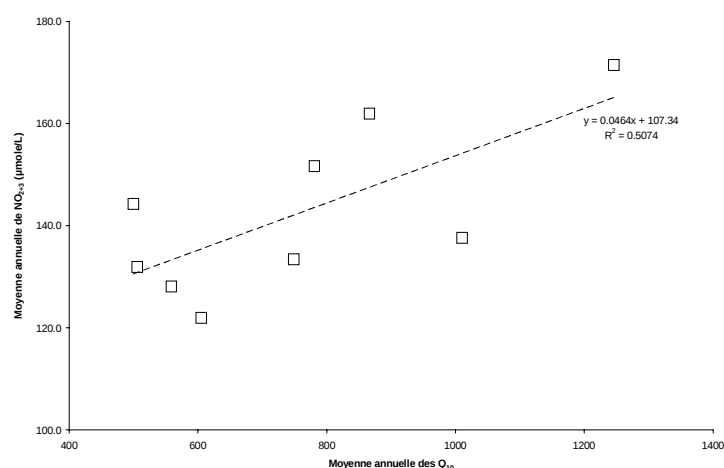


Figure 5-31 : relation entre les moyennes annuelles des Q_{10} et celles des concentrations en NO_{2+3} à la station E.

6. Bactériologie : *Vibrio* halophiles

A titre expérimental en 2000, le dénombrement des *Vibrio* halophiles a été réalisé selon la méthode dite du NPP (nombre le plus probable), utilisé en microbiologie sanitaire, et qui met en jeux trois tubes pour chaque dilution de dénombrement. Afin de rester cohérent au regard des études réalisées les années précédentes, nous présentons ici le résultat de l'exploitation des données obtenues à partir du dénombrement tel qu'il était fait les années précédentes. Une présentation des résultats du test de dénombrement selon la méthode du NPP sera réalisée ultérieurement.

6.1. Evolution spatio-temporelle

Le dénombrement et la spéciation des *Vibrio* halophiles sur l'estuaire, dans le cadre de la surveillance écologique du site du Blayais, a pour objet de contrôler l'évolution de ces micro-organismes typiques des eaux halines et sensibles aux variations de température.

6.1.1. Variations saisonnières

Compte tenu des débits importants enregistrés jusqu'au début du mois de juillet, les *Vibrio* halophiles n'ont été retrouvés qu'assez tardivement en comparaison des années précédentes.

A la station E (figure 6-1) les dénombrements positifs sont enregistrés lors de la campagne du mois de juillet. Les *Vibrio* persistent jusqu'à la campagne de novembre. En fin de période, ils sont plus abondants à pleine qu'à basse mer.

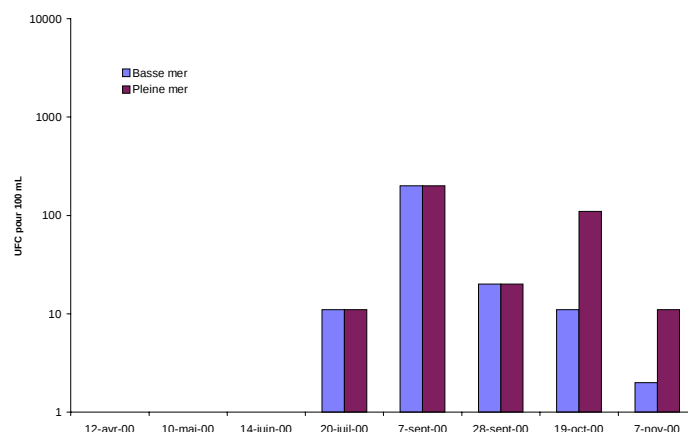


Figure 6-1 : variations saisonnières des teneurs en *Vibrio halophiles* (station E).

A la station F (figure 6-2), les premières recherches positives sont enregistrées au mois de juin à pleine mer. Le maximum se situe lors de la seconde campagne du mois de septembre à pleine mer. Cependant, les *Vibrio* sont assez abondants à basse mer lors des campagnes du 5 septembre et du 18 octobre. Contrairement aux autres années, pour cette station, les *Vibrio* ont été absents lors de la campagne de novembre.

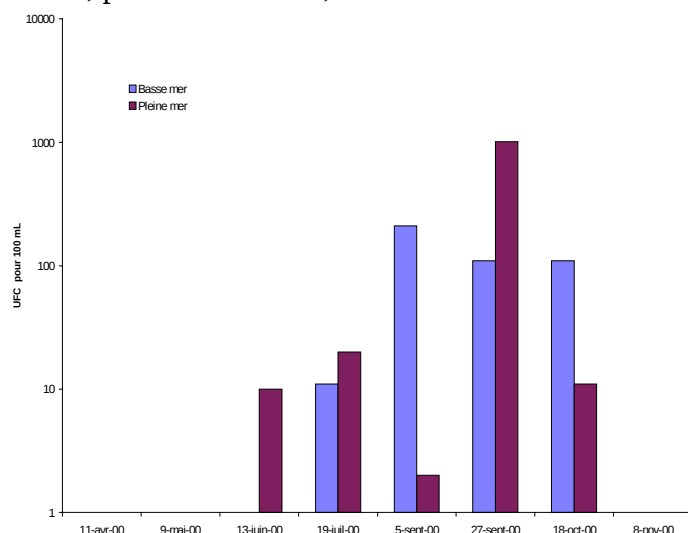


Figure 6-2 : variations saisonnières des teneurs en *Vibrio halophiles* (station F).

A la station K (figure 6-3), les *Vibrio* ne sont apparus que lors de la campagne du mois de juillet à pleine mer. L'abondance reste faible à basse mer (environ 10 UFC¹³ pour 100 ml).

¹³ UFC = Unité Formant Colonie

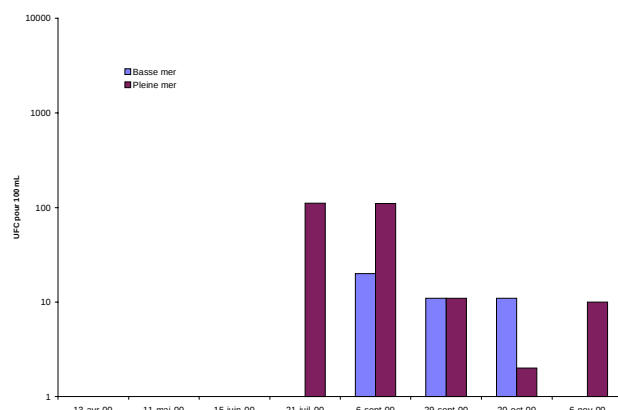


Figure 6-3 : variations saisonnières des teneurs en *Vibrio halophiles* (station K).

6.1.2. Evolution avec la salinité et la température

L'étude de l'évolution de la population des *Vibrio* halophiles avec la salinité et la température est réalisée en calculant la somme des dénombrements de germes, toutes espèces et toutes stations confondues, pour une classe de salinité et de température. En dessous de 12°C (figure 6-4), il est rare de retrouver des *Vibrio* halophiles dans les eaux de l'estuaire. Bien que l'abondance semble augmenter avec la salinité, les *Vibrio* halophiles apparaissent plus sensibles à la température.

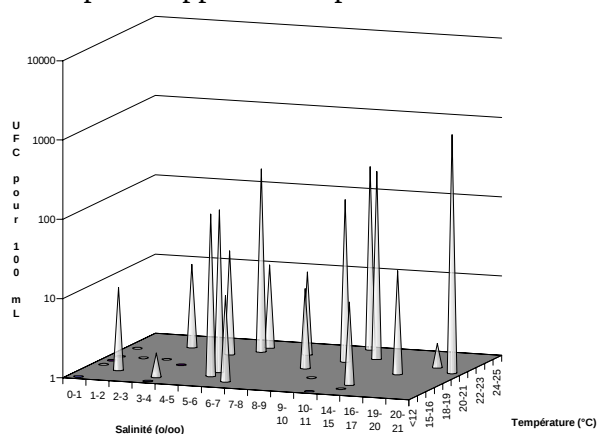


Figure 6-4 : évolution des dénombrements des *Vibrio halophiles* avec la salinité et la température, toutes stations confondues.

6.1.3. Evolution des moyennes annuelles

Pour appréhender l'évolution et les tendances annuelles, nous avons considéré le rapport entre le nombre de recherches positives et le nombre de recherches réalisées pour chaque station (figure 6-5).

A la station E le nombre de dénombrements positif a légèrement diminué par rapport aux années précédentes. En revanche, pour les deux autres stations ils sont en augmentation.

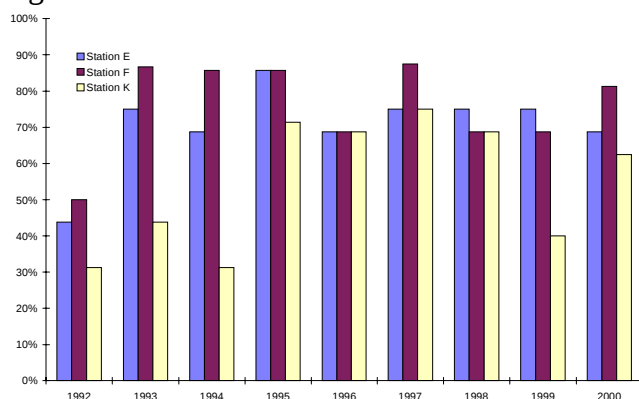


Figure 6-5 : évolution des pourcentages de dénombrements positifs de *Vibrio halophiles*.

6.2. Identification des souches

Les différentes souches de *Vibrio halophiles* ont été identifiées. Les résultats obtenus ne montrent pas de différences importantes par rapport aux années précédentes : les eaux de l'estuaire contiennent principalement des *Vibrio parahaemolyticus* et *Vibrio alginolyticus*.

La répartition des souches, représentée par le rapport des souches identifiées comme *Vibrio* sur le nombre de souches à identifier, montre que :

- 62,6% des souches sont des *Vibrio parahaemolyticus* ;
- 15,9% des souches sont des *Vibrio alginolyticus* ;
- 7,2% des souches sont des *Vibrio vulnificus* ;
- 7,4% des souches pourraient être des *Vibrio parahaemolyticus* ;
- 5,2% des souches pourraient être des *Vibrio alginolyticus* ;
- 1,2% des souches sont restées « non-identifiées » ;
- 0,4% des souches sont des *Vibrio fluvialis*.

Certaines souches ont été identifiées comme étant des *Vibrio cholerae* (0,1%) à aux stations E et K (en cours de vérification).

Vibrio parahaemolyticus est pratiquement systématiquement retrouvé à chaque recherche positive.

Vibrio vulnificus est présent à la station K et à la station F en quantité plus importantes que les années précédentes.

7. Le zooplancton

7.1. Evolution temporelle des principaux contingents au point E

Copépodes et mysidacés (Crustacés) constituent l'essentiel du zooplancton dans cette zone moyenne de l'estuaire. Les espèces dominantes sont les copépodes *Eurytemora affinis*, *Acartia bifilosa* et *Acartia tonsa* ainsi que les Mysidacés *Neomysis integer* et *Mesopodopsis slabberi*. Une autre espèce autochtone, le Coelentéré (Méduse) *Nemopsis bachei*, est observée sporadiquement en été; trop peu représentée, elle n'est pas prise en considération dans cette étude. Enfin, quelques espèces dulçaquicoles peuvent être récoltées en très petit nombre lors des crues.

7.1.1. Variations des densités du Copépode *Eurytemora affinis* :

Les résultats portent sur les observations effectuées au point E (Fig. 7-1) entre mars et novembre 2000.

Les copépodes sont largement dominés par l'espèce *Eurytemora affinis* qui constitue généralement plus de 80 % du zooplancton, sauf quand les conditions d'étiage sont très accentuées comme ce fut le cas en 1990, 1991 et 1997.

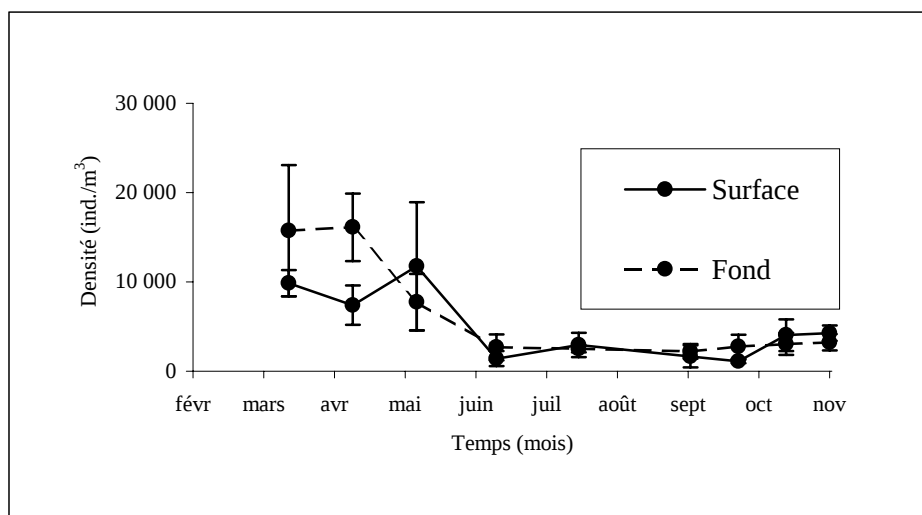


Figure 7-1 : Evolution mensuelle de la densité du copépode *Eurytemora affinis* en surface et au fond au point E (pk 52) en 2000. Moyennes ($\pm$ erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée.

Eurytemora affinis présente généralement des densités élevées du printemps au début de l'été (avril à juillet).

Les densités sont en général également réparties entre la surface et le fond. Les différences de densité entre la surface et le fond ne sont pas statistiquement significatives (Test de Mann-Whitney, $n = 32$; $p=0,157$)

D'une manière générale, la densité moyenne d'*E. affinis* en 2000 (5693 ± 1662 ind./m³) est proche de la moyenne générale calculée sur 22 ans (5809 ± 471 ind./m³).

En 2000, le maximum de densité se situe le 15 mars (moyenne surface-fond), ce qui correspond à une date qui n'entre pas dans le protocole d'échantillonnage du programme de surveillance. Ce maximum correspond à des températures comprises entre 10,5 et 12,2°C et à des salinités comprises entre $0,3 \cdot 10^{-3}$ et $1,7 \cdot 10^{-3}$. La valeur de salinité est proche de l'optimum établi pour *Eurytemora* à partir des données acquises depuis 1978 ($<0,9 \cdot 10^{-3}$) alors que la température est inférieure à son *preferendum* (15°C). La valeur du maximum de densité en 2000 ($13\,229$ ind./m³) est inférieure à la moyenne générale des maxima établie sur les vingt précédentes années de prélèvements ($19\,725 \pm 1844$ ind./m³).

Après le maximum annuel, les densités diminuent légèrement en avril. Le minimum est atteint le 28 septembre (1919 ± 682 ind./m³).

7.1.2. Variations des densités des copépodes Acartidés

Cette famille de Copépodes constitue le deuxième groupe dominant du zooplancton de l'estuaire de la Gironde et comprend deux espèces : *Acartia bifilosa* et *Acartia tonsa*.

Acartia bifilosa est une espèce caractéristique des eaux de salinité comprise entre 2,0 et 25,0 10^{-3} . En Gironde elle est généralement localisée dans la zone polyhaline (18,0-30,0 10^{-3}) et colonise parfois la zone mésohaline (5,0-18,0 10^{-3}) de l'estuaire en aval du point E en été. Sa présence et ses variations de densité au point E reflètent en grande partie l'extension de l'intrusion saline dans l'estuaire. Elle présente le plus souvent un maximum en été. Cependant, des variations d'une année à l'autre consécutives aux variations hydrologiques peuvent être observées.

Quelle que soit la saison, les densités ne sont pas significativement différentes entre la surface et le fond. En 2000, le maximum de densité (moyenne surface et fond) est observé en juillet (Fig. 7-2). Il correspond au mois au cours duquel les conditions hydrologiques ont été les plus favorables à l'espèce (température moyenne de septembre : 22,5 °C ; salinité moyenne de septembre : 4,3 10^{-3}). La valeur du maximum en 2000 (227 ± 30 ind./m³) est très inférieure la moyenne enregistrée entre 1978 et 1999 (1086 ± 201 ind./m³). L'espèce est absente au point E jusqu'en mai compte tenu des valeurs de salinités inférieures à son optimum.

Acartia tonsa, est une espèce thermo-halophile pouvant vivre à des salinités comprises entre 8-10 10^{-3} mais qui préfère un régime de salinité de type polyhalin (>18 10^{-3}). Les densités semblent également réparties entre la surface et le fond. Les différences observées ne sont jamais statistiquement significatives. La densité annuelle moyenne observée au point E (918 ± 818 ind./m³) est une des plus fortes enregistrées depuis 1984. En 2000, elle présente un maximum de densité en septembre (Fig. 7-2) conforme aux observations habituelles (septembre à début octobre selon les années).

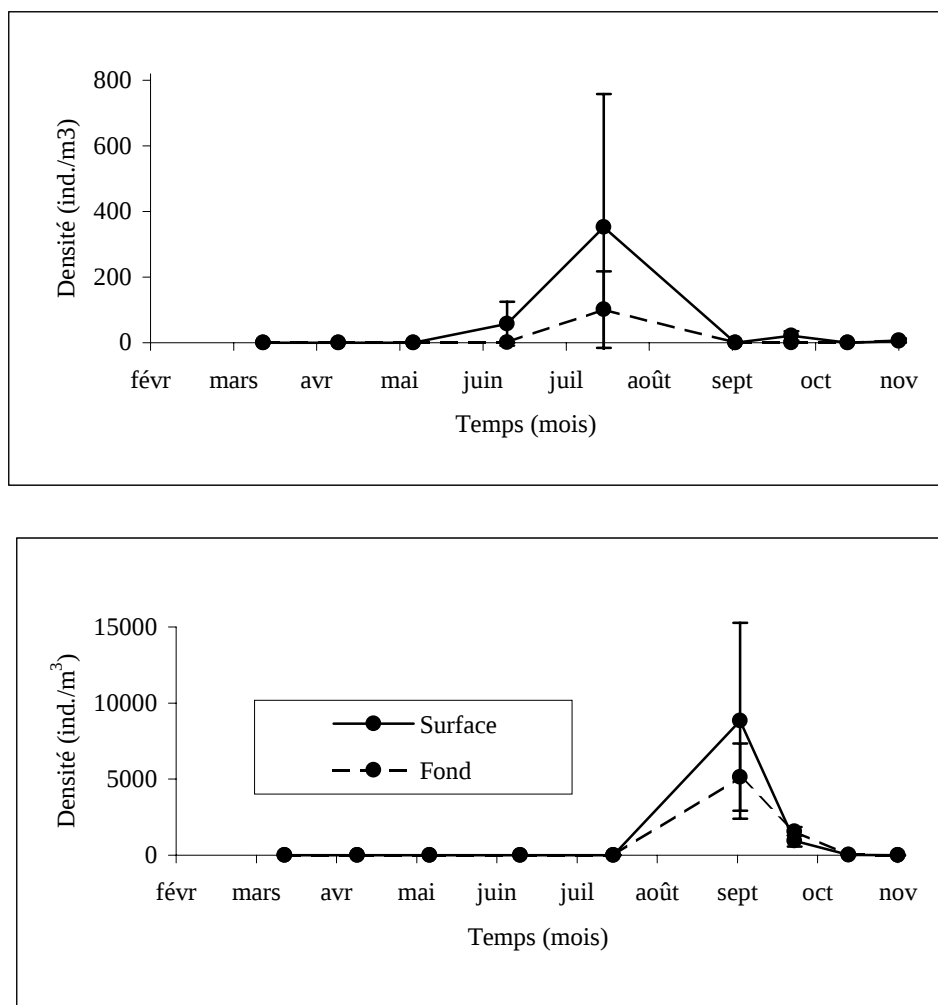


Figure 7-2 : Evolution mensuelle de la densité des copépodes *Acartia bifilosa* (en haut) et *Acartia tonsa* (en bas) en surface et au fond au point E (pk 52) en 2000. Moyennes ($\pm$ erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée.

Le maximum observé en 2000 (6986 ± 3010 ind./m³) est très supérieur à la moyenne des maxima enregistrés depuis 1984 (3434 ± 2066 ind./m³). Le décalage temporel des pics de densité de ces deux espèces d'Acartidés observé au point E en 1997 s'observe cette année.

7.1.3. Variations des densités des Mysidacés

Deux espèces autochtones sont représentées dans l'estuaire de la Gironde : *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 distribuées majoritairement entre les isohalines $0,5 \cdot 10^{-3}$ et $22,0 \cdot 10^{-3}$.

Les deux Mysidacés *N. integer* et *M. slabberi* sont habituellement récoltés d'avril à octobre au point E. Généralement, *N. integer* est l'espèce la plus abondante à la fin du printemps tandis que *M. slabberi* est mieux représenté à la fin de l'été.

En 2000, le maximum de densité de *N. integer* s'observe en avril (Fig. 7-3). La valeur du pic ($82 \pm 43 \text{ ind./m}^3$) est inférieure à la moyenne des pics enregistrés depuis 1978 ($142 \pm 7 \text{ ind./m}^3$). La densité moyenne de *N. integer* en 2000 ($31 \pm 13 \text{ ind./m}^3$) est équivalente à la moyenne générale des densités observées depuis 1984 ($38 \pm 4 \text{ ind./m}^3$).

Mesopodopsis slabberi présente des densités plus importantes que celles de l'espèce précédente (Fig. 7-3). En 2000 sa densité moyenne ($144 \pm 76 \text{ ind./m}^3$) est légèrement inférieure à la moyenne générale des observations effectuées entre 1984 et 1999 ($177 \pm 47 \text{ ind./m}^3$). En 2000 *M. slabberi* a été récolté au point E à partir d'avril et les densités ont augmenté en été. Le maximum d'effectif, qui s'observe cette année le 7 septembre lorsque les températures sont supérieures à 20°C , est conforme aux observations enregistrées depuis 1978. Le maximum de densité ($639 \pm 224 \text{ ind./m}^3$) est supérieur aux valeurs enregistrées depuis 1978 ($508 \pm 38 \text{ ind./m}^3$).

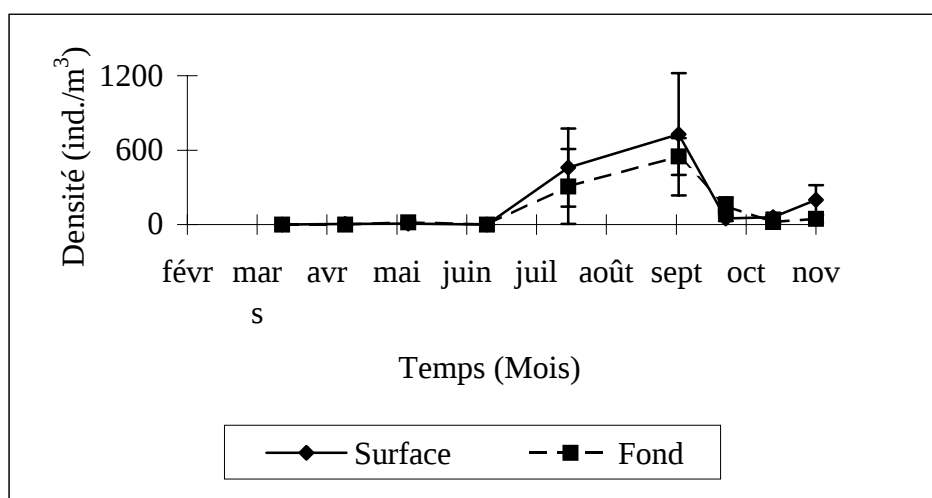
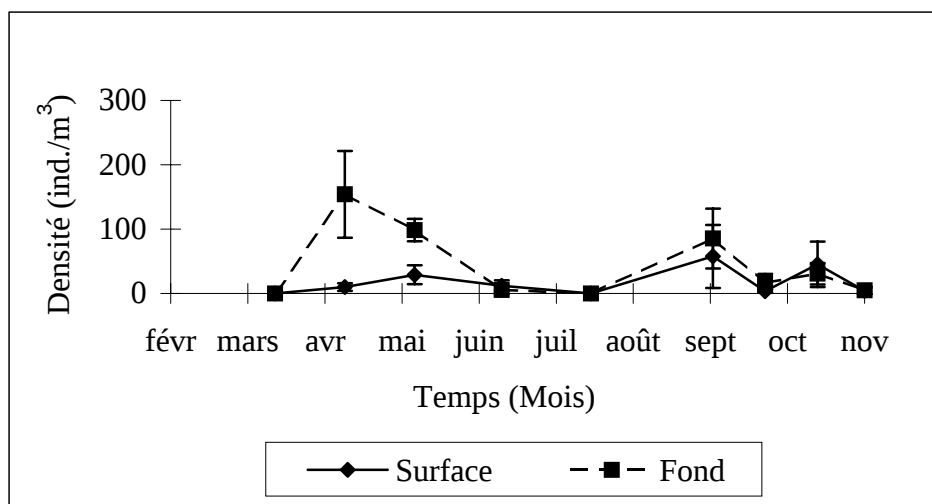


Figure 7-3 : Evolution mensuelle de la densité des Mysidacés *Neomysis integer* (en haut) et *Mesopodopsis slabberi* (en bas) au point E (pk 52), en surface et au fond au cours de l'année 1999. Chaque point du graphique représente la valeur moyenne ($\pm$ erreur standard) calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée.

7.2. Structure démographique d'*Eurytemora affinis* au point E

7.2.1. Fécondité

L'évolution dans le temps de la fécondité (définie par le nombre moyen d'œufs par sac ovigère) dépend chez cette espèce de deux facteurs principaux :

- la température de l'eau. Il existe en effet une relation inverse entre le nombre d'œufs par sac ovigère et la température de l'eau (POLI & CASTEL, 1983).
- la quantité de matières en suspension. Une relation du même type existe entre la fécondité et la quantité de matières en suspension (CASTEL & FEURTET, 1985). D'importantes turbidités peuvent en effet s'avérer préjudiciables au développement du phytoplancton et de faibles concentrations en phytoplancton sont susceptibles d'affecter la fécondité, même si l'espèce peut se nourrir à partir d'autres sources de carbone organique (IRIGOIEN *et al.*, 1996).

En 2000, la fécondité moyenne ($3,1 \pm 0,1$ œufs/sac) est une des plus faibles qui aient été observées au point E depuis 1978. Elle confirme la tendance à la régression observée depuis 1978 (Fig.7-4) et semble liée à l'évolution des températures (CASTEL, 1995).

Les variations mensuelles de fécondité en 2000 (Fig. 7- 5) sont faibles.

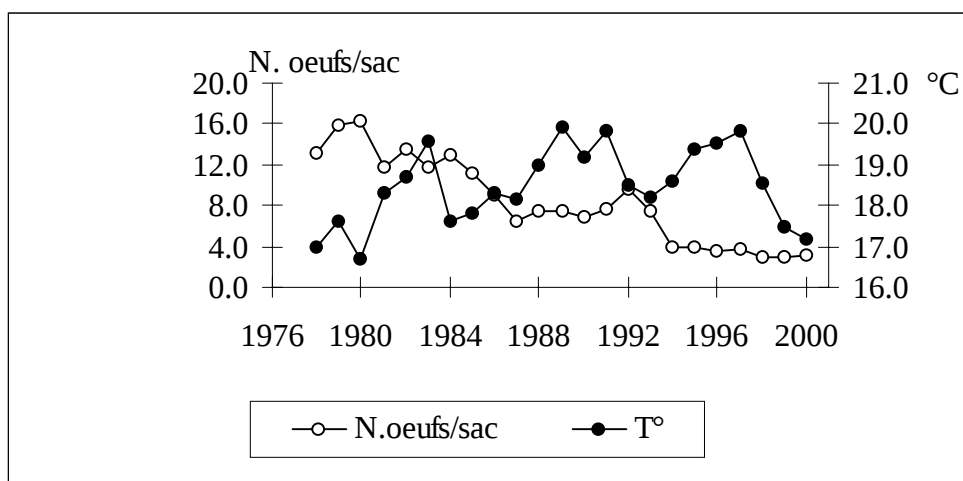


Figure 7-4 : Evolution de la fécondité d' *Eurytemora affinis* (nombre moyen d'œufs par sac ovigère/an) au point E et de la température de l'eau entre 1978 et 2000 (moyenne des valeurs mensuelles entre avril et novembre).

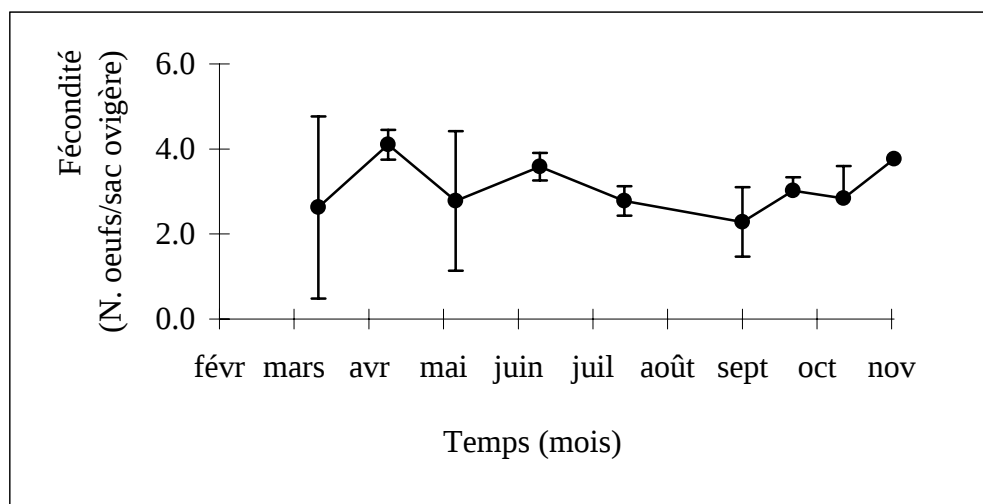


Figure 7-5 : Evolution du nombre moyen d'œufs par sac ovigère chez *Eurytemora affinis* au point E au cours de l'année 2000 ($\pm$ erreur standard).

7.2.2. Structure des populations

Les principaux paramètres de structure des populations du copépode *Eurytemora affinis* sont : le pourcentage de mâles par rapport à l'ensemble des adultes, le pourcentage de femelles ovigères par rapport à l'ensemble des femelles, le pourcentage de copépodites par rapport à la population totale. L'évolution dans le temps de ces paramètres démographiques intègre des successions de cohortes dont la durée de vie est variable et qui peuvent se chevaucher, ce qui rend délicate toute interprétation détaillée compte tenu du pas de temps d'échantillonnage.

Le sex-ratio (calculé pour les adultes) est en général presque toujours légèrement en faveur des mâles. Ceci ne se vérifie pas en 2000 avec 35,4 % de mâles en moyenne. Ce sex-ratio déséquilibré en faveur des femelles a déjà été observé en 1983, 1990, 1991, 1994, 1995, 1996. Si les 5 premiers millésimes étaient caractérisés par de fortes températures et des conditions hydrologiques particulières (faibles débits moyens), ce n'est pas le cas des années 1998 et 1999.

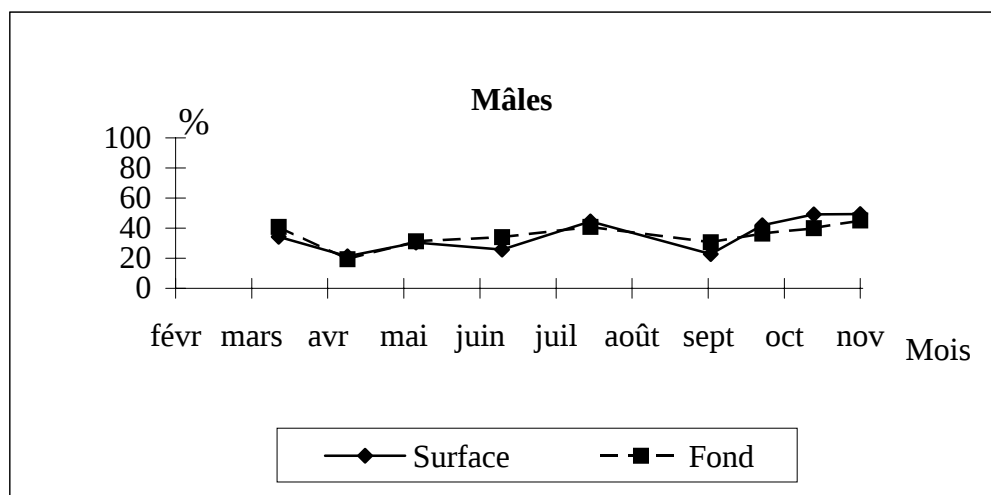


Figure 7-6 : Evolution mensuelle du pourcentage de mâles dans la population adulte du copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface et au fond au cours de l'année 2000. Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée.

Les variations saisonnières du pourcentage de mâles sont faibles (Fig. 7-6) et non significatives. L'évolution du sex-ratio (moyennes annuelles) -qui de 1978 à 1995 semblait inversement liée à l'évolution des températures- ne suit plus depuis 1996 cette tendance.

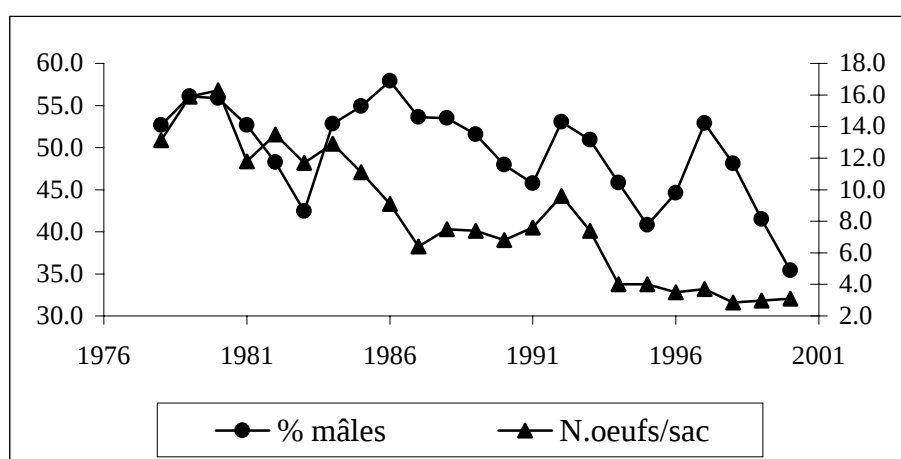


Figure 7-7 : Evolution du pourcentage de mâles sur le total des adultes et de la fécondité (nombre moyen d'œufs par sac ovigère/an) du copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52) entre 1978 et 2000. Chaque point représente la moyenne des valeurs mensuelles entre avril et novembre.

Par contre, l'évolution du sex-ratio est conforme à celle de la fécondité observée ce qui conforterait l'hypothèse qu'un excès de mâle favorise la fertilité des femelles (GREEN et al. 1993 in SAUTOUR & CASTEL, 1995) (Fig. 7-7).

En général, le pourcentage de mâles est toujours un peu plus élevé en surface qu'au fond (sauf en 1980, 1986, 1991-1994). Ce n'est pas le cas en 2000 (comme en 1999) pour les valeurs moyennes annuelles.

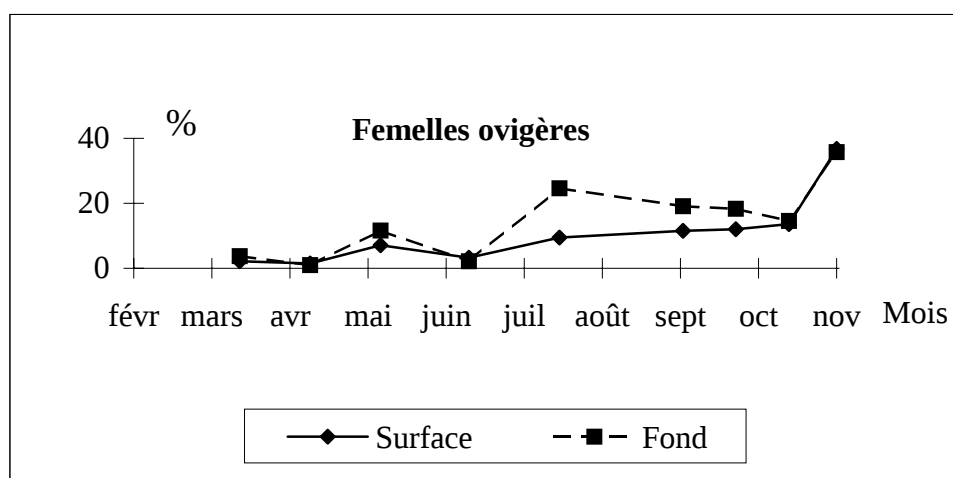


Figure 7.8 : Evolution mensuelle du pourcentage de femelles ovigères chez le copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface et au fond au cours de l'année 2000. Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée.

Le pourcentage moyen annuel de femelles ovigères (dont la densité est plus élevée que les non ovigères) est plus élevé au fond qu'en surface (9,4 % et 6,8 % respectivement), ce qui est conforme aux observations antérieures. Ces moyennes annuelles sont inférieures aux moyennes calculées à partir des valeurs des précédentes années de surveillance (26,9 % en surface et 32,9 % au fond).

Les variations au cours de l'année sont assez marquées (Fig. 7-8). On notera que les valeurs les plus faibles sont observées au printemps alors que cette période correspond au maximum d'effectifs. L'accroissement du % de femelles ovigères automnal se reproduit d'une année à l'autre. Ce phénomène automnal périodique pourrait correspondre à une plus forte accession des femelles à la reproduction.

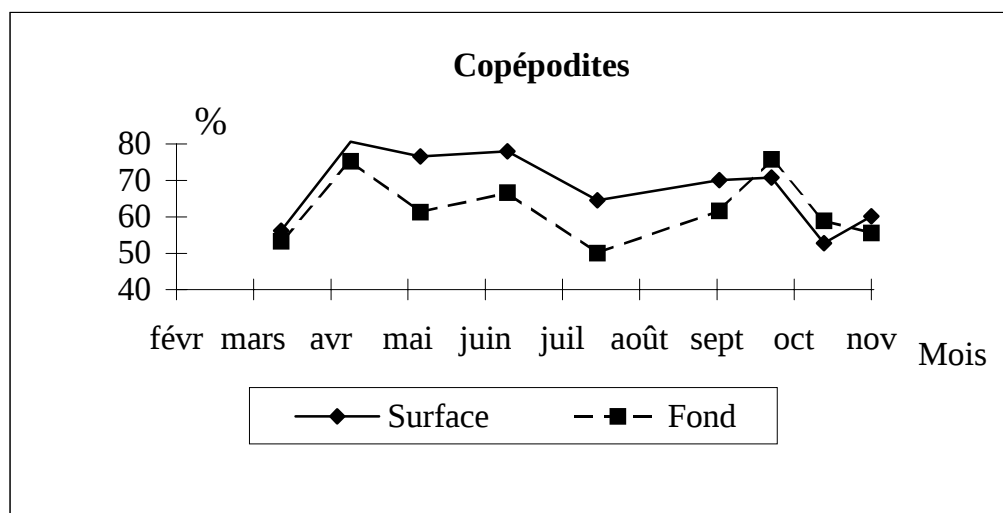


Figure 7-9 : Evolution mensuelle du pourcentage de copépodites dans la population totale du Copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface et au fond au cours de l'année 2000. Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée.

La proportion moyenne de copépodites (= stades juvéniles) en 2000 est plus importante en surface qu'au fond (68,5 en surface et 62,1 % au fond), ce qui est généralement le cas depuis 1978 (sauf en 1993 et 1995). Ces proportions sont proches de la moyenne des années précédentes (66,7 % en surface et 60,5 % pour le fond).

Les plus forts pourcentages sont notés en avril, juin et septembre (Fig. 7-9). Le fort pourcentage d'avril fait suite aux fortes densités de mars.

7.2.3. Mortalité

Les résultats sont présentés en pourcentages de mortalité, tous stades confondus.

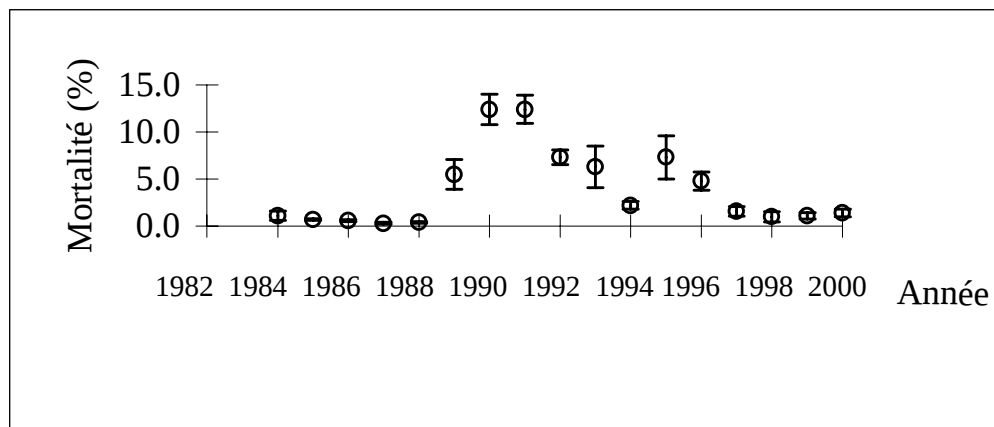


Figure 7-10 : Evolution du pourcentage de mortalité du Copépode *Eurytemora affinis* au point E, entre 1984 et 2000. Chaque point sur le graphique représente la valeur moyenne annuelle ($\pm$ erreur standard) calculée sur l'ensemble des prélèvements.

La mortalité annuelle moyenne en 2000 (1,4 %) concorde avec la diminution de la mortalité observée depuis 1995. La tendance observée au cours des 4 dernières années (Fig. 7-10) se rapproche de celle des années 1984 à 1988.

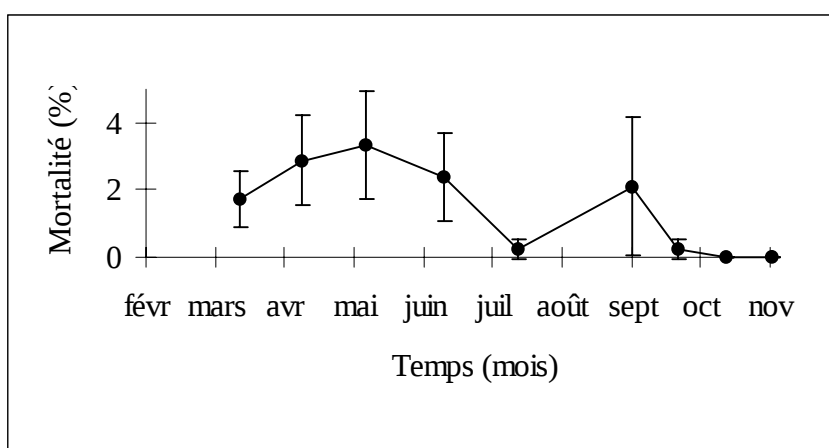


Figure 7-11 : Evolution mensuelle du pourcentage de mortalité du copépode *Eurytemora affinis* au point E, au cours de l'année 2000. Chaque point du graphique représente la valeur moyenne ($\pm$ erreur standard) calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée (2 en surface et 2 au fond).

Les fluctuations temporelles observées au cours du cycle annuel (Fig. 7-11) ne sont pas significatives compte tenu de la forte variabilité observée certains mois (le déterminisme de ces variations est inconnu).

7.3. Comparaison de l'évolution des principaux contingents - points F, E 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 densité 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.

7.3.1. Variations des densités du Copépode *Eurytemora affinis*

E. affinis constitue l'essentiel du peuplement de copépodes dans les trois stations étudiées. En 2000, à la différence de 1996, 1997 et 1998, la densité moyenne annuelle de cette espèce au point E ($5\,693 \pm 1\,662$ ind./m³) est supérieure à celle du point K ($5\,653 \pm 1\,721$ ind./m³) et supérieure à celle du point F ($2\,747 \pm 751$ ind./m³).

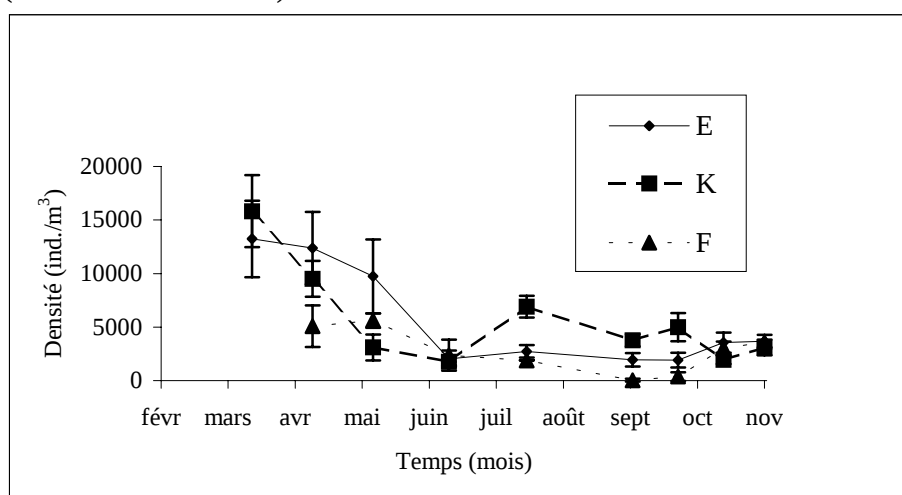


Figure 7.12 : Evolution mensuelle de la densité du copépode *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52) et K (pk 30) au cours de l'année 2000. Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) ($\pm$ erreur standard).

Les différences entre les points E et F sont significatives en juillet et septembre. Lors des crues printanières (y compris en juin) les plus fortes

densités de copépodes s'observent en E et K. En mai un bouchon vaseux se forme aux points E et F. Le pic de densité étant toujours situé juste en amont du maximum de turbidité, là où les copépodes sont piégés (CASTEL, 1995), les copépodes se concentrent plus en amont (au point E). Une crue survient en juin qui dessale tout l'estuaire ce qui dilue fortement les densités de copépodes. En été, les copépodes sont plus concentrés dans la partie amont de l'estuaire (point K) là où les valeurs de salinités estuariennes sont inférieures à $5 \cdot 10^3$.

Tableau 7-1. Evolution des densités moyennes annuelles (ind./m³) du copépode *Eurytemora affinis* observées au cours de la période 1984-2000. Le point J est situé au niveau du pk 52 dans le chenal de navigation.

Année	Point F Pk 67	Point E Pk 52	Point J Pk 52	Point K Pk 30
1984		9600	8500	6100
1985		9100	11100	5500
1986		5900	7900	4900
1987		5300	6400	5800
1988		7400	7900	5200
1989		5300	5500	8200
1990		2400	2400	3000
1991		5600	4700	7100
1992		6400		4700
1993	4300	8200		9300
1994	3000	6252		1873
1995	2161	7896		3673
1996	3743	3010		6843
1997	2156	1098		2526
1998	832	5226		7167
1999	4704	6214		5283
2000	2747	5693		5653

La comparaison interannuelle des densités moyennes (Tableau 7-1) entre 1984 et 2000 montre que la densité est souvent plus élevée au point E qu'au point K sauf les années caractérisées par une absence de crues (notamment printanières) ou une forte turbidité ce qui est le cas en 2000. Ces observations ne sont possibles que si les périodes de crue sont échantillonnées (ce qui n'est pas toujours possible étant donné le recul depuis 1992 du début de la période d'observation au mois d'avril).

L'évolution dans le temps des densités est assez semblable aux 3 stations (Fig. 7-12) jusqu'en mai. La valeur du maximum au point K ($15\,818 \pm 3\,362$ ind./m³) est plus élevée que celle enregistrée au point E ($13\,229 \pm 3\,577$ ind./m³), le pic du point F ($5\,607 \pm 1\,940$ ind./m³) étant le plus faible.

Pour chaque mission, la comparaison entre stations des valeurs moyennes de densités précédée d'un test de normalité à l'aide d'une analyse de variance montre que :

- l'évolution saisonnière des densités en K (pk 30), E (pk 52) et F (pk 67) est similaire jusqu'en juin inclus,
- les densités en K/F sont significativement plus fortes en juillet et septembre et que les densités en K/E sont significativement plus fortes en septembre et que les densités en E/F sont significativement plus fortes en septembre.

En résumé, d'après ces comparaisons on peut déduire que la population estuarienne s'est donc développée essentiellement en amont du point F et de façon similaire en E et K, pendant la période d'accroissement printanier de la population et qu'en été elle était plus dense en K.

7.3.2. Variation des densités des Copépodes Acartidés

Les copépodes Acartidés sont représentés par deux espèces autochtones: *Acartia bifilosa* et *Acartia tonsa* dont la distribution spatio-temporelle est sensiblement différente.

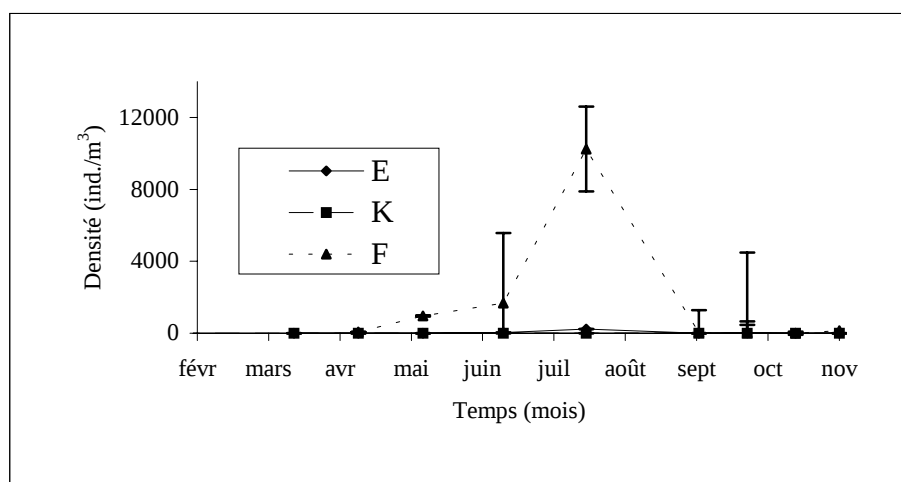


Figure 7.13 : Evolution mensuelle de la densité du Copépode *Acartia bifilosa* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2000. Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) ($\pm$ erreur standard).

Les densités du copépode *Acartia bifilosa* (Fig. 7-13) n'ont été fortes qu'au point F (moyenne annuelle : 1646 ± 1333 ind./m³) à la différence des autres

points (E : moyenne annuelle : $34 \pm 30 \text{ ind./m}^3$; K : moyenne annuelle : 0 ind./m^3).

Le caractère polyhalin de l'espèce se confirme encore une fois. *A. bifilosa* vit dans la partie aval de la Gironde et ne colonise l'estuaire amont qu'à la faveur de la remontée de l'intrusion saline. Celle-ci ayant été très peu prononcée en 2000, les valeurs de densité au point E sont faibles par rapport aux années précédentes (Tableau 7-3).

Les variations saisonnières en 2000 apparaissent conformes aux observations des années précédentes au point F. En général la population présente un maximum de densité au début de l'été (juillet). Elle n'a pas colonisé le point E en été compte tenu du débit fluvial.

Tableau 7-3. Densité moyenne (ind./m³) du copépode *Acartia bifilosa* au cours de la période 1984-2000. Le point J est situé au pk 52 dans le chenal de navigation.

Année	Point F	Point E	Point J	Point K
1984		209	198	1
1985		321	418	15
1986		2514	2862	14
1987		94	238	4
1988		464	1101	4
1989		149	150	9
1990		147	314	16
1991		569	726	4
1992	609	173		1
1993	970	430		2
1994	1000	17		5
1995	3440	287		3
1996	733	340		5
1997	1133	846		1
1998	804	9		3
1999	2232	204		12
2000	1646	34		0

Le copépode *Acartia tonsa*, espèce polyhaline, a une répartition plus limitée dans le temps qu'*Acartia bifilosa*, du fait de son caractère plus thermophile. Il présente un gradient décroissant de densité entre les stations de l'aval vers l'amont. Il n'a été récolté que de juillet à octobre au point F (moyenne annuelle : $1\,086 \pm 746 \text{ ind./m}^3$), de juillet à fin septembre au point E (moyenne annuelle : $918 \pm 874 \text{ ind./m}^3$) et de juillet à fin septembre au point K (moyenne annuelle : $123 \pm 99 \text{ ind./m}^3$) (Fig. 7-14). L'espèce a présenté en 2000 un pic de densité début septembre au point F lorsque les températures furent maximales

(20,9-23,0 °C) et les salinités enregistrées parmi les fortes de l'année (10,9-20,7 10^{-3}).

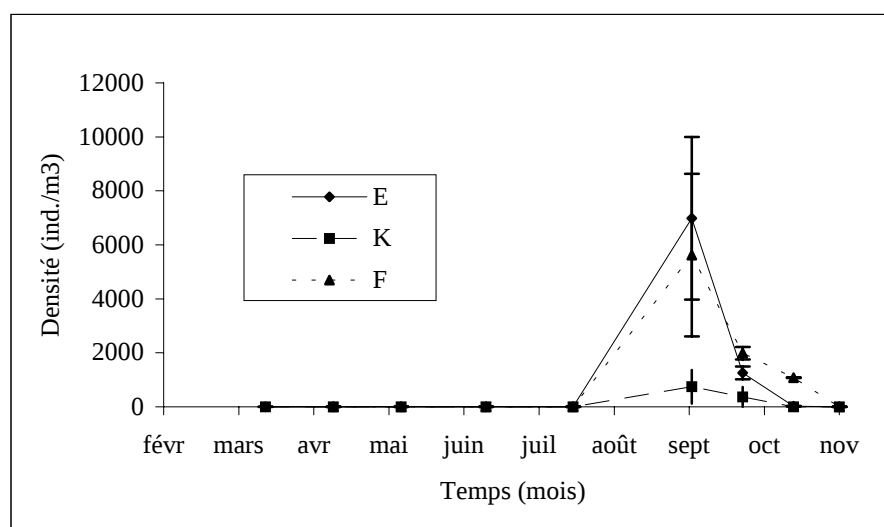


Figure 7-14 : Evolution mensuelle des densités du copépode *Acartia tonsa* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2000. Chaque point du graphique représente la moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) ($\pm$ erreur standard).

Les densités maximales sont nettement plus élevées au point F (le 05/09 : $5\,622 \pm 3\,262$ ind./m³) qu'au point E (le 07/09 : $6\,986 \pm 3\,010$ ind./m³) alors qu'au point K le maximum ne dépasse pas 742 ± 624 ind./m³ le 06/09.

Différents travaux tendent à montrer que la disparition d'*A. tonsa* en hiver et sa présence quelquefois massive mais sporadique dans le plancton au moment du maximum thermique seraient dues à la formation d'œufs de résistance capables de résister au froid et se développant dès que les températures redeviennent favorables (GAUDY, 1992 pour *A. tonsa* ; VIITASALO, 1992 pour *A. biflosa*).

Tableau 7-4. Densité moyenne annuelle (ind./m³) du Copépode *Acartia tonsa* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de la période 1984-2000. Le point J est situé au pk 52 dans le chenal de navigation.

Année	Point F	Point E	Point J	Point K
1984		58	97	20
1985		35	459	27
1986		129	356	48
1987		64	406	36
1988		410	484	16
1989		302	519	233
1990		534	3253	478
1991		933	1223	261
1992	1120	114		14
1993	970	430		4
1994	81	15		7
1995	1168	417		8
1996	291	109		6
1997	366	165		7
1998	1849	57		18
1999	2880	1183		149
2000	1086	918		123

7.3.3. Variation des densités de Mysidacés

La distribution de *Neomysis integer* en 2000 (Figure 7-15) est conforme aux observations des années précédentes. Généralement les densités maximales s'observent aux points F et E. Cette année, les densités les plus importantes s'observent au point E par rapport aux points F et K. La densité moyenne annuelle est plus importante au point E (31 ± 13 ind./m³) et F (29 ± 14 ind./m³) qu'au point K (12 ± 8 ind./m³) où l'espèce est peu représentée. Son centre de distribution était donc probablement situé entre le pk 52 et le pk 67.

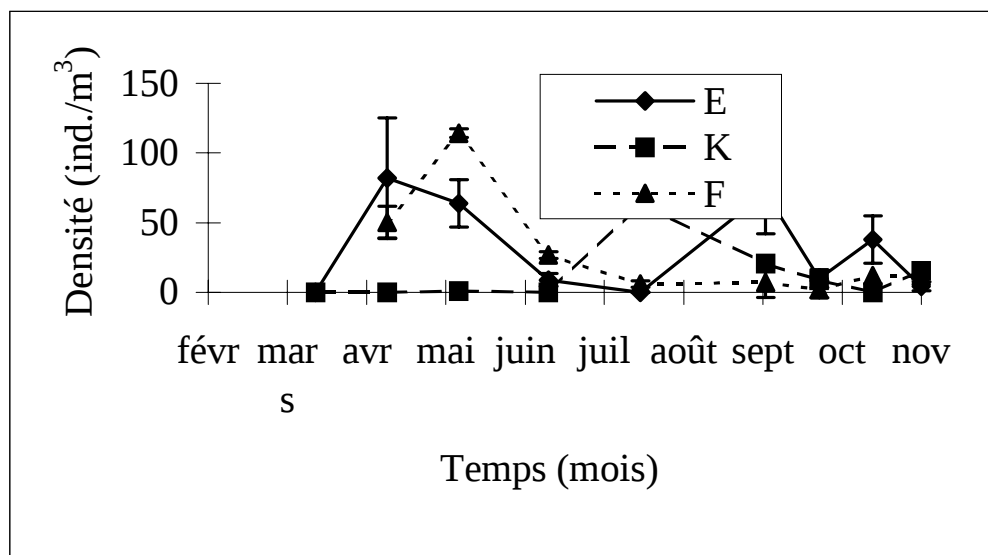


Figure 7-15 : Evolution mensuelle de la densité du Mysidacé *Neomysis integer* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30), au cours de l'année 2000.

Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) au cours d'un demi-cycle de marée ($\pm$ erreur standard).

La seconde espèce dominante, *Mesopodopsis slabberi* (Fig. 7-16) présente en moyenne des densités plus élevées au point F (214 ± 95 ind./m³) qu'au point E (144 ± 76 ind./m³) tandis que l'espèce est mal représentée au point K (32 ± 29 ind./m³). Il s'agit d'une espèce polyhaline dont le centre de distribution se situe généralement en aval du pk 67 et qui a pu coloniser le point E à partir de juillet à la faveur des faibles débits fluviaux. La distribution de *M. slabberi* en 2000 est donc conforme aux observations effectuées depuis le début de la surveillance.

Tableau 7-5. Densité moyenne annuelle (ind./m³) du Mysidacé *Neomysis integer* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de la période 1984-2000. Le point J est situé au pk 52 dans le chenal de navigation.

Année	Point F	Point E	Point J	Point K
1984		36	45	22
1985		57	51	21
1986		78	147	63
1987		101	68	33
1988		79	41	37
1989		17	34	16
1990		27	15	6
1991		55	15	12
1992	26	20		3
1993	18	3		3
1994	45	30		1
1995	51	35		10
1996	7	21		5
1997	9	22		7
1998	29	105		37
1999	18	41		8
2000	29	31		12

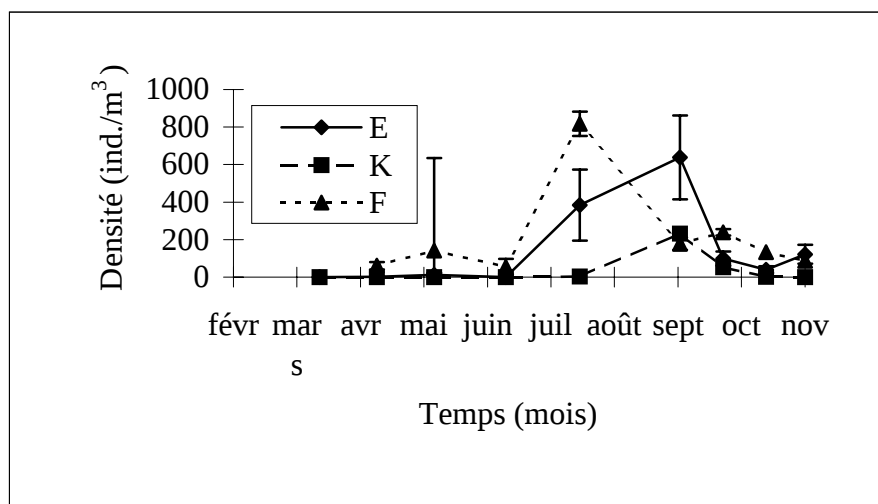


Figure 7-16 : Evolution mensuelle de la densité du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30), au cours de l'année 2000. Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 8 prélèvements au cours d'un demi cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) au cours d'un demi-cycle de marée ($\pm$ erreur standard).

Tableau 7-6. Densité moyenne annuelle (ind./m³) du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de la période 1984-2000. Le point J est situé au pk 52 dans le chenal de navigation.

Année	Point F	Point E	Point J	Point K
1984		191	135	46
1985		114	151	40
1986		787	2740	178
1987		169	367	211
1988		223	408	88
1989		177	173	85
1990		124	521	41
1991		260	234	62
1992	155	65		8
1993	114	106		6
1994	71	12		4
1995	185	141		10
1996	166	130		8
1997	137	136		9
1998	215	118		15
1999	177	92		9
2000	214	144		32

Les densités moyennes relevées en 2000 sont également conformes aux observations des années précédentes (Tableau 7-6).

7.4. Structure démographique d'*Eurytemora affinis* - points F, E et K.

7.4.1. Paramètres de population

De manière générale (Tableau 7-7), la structure démographique d'*Eurytemora affinis* n'est pas très différente d'une station à l'autre. Les valeurs obtenues en 2000 sont dans la gamme de celles qui sont généralement observées depuis 1984.

Tableau 7-7. Principaux paramètres démographiques de *Eurytemora affinis* au cours de la période 1984-2000. M : % de mâles par rapport à la population adulte, F : % de femelles ovigères/total des femelles, C : % de copépodites.

Année	Point F			Point E			Point K		
	M	F	C	M	F	C	M	F	C
1984				53	25	67	54	15	67
1985				55	23	67	56	18	67
1986				58	30	60	55	26	56
1987				54	35	65	59	23	77
1988				54	19	62	51	20	52
1989				52	32	67	52	31	71
1990				48	34	60	50	21	59
1991				46	27	67	46	26	67
1992	60	34	58	54	36	62	54	25	58
1993	62	33	55	51	33	65	44	17	75
1994	53	25	67	45	24	68	44	18	62
1995	39	19	59	41	32	62	45	18	62
1996	52	30	60	49	30	54	47	20	62
1997	51	26	49	53	30	48	46	16	58
1998	50	27	46	48	32	52	47	17	68
1999	60	22	34	42	20	53	39	9	57
2000	48	18	63	35	13	65	40	11	60

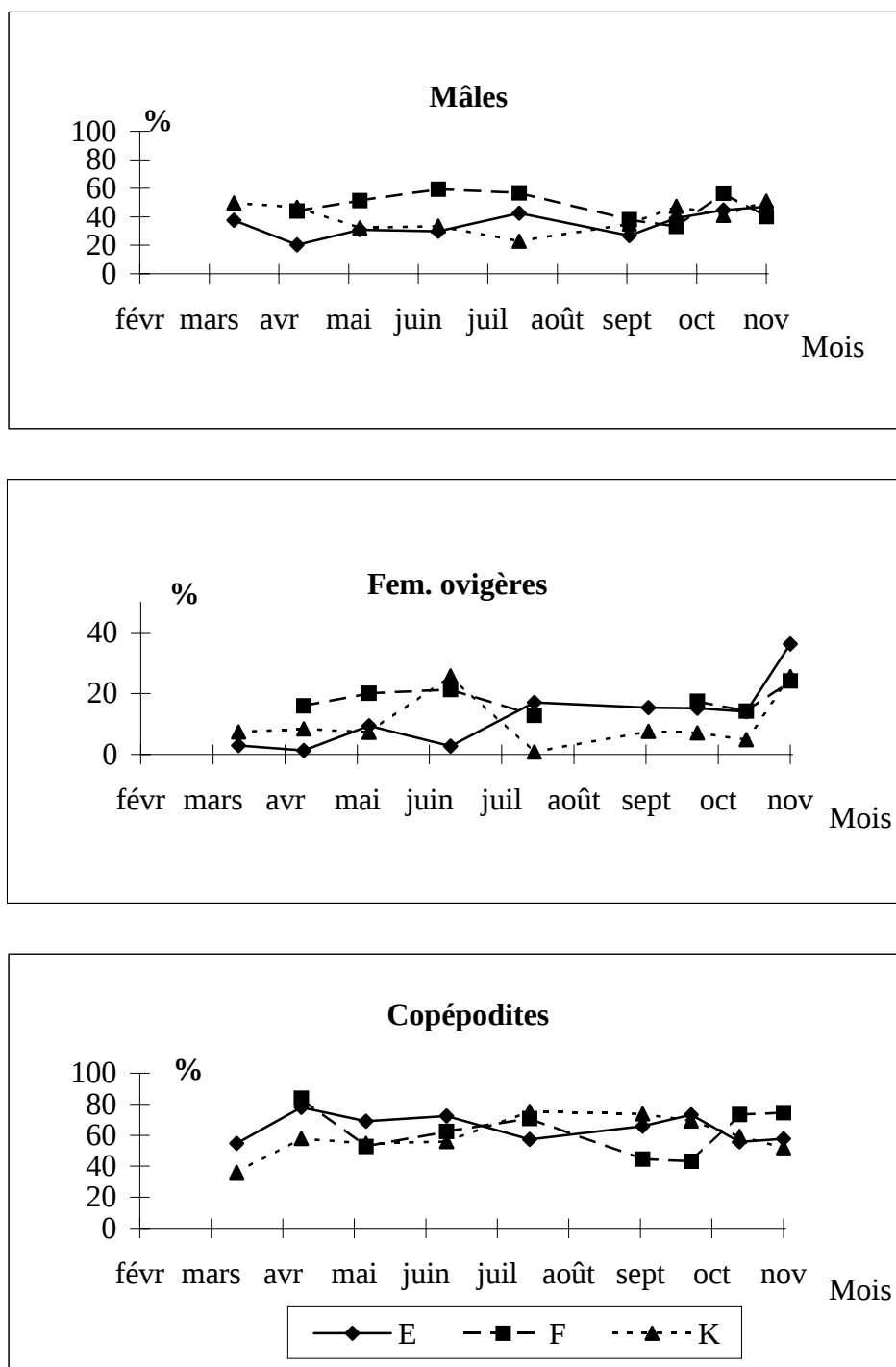


Figure 7-17 : Evolution mensuelle de la structure démographique du copépode *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2000 : % mâles, % femelles ovigères, de copépodites.

Au cours de l'année 2000 le sex-ratio n'évolue pas du point F au point K. Des différences significatives apparaissent cependant entre les points certains mois (après transformation des % en $\sin^{-1}$ racine (x)) (Fig. 7-17 et Tableau 7-8).

Le sex-ratio est significativement plus important en F/E en avril, mai, juin. Il est supérieur en F/K en mai, octobre et novembre.

La proportion de femelles ovigères est nettement plus importante au point F/E en avril, plus importante en E/F en septembre et novembre et plus importante en F/K en mai, septembre, plus importante en E/K en juillet et octobre.

Le pourcentage de copépodites est plus élevé au point E/K en avril, au point E/F en mai, septembre, octobre et novembre ; au point F/K en avril, septembre, octobre et novembre.

L'ensemble de ces observations suggère qu'il existerait une certaine séparation dans l'espace entre les femelles et les mâles adultes en état de reproduction d'une part et les jeunes stades copépodites d'autre part. Ce phénomène, souvent constaté en Gironde ne s'expliquerait pas par l'activité locomotrice différentielle des adultes et des copépodites (CASTEL & VEIGA, 1990) mais par le fait que les femelles ont besoin de fertilisations répétées pour que la reproduction soient continue (KATONA, 1975) . L'essentiel des changements annuels de structure démographique reste encore à élucider.

Tableau 7-8. Comparaison de la structure démographique du copépode *Eurytemora affinis* entre les stations F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2000. Analyses de variance après test de normalité et d'homogénéité des variances. Valeurs de q du test de Tukey ou Q de Dunn (en italique). * : $P < 0,05$; M : % mâles, F : % femelles ovigères, C : % copépodites.

Dates	Dème	E/F	E/K	F/K
Avril	M	6,5**	5,492	1,008
	F	4,55*	3,175	1,375
	C	0,55	3,55	4,1*
Mai	M	6,275*	0,993*	6,435*
	F	3,209	1,991	5,2*
	C	4,679*	3,129	1,55
Juin	M	5,171*	0,432	5,603*
	F	-	-	-
	C	-	-	-
Juillet	M	-	-	-
	F	1,923	4,908*	2,985
	C	-	-	-
Août	M	-	-	-
	F	2,967*	1,775	1,518
	C	2,992	1,623	4,416*
Septembre	M	-	-	-
	F	1,445	3,401	4,594*
	C	3,525**	0,341	6,196**
Octobre	M	3,259	1,220	4,838*
	F	0,88	4,418*	2,969
	C	5,28*	0,913	4,717*
Novembre	M	3,158	0,989	4,147*
	F	4,009*	2,831	1,178
	C	8,09**	2,302	10,392

7.4.2. Fécondité

En 2000 la fécondité moyenne ne diffère significativement qu'entre les points E et K (Analyse de variance ; Méthode de Dunn : $q = 2,560$; $P < 0.05$). Globalement et pour la septième année consécutive, la fécondité est particulièrement faible par rapport à l'ensemble des précédentes années pour les 3 points.

Tableau 7-9. Fécondité moyenne du copépode *Eurytemora affinis* (nombre moyen d'œufs par sac ovigère ($\pm$ erreur standard) entre les stations F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de la période 1984-2000. Le point J est situé au pk 52 dans le chenal de navigation.

Année	Point F	Point E	Point J	Point K
1984		12,9 $\pm$ 1,9	14,8 $\pm$ 1,9	13,7 $\pm$ 1,7
1985		11,1 $\pm$ 3,9	9,5 $\pm$ 1,3	10,3 $\pm$ 2,1
1986		9,1 $\pm$ 1,5	8,4 $\pm$ 0,6	7,6 $\pm$ 1,0
1987		6,4 $\pm$ 0,6	6,8 $\pm$ 0,8	6,4 $\pm$ 1,3
1988		7,5 $\pm$ 0,8	7,0 $\pm$ 0,5	6,6 $\pm$ 0,6
1989		7,4 $\pm$ 0,4	7,5 $\pm$ 0,4	7,6 $\pm$ 0,6
1990		6,8 $\pm$ 0,5	6,8 $\pm$ 0,4	5,7 $\pm$ 0,3
1991		7,6 $\pm$ 0,8	7,5 $\pm$ 0,3	7,0 $\pm$ 0,2
1992	9,2 $\pm$ 0,9	9,6 $\pm$ 0,8		8,5 $\pm$ 0,5
1993	7,5 $\pm$ 0,6	7,4 $\pm$ 0,9		10,1 $\pm$ 3,5
1994	3,6 $\pm$ 0,5	4,0 $\pm$ 0,4		3,1 $\pm$ 0,3
1995	3,3 $\pm$ 0,5	4,0 $\pm$ 0,4		2,8 $\pm$ 0,3
1996	4,1 $\pm$ 0,5	3,4 $\pm$ 0,2		3,4 $\pm$ 0,2
1997	4,1 $\pm$ 0,3	3,4 $\pm$ 0,2		2,7 $\pm$ 0,2
1998	3,6 $\pm$ 0,1	2,9 $\pm$ 0,1		2,7 $\pm$ 0,2
1999	2,9 $\pm$ 0,2	3,0 $\pm$ 0,1		2,5 $\pm$ 0,1
2000	2,6 $\pm$ 0,2	3,1 $\pm$ 0,3		2,1 $\pm$ 0,1

Après une baisse continue de 1984 à 1987, le nombre d'œufs par sac ovigère tendait à se stabiliser de 1988 à 1991 aux différents points et même à remonter au point K. Puis une nouvelle tendance à la baisse est apparue de façon généralisée sur tous les points. La décroissance du nombre d'œufs en fonction de la température a été observée chez *E. affinis* en laboratoire (POLY & CASTEL, 1983) et sur le terrain (CASTEL & FEURTET, 1992 ; HIRCHE, 1992).

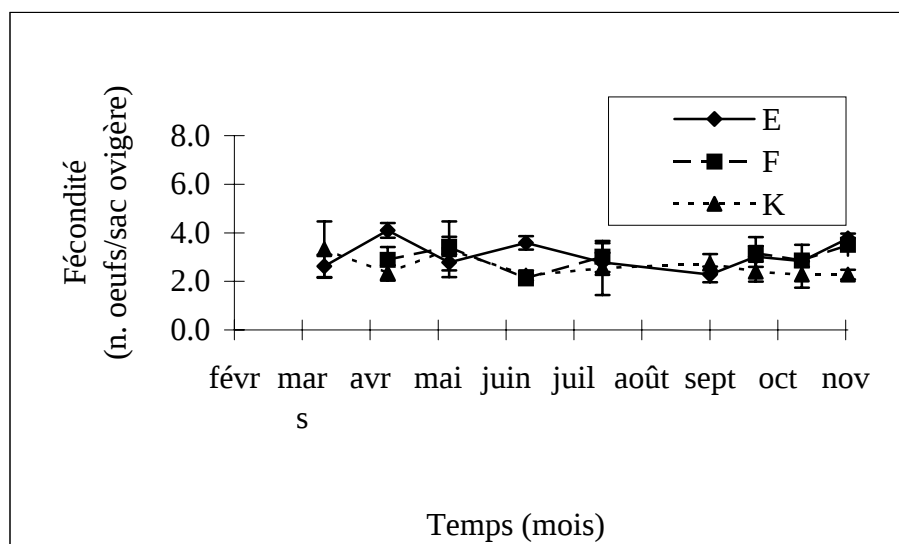


Figure 7-18 : Evolution mensuelle de la fécondité (nombre d'œufs moyen/sac ovigère) des femelles du copépode *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2000. Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) ($\pm$ erreur standard).

Les différences de fécondité mensuelles observées entre les trois points ne sont pas significatives (Fig. 7-18). Les variations observées sont peu accentuées.

7.4.3. Mortalité

Le pourcentage moyen de mortalité, déterminé par la technique de coloration vitale, n'est pas significativement différent d'une station à l'autre (Tableau 7-10). Les rejets n'engendrent cette année aucun phénomène de surmortalité comparable à celles qui ont été observées précédemment. Les différences de mortalité mensuelles observées entre les trois points ne sont significatives qu'en novembre entre les points F et E (test de Dunn, $Q=2,5$, $P<0,05$) (Fig. 7-19). Les valeurs observées en 2000 en E et K sont moins élevées qu'en 1996 ou 1997. Les fortes mortalités de 1990-1991 avaient été attribuées à des salinités inhabituellement élevées dans la zone d'étude, assorties de fortes températures. Une hausse de température peut ainsi provoquer une mortalité du zooplancton (c.f. § 7.2.3) et être néfaste à *Eurytemora affinis*. Les faibles valeurs de mortalité observées en 2000 comme 1999 nous amènent à reconsidérer cette opinion.

Tableau 7-10. Mortalité moyenne annuelle du copépode *Eurytemora affinis* ($\pm$ erreur standard) aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de la période 1984-2000. Le point J est situé au pk 52 dans le chenal de navigation.

Année	Point F	Point E	Point J	Point K
1984		$1,1 \pm 0,5$	$0,7 \pm 0,2$	$0,7 \pm 0,2$
1985		$0,7 \pm 0,1$	$0,9 \pm 0,1$	$1,1 \pm 0,3$
1986		$0,6 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$
1987		$0,3 \pm 0,1$	$0,2 \pm 0,1$	$0,2 \pm 0,1$
1988		$0,4 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$	$0,3 \pm 0,1$
1989		$5,5 \pm 1,6$	$3,7 \pm 0,8$	$5,0 \pm 1,4$
1990		$12,4 \pm 1,6$	$11,3 \pm 1,8$	$8,7 \pm 1,3$
1991		$12,4 \pm 1,5$	$14,0 \pm 1,6$	$12,2 \pm 2,8$
1992	$5,8 \pm 1,1$	$7,3 \pm 0,8$		$5,7 \pm 0,8$
1993	$5,7 \pm 1,8$	$6,3 \pm 2,2$		$4,4 \pm 1,1$
1994	$6,8 \pm 2,7$	$2,2 \pm 0,4$		$7,8 \pm 3,2$
1995	$1,1 \pm 0,3$	$7,3 \pm 2,3$		$3,3 \pm 1,0$
1996	$5,8 \pm 1,9$	$4,7 \pm 0,9$		$9,3 \pm 2,4$
1997	$2,0 \pm 0,9$	$1,7 \pm 0,5$		$1,5 \pm 0,5$
1998	$0,7 \pm 0,3$	$0,9 \pm 0,3$		$5,9 \pm 2,8$
1999	$0,7 \pm 0,3$	$1,0 \pm 0,4$		$1,6 \pm 0,6$
2000	$0,6 \pm 0,3$	$1,4 \pm 0,4$		$1,8 \pm 0,7$

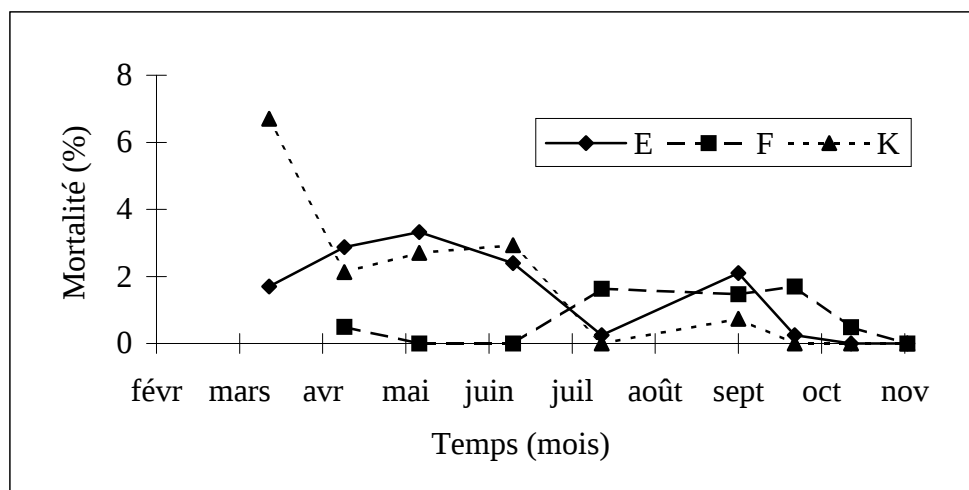


Figure 7-19: Evolution mensuelle de la mortalité du copépode *Eurytemora affinis* aux points E (pk 52, rejet), F (pk 67) et K (pk 30) au cours de l'année 2000. Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 4 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond).

7.5. Distribution spatiale des populations zooplanctoniques

La salinité constitue l'un des principaux facteurs de la répartition des populations zooplanctoniques. Afin de mieux appréhender les variations spatiales de certains paramètres au sein de l'estuaire, les densités observées d'*Eurytemora affinis* (moyennes surface-fond des stations F, E et K) ont été représentées graphiquement en fonction de la salinité pour chaque campagne. Ce type de représentation permet en effet d'éliminer l'effet de marée et montre la succession des valeurs mesurées depuis l'amont vers l'aval.

7.5.1. Distribution du Copépode *Eurytemora affinis*

7.5.1.1. - Distribution globale de la population

La distribution du copépode *Eurytemora affinis* est illustrée par les figures 7-20 à 7-22. Le *preferendum* de l'espèce, en termes de salinité, se situe toujours entre $0,1 \cdot 10^{-3}$ et $5,0 \cdot 10^{-3}$. La diminution des densités constatée pour des salinités inférieures à $0,1 \cdot 10^{-3}$ n'est observable en 2000, compte tenu des salinités rencontrées dans l'estuaire.

Au mois de juin, une diminution globale des densités s'observe brutalement. Les densités observées sont alors minimales. La crue affecte la population de manière brutale et dispersent les organismes dans tout l'estuaire. Le retour à des conditions plus normales en juillet (débits, températures, salinité, matières en suspension,...) permet un nouveau développement de la population, mais nettement moins important qu'au printemps. Les variations ponctuelles de densité, parfois de forte amplitude, sont délicates à interpréter en raison du caractère agrégatif de la répartition des individus. On constate cependant une tendance à l'affaiblissement des densités au niveau des rejets thermiques à partir de juin.

7.5.1.2. - Structure démographique

7.5.1.2..1 Pourcentage de mâles

La distribution longitudinale du pourcentage de mâles (Fig. 7-23 à 7-25) est assez variable au cours de l'année et peut difficilement être expliquée de manière simple. Cependant une légère augmentation est constatée d'avril à juillet le long du gradient de salinité et au niveau des rejets thermiques d'avril à début juillet mais la forte variabilité des mesures ne permet pas d'en tirer de conclusions.

7.5.1.2..2 Pourcentage de femelles ovigères

Les faibles pourcentages (>50%) observés cette année, au moment de l'année le plus favorable à la reproduction (salinité ou températures optimales au printemps) sont à noter. Le pourcentage de femelles ovigères suit une évolution similaire à celle des mâles jusqu'en été (Fig. 7-23 à 7-25). Cette adéquation

temporelle n'a favorisé ni la fécondité des femelles ni le % de femelles ovigères alors que pour produire des oeufs viables chaque femelle doit être refécondée.

7.5.1.2..3 Pourcentages de copépodites

Le pourcentage de copépodites présente des variations légèrement moins importantes que les paramètres précédents (Fig. 7-23 à 7-25) au printemps. D'une manière générale, les pourcentages tendent à faiblir dans la partie aval. En avril, mai, juin et juillet des pourcentages élevés (>50%) sont enregistrés surtout dans la partie amont de l'estuaire (point E et K) là où les conditions de reproductions sont favorables. La période d'étiage (septembre) se caractérise par une diminution de la proportion de copépodites, y compris au niveau des rejets. A partir de cette période, le pourcentage de copépodites semble évoluer de manière proportionnelle au pourcentage de femelles ovigères ce qui ne s'était pas produit depuis plusieurs années.

On peut donc conclure que, lorsque la zone comprise entre des salinités de $0,1 \cdot 10^{-3}$ et $5,0 \cdot 10^{-3}$ se trouve soumise à des températures de $10-15^{\circ}$ les conditions sont optimales au développement de l'espèce. Celle-ci peut cependant se maintenir dans des masses d'eau de salinité plus élevée que la normale mais jamais à des abondances très fortes. Les variations longitudinales des densités (et notamment les fortes) peuvent donc assez bien s'expliquer par les variations du débit fluvial et de l'intrusion saline.

En revanche, l'évolution de la structure démographique (distribution amont-aval des sexes et des classes d'âge) relève moins des conditions hydrodynamiques que du cycle propre de l'espèce en liaison avec des paramètres tels que les conditions nutritives. Des interactions entre les paramètres démographiques considérés peuvent aussi s'observer.

7.5.2. Les Copépodes Acartidés

En 2000, le copépode *Acartia bifilosa* est présent de juin à début septembre (Fig. 7-20 à 7-22). Il est surtout abondant pour des salinités supérieures à $8,0 \cdot 10^{-3}$ et n'est jamais récolté à moins de $1,9 \cdot 10^{-3}$. La répartition observée indique une nouvelle fois que le centre de dispersion de l'espèce se situe à des salinités supérieures ou égales à $12,0 \cdot 10^{-3}$. On note que la population n'est présente dans la zone de rejets thermiques que début septembre, ce qui traduit la brièveté de l'intrusion saline cette année.

Le Copépode *Acartia tonsa* est cette année récolté de début septembre à octobre. Le maximum de dispersion dans l'estuaire a lieu début septembre sous l'effet conjoint des conditions d'étiage, des températures élevées et des fortes salinités, puis les densités diminuent rapidement en novembre.

7.5.3. Les Mysidacés

Neomysis integer a été récolté d'avril à novembre (Fig. 7-26 à 7-28) avec un maximum de densité en mai et d'extension spatiale début septembre. Cette espèce préfère des températures et des salinités légèrement plus élevées qu'*Eurytemora affinis*. C'est souvent chez cette espèce que les anomalies de densité au niveau des rejets sont les plus nettes. Des anomalies négatives sont constatées en mai juin et juillet. On ne peut cependant pas conclure à une relation entre ces anomalies et les rejets d'eaux chaudes, d'autres phénomènes pouvant intervenir. Ce point reste donc à surveiller.

Mesopodopsis slabberi a été récolté dès le mois d'avril. Cette espèce colonise l'estuaire en mai et gagne l'aval au cours du printemps et de l'été. Le maximum d'extension est observé fin septembre. Compte tenu des conditions thermiques plus que des conditions de salinité de l'automne 2000, l'extension de l'espèce est restée importante jusqu'en octobre et novembre. *Mesopodopsis* préfère donc clairement des salinités et des températures plus élevées que *Neomysis*. Des anomalies négatives de densité sont constatées au niveau des rejets début et fin septembre et novembre.

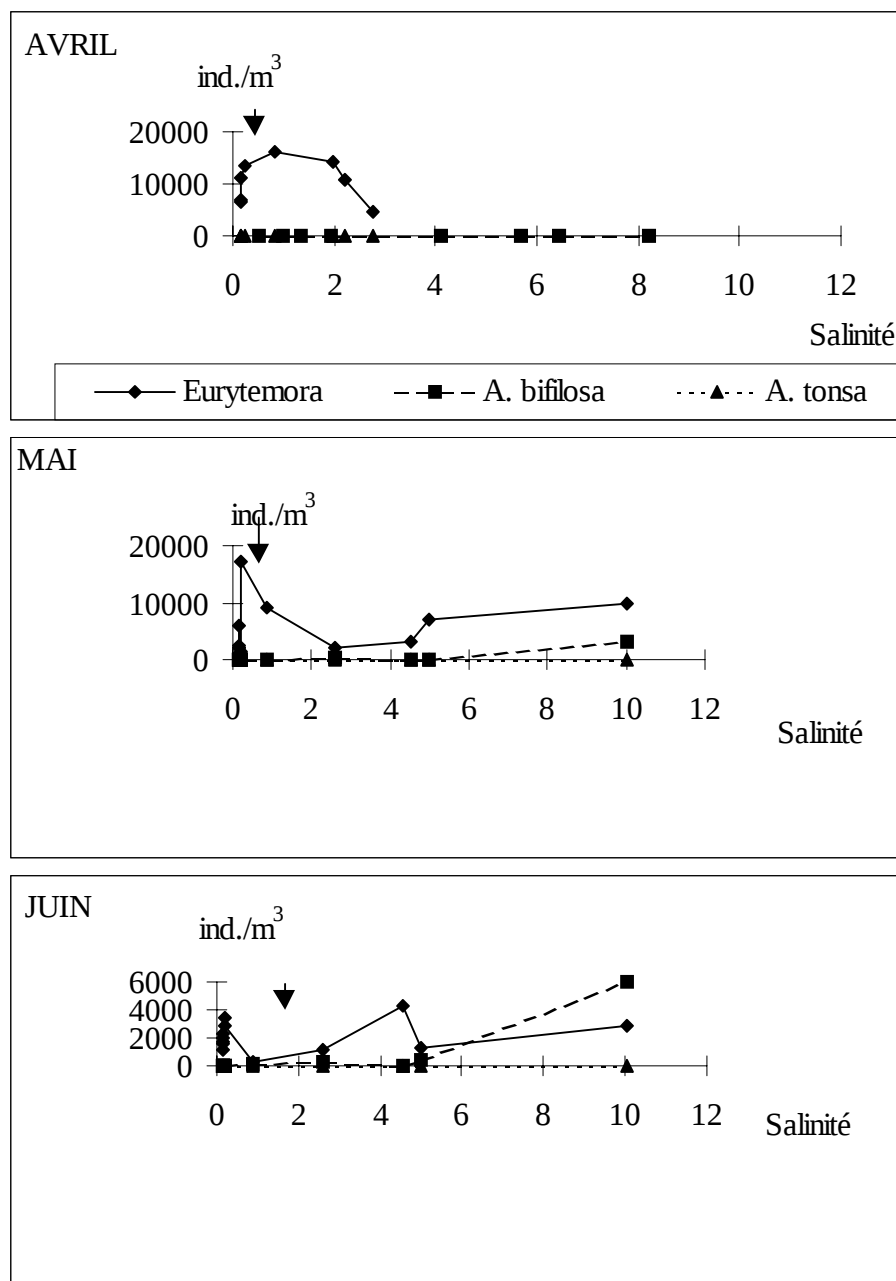


Figure 7-20 : Evolution des densités de copépodes en fonction de la salinité au cours du printemps 2000 (moyenne surface-fond). Traits continus : Eurytemora affinis, traits pointillés longs: Acartia bifilosa, traits pointillés courts : Acartia tonsa. Les flèches indiquent la position amont des prélèvements/aux rejets de la centrale nucléaire au point E.

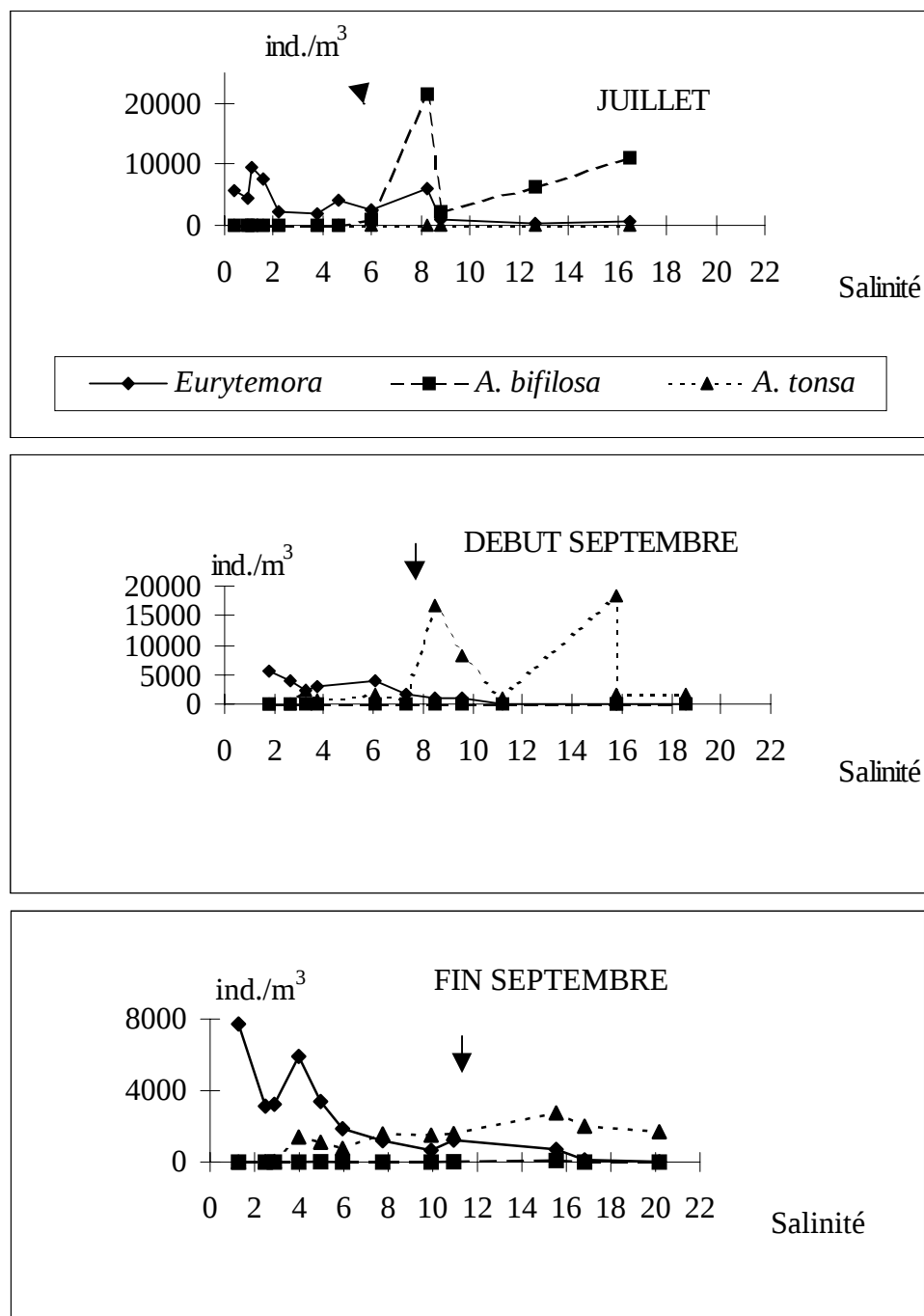


Figure 7-21 : Evolution des densités de copépodes en fonction de la salinité au cours de l'été 2000 (moyenne surface-fond). Traits continus : *Eurytemora* affinis, traits pointillés longs: *Acartia bifilosa*, traits pointillés courts : *Acartia tonsa*. Les flèches indiquent la position amont des prélèvements/aux rejets de la centrale nucléaire au point E.

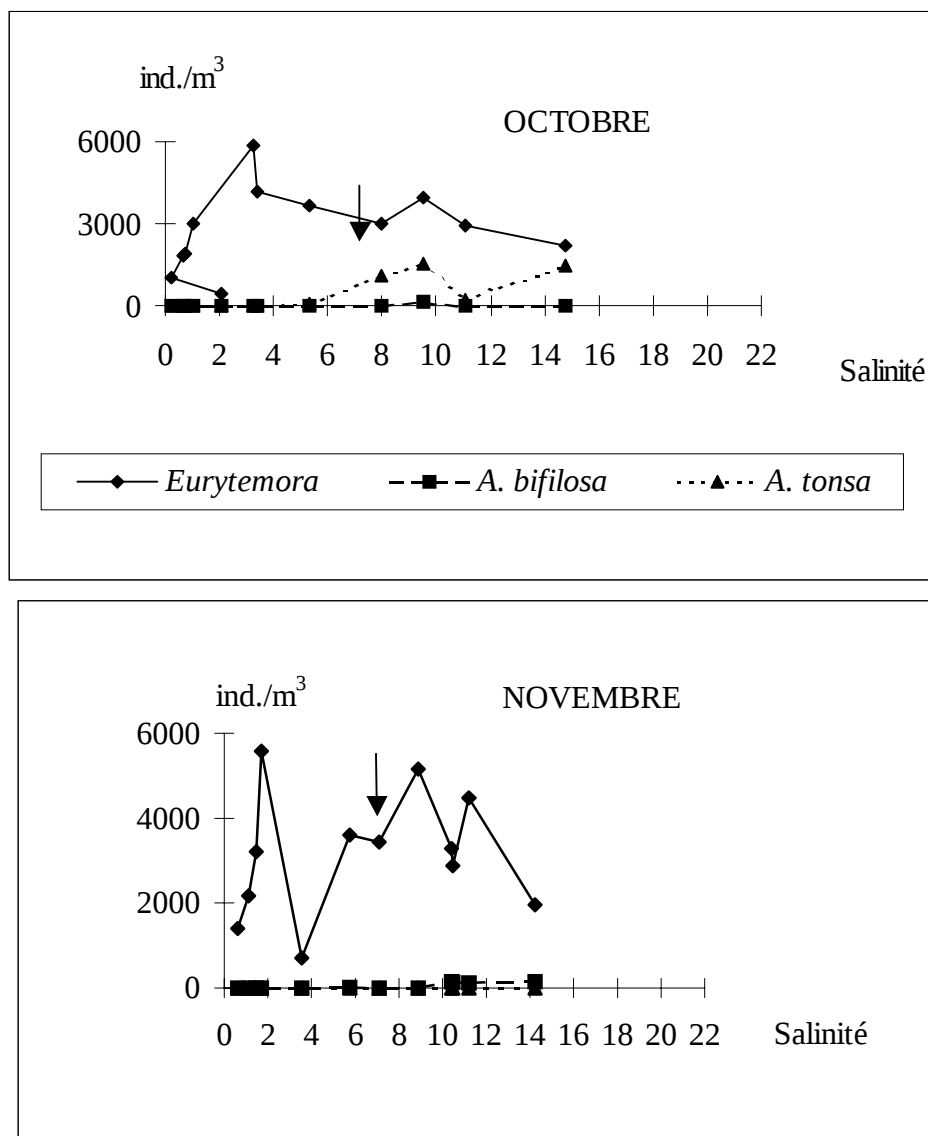


Figure 7-22 : Evolution des densités de copépodes en fonction de la salinité au cours de l'automne 2000 (moyenne surface-fond). Traits continus : *Eurytemora affinis*, traits pointillés longs: *Acartia bifilosa*, traits pointillés courts : *Acartia tonsa*. Les flèches indiquent la position amont des prélèvements/aux rejets de la centrale nucléaire au point E.

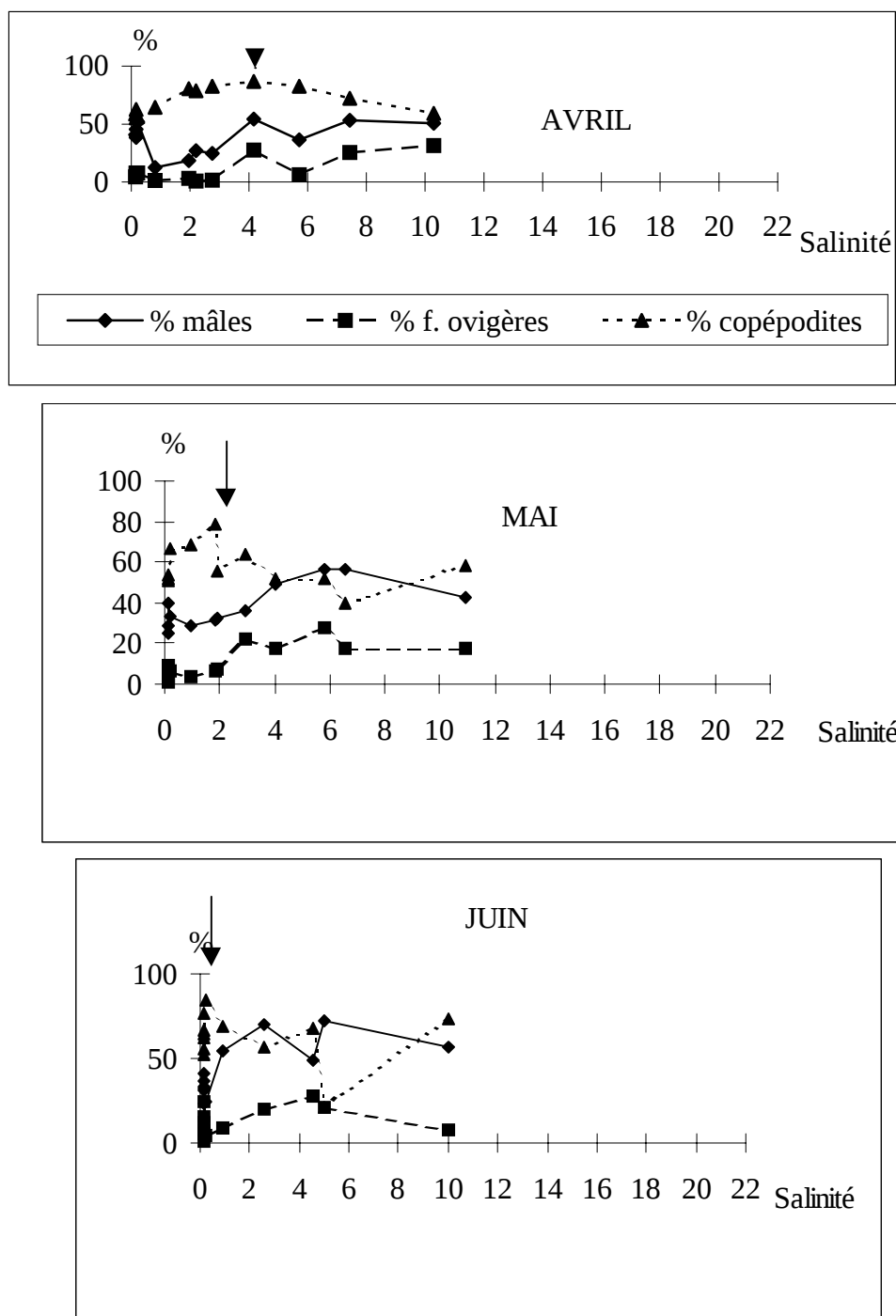


Figure 7-23 : Evolution de la structure démographique du copépode *Eurytemora affinis* en fonction de la salinité au cours du printemps 2000 (moyenne surface-fond). Traits continus : % de mâles, traits pointillés longs: % de femelles ovigères, traits pointillés courts : % de copépodites. Les flèches indiquent la position amont des prélèvements/aux rejets de la centrale nucléaire au point E.

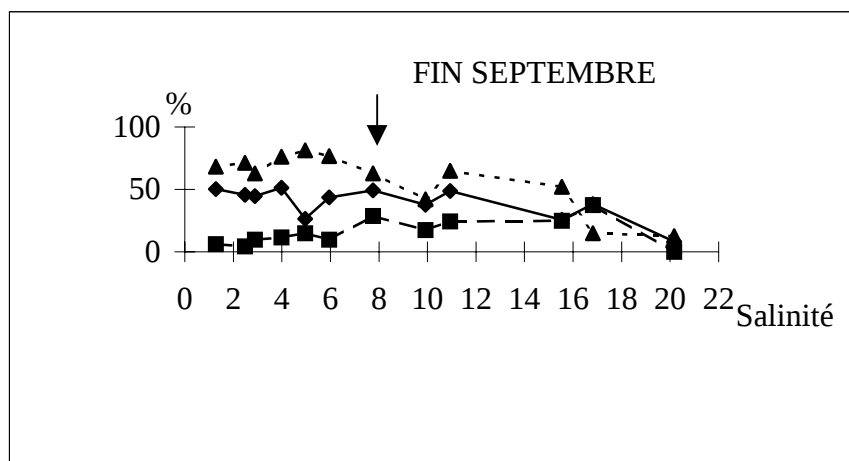
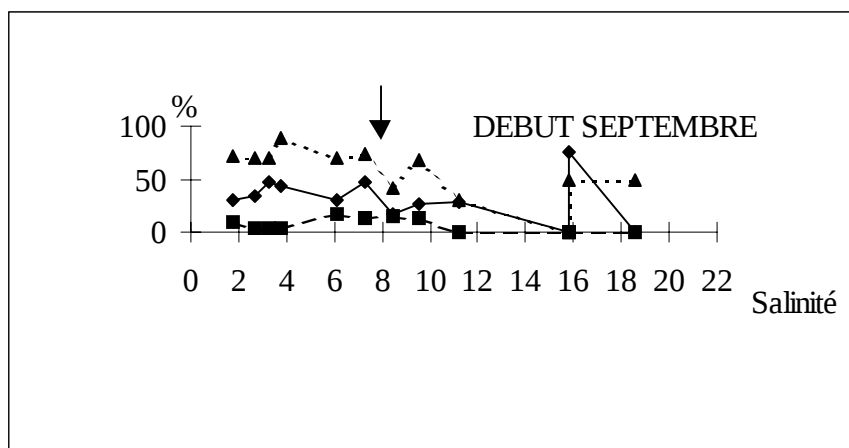
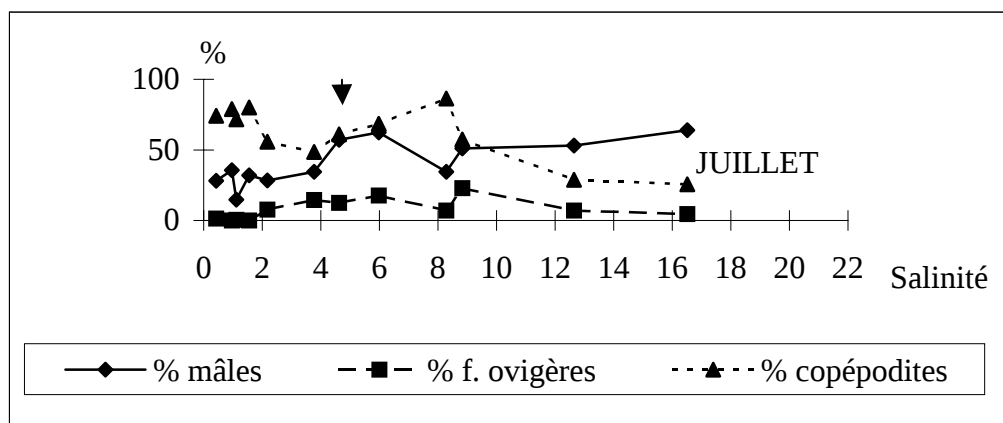


Figure 7-24 : Evolution de la structure démographique du copépode *Eurytemora affinis* en fonction de la salinité au cours de l'été 2000 (moyenne surface-fond). Traits continus : % de mâles, traits pointillés longs: % de femelles ovigères, traits pointillés courts : % de copépodites. Les flèches indiquent la position amont des prélèvements/aux rejets de la centrale nucléaire au point E.

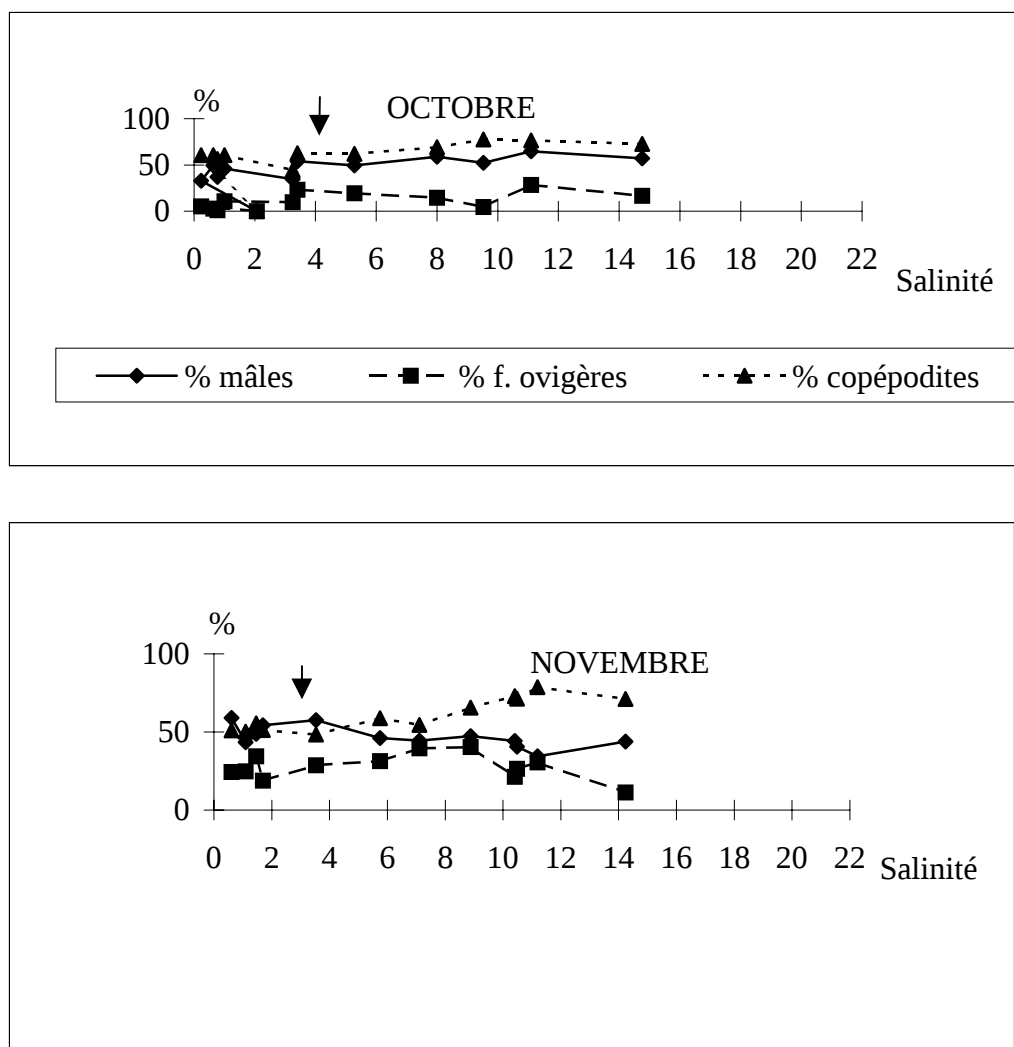


Figure 7-25 : Evolution de la structure démographique du copépode *Eurytemora affinis* en fonction de la salinité au cours de l'automne 2000 (moyenne surface-fond). Traits continus : % de mâles, traits pointillés longs: % de femelles ovigères, traits pointillés courts : % de copépodites. Les flèches indiquent la position amont des prélèvements/aux rejets de la centrale nucléaire au point E.

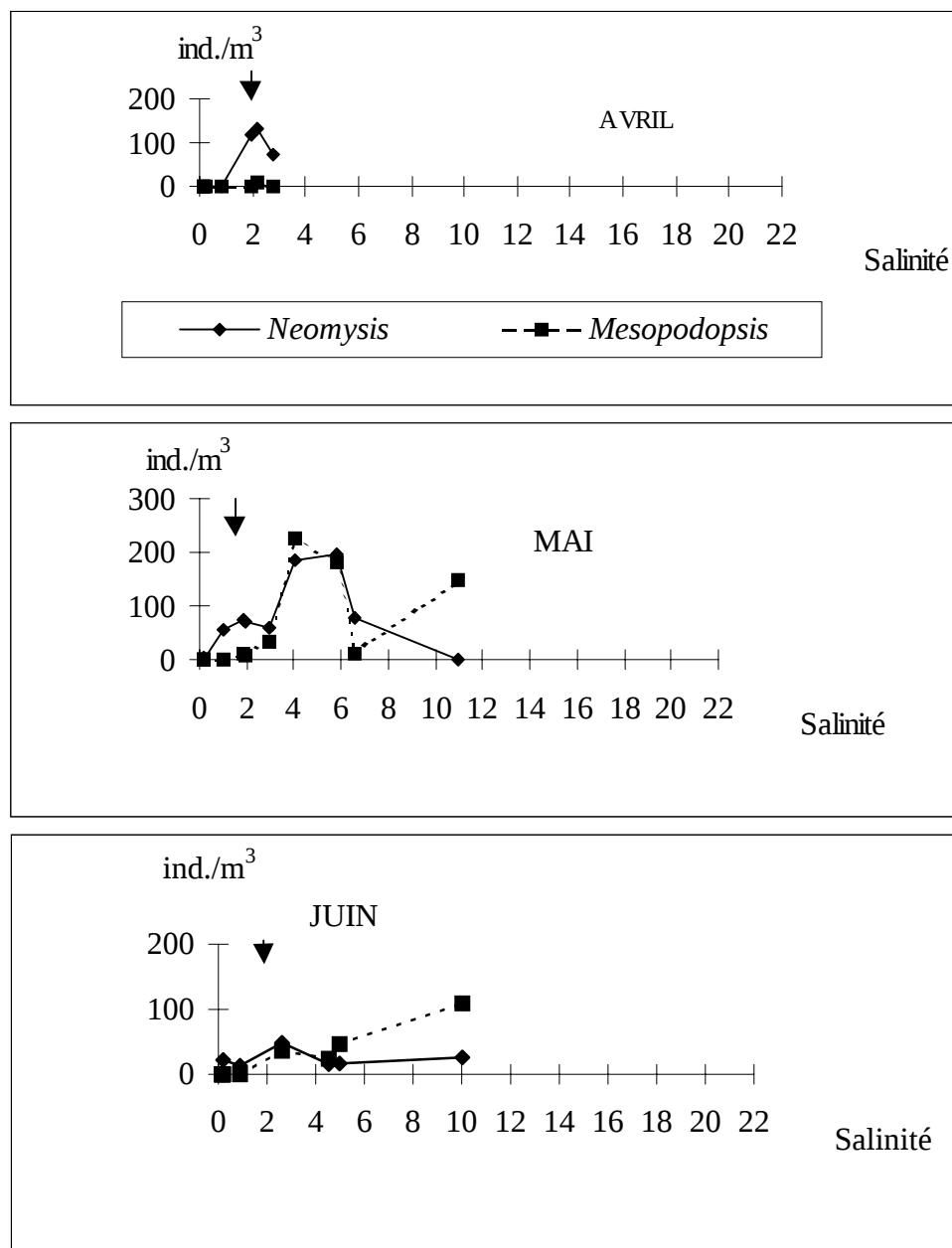


Figure 7-26 : Evolution des densités de mysidacés en fonction de la salinité au cours du printemps 2000 (moyenne surface-fond). Traits continus: *Neomysis* integer, traits pointillés: *Mesopodopsis slabberi*. Les flèches indiquent la position amont des prélèvements/aux rejets de la centrale nucléaire au point E.

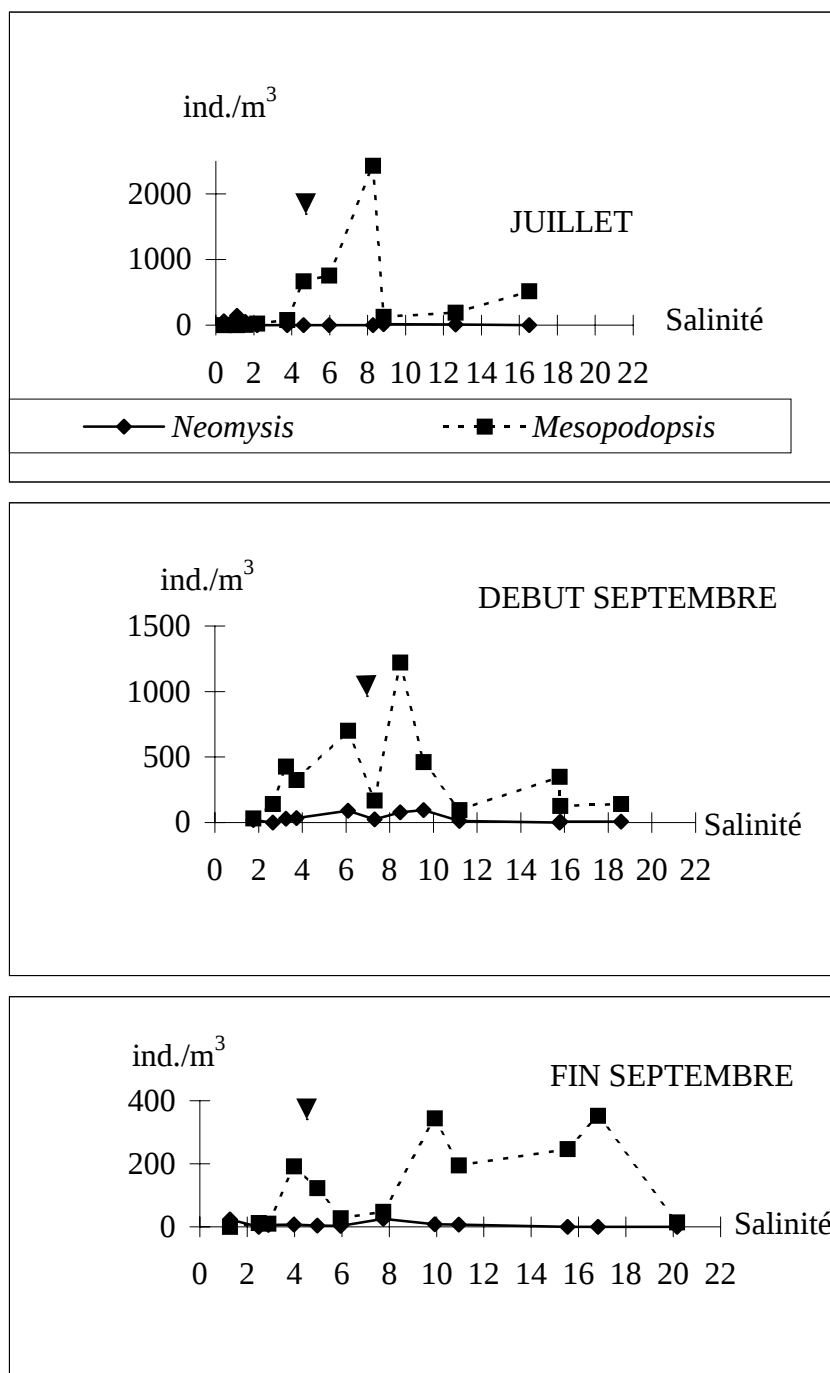


Figure 7-27 : Evolution des densités de mysidacés en fonction de la salinité au cours de l'été 2000 (moyenne surface-fond). Traits continus: *Neomysis integer*, traits pointillés: *Mesopodopsis slabberi*. Les flèches indiquent la position amont des prélèvements/aux rejets de la centrale nucléaire au point E.

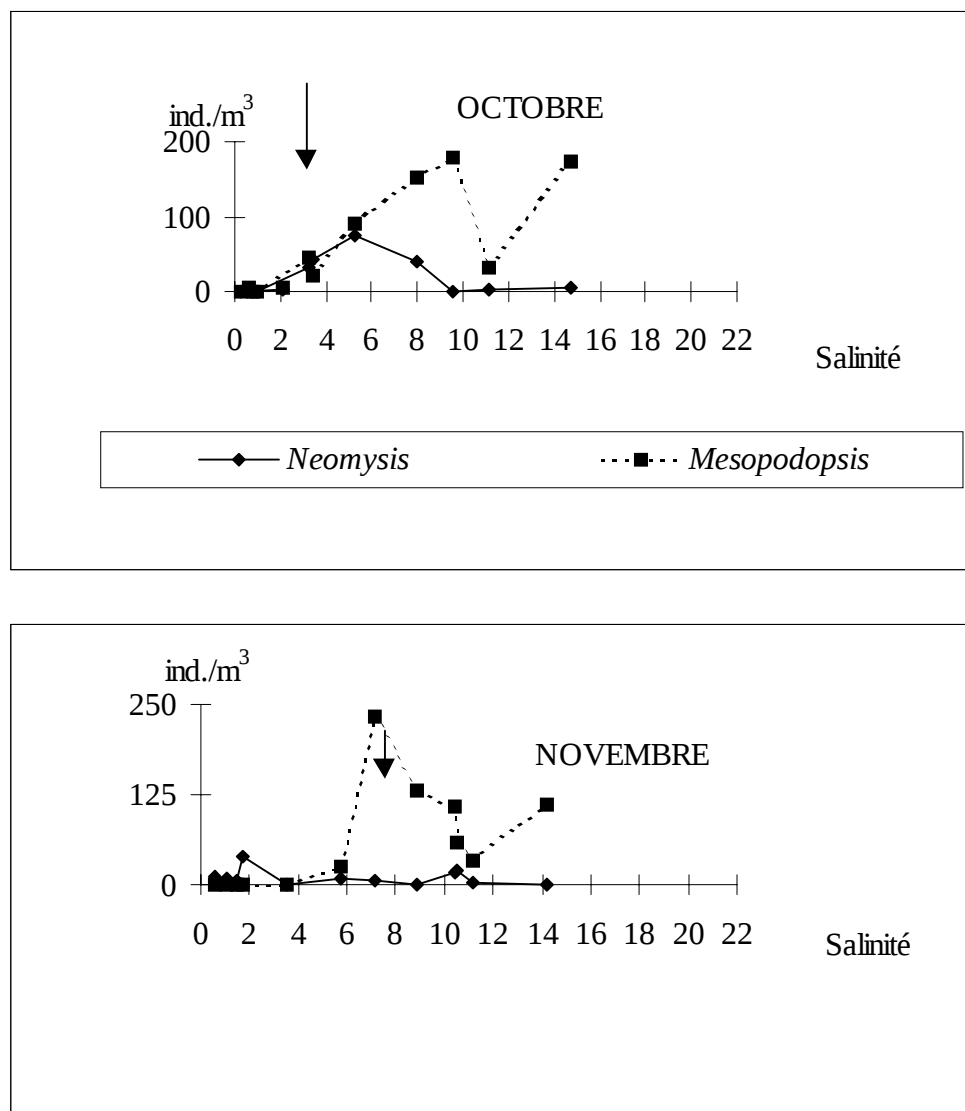


Figure 7-28 : Evolution des densités de mysidacés en fonction de la salinité au cours de l'automne 2000 (moyenne surface-fond). Traits continus: *Neomysis integer*, traits pointillés: *Mesopodopsis slabberi*. Les flèches indiquent la position amont des prélèvements/aux rejets de la centrale nucléaire au point E

8. Résumé et conclusion

Dans le cadre des études écologiques relatives à la centrale nucléaire du Blayais dans l'estuaire de la Gironde, la zone de Braud et Saint-Louis a fait l'objet des travaux suivants :

- Etat de référence (Rapport CNEXO, mai 1977)
Campagne de Mai 1975,
Missions légères d'Octobre 1975 à Décembre 1976,
Missions lourdes de Mars 1976 et Septembre 1976.
- Surveillance écologique tous les ans de 1978 à 2000

De Juin 1981, date de mise en service de la première tranche, à fin 1983, date de mise en service de la quatrième tranche, les études de surveillance ont porté sur la phase intermédiaire avant établissement du régime permanent de la centrale.

Ce chapitre correspond au rapport préliminaire de synthèse des résultats obtenus entre Avril 2000 et Novembre 2000, rapport réalisé dans des délais brefs pour permettre aux administrations concernées de disposer des premiers éléments sur l'impact éventuel de la centrale sur le milieu fluvio - marin.

Ce rapport présente les résultats obtenus au cours des études de la vingt troisième année de surveillance écologique sur le Site du Blayais, réalisées dans le cadre de la commande EDF/IFREMER n° B8PA336 du 5 janvier 2000.

Trois organismes ont participé à cette surveillance :

- l'Institut Européen de l'Environnement 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 zoo planctoniques ;
- le Département de Géologie et Océanographie pour l'organisation des missions, la réalisation des mesures in situ et les études des paramètres hydrologiques et physico-chimiques.

8.1. Généralité

Le programme actuel de surveillance écologique du site du centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) du Blayais a été établi pour 5 ans, suite à l'arrêté préfectoral du 23 décembre 1991, modificatif à l'arrêté du 31 mars 1989 portant autorisation de rejet dans le domaine fluvial. Ce programme se poursuit en 2000, et a pour objet la mise en évidence des modifications éventuelles apportées au milieu par la centrale.

8.1.1. Déroulement des campagnes

La modification par rapport au programme antérieur porte sur la répartition des stations le long de l'estuaire, la périodicité des prélèvements et la nature des paramètres physico-chimiques et bactériologiques.

8.1.1.1. Prélèvements

Le programme annuel comporte trois points de prélèvements (Fig. 8-1) :

- une station à l'amont du site permettant la connaissance du milieu avant son passage devant le CPNE (point K ; PK 30),
- une station au droit du CPNE, située au niveau du chenal médian (point E ; PK 52),
- une station à l'aval du site et placée dans le chenal de navigation permettant de pallier une vision seulement partielle de la distribution de certaines variables (point F ; PK 67).

Les prélèvements ont été réalisés par le DGO sur chacune des trois stations estuariennes réparties longitudinalement le long de l'estuaire (entre PK 30 et 67), à raison d'une station par jour. Le transport des échantillons a été assuré par l'IEEB.

8.1.1.2. Paramètres analytiques et fréquence de prélèvements

Les dates des missions, effectuées en 2000, sont indiquées sur la carte de positionnement des points (Fig. 8-1).

Le programme comprend huit campagnes de prélèvements d'avril à novembre pour les paramètres physiques et chimiques, sept campagnes d'avril à octobre pour les indicateurs biologiques.

La fréquence des prélèvements par campagne et les paramètres mesurés sont indiqués dans le tableau 8-1.

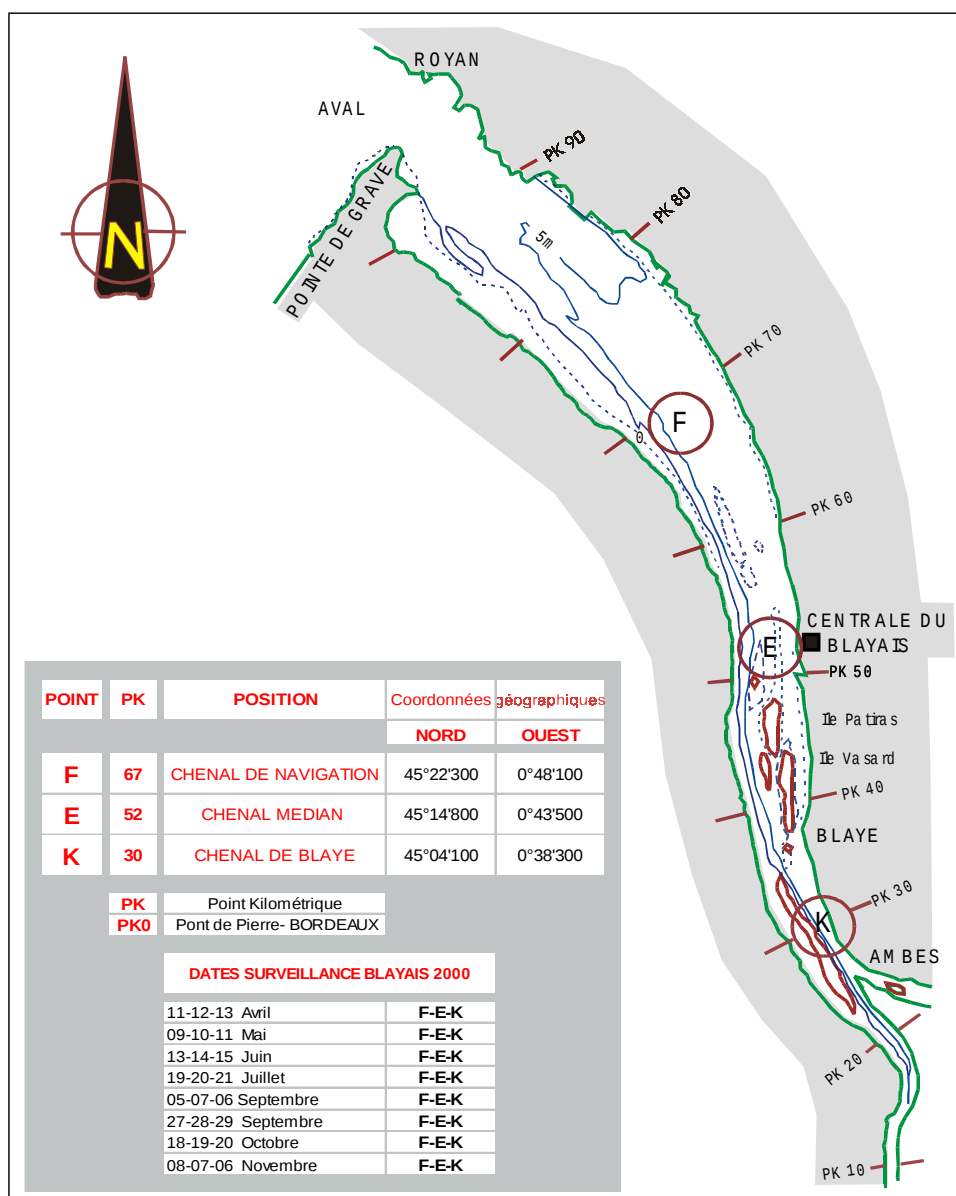


Fig. 8-1 : carte de positionnement des points

Aux trois points (F,E,K) les paramètres définis par l'administration sont étudiés sur un cycle annuel, suivant un calendrier comportant huit missions réparties d'Avril à Novembre.

Les prélèvements et mesures, au nombre de quatre, sont effectués aux heures de basse mer, pleine mer et mi-marée, pendant un cycle de marée, dans des conditions de marées comparables (M.E). à deux niveaux, surface et fond.

Tableau 8-1. Fréquence des prélèvements et paramètres mesurés

Paramètres	Niveaux	Moment par rapport à la marée	Points
- Courant (vitesse et direction) - Salinité - Température - Matière en suspension - Oxygène dissous - Carbone organique particulaire	2 niveaux : à 1 m de la surface à 1 m du fond	4 moments : pleine mer (PM) mi-jusant basse mer (BM) mi-flot	K-E-F
- Nitrate - Ammonium - Phosphate	1 niveau : à 1 m de la surface	2 moments : BM et PM	E
- Vibrions			K-E-F
- Chlorophylle et phaeopigments	1 niveau : à 1 m de la surface	2 moments : BM et PM	K-E-F
- Zooplancton	2 niveaux : à 1 m de la surface à 1 m du fond	4 moments : BM, BM+2 h BM+4 h, BM+6 h	K-E-F

8.1.1.3. Réalisation

Pour chacun des paramètres analytiques étudiés, le tableau 8-2 présente les quantités prévues et réalisées au cours de l'année 2000.

Tableau 8-2 : Réalisation par groupe de paramètre

	Camp.	Stations	Prél.	Niveaux	Prévu	Réalisé
Carbone organique particulaire	8	3	4	2	192	189
Chlorophylle et phaeopigments	8	3	2	1	48	46
Sels nutritifs	8	1	2	1	16	16
Bactériologie	8	3	2	1	48	48

8.1.2. Caractéristiques climatiques et hydrologiques de 2000

Le tableau 8-3 résume les caractéristiques climatiques correspondant à la période d'étude (Source : Météo France, station de Mérignac).

Tableau 8-3 : Caractéristiques climatiques de la période d'étude

Mois	T °C	Préc. mm	Ins. h	Observations
Avril	12,6	153,6	122	Mois très pluvieux, surtout en 3 ^{ème} décade ; insolation largement déficitaire (65%).
Mai	17,6	99,0	63	Mois très chaud, 3 °C au-dessus de la normale, mais très pluvieux (orage 7, 10 et 16).
Juin	20,0	55,2	38	Extrêmement arrosé en 1 ^{ère} décade (98%), insolation légèrement déficitaire.
Juillet	20,2	59,0	242	Première décade très arrosée (127%), insolation légèrement déficitaire.
Août	22,4	26	245	Mois chaud et sec.
Septembre	19,5	43	211	Mois peu arrosé et assez chaud.
Octobre	14,6	159	108	Mois très pluvieux (183%), notamment au cours de la 1 ^{ère} décade, insolation déficitaire.
Novembre	10,5	322,2	47	Mois exceptionnellement pluvieux (342% de la normale).

8.1.3. Débits de la Gironde (Fig. 8-2)

De Janvier à Novembre inclus, les débits de 2000 ($933 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ environ de moyenne annuelle) sont légèrement supérieurs à 1999 ($902 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ environ).

Par rapport à 1999 les débits 2000 sont excédentaires début Janvier (du fait de la crue de décembre 1999), puis déficitaires jusqu'à la fin du mois, une crue apparaît mi Février - début Mars ($3350 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ le 20 Février, $2230 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ le

3 Mars) qui correspond à celle de 1999, une seconde crue apparaît fin Avril (2337 m³.s⁻¹ le 29 Avril), une troisième crue apparaît mi-Juin (avec un maximum instantané de l'année de 3878 m³.s⁻¹ le 13 Juin) alors qu'en 1999 elle s'était produite en Mai, excédentaires en Juillet, déficitaires en Août et Septembre, excédentaires en Octobre, une quatrième crue apparaît au mois de novembre (avec les sept derniers jours à plus de 2500 m³.s⁻¹ de moyenne, alors qu'en 1999 elle s'est produite en Décembre.

Pour le mois de Décembre, les données seront consignées dans le rapport définitif.

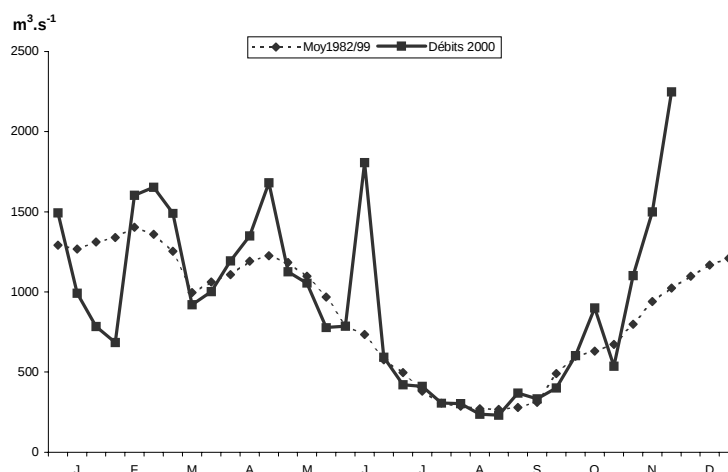


Fig. 8-2. : Débits moyen de la Gironde par périodes de 10 jours

8.2. 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 années précédentes.

8.2.1. Température (Fig. 8-3, 8-4)

Au cours de l'année, les températures minimales et maximales absolues mesurées au cours des missions sont les suivantes:

- Au Point F-PK 67 :	11.6°C – 23.0°C	en surface
	11.4°C – 22.2°C	au fond
- Au Point E-PK52 :	11.2°C – 25.0°C	en surface
	11.2°C – 22.6°C	au fond
- Au Point K-PK 30 :	10.7°C – 22.1°C	en surface
	10.7°C – 22.1°C	au fond

Sur chacun de ces points, des mesures complémentaires ont été effectuées d'heure en heure au cours de la marée. Les cycles les plus caractéristiques sont présentés dans la figure 8-3.

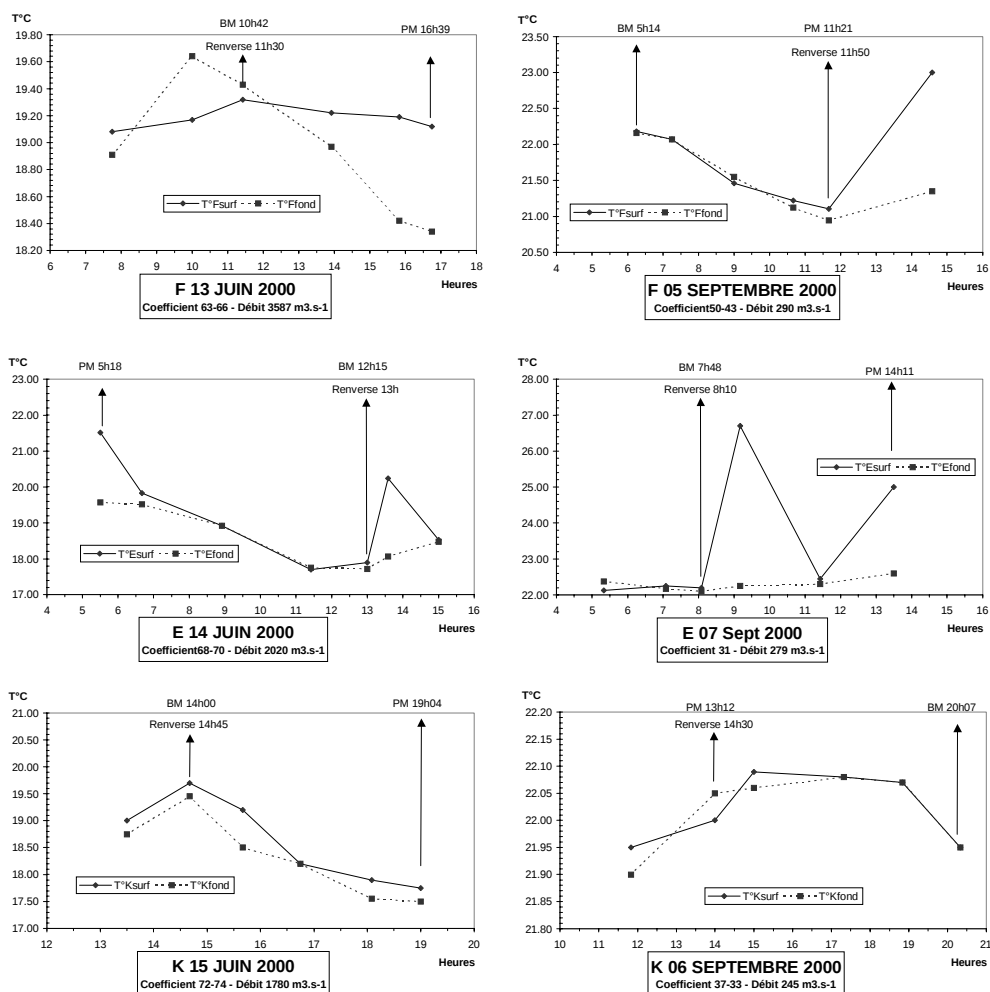


Fig. 8-3 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée

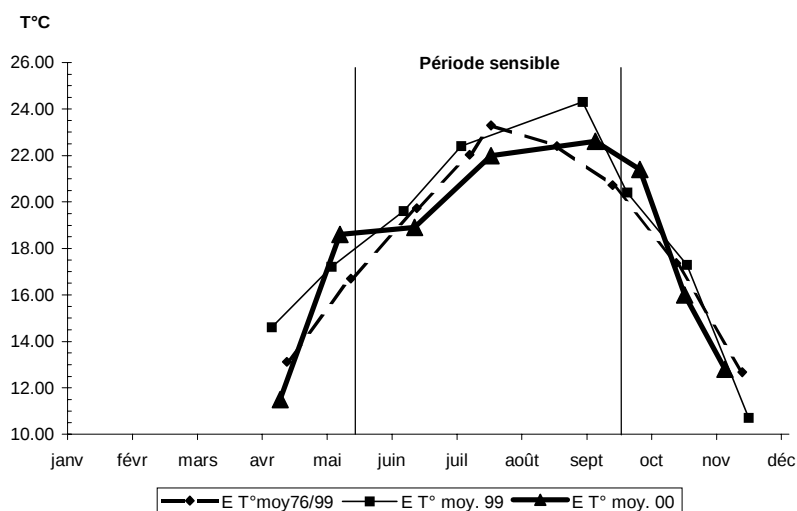


Fig. 8-4 : Variations annuelles des températures moyennes de l'eau au Point E-PK 52 de 1976 à 1999, en 1999 et 2000

Les températures moyennes de l'eau au point F-PK 67 ont évolué entre Avril et Novembre 2000 de 11,7°C (11 Avril) à 21,7°C (05 Sept). La température maximale de l'année a été relevée le 05 Septembre : 23°C en surface et 22,2°C au fond .

Au Point E PK 52: les températures moyennes ont évolué entre 11,6°C (12 Avril) et 22,6°C (07 Sept) ; la température maximale étant relevée le 07 Septembre: 25,0°C en surface et 22,6°C au fond.

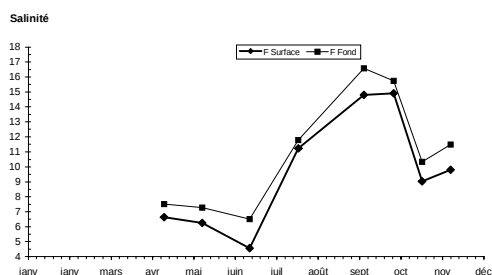
Au Point K-PK30, elles évoluent de 10,9°C (13 Avril) à 22,0°C (06 Septembre). La température maximale étant relevée le 06 Septembre: 22,1°C en surface et au fond.

Les températures maximales sont relevées :

- aux points F et E en surface,
- au point K en surface et au fond.

Par rapport aux températures moyennes de 1999 et 1976/1999, Avril 2000 est plus frais. Le mois de Mai qui, malgré sa pluviosité est un mois très chaud (avec une température de l'air supérieure de 3°C à la normale) est excédentaire. Nous observons un pic moyen de 18,6°C le 10 du mois. Les mois de Juin, Juillet et Août sont déficitaires. Le mois de Septembre est excédentaire. Octobre et Novembre sont légèrement déficitaires. (Les caractères dominants sont tirés du tableau climatologique mensuel de la station Météo France à Mérignac).

8.2.2. Salinité

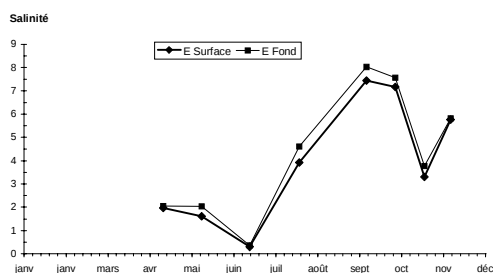


Point F PK 67

Evolution des salinités moyennes

De 4,56 en surf le 13 Juin
à 14,91 en surf le 27 Septembre
De 6,49 au fond le 13 Juin
à 16,58 au fond le 05 Septembre

Sal. Maxi surf: 20,70 le 27 Septembre.
Sal. Maxi fond: 22,40 le 27 Septembre
Sal. Mini surf: 1,37 le 13 Juin
Sal. Mini fond: 1,93 le 13 Juin

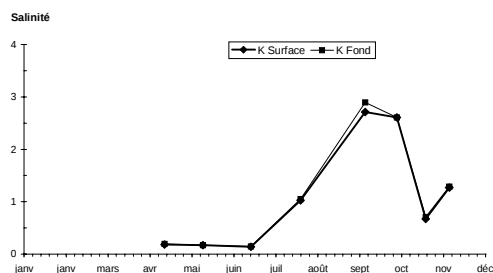


Point E PK 52

Evolution des salinités moyennes

De 0,30 en surf le 14 Juin
à 7,44 en surf le 07 Septembre
De 0,36 au fond le 14 Juin
à 8,03 au fond le 07 Septembre

Sal. Maxi surf: 10,65 le 28 Septembre.
Sal. Maxi fond: 11,43 le 28 Septembre
Sal. Mini surf: 0,16 le 14 Juin
Sal. Mini fond: 0,16 le 14 Juin



Point K PK 30

Evolution des salinités moyennes

De 0,14 en surf le 15 Juin
à 2,71 en surf le 06 Septembre
De 0,15 au fond le 15 Juin
à 2,90 au fond le 06 Septembre

Sal. Maxi surf: 4,40 le 29 Septembre
Sal. Maxi fond: 4,30 le 06 Septembre
Sal. Mini surf: 0,13 le 15 Juin
Sal. Mini fond: 0,13 le 15 Juin

Fig. 8-5 : Variations annuelles des salinités moyennes en 2000

8.2.3. Turbidité

Tout au long de l'année 2000, nous pouvons constater de très faibles valeurs de turbidité au point F et dans une moindre mesure au point K, à cause des crues de l'année qui ont du éjecter à l'océan la majeure partie du bouchon vaseux. Fin Septembre début Octobre, nous sommes en période de vives eaux (100-106) pendant laquelle les forts courants remettent en suspension une quantité de sédiments, augmentant ainsi la turbidité.

Par rapport à 1999, les valeurs des concentrations de 2000 sont en moyenne, légèrement inférieures (Fig 8-6).

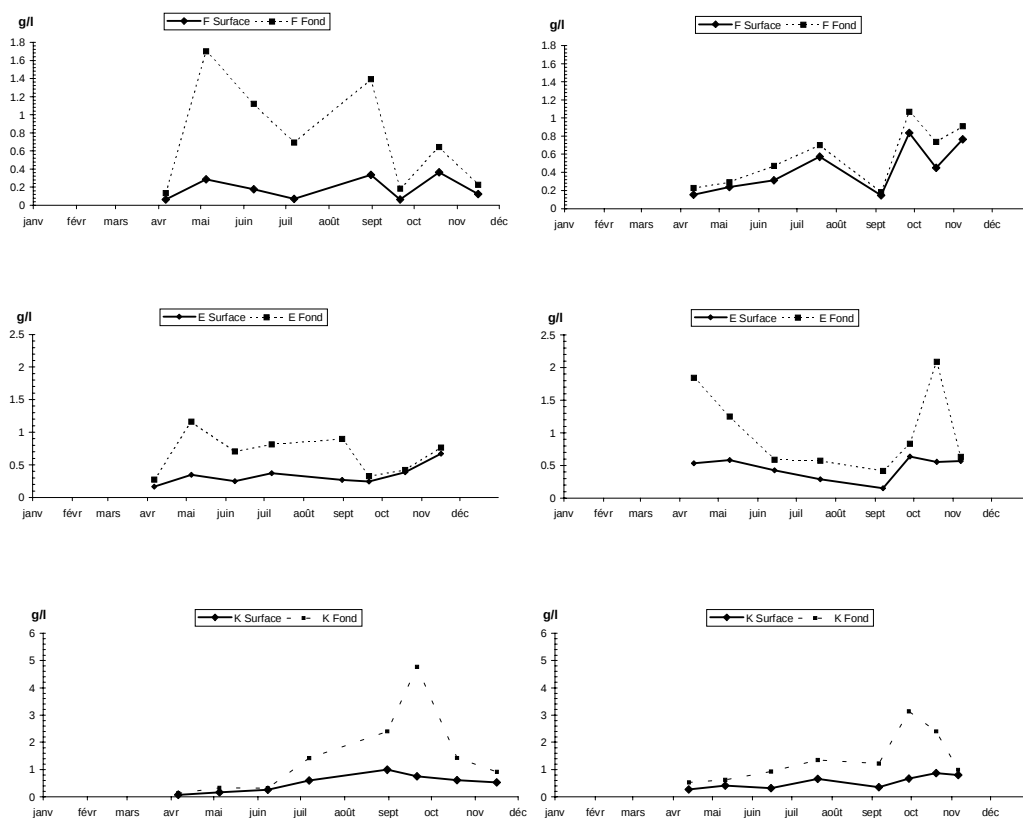


Fig. 8-6 : Variations annuelles des turbidités moyennes en 1999 et 2000

Les valeurs des turbidités moyennes en 2000 se sont réparties :

- **Au Point F-PK 67 :** de 0,147 g/l (05-09) à 0,836 g/l (27-09) en surface
de 0,182 g/l (05-09) à 1,068 g/l (27-09) au fond
- **Au Point E-PK 52 :** de 0,150 g/l (07-09) à 0,634 g/l (28-09) en surface
de 0,418 g/l (07-09) à 2,089 g/l (19-10) au fond
- **Au Point K-PK 30 :** de 0,265 g/l (13-04) à 0,870 g/l (20-10) en surface
de 0,531 g/l (13-04) à 3,133 g/l (29-09) au fond

Les turbidités maximales ont atteint :

- **Au Point F :** 1.110 g/l (27-09) en surface et 1.537 g/l (27-09) au fond
- **Au Point E :** 1.209 g/l (28-09) en surface et 5.007 g/l (28-09) au fond
- **Au Point K :** 1.633 g/l (20-10) en surface et 3.731 g/l (29-09) au fond

- **Aux points F, E et K :** les concentrations maximales sont toutes supérieures ou voisines de 1 g/l. Ces valeurs montrent que, pendant ces périodes, le bouchon vaseux était présent dans la zone.

Fin Septembre, la turbidité est augmentée par les remises en suspension liées aux forts courants de vives eaux.

8.3. Paramètres hydrobiologiques

8.3.1. Oxygène dissous (Fig. 8-7 à 8-9)

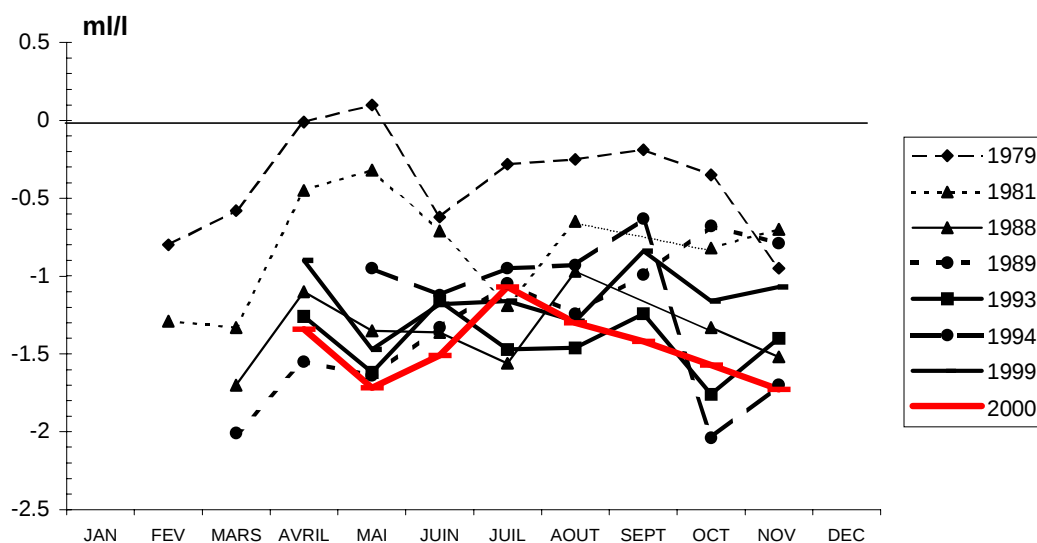


Fig. 8-7 : Variations annuelles du déficit en O₂ dissous au Point E-PK 52 en 1979, 1981, 1988, 1989, 1993, 1994, 1999 et 2000

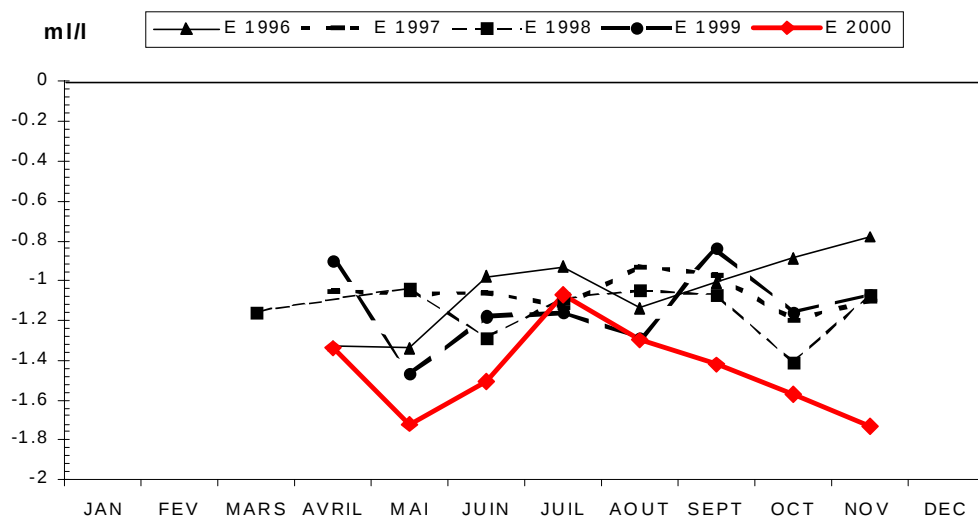


Fig. 8-8 : Variations annuelles du déficit en O₂ dissous au Point E-PK 52 de 1996 à 2000

- **Au Point F-PK 67**, les déficits moyens en oxygène dissous s'échelonnent entre 0,85 ml/l (19 Juillet) et 1,58 ml/l (09 Mai) ; valeur maximale : 1,71 ml/l (09 Mai).
- **Au Point E-PK 52**, ils évoluent de 1.07 ml/l (20 Juillet) à 1,73 ml/l (07 Novembre) ; valeur maximale : 2.00 ml/l (07 Novembre).
- **Au Point K-PK 30**, de 1,20 ml/l (13 Avril) à 2.19 ml/l (06 Novembre) ; valeur maximale : 2,29 ml/l (06 Novembre).

Tableau 8-4 : Déficits moyens annuels en oxygène dissous

ANNEES	POINT F	POINT E	POINT J	POINT K
1985		1,312 ml/l	1,294 ml/l	1,419 ml/l
1986		1,175 ml/l	1,205 ml/l	1,241 ml/l
1987		1,301 ml/l	1,470 ml/l	1,799 ml/l
1988		1,356 ml/l	1,493 ml/l	1,377 ml/l
1989		1,250 ml/l	1,440 ml/l	1,520 ml/l
1990		1,190 ml/l	1,340 ml/l	1,720 ml/l
1991		1,200 ml/l	1,340 ml/l	1,600 ml/l
1992	1,110 ml/l	1,258 ml/l	-	1,592 ml/l
1993	1,220 ml/l	1,420 ml/l	-	1,900 ml/l
1994	1,110 ml/l	1,110 ml/l	-	1,150 ml/l
1995	0,900 ml/l	1,000 ml/l	-	1,410 ml/l
1996	0,940 ml/l	1,090 ml/l	-	1,560 ml/l
1997	0,990 ml/l	1,060 ml/l	-	1,680 ml/l
1998	0,880 ml/l	1,150 ml/l	-	1,520 ml/l
1999	1,040 ml/l	1,130 ml/l	-	1,540 ml/l
2000	1,200 ml/l	1,460 ml/l		1,710 ml/l

Le tableau 8-4 montre qu'en 2000 le déficit moyen augmente nettement aux trois points.

Nous pouvons considérer que du fait des crues de l'année (plus nombreuses et tardives qu'en 1999) les eaux d'amont ont fait barrage à l'intrusion haline (les salinités sont faibles par rapport à 1999 et très faibles par rapport à la normale), empêchant ainsi le renouvellement et la ré oxygénation par les eaux marines.

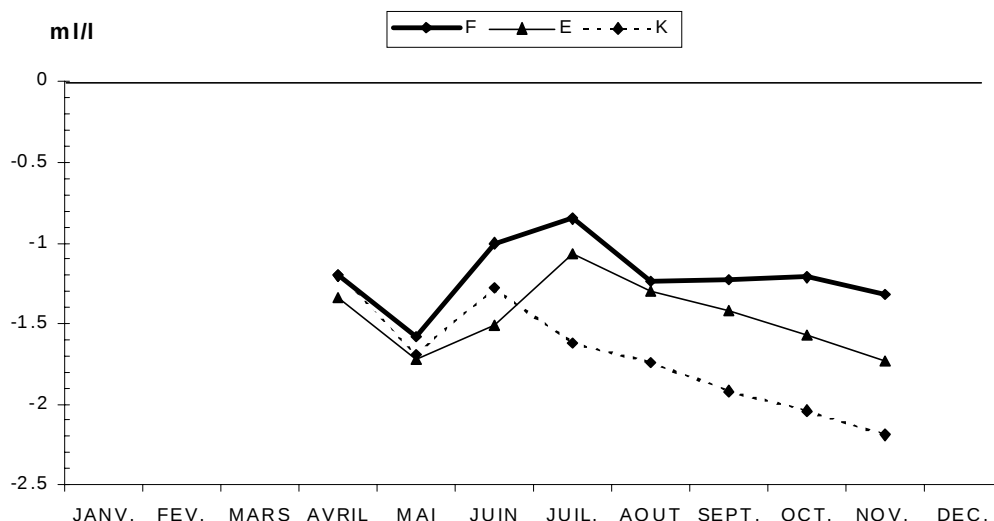


Fig. 8-9 : Variations annuelles du déficit en O₂ dissous aux Points F-E-K en 2000

8.3.2. Carbone organique particulaire

8.3.2.1. Evolution depuis 1993

L'évolution des teneurs en carbone organique particulaire des eaux de l'estuaire peut être appréciée dans un premier temps par l'étude de l'évolution des teneurs en matières en suspension (fig. 8-10), associée à celle des valeurs du rapport COP/MEST qui représente le pourcentage de carbone organique dans les matières en suspension (fig.8-11).

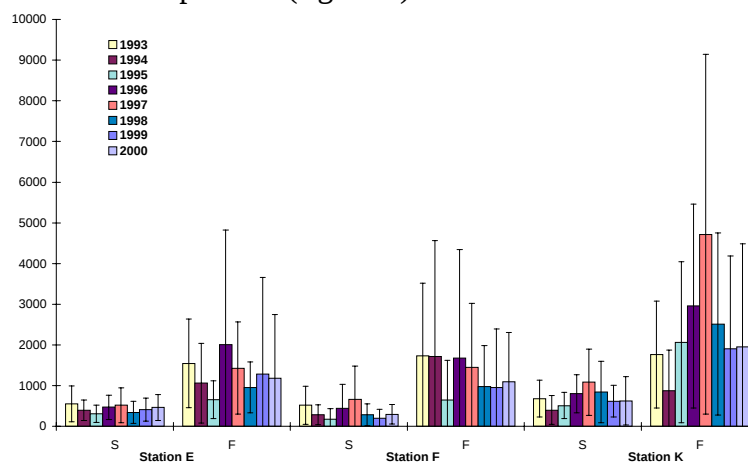


Fig. 8-10 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en MEST, 1993-2000.

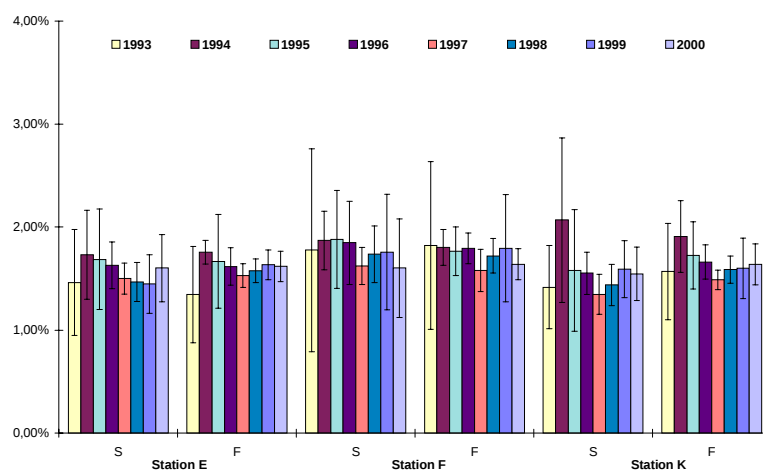


Fig. 8-11 : Evolution des moyennes annuelles du rapport COP/MEST, 1993-2000

Ainsi, pour l'année 2000, les teneurs moyennes annuelles oscillent entre 7,3 mg/L et 30,8 mg/L en fonction des niveaux et des stations (tableau 8-5).

Tableau 8-5 : Moyennes annuelles des teneurs en MEST, COP et rapport COP/MEST

Stations	MEST (mg/L)	COP (mg/L)	COP/MEST
E surface	467	7,3	1,60%
E fond	1184	19,8	1,62%
F surface	297	4,6	1,60%
F fond	1101	18,2	1,64%
K surface	627	9,4	1,55%
K fond	1955	30,8	1,64%

L'écart entre le rapport des moyennes (non présenté ci-dessus) et la moyenne des rapports montre que le rapport COP/MEST est susceptible de varier en fonction des conditions. L'étude détaillée de ses variations permet de prendre en compte l'évolution qualitative de la matière organique contenue dans la phase particulaire.

8.3.2.2. Variations saisonnières pour 2000

Les variations saisonnières des teneurs en matières en suspension et carbone organique particulaire présentent les mêmes faciès (fig. 8-12 et 8-13).

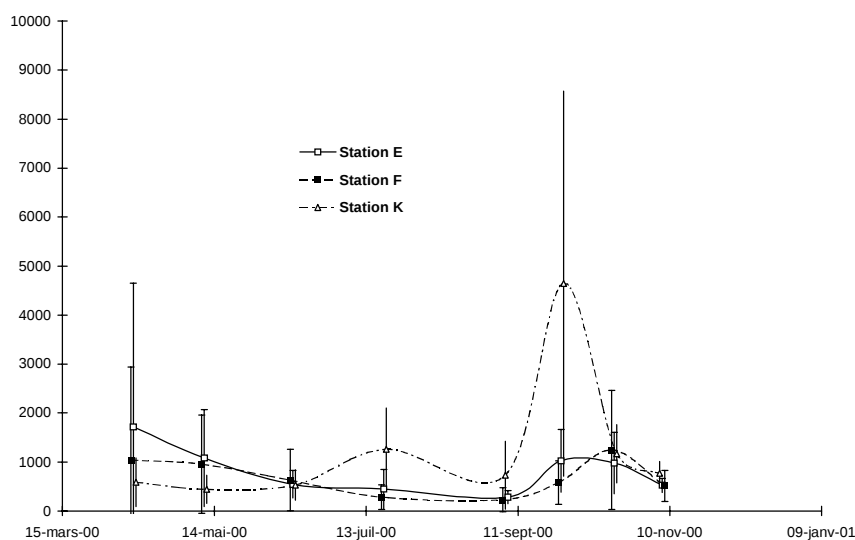


Fig. 8-12 : Variations saisonnières des MEST en valeur moyenne par station.

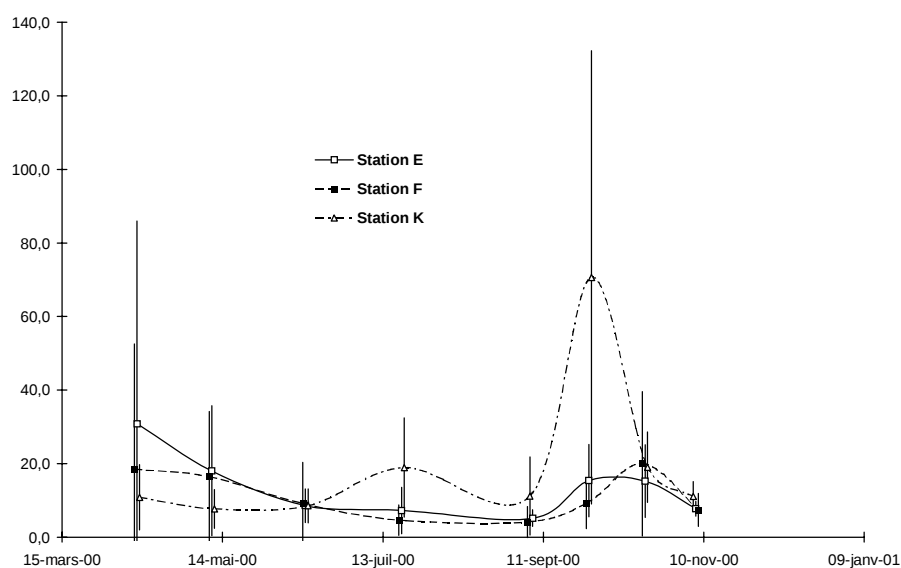


Fig. 8-13 : Variations saisonnières des teneurs moyennes en COP par station

Les variations saisonnières du rapport COP/MEST (fig. 3.8) permettent de mieux appréhender l'évolution du stock de matière organique particulaire. A la station K les moyennes sont plus élevées en période de crues (avril) en raison des apports terrigènes. En revanche, pour les stations E et F, plus en aval, le rapport augmente au cours de l'étiage (septembre).

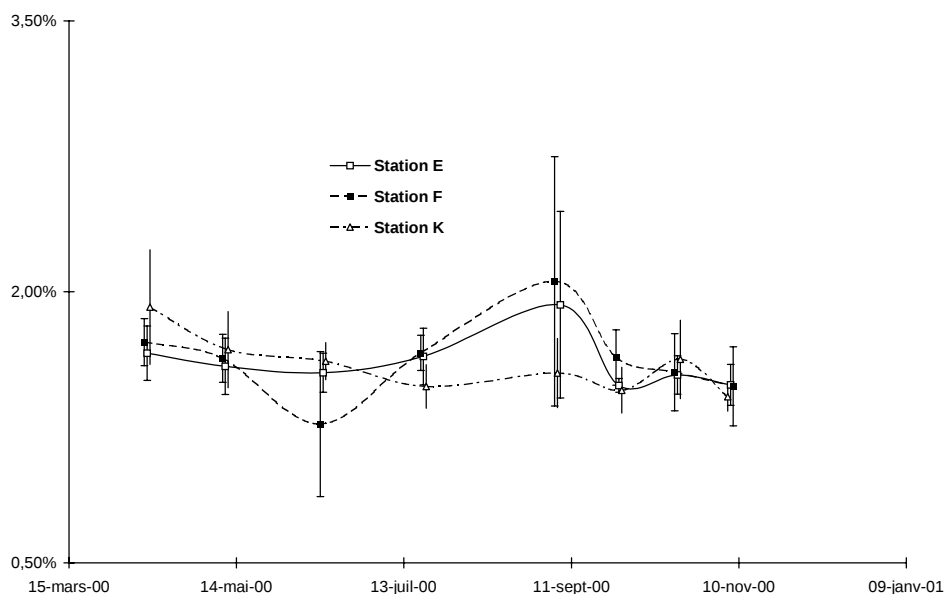


Fig. 8-14 : Variations saisonnières des valeurs moyennes du rapport COP/MEST par station

8.3.3. Chlorophylle et phéopigments

8.3.3.1. Evolution depuis 1993

Les valeurs des moyennes annuelles des teneurs en pigments chlorophylliens dans les matières en suspension sont proches de celles obtenues au cours de trois années précédentes (fig. 8-15).

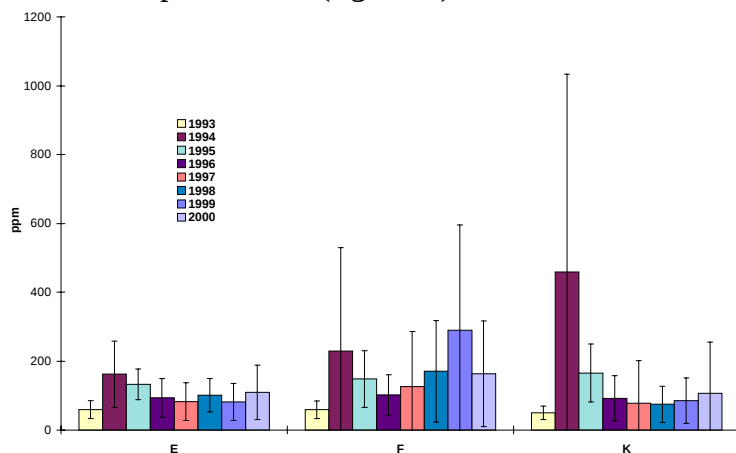


Fig. 8-15 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en pigments chlorophylliens dans les MEST.

En revanche, les moyennes annuelles des taux de chlorophylle active sont plus élevées que celles enregistrées les années précédentes. Les valeurs sont proches de celles des années 1995 à 1998 (fig. 8-16).

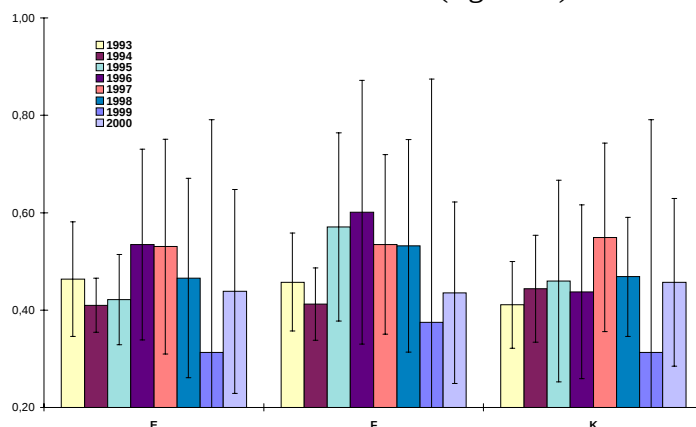


Fig. 8-16 : Evolution des moyennes annuelles des taux de chlorophylle active.

Les valeurs caractéristiques de l'année 2000 sont regroupées dans le tableau 8-6.

Tableau 8-6 : Chlorophylle et phéopigments, moyennes annuelles des paramètres caractéristiques

Stations	Chlorophylle (µg/L)	Phéopigments (µfg/L)	Chlorophylle active	Pigments / MEST (ppm)	Chlorophylle / COP (‰)
E	10,7	19,2	0,44	114	2,6
F	8,3	15,1	0,44	163	3,5
K	10,4	14,2	0,46	107	2,5

8.3.3.2. Variations saisonnières pour 2000

Jusqu'au mois de septembre, les variations saisonnières des teneurs en chlorophylle (a) sont à peu près identiques pour les trois stations. En revanche, pour le mois d'octobre la teneur enregistrée à la station E, à basse comme à pleine mer, sont nettement supérieures à celles des station K et F 5 (fig. 8.17).

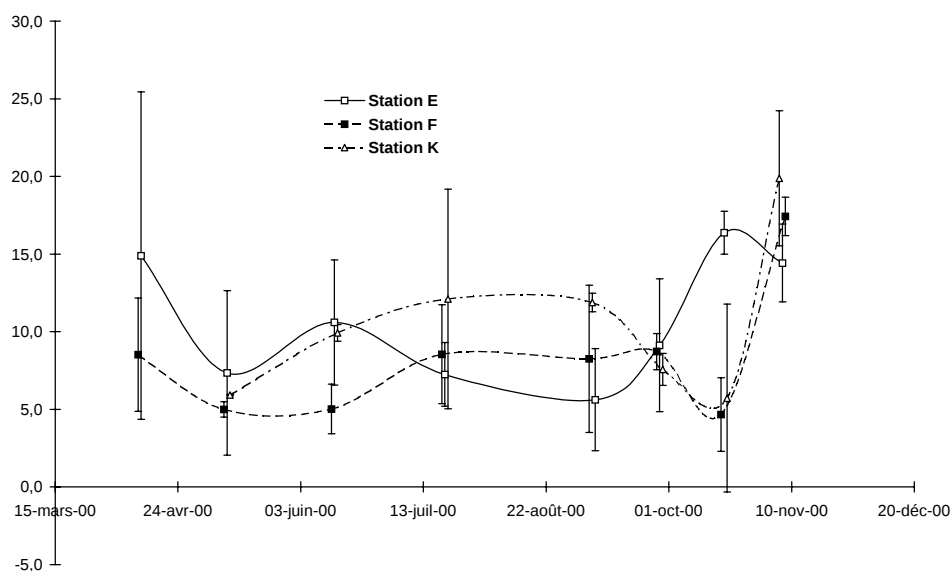


Fig. 8-17 : Variations saisonnières des teneurs en chlorophylles (a) µg/L

Elevés en début de période d'étude, les taux de chlorophylle active sont restés faibles pendant l'été. A la fin du mois de septembre, à la station K, les taux de chlorophylle active sont élevés, à basse comme à pleine mer (Fig. 8-18).

L'étude des teneurs en chlorophylle (a) rapportées à celles des teneurs en COP montre des écarts importants entre les valeurs à basse et pleine mer (Fig. 8-19). L'étude approfondie de ces variations, ainsi que les relations avec des paramètres de base (salinité, oxygène dissous...) sera envisagée dans le rapport définitif.

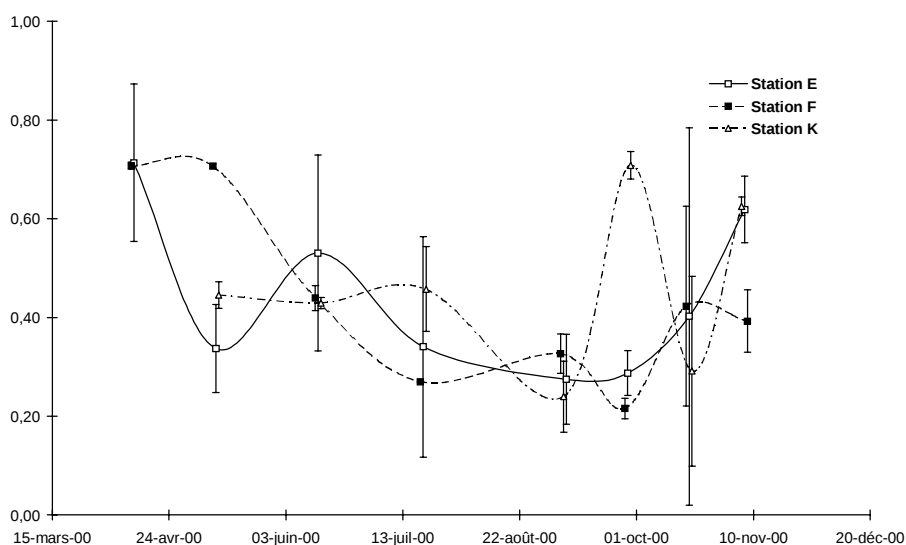


Fig. 8-18 : Variations saisonnières des taux de chlorophylle active.

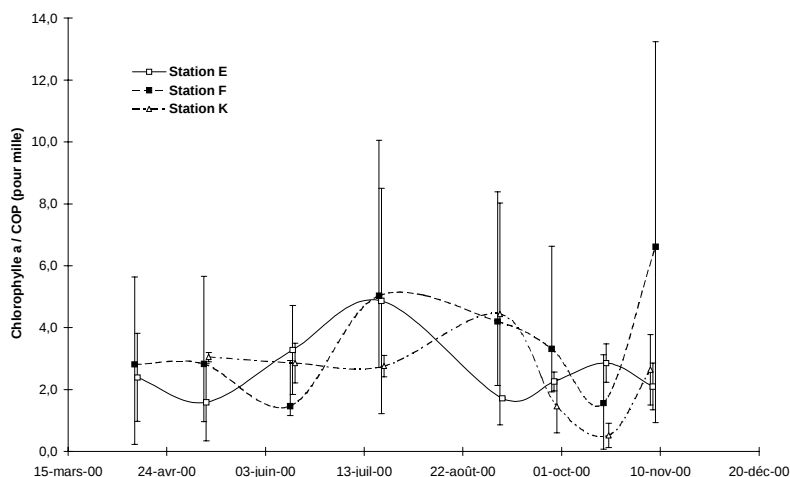


Fig. 8-19 : Variations saisonnières des teneurs en chlorophylle (a) rapportées à celles du COP.

8.3.4. Eléments nutritifs dissous

8.3.4.1. Evolution depuis 1993

Les teneurs moyennes annuelles en azote oxydé et en orthophosphates sont en augmentation par rapport à celles enregistrées depuis 1996 (fig. 8-20), mais restent inférieures à celles de 1992 et 1993. En 2000, les valeurs sont légèrement supérieures à la moyenne 1992 – 2000 (142,5 $\mu\text{mol/L}$ pour l'azote oxydé et 2,9 $\mu\text{mol/L}$ pour les orthophosphates).



Fig. 8-20 : Evolution des teneurs moyennes annuelles en azote oxydé et en orthophosphates à la station E.

8.3.4.2. Variations saisonnières pour 2000

En 2000, les variations saisonnières des teneurs en azote oxydé sont un peu atypiques. En effet, les valeurs enregistrées en début d'été sont restées élevées (fig. 8-21).

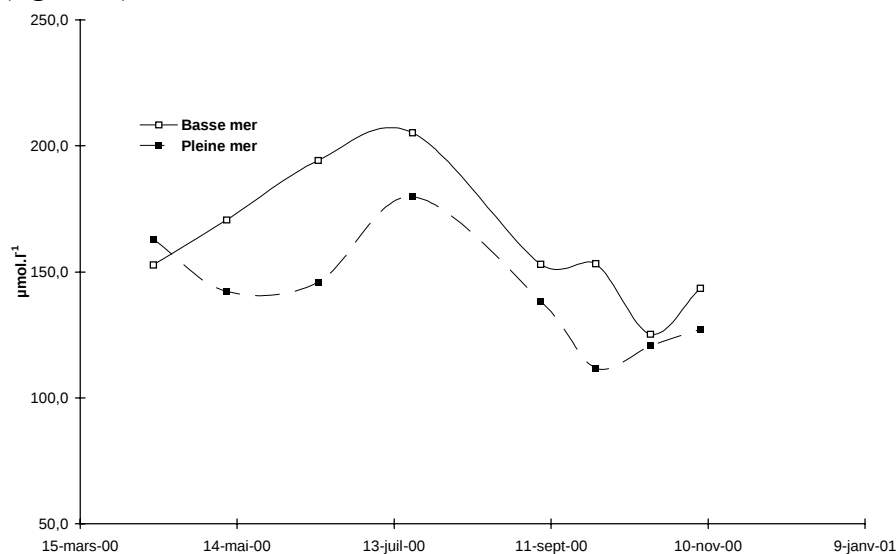


Fig. 8-21 : Variations saisonnières des teneurs en azote oxydé à la station E.

Comme les années précédentes, dans la plupart des cas, les teneurs en azote oxydé à basse mer sont supérieures à celles de pleine mer.

Parallèlement, les teneurs en orthophosphates sont restées faibles pendant la période estivale (fig. 8-22).

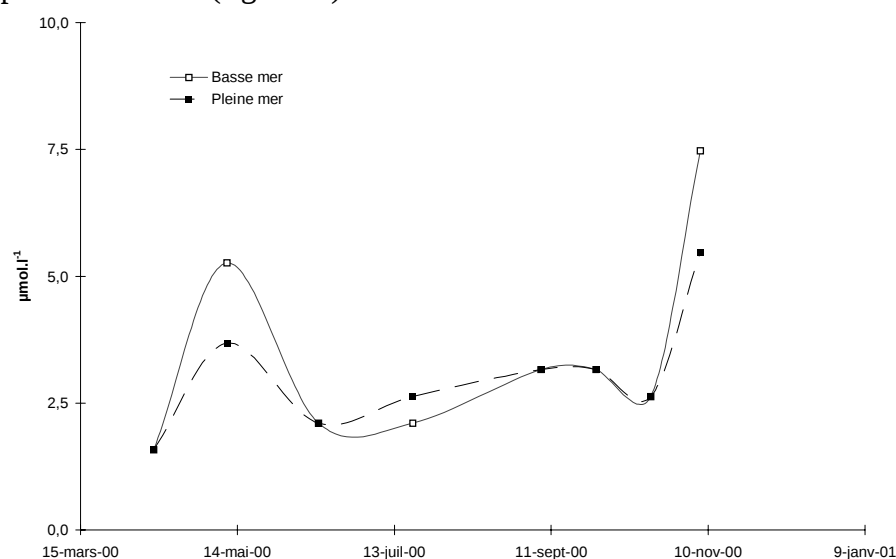


Fig. 8-22 : Variations saisonnières des teneurs en orthophosphates à la station E.

8.4. Microbiologie

Comme les années précédentes, à de rares exceptions (station F en Mai à BM et PM), les *Vibrio* halophiles ont été retrouvés depuis la campagne du mois de juin jusqu'à la fin novembre. Dans une première approche, il semble que les quantités dénombrées soient du même ordre de grandeur que l'année précédente, dans le cadre de l'étude faite sur un seul tube. Comme précédemment, la majorité des souches présentes sont des :

- *Vibrio parahaemolyticus*,
- *Vibrio alginolyticus*.

Cependant, il faut noter la présence de *Vibrio vulnificus* aux stations F (en septembre à BM) et K (en septembre à PM). A noter également la présence de quelques *Vibrio cholerae* et de souches potentiellement *V. cholerae* au niveau des trois stations E, F et K (en cours de vérification).

8.5. Zooplancton

Les études menées depuis 1975 par le Laboratoire d'Océanographie Biologique d'Arcachon ont montré l'importance du zooplancton dans le fonctionnement des écosystèmes estuariens en général et dans la Gironde en particulier. Bien qu'ils soient adaptés aux contraintes naturelles liées à la variabilité de l'environnement, les organismes planctoniques estuariens vivent souvent très près de leur seuil de tolérance et une contrainte supplémentaire pourrait leur être fatale. L'installation d'un Centre de Production Nucléaire sur l'une des rives de la Gironde a donc justifié un suivi écologique portant sur les peuplements pélagiques.

La morphologie et l'hydrologie de la Gironde permettent l'existence d'une communauté zooplanctonique autochtone, paucispécifique, qui comprend les copépodes *Eurytemora affinis*, *Acartia bifilosa* et *A. tonsa*, ainsi que les Mysidacés *Neomysis integer* et *Mesopodopsis slabberi*. La répartition de ces espèces dépend étroitement des conditions hydrologiques et plus particulièrement de l'antagonisme entre la marée et le débit fluvial. En 2000, comme depuis 1978, les fluctuations d'abondances de ces organismes ont donc été analysées au niveau d'une station témoin située à proximité des exutoires de la centrale (station E, pk 52) mais aussi aux niveaux de stations situées en amont (station K, pk 30) et en aval (station F, pk 67). Les résultats ont ensuite été comparés aux observations des années précédentes afin de détecter une éventuelle dérive à long terme.

Parmi les différentes espèces étudiées, le copépode *Eurytemora affinis* domine très largement la communauté zooplanctonique. Ce copépode est un maillon essentiel du réseau trophique. Il peut représenter une ressource nutritive majeure pour les larves alécithes et les alevins de poissons (éperlan, mullet, alose, etc.) ainsi que pour différentes espèces de crevettes dont l'intérêt commercial est manifeste. L'importance qualitative et quantitative de cette

espèce particulière nous a donc conduit à examiner en détail sa structure démographique, comme au cours des études précédentes.

8.5.1. Caractéristique du zooplancton au point E

Les résultats portent sur la 23^e année d'observations effectuées au point E (pk 52) entre mars et novembre 2000.

8.5.1.1. Le Copépode *Eurytemora affinis* :

Les Copépodes sont largement dominés par l'espèce *Eurytemora affinis* qui présente généralement des densités en individus (ind/m³) élevées au printemps (mars à juin).

En 2000, la densité mensuelle maximale ($13\,229 \text{ ind./m}^3 \pm 3577$) a été observée le 15 mars (Fig. 8-23), ce qui correspond à une situation normale puisqu'elle se situe généralement entre mars et mai (Tableau 8-7). Au moment de ce pic, la température de l'eau a oscillé entre 10,5 et 12,2 °C et s'est donc avérée inférieure à l'optimum thermique établi pour *E. affinis* à partir des données acquises depuis 1978 (15,0°C). Par contre, la salinité (entre 0,3 et $1,7 \cdot 10^{-3}$) était proche de son *preferendum* qui se situe aux alentours de $1,2 \cdot 10^{-3}$.

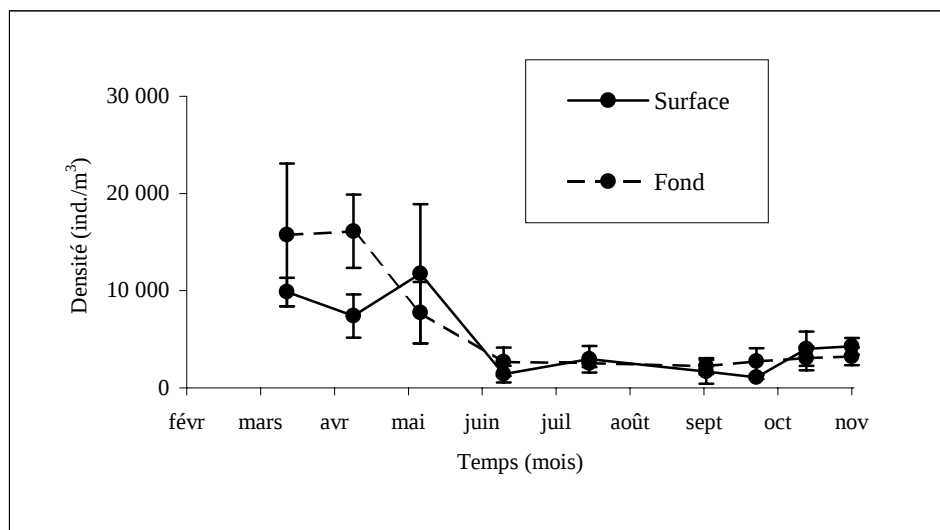


Fig. 8-23 : Variations mensuelles des densités du Copépode *Eurytemora affinis*, au point E, en surface et au fond au cours de l'année 2000. Moyennes ($\pm$ erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée.

Tableau 8-7 : Effectifs moyens observés au moment du pic de densité (ind/m³) du copépode *Eurytemora affinis* au point E entre 1978 et 2000. Moyennes calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée

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	15 900
1987	7 avril	15 600	16 300
1988	17 mai	13 400	18 400
1989	14 mars	9 200	26 100
1990	6 mars	7 900	5 100
1991	12 mars	15.300	32 700
1992	8 juillet	38 400	12 200
1993	12 mai	17 200	25 100
1994	18 mai	29 408	25 506
1995	12 avril	42 688	45 469
1996	24 avril	7 521	9 151
1997	23 juillet	2 843	4 410
1998	19 mai	25.587	8 334
1999	12 mars	32 447	26 941
2000	15 mars	9 868	15 750

Les différences d'effectifs observées entre les échantillons de surface et de fond ne sont pas statistiquement significatives (Fig. 8-23). La valeur moyenne du maximum d'effectifs en 2000 (moyenne calculée à partir des 8 prélèvements : $13\,229 \text{ ind/m}^3 \pm 3\,577$) est inférieure à la moyenne calculée sur la période 1978-1999 ($19\,609 \text{ ind/m}^3 \pm 1\,764$).

Après le maximum annuel, les effectifs diminuent progressivement. Le minimum est atteint le 28 septembre 2000 pour une température moyenne de l'eau de $21,5^\circ\text{C}$ et une salinité de $11,1 \cdot 10^{-3}$. Les températures estivales, connues pour être défavorables à cette espèce, combinées aux conditions de salinité expliquent la faiblesse des effectifs enregistrés à cette date. Les baisses conjointes de la température et de la salinité vers des valeurs plus favorables à l'espèce en octobre et novembre coïncident avec des augmentations de densité.

D'une manière générale, la densité mensuelle moyenne d'*E. affinis* en 2000 ($5\,693 \text{ ind./m}^3 \pm 1662$) est proche de la valeur moyenne calculée sur la période 1978-1999 ($5\,809 \text{ ind./m}^3 \pm 464$) à la différence de celles des campagnes de prélèvements 1996 et 1997.

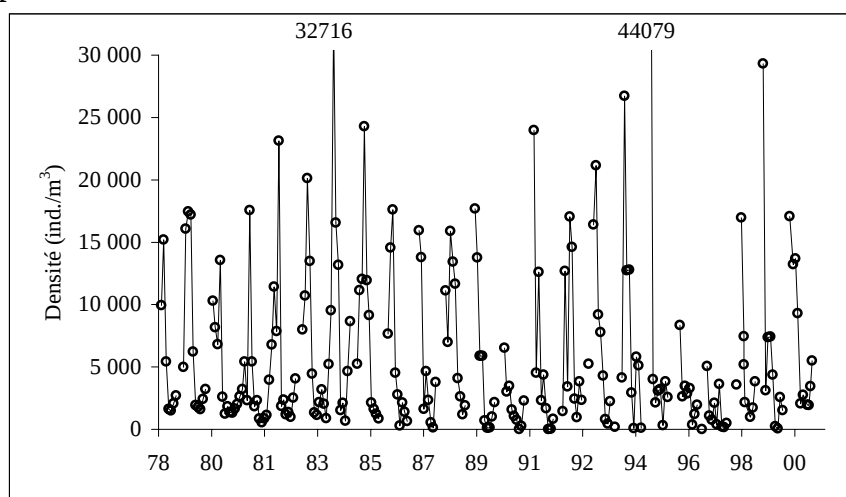


Fig. 8-24 : Variations mensuelles des densités du copépode *Eurytemora affinis* au point E entre l'année 1978 et 2000 (densités moyennes entre surface et fond calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée).

L'étude de la variabilité interannuelle des fluctuations de densité (Fig. 8-24) montre une bonne reproductibilité globale des cycles saisonniers marqués par un pic de densité annuel. On constate qu'après une certaine tendance à l'augmentation entre 1980 et 1984, les valeurs maximales ont diminué entre 1984 et 1990. Cette diminution, de même que la baisse des effectifs moyens, a été attribuée à la migration vers l'amont de la position moyenne du bouchon vaseux (maximum de turbidité) consécutive à la baisse générale des débits durant cette période. La baisse du débit des fleuves a probablement entraîné un positionnement des populations de ce copépode vers la partie amont de l'estuaire (point K). A partir de 1991, le retour à des conditions de débit plus proches de la normale, a stoppé cette évolution et une augmentation des valeurs maximales apparaît jusqu'en 1995. Les observations de 1996 et 1997 marquent un retour à des conditions de débits modérés et s'accompagnent d'effectifs particulièrement faibles, comparables à ceux rencontrés en 1990. La tendance à l'augmentation des effectifs observée en 1998 et 1999 ne se poursuit pas en 2000.

8.5.1.2. Les Copépodes Acartidés

Le copépode *Acartia bifilosa* est une espèce méso-polyhaline caractéristique des eaux dessalées (entre 2,0 et 25,0 ‰). Son abondance au point E est très

étroitement liée à l'intrusion saline. Cette constatation explique les variations de densités observées d'une année à l'autre (Fig. 8-27). Le maximum de densité s'observe entre mai et octobre (le plus souvent en juillet) et les valeurs des maxima d'effectifs peuvent varier dans une proportion de 1 à 10. En 2000, l'espèce est absente au point E jusqu'en juin. La densité maximale s'observe le 20 juillet 2000. La valeur du maximum (227 ind/m^3) est inférieure à la densité moyenne des pics de densité observés de 1978 à 1999 ($1\,086 \text{ ind/m}^3 \pm 206$). Il coïncide avec des conditions hydrologiques favorables à son développement (températures variant autour de $22-24^\circ\text{C}$ et la salinité variant de 0 à $8 \cdot 10^{-3}$) et à son expansion dans l'estuaire jusqu'au point E. La densité de l'espèce diminue ensuite brutalement jusqu'en novembre en liaison avec la décroissance des températures et des salinités (Fig. 8-25).

Le copépode *Acartia tonsa* est une espèce thermo-halophile pouvant vivre à des salinités comprises entre $10,0$ et $8,0 \cdot 10^{-3}$ mais qui préfère un régime de salinité de type polyhalin ($>18 \cdot 10^{-3}$). Elle présente en 2000 un maximum de densité le 7 septembre comme cela est habituellement observé (septembre-début octobre). La date de ce pic de densité correspond au moment où les températures et les salinités sont élevées (températures variant autour de 22°C et salinité moyenne de $11,8 \cdot 10^{-3}$). Le maximum observé en 2000 ($6\,986 \text{ ind/m}^3 \pm 3\,010$) est inférieur à celui des années antérieures. La densité moyenne d'*A. tonsa* en 2000 ($918 \text{ ind/m}^3 \pm 816$) est très supérieure à la moyenne des années précédentes (1984-1999 : $310 \text{ ind/m}^3 \pm 87$). Cette année, un décalage temporel net du pic de densité est observé au point E entre les deux espèces d'Acartidés (Fig. 8-25 et 8-26).

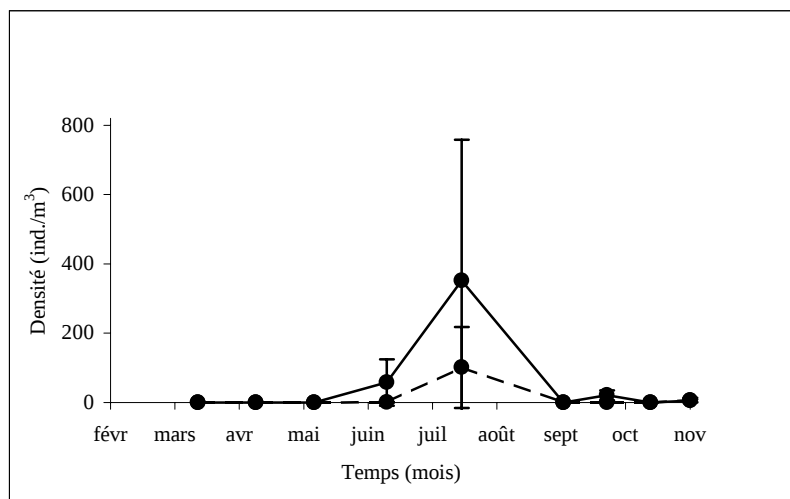


Fig. 8-25 : Variations mensuelles des densités du Copépode *Acartia bifilosa*, au point E, en surface et au fond au cours de l'année 2000. Moyennes ($\pm$ erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée.

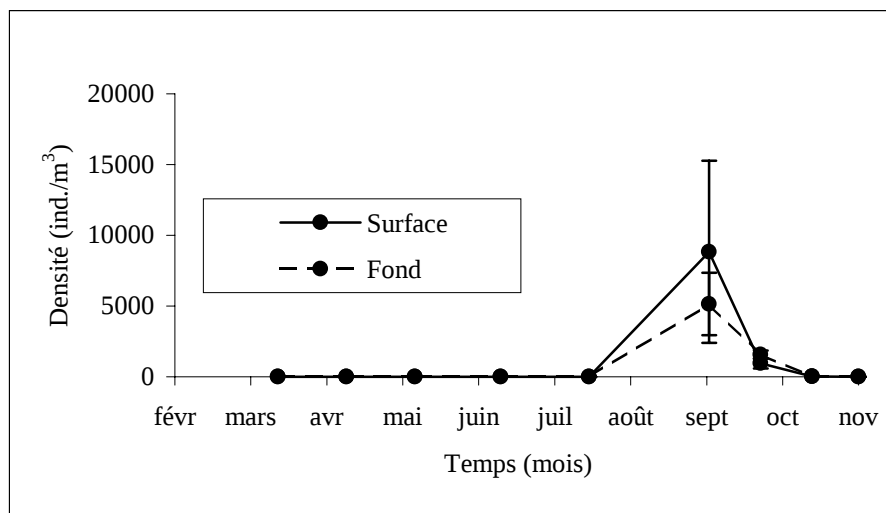


Fig. 8-26 : Variations mensuelles des densités du Copépode *Acartia tonsa*, au point E, en surface et au fond au cours de l'année 2000. Moyennes ($\pm$ erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée.

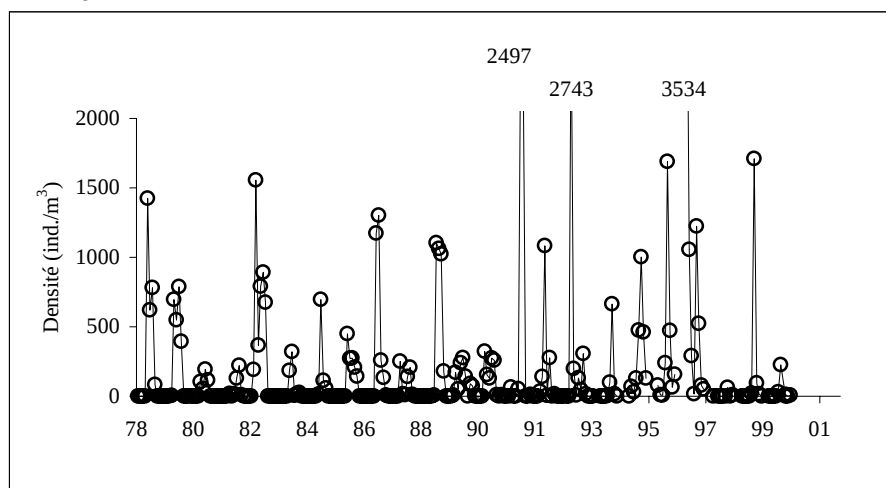


Fig. 8-27 : Variations mensuelles des densités du copépode *Acartia bifilosa* au point E entre 1978 et 2000 (densités mensuelles moyennes entre surface et fond calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée).

8.5.1.3. Les Mysidacés

Les deux Mysidacés *Neomysis integer* et *Mesopodopsis slabberi* sont surtout récoltés d'avril à octobre.

En 2000, *N. integer* a présenté un pic de densité mensuelle le 12 avril (Fig. 8-28). La valeur de ce pic ($82 \text{ ind./m}^3 \pm 52$) est faible. La densité moyenne annuelle ($31 \text{ ind./m}^3 \pm 13$) est proche de la moyenne enregistrée sur la période 1978-1999 ($38 \text{ ind./m}^3 \pm 4$) (Fig. 8-29).

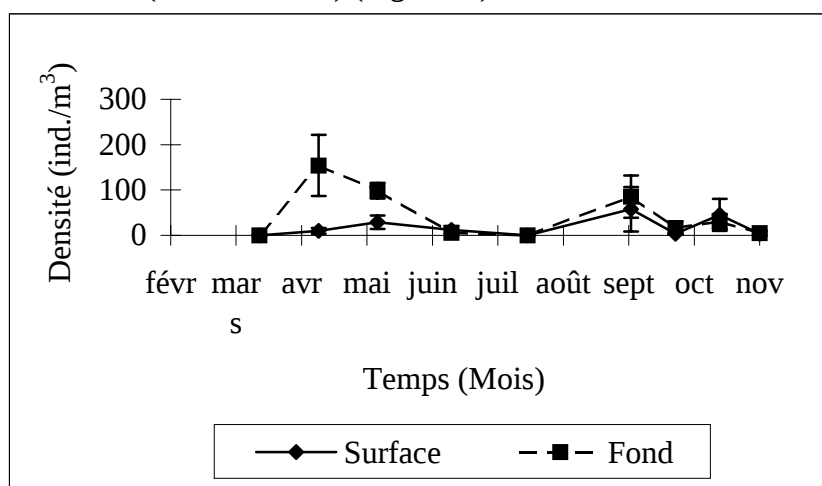


Fig. 8-28 : Variations mensuelles des densités du Mysidacé *Neomysis integer*, au point E, en surface et au fond au cours de l'année 2000. Moyennes ($\pm$ erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée.

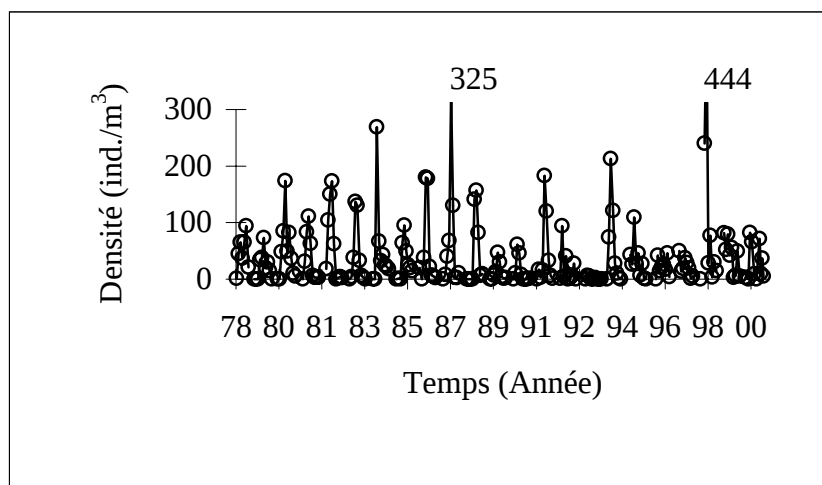


Fig. 8-29 : Variations mensuelles de densités du Mysidacé *Neomysis integer* au point E entre 1978 et 2000 (densités mensuelles moyennes entre surface et fond calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée).

En 2000, *M. slabberi* a présenté des densités supérieures à celles de l'espèce précédente (Fig. 8-30). Le maximum de densité noté le 7 septembre ($639 \text{ ind/m}^3 \pm 224$) est le plus important enregistré depuis 1991 même s'il est inférieur à celui des années 1982, 1986 & 1991. Sa densité moyenne annuelle ($144 \text{ ind/m}^3 \pm 76$) est proche de la moyenne des observations effectuées au cours de la période 1978-1999 ($149 \text{ ind/m}^3 \pm 19$) (Fig. 8-31).

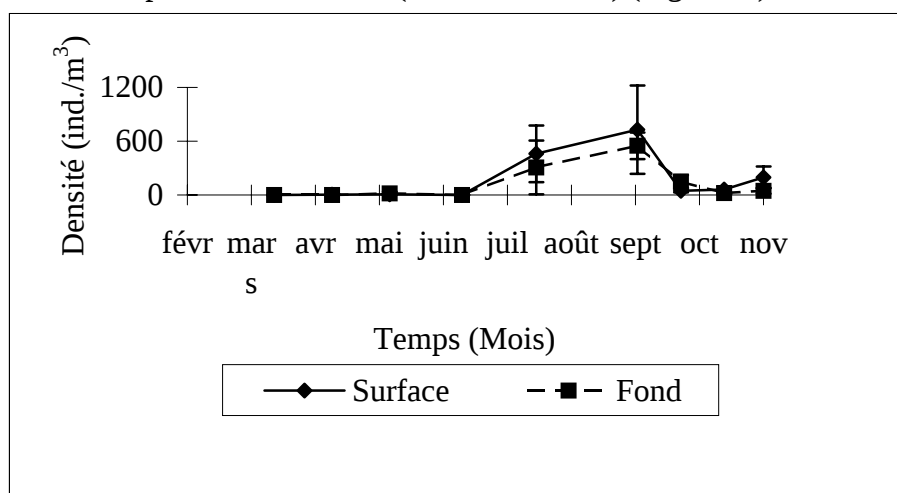


Fig. 8-30 : Variations mensuelles des densités du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi*, au point E, en surface et au fond au cours de l'année 2000. Moyennes ($\pm$ erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée.

Comme il s'agit d'une espèce polyhaline dont le centre de distribution se situe généralement en aval du pk 67, l'évolution de *M. slabberi* au point E indique que les conditions hydrologiques en été 2000 (notamment les salinités) ont plutôt été favorables au développement de cette espèce au point E.

La densité de *N. integer* est le plus souvent la plus forte à la fin du printemps tandis que *M. slabberi* est mieux représentée plus tardivement à la fin de l'été. Ce schéma est vérifié en 1999.

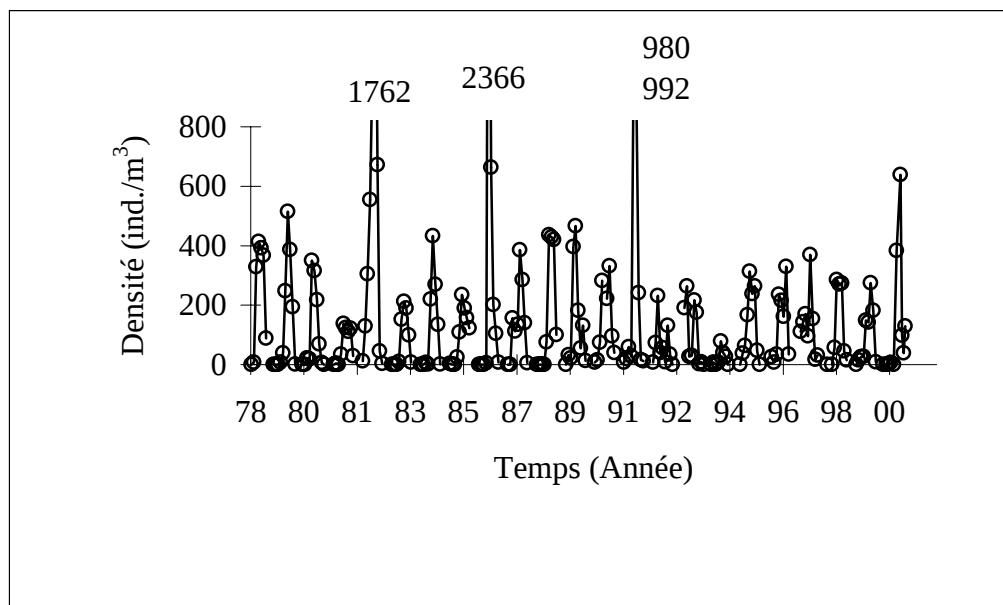


Fig. 8-31 : Variations mensuelles des densités du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* au point E entre 1978 et 2000 (densités mensuelles moyennes entre surface et fond calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée).

8.5.2. Structure démographique d'*Eurytemora affinis* au point E

Dans le tableau 8-8 sont rassemblés les principaux paramètres de la structure démographique du copépode *Eurytemora affinis* : pourcentages de mâles par rapport aux adultes, pourcentages 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.

Tableau 8-8 : Principaux paramètres de structure des populations du copépode *Eurytemora affinis* observées de 1978 à 2000 au point E, en surface (S) et au fond (F). % mâles : % de mâles par rapport au total des adultes ; % femelles ovigères : % de femelles possédant un sac ovigère par rapport au total des femelles ; % copépodites : % d'individus immatures (= stades juvéniles) par rapport au total de la population dénombrée.

Année	% mâles		% femelles 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	31,8	38,2	56,6	54,0
1982	51,7	44,8	39,3	47,4	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	28,6	30,6	63,6	57,2
1987	55,8	51,4	31,5	37,9	69,1	61,7
1988	54,4	52,6	17,4	20,4	68,9	54,5
1989	54,0	49,1	31,2	33,6	67,9	66,9
1990	48,1	47,8	28,5	38,8	62,0	57,8
1991	45,7	45,8	26,7	27,1	68,5	64,7
1992	50,9	55,5	32,9	36,5	66,4	54,8
1993	51,9	49,9	30,1	35,9	64,7	65,1
1994	42,9	48,7	18,2	31,6	72,6	63,5
1995	43,8	37,8	31,3	32,4	61,7	62,2
1996	45,5	44,3	26,9	33,1	59,0	49,4
1997	54,9	51,6	24,4	37,1	67,8	49,4
1998	54,1	45,3	29,7	33,3	64,1	58,5
1999	38,8	42,5	10,2	12,6	68,6	63,4
2000	34,9	35,3	6,8	9,4	68,5	62,1

En 2000, le rapport des sexes des individus matures est en défaveur des mâles en surface et au fond (Tableau 8-8), ce qui correspond à une situation atypique mais non significative à l'échelle des années d'observation (moyennes calculées à partir de l'ensemble des précédentes années de surveillance : 50,4 % en surface et 48,7 % au fond). Ce type d'anomalie ne semble correspondre ni aux années marquées par de fortes températures ni à des étages prononcés. Cette année, le pourcentage de femelles ovigères est le plus faible enregistré depuis 1978. Classiquement il est plus important au fond qu'en surface

(Tableau 8-8). Les valeurs de 2000 sont très inférieures à celles observées entre 1978 et 1999 (moyennes : 26,0 % en surface et 31,9 % au fond).

La proportion de copépodites (= stades juvéniles) (Tableau 8-8), est supérieur à la moyenne des observations effectuées entre 1978 et 1998 (66,8 % en surface et 60,6 % au fond).

La fécondité (nombre moyen d'oeufs par femelle ovigère) moyenne en 2000 au pt E est faible (3,1 oeufs/sac ovigère) comme en 1999. La tendance à la régression observée depuis 1978 persiste en se stabilisant ces trois dernières années (Fig. 8-32). Le maximum de fécondité (4,1 oeufs/sac) a été observé en avril au moment du pic de densité d'*E. affinis*. L'activité reproductrice d'*E. affinis* semble donc être toujours perturbée en 2000 comme au cours de toute la période d'observation. L'évolution temporelle de ce phénomène concomitant à l'évolution globale de la température de l'eau ne s'observe plus depuis 1999.

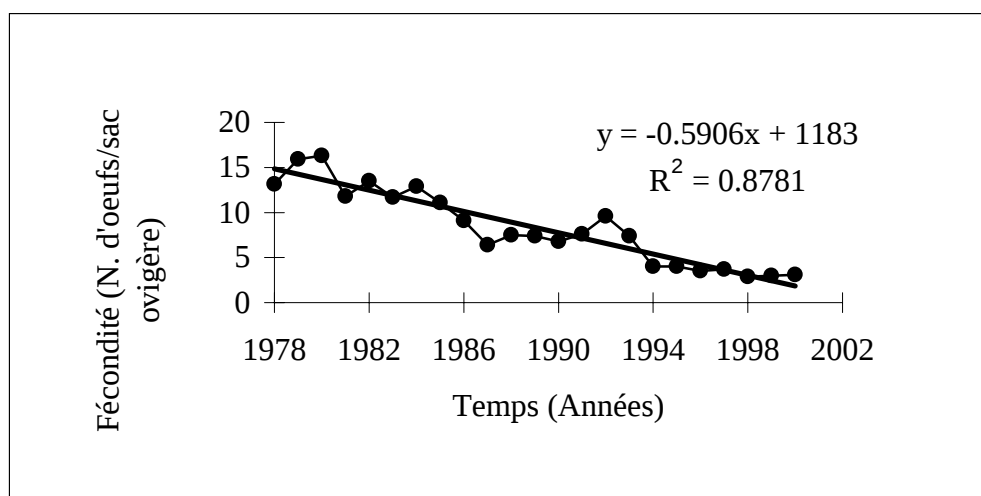


Fig. 8-32 : Evolution annuelle de la fécondité du copépode *Eurytemora affinis* au point E entre 1978 et 2000 (moyennes annuelles calculées à partir des 64 valeurs de fécondités observées au cours d'un demi-cycle de marée).

La mortalité mensuelle moyenne en 2000 (1,4 %) est faible. Ces 4 dernières années sont donc marquées par de faibles mortalités (moyenne: 1,2 %) comparées aux années 1989-1995.

8.5.3. Comparaison entre les points F (pk 67), E (pk 52) et K (pk 30)

La comparaison entre les prélèvements effectués aux stations F (pk 67), E (pk 52) et K (pk 30) permet une approche de la distribution amont-aval des principales espèces de l'estuaire.

En moyenne la densité d'*Eurytemora affinis* (Fig. 8-33) au point E ($5\,693 \text{ ind/m}^3 \pm 1\,777$) est comparable à celle du point K ($5\,653 \text{ ind/m}^3 \pm 1\,721$) et supérieure à celle du point F ($2\,751 \text{ ind/m}^3 \pm 759$). Les différences de densité entre les points E et K ne sont significatives qu'en juillet. Une population plus dense est observée dans la partie amont de l'estuaire en été.

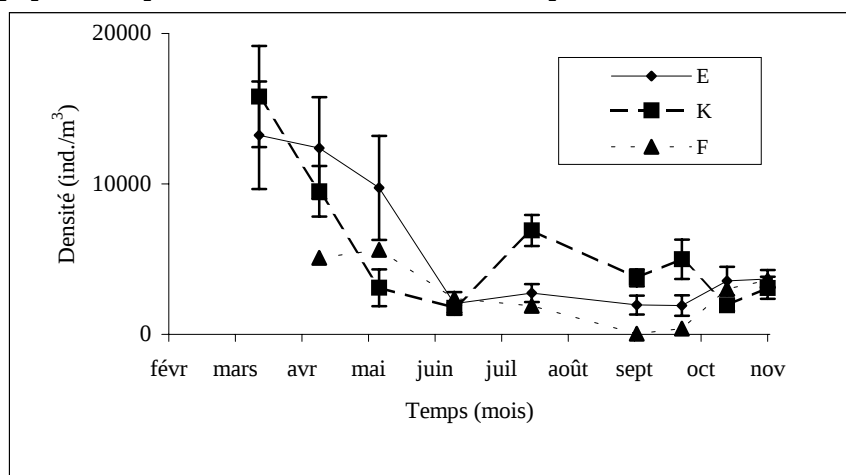


Fig. 8-33 : Variations mensuelles des densités du copépode *Eurytemora affinis* dans les stations F, E et K en 2000. Moyennes ($\pm$ erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée.

Les paramètres de structure de population (% mâles, % femelles ovigères, % copépodites) ne présentent pas de différences très significatives entre les trois points de prélèvement. On notera toutefois le fort pourcentage de mâles au point F (48%) et de copépodites au point E (65%) et le faible % de femelles ovigères au point K (11%).

La mortalité s'est avérée plus importante au point K qu'aux points E et F (1,7 ; 1,4 et 0,8 % respectivement). L'incidence éventuelle du réchauffement des eaux - engendré par le fonctionnement de la centrale nucléaire - sur la mortalité du copépode reste à élucider.

Acartia bifilosa (Fig. 8-34) est plus abondant au point F ($1\,646 \text{ ind/m}^3 \pm 1333$) qu'aux points E et K (34 ind/m^3 et 0 ind/m^3 en moyenne respectivement). *A. bifilosa* vivant dans la partie aval de la Gironde ne colonise l'estuaire amont qu'à la faveur de la remontée de l'intrusion saline. Le caractère polyhalin de l'espèce est donc confirmé une fois de plus.

Acartia tonsa (Fig. 8-35) présente également un gradient décroissant de densités entre les stations F ($1\,086 \text{ ind/m}^3 \pm 746$), E ($918 \text{ ind/m}^3 \pm 874$) et K ($123 \text{ ind/m}^3 \pm 99$). L'espèce possède une distribution spatiale comparable à celle d'*A. bifilosa* au point F. Elle présente néanmoins un pic de densité en septembre au point E.

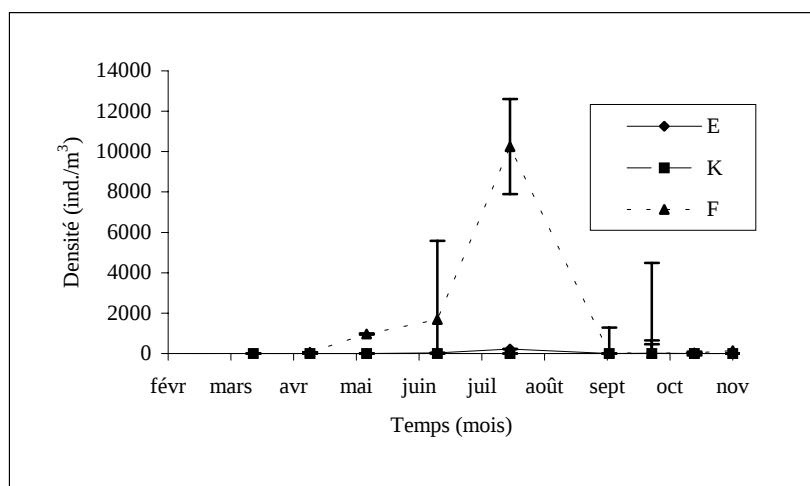


Fig. 8-34 : Variations de densité du copépode *Acartia bifilosa* aux stations F, E et K en 2000. Moyennes ($\pm$ erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée.

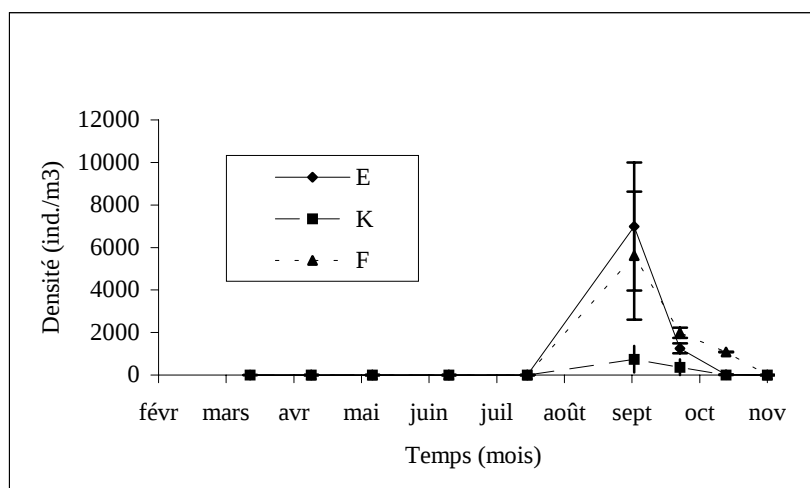


Fig. 8-35 : Variations de densité du copépode *Acartia tonsa* aux stations F, E et K en 2000. Moyennes ($\pm$ erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée.

Indépendamment de la faiblesse de ses effectifs, *Neomysis integer* présente une distribution conforme aux observations des années précédentes (Fig. 8-36). Les maxima d'effectifs se situent le plus souvent aux points F et E. La moyenne annuelle est plus importante au point E ($31 \text{ ind./m}^3 \pm 13$) qu'aux points F ($29 \text{ ind./m}^3 \pm 14$) ou au point K ($12 \text{ ind./m}^3 \pm 8$).

En moyenne, *Mesopodopsis slabberi* (Fig. 8-37) présente des effectifs plus élevés au point F ($214 \text{ ind./m}^3 \pm 95$) qu'au point E ($144 \text{ ind./m}^3 \pm 76$). L'espèce est mal représentée au point K ($32 \text{ ind./m}^3 \pm 29$). Comme *A. bifilosa*, il s'agit d'une espèce polyhaline (plus thermophile que *N. integer*) dont le centre de distribution se situe généralement en aval du pk 67 mais qui a pu largement coloniser le point E de juillet à septembre, à la faveur des faibles débits fluviaux. La distribution longitudinale de *M. slabberi* en 2000 est donc conforme aux observations effectuées depuis le début de la surveillance.

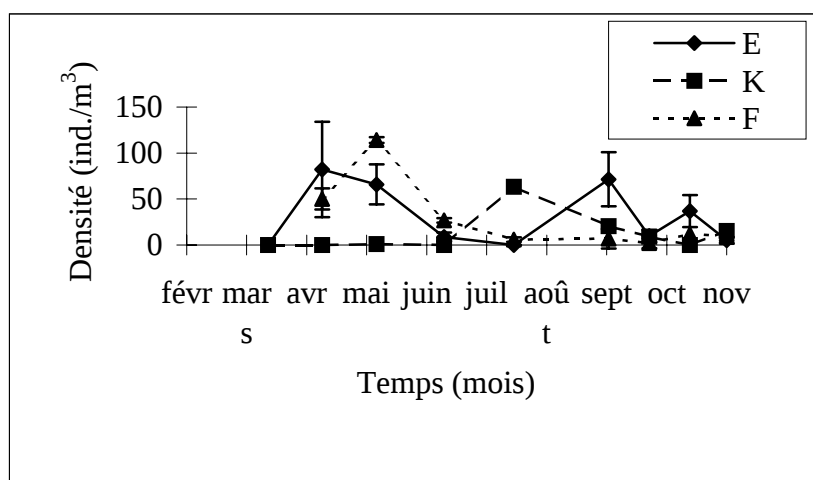


Fig. 8-36 : Variations de densité du Mysidacé *Neomysis integer* aux stations F, E et K en 2000. Moyennes ($\pm$ erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée.

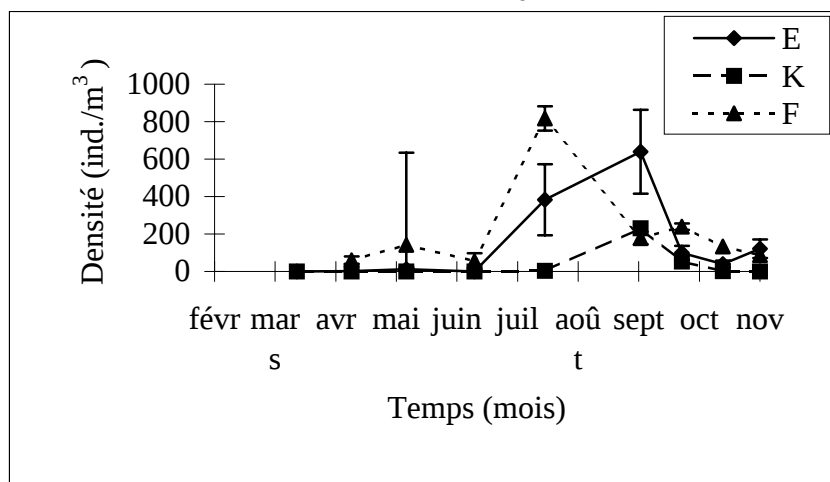


Fig. 8-37 : Variations de densité du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* aux points F, E et K en 2000. Moyennes ($\pm$ erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée.

8.6. Evolution des fonds (fig. 8-38)

En l'absence de lever bathymétrique récent dans la zone des exutoires, nous rappelons les conclusions du rapport de 1998.

La comparaison des cartes bathymétriques de 1981 et 1987 montre clairement l'érosion du banc aval de Trompeloup et du Banc de St-Louis. Entre les îles de Patiras et de Trompeloup se forme un banc sablo-vaseux qui culmine à + 2 m. En même temps, les fonds du chenal médian s'exhaussent et alors qu'on notait, en 1981, des profondeurs de - 4 m au droit des exutoires, elles se réduisent à - 2 m en 1987.

Lorsqu'on compare les cartes de 1987 et 1992, on constate de grands changements morphologiques. Alors que dans le chenal médian, jusqu'en 1987, la tendance était au comblement, sur la feuille de 1992 la tendance est inversée. On observe un creusement net du chenal médian marqué par un déplacement vers l'amont de 1,5 km pour l'isobathe - 4 m et de 3 km pour l'isobathe - 2 m. Latéralement, le creusement se traduit par un élargissement du chenal de 500 m à la cote - 4 m.

On note aussi une régression du banc situé à l'aval de l'île de Trompeloup et de celui situé à l'aval de l'île de Patiras et de la partie amont du banc de St-Louis.

Entre 1990 et 1995, les fonds du chenal médian varient peu.

La longueur du banc de St-Louis diminue sans que sa largeur augmente. La partie située juste à l'aval des exutoires s'exhausse surtout entre 1994 et 1995 où apparaissent des fonds à + 2 m. Le même phénomène est observé à l'aval de l'île de Trompeloup. On notera enfin que les profondeurs sont en diminution entre les îles de Patiras et de Trompeloup où les fonds de 2 m et plus ont quasiment disparus.

Depuis 1995 il n'y a eu qu'un lever partiel en 1998 de la zone proche des îles de Patiras et Trompeloup et du chenal de navigation. Dans cette zone, le changement significatif est une régression vers l'amont de l'isobathe 0 prouvant une érosion importante du banc situé à l'aval de l'îlot (Fig. 8-38). Cet état de fait ne peut que favoriser la dispersion des eaux de rejets de la centrale et on peut penser qu'un volume d'eau réchauffé croissant pourra emprunter le chenal de la rive gauche. Cependant cette tendance sera peut-être limitée par l'exhaussement des fonds entre Trompeloup et le lieu de rejets. Cet exhaussement est observé depuis plusieurs années, mais n'a pu être chiffré en l'absence de lever bathymétrique.

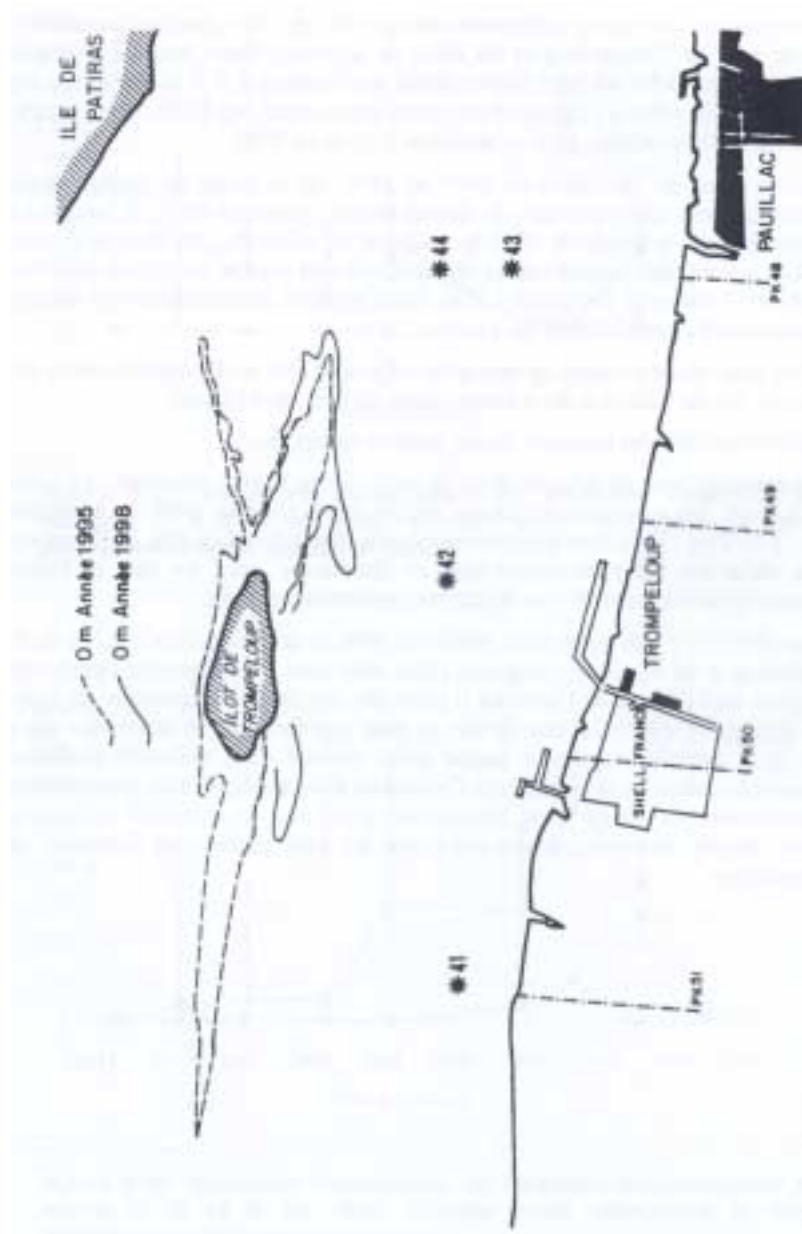


Figure 8-38 : Comparaison de l'isobathe 0 de 1995 et 1998 dans la zone de Trompeloup

9. Bibliographiques

Allen G. P., 1972.- Etude des processus sédimentaires dans l'estuaire de la Gironde. Thèse Doct. d'Etat Sc. Nat, Université Bordeaux I, n° 369, 310 p.

Aminot A. et Chaussepied M.,-1983. Manuel des analyses chimiques en milieu marin. CNEXO, 395 p.

Castaing P., 1981.- Le transfert à l'océan des suspensions estuariennes. Cas de la Gironde. Thèse d'Etat Sc. Nat, Université Bordeaux I, n°701, 530 p.

Castel J. et 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., et Poli, 1979.- Etude expérimentale du cycle biologique de *Eurytemora hirundoides* (Crustacea, Copepoda). Rapp. EDF-CNEXO, 16 p.

CNEXO, 1977.- Etude écologique de l'estuaire de la Gironde. Rapport final, 490 p.

Dressel D.M., Heinle D.R. et Grote M.C., 1972 - Vital staining to sort dead and live copepods. Chesapeake Sci., 13 : 156-159.

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



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

Koroleff F., 1969.- Direct determination of ammonia in natural waters as indophenol blue. ICES, C.M. 1969/C : 9 p. Hydr. Comm.

Murphy J. et Riley J.P., 1962.- A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta.* 27, pp. 31-36.

Nagy B.G., 1993.- Analyse quantifiée de l'évolution hydro-morphologique séculaire de l'estuaire amont de la Gironde. Thèse de 3ème cycle, Université Bordeaux I, 193 p.

Wood E.D., Armstrong F.A.J., and Richards F.A., 1967.- Determination of nitrate in sea water by cadmium copper reduction to nitrite. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 47, pp. 23-31.

Castel J. & Feurtet A., 1985 - Dynamique du copépode *Eurytemora hirundoides* dans l'estuaire de la Gironde : utilisation d'un modèle à compartiments. *J. Rech. Océanogr.*, 10(4) : 134-136.

Castel J. & Feurtet A., 1992 - Fecundity and mortality rates of the copepod *Eurytemora affinis* in the Gironde estuary. *Proc. 25th Europ. Mar. Biol. Symp.*, Ferrara. Olsen & Olsen, pp.143-149.

Castel J. & Veiga J., 1990 - Distribution and retention of the copepod *Eurytemora affinis hirundoides* in a turbid estuary. *Mar. Biol.*, 107 : 119-128.

Castel J., 1995 - Long-term change in *Eurytemora affinis* population (Copepoda, Calanoida) in the Gironde estuary. *Hydrobiologia* , 34: 85-101.

Green E. P. Harris R.P. & Duncan A.N. (1993) The seasonal abundance of *Calanus helgolandicus* and *Pseudocalanus elongatus* off Plymouth. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 73 : 109-122 .

Hirche H.J. (1992). Egg production of *Eurytemora affinis* effect of K-strategy. *Estuar.Coast.Shelf.Sci.*, 35: 395-407.

Katona S.K. (1975) Copulation in the copepod *Eurytemora affinis* (Pope, 1880). *Crustaceana*, 28 : 89-95.

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(2) : 79-86.

Sautour B. et Castel J. (1995) Comparative spring distribution of zooplankton in three macrotidal European estuaries. *Hydrobiologia*, 311 : 139-151

Viitasalo (1992) Calanoid resting eggs in the Baltic Sea : implications for the population dynamics of *Acartia bifilosa* (Copepoda). *Marine Biology*, 114 : 397-405.

Gaudy (1992) Biologie de la population du copépode *Acartia tonsa* Dana dans un milieu semi-clos : l'Etang de Berre. *Ann. Inst. Océanogr.*, 68 (1-2) : 159-168.

Irigoin X. & Castel J. & Gasparini S. (1996) Gut clearance rate as predictor of food limitation situations. Application to two estuarine copepods : *Acartia bifilosa* and *Eurytemora affinis*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 131 : 159-163.





10. Annexes

10.1. Annexe 1 : Dénombrement des divers prélèvements et mesures - 2000

Nombre de mesures réalisées in situ

DATES	Profondeur	Température	Salinité	Direction et Vitesse de Courant	Points
11-avr	4	8	8	8	F
12-avr	4	8	8	8	E
07-avr	4	8	8	8	K
09-mai	4	8	8	8	F
10-mai	4	8	8	8	E
11-mai	4	8	8	8	K
13-juin	4	8	8	8	F
14-juin	4	8	8	8	E
15-juin	4	8	8	8	K
19-juil	4	8	8	8	F
20-juil	4	8	8	8	E
21-juil	4	8	8	8	K
05-sept	4	8	8	8	F
07-sept	4	8	8	8	E
06-sept	4	8	8	8	K
27-sept	4	8	8	8	F
28-sept	4	8	8	8	E
29-sept	4	8	8	8	K
18-oct	4	8	8	8	F
19-oct	4	8	8	8	E
20-oct	4	8	8	8	K
08-nov	4	8	8	8	F
07-nov	4	8	8	8	E
06-nov	4	8	8	8	K
TOTAL	96	192	192	192	

Nombre de prélèvements pour l'étude de la pollution dans les masses d'eau

DATES	Chimie C.O.P.	Phyto- plancton	Sels Nutritifs	Bactério- logie	Points
11-avr	8	2	0	2	F
12-avr	8	2	2	2	E
07-avr	8	2	0	2	K
09-mai	8	2	0	2	F
10-mai	8	2	2	2	E
11-mai	8	2	0	2	K
13-juin	8	2	0	2	F
14-juin	8	2	2	2	E
15-juin	8	2	0	2	K
19-juil	8	2	0	2	F
20-juil	8	2	2	2	E
21-juil	8	2	0	2	K
05-sept	8	2	0	2	F
07-sept	8	2	2	2	E
06-sept	8	2	0	2	K
27-sept	8	2	0	2	F
28-sept	8	2	2	2	E
29-sept	8	2	0	2	K
18-oct	8	2	0	2	F
19-oct	8	2	2	2	E
20-oct	8	2	0	2	K
08-nov	8	2	0	2	F
07-nov	8	2	2	2	E
06-nov	8	2	0	2	K
TOTAL	192	48	16	48	

Nombre de prélèvements effectués pour l'étude de la turbidité et la teneur en oxygène dissous

DATES	TURBIDITES		OXYGENE DISSOUS		Points
	Surface	Fond	Surface	Fond	
11-avr	4	4	4	4	F
12-avr	4	4	4	4	E
07-avr	4	4	4	4	K
09-mai	4	4	4	4	F
10-mai	4	4	4	4	E
11-mai	4	4	4	4	K
13-juin	4	4	4	4	F
14-juin	4	4	4	4	E
15-juin	4	4	4	4	K
19-juil	4	4	4	4	F
20-juil	4	4	4	4	E
21-juil	4	4	4	4	K
05-sept	4	4	4	4	F
07-sept	4	4	4	4	E
06-sept	4	4	4	4	K
27-sept	4	4	4	4	F
28-sept	4	4	4	4	E
29-sept	4	4	4	4	K
18-oct	4	4	4	4	F
19-oct	4	4	4	4	E
20-oct	4	4	4	4	K
08-nov	4	4	4	4	F
07-nov	4	4	4	4	E
06-nov	4	4	4	4	K
TOTAL	96	96	96	96	

Nombre de prélèvements pour l'étude de la biomasse planctonique

DATES	Surface	Fond	Points
11-avr	4	4	F
12-avr	4	4	E
07-avr	4	4	K
09-mai	4	4	F
10-mai	4	4	E
11-mai	4	4	K
13-juin	4	4	F
14-juin	4	4	E
15-juin	4	4	K
19-juil	4	4	F
20-juil	4	4	E
21-juil	4	4	K
05-sept	4	4	F
07-sept	4	4	E
06-sept	4	4	K
27-sept	4	4	F
28-sept	4	4	E
29-sept	4	4	K
18-oct	4	4	F
19-oct	4	4	E
20-oct	4	4	K
08-nov	4	4	E
07-nov	4	4	J
06-nov	4	4	K
TOTAL	96	96	

10.2. Annexe 2 : Tableaux des résultats de mesures

Avril 2000		Heure Légale (TU+2)	Profondeur Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	SALINITE	TEMP. (°C)	VITESSE (cm/s)	Direction (°Nord)	OXYGENE DISSOUS (ml/l)	TURBIDITE (mg/l)	OBSERVATIONS
POINTS											
STATIONS											
F	1 S	9h05	8m20	1m	5.64	11.60	111	127	6.17	98	P=(754.5) 1006 hPa PM à Lanéna 11h46 P=(754.5) 1006 hPa Renverse: 12h40 P=(754.5) 1006 hPa BM à Lanéna 18h12 P=(754.5) 1006 hPa
	MI-Flot										
	1 F					11.60	42	137	6.06	124	
	2 S					11.80	24	136	5.97	145	
	PM					12h25	9m30	161	5.93	164	
PK 67	2 F	15h	8 m	1m	7.33	11.40	105	010	6.04	167	
	3 S					11.70					
	MI-Jus										
	3 F					11.70	65	331	6.15	393	
	4 S					11.70	7	111	5.80	205	
Coef 58-52	BM	18h45	6m30	5m30	4.37	11.70	7	018	5.99	224	
	4 F					11.70					
E	1 S	4h20	7m50	1m	1.83	11.60	88.0	18	6.01	474	P=(750) 1000 hPa BM à Pautillac 7h29 P=(751) 1001 hPa Renverse: 8h10 P=(751) 1001 hPa PM à Pautillac 13h28 P=(751) 1001 hPa
	MI-Jus										
	1 F					11.60	53.0	359	6.18	5007	
	2 S					11.20	0	335	6.10	385	
	BM					11.20	0	250	6.28	553	
PK 52	2 F	8h	5m70	4m70	0.71	11.20	0	166	6.04	866	
	3 S					11.70	134				
	MI-Flot										
	3 F					11.50	77	194	5.90	1418	
	4 S					11.70	7	165	6.11	393	
Coef: 49	PM	10h35	8m	7m	2.23	11.70	7	188	6.16	396	
	4 F					11.70					
12/04/00	1 S	3h20	10m10	1m	0.26	11.10	41	010	6.57	261	PM à La Reuille 2h47 P=(751.5) 1002 hPa P=(751.5) 1002 hPa P=(751.5) 1002 hPa BM à La Reuille 9h54 P=(751.5) 1002 hPa Renverse: 19h00 P=(751.5) 1002 hPa
	MI-Jus										
	1 F					11.10	35	310	6.62	601	
	2 S					10.90	123	353	6.41	375	
	PM					12h25	6m70	161	5.93	164	
PK 30	2 F	6h30	8m30	7m30	0.17	10.90	82	335	6.54	703	
	3 S					10.70	7	331	6.53	105	
	MI-Jus										
	3 F					10.70	7	305	6.63	176	
	4 S					11.00	123	123	6.05	320	
13/04/00	BM	10h25	6m70	5m70	0.14	10.70	7	123	6.05	320	
	3 F					11.00	88	133	6.07	643	
	4 S					11.00	88	133	6.07	643	
	MI-Flot										
	4 F					11.00	88	133	6.07	643	
Coef48-51	1 S	12h50	9m30	8m30	0.16	11.00	98	133	6.07	643	
	PM										
	1 F					11.00	98	133	6.07	643	
	2 S					10.90	123	353	6.41	375	
	MI-Jus					10.90	7	331	6.53	105	

Mal 2000		Heure Légale (TU+2)	Profondeur Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	SALINITE	TEMP. (°C)	VITESSE (cm/s)	Direction (°Nord)	OXYGENE DISSOUS (ml/l)	TURBIDITE (mg/l)	OBSERVATIONS
POINTS											
STATIONS											
F PK 67 09/05/00 Coef: 74-67	1 S	7h50	8m	1m	5.77	17.40	123	125	4.95	210	P=(762) 1016 hPa
	Mi-Flot										
	1 F			7m	5.80	17.50	77	146	4.75	215	PM à Lanéna 10h36
	2 S	11h25	9m50	1m	9.38	17.20	13	087	4.78	296	P=(762) 1016 hPa
	PM										Renverse: 11h40
	2 F			8m50	13.00	16.60	0	333	4.82	302	P=(762) 1016 hPa
E PK 52 10/05/00 Coef: 61-57	3 S	14h15	7m60	1m	6.30	17.90	94	003	4.89	208	
	Mi-Jus										
	3 F			6m60	6.77	17.70	47	333	4.78	393	BM à Lanéna 17h12
	4 S	17h30	6m	1m	3.53	18.40	7	031	4.90	235	P=(762) 1016 hPa
	BM										
	4 F			5m	3.55	18.30	0	036	4.80	253	
K PK 30 11/05/00 Coef: 54-53	1 S	6h35	5m40	1m	0.48	18.30	7	060	4.86	362	BM à Pauillac 6h22
	BM										P=(761) 1015 hPa
	1 F	9h35	8m	4m40	0.42	18.30	0	066	4.74	575	
	2 S			1m	1.88	18.60	111	160	4.81	948	P=(761) 1015 hPa
	Mi-Flot										
	2 F			7m	1.81	18.60	82	174	4.74	2000	PM à Pauillac 11h57
Coef: 61-57	3 S	12h10	9m20	1m	2.30	19.80	13	316	4.74	592	P=(761) 1015 hPa
	PM										Renverse: 12h25
	3 F			8m20	3.94	18.20	24	185	4.66	307	P=(761) 1015 hPa
	4 S	15h30	7m40	1m	1.81	18.60	146	019	4.72	420	
	Mi-Jus										
	4 F			6m40	2.00	18.60	70	353	4.64	2112	P=(761) 1015 hPa
Coef: 54-53	1 S	5h	8m70	1m	0.16	18.50	128	006	4.92	402	P=(760.5) 1014 hPa
	Mi-Jus										BM à La Reuille 8h25
	1 F	9h	7m	7m70	0.16	18.50	94	343	4.87	524	P=(761) 1015 hPa
	2 S			1m	0.15	17.90	13	022	5.20	444	Renverse: 9h10
	BM										
	2 F	11h15	9m	6m	0.15	17.90	0	310	5.11	625	P=(761) 1015 hPa
Coef: 54-53	3 S			1m	0.16	18.40	123	123	4.69	495	
	Mi-Flot										
	3 F			8m	0.16	18.40	70	135	4.67	524	PM à La Reuille 13h53
	4 S	14h	10m50	1m	0.20	18.50	35	115	4.83	294	P=(761) 1015 hPa
	PM										
	4 F			9m50	0.21	18.50	13	153	4.78	821	



Juin 2000		POINTS	STATIONS	Heure Légale (TU+2)	Profondeur Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	SALINITE	TEMP. (°C)	VITESSE (cm/s)	Direction (/Nord)	OXYGENE DISSOUS (ml/l)	TURBIDITE (mg/l)	OBSERVATIONS
F PK 67 13/06/00 Coef: 63-66	1 S			7h45	7m50	1m	4.50	19.10	88	003	5.43	347	P=(773) 1031 hPa
	Mi-Jus 1 F				6m50		5.46	18.90	53	331	5.41	579	BM à Laména 10h42
	2 S			11h25	5m80	1m	1.37	19.30	7	018	5.13	197	P=(773) 1031 hPa
	BM												Renverse: 11h30
	2 F					4m80	1.93	19.40	0	003	5.25	298	P=(773) 1031 hPa
	3 S			13h55	7m80	1m	3.51	19.20	137	140	5.50	542	P=(773) 1031 hPa
E PK 52 14/06/00 Coef: 68-70	Mi-Flot 3 F					6m80	5.56	19.00	70	139	5.20	800	PM à Laména 16h39
	4 S			16h45	9m30	1m	8.85	19.10	24	134	5.62	156	P=(773) 1031 hPa
	PM					8m30	13.02	18.30	13	158	5.43	208	
	4 F												
	1 S			5h30	8m80	1m	0.63	21.50	13	215	5.37	231	PM à Pauillac 5h18
	PM					7m80	0.90	19.60	0	078	5.15	404	P=(772.5) 1030 hPa
K PK 30 15/06/00 Coef: 72-74	1 F					1m	0.20	18.90	100	023	5.01	496	P=(772.5) 1030 hPa
	2 S			8h55	6m70	5m70	0.20	18.90	70	349	4.95	690	BM à Pauillac 12h15
	Mi-Jus					1m	0.16	17.90	30	141	4.92	229	P=(772.5) 1030 hPa
	3 S			13h	5m20		0.16	17.70	24	171	4.87	375	Renverse: 13h
	BM					4m2	0.16	18.50	140	170	5.16	748	P=(772.5) 1030 hPa
	3 F			15h	7m	1m	0.20	18.50	111	185	5.14	870	
	Mi-Flot					6m	0.17	18.50	111				
	4 S												
	4 F												
	1 S												
	Mi-Jus												
	1 F												
	2 S			14h40	6m60	1m	0.13	19.70	7	247	5.17	188	BM à La Reuille 14h
	BM					5m60	0.13	19.50	18	153	5.11	612	P=(772.5) 1030 hPa
	2 F					1m	0.15	18.20	111	118	5.11	479	Renverse: 14h45
	3 S			16h45	9m50		0.15	18.20	76	142	5.08	1083	P=(772.5) 1030 hPa
	Mi-Flot					8m50	0.15	17.80	50	139	4.64	306	PM à La Reuille 19h04
	3 F			19h	10m80	1m	0.16	17.50	7	124	4.64	1087	P=(770.5) 1028 hPa
	4 S					9m80							
	PM												
	4 F												

Juillet 2000		Heure Légale (TU+2)	Profondeur Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	SALINITE	TEMP. (°C)	VITESSE (cm/s)	Direction (°Nord)	OXYGENE DISSOUS (ml/l)	TURBIDITE (mg/l)	OBSERVATIONS
POINTS											
STATIONS											
F PK 67 19/07/00 Coef:76-76	1 S	5h10	6m70	1m	8.82	20.70	129	156	5.45	540	P=(765) 1020 hPa
	Mi-Flot										
	1 F		5m70		8.85	20.80	88	139	5.57	722	PM à Laména 7h53
	2 S	9h	8m40	1m	16.60	19.70	13	240	4.73	255	P=(765) 1020 hPa
	PM										Reverse: 9h15
E PK 52 20/07/00 Coef:75-73	2 F			7m40	17.90	19.60	7	336	4.76	304	
	3 S	11h20	6m80	1m	12.38	20.30	82	340	4.93	530	P=(765) 1020 hPa
	Mi-Jus										
	3 F			7m80	12.90	20.10	64	346	4.92	544	
	4 S	15h15	4m70	1m	7.10	22.00	13	352	5.00	965	BM à Laména 14h56
K PK 30 21/07/00 Coef:71-69	BM			3m70	7.50	21.40	7	353	5.03	1247	P=(765) 1020 hPa
	4 F										
	1 S	10h00	9m20	1m	5.24	23.30	13	323	5.02	150	PM à Pauillac 9h12
	PM										P=(766) 1021 hPa
	1 F		8m20	1m	7.45	21.30	7	119	5.02	294	
20/07/00 Coef:75-73	2 S	13h30	6m40	1m	3.47	21.90	123	014	4.86	423	P=(765) 1020 hPa
	Mi-Jus										
	2 F			5m40	4.07	21.60	94	010	4.91	1130	BM à Pauillac 16h06
	3 S	16h45	5m70	1m	2.30	22.05	35	185	4.82	215	P=(765) 1020 hPa
	BM										Reverse: 16h45
20/07/00 Coef:75-73	3 F			4m70	2.31	21.70	41	167	4.81	179	
	4 S	19h15	7m70	1m	4.65	22.00	123	197	4.99	360	P=(765) 1020 hPa
	Mi-Flot										
	4 F			6m70	4.60	21.90	94	169	5.01	679	
K PK 30 21/07/00 Coef:71-69	1 S	6h10	5m60	1m	0.25	22.00	13	186	4.33	410	BM à La Reuille 5h25
	BM										P=(765) 1020 hPa
	1 F		4m60	1m	0.25	22.00	13	043	4.35	1635	
	2 S	8h25	7m60	1m	1.01	21.70	140	142	4.49	1577	P=(765) 1020 hPa
	Mi-Flot										
21/07/00 Coef:71-69	2 F			6m60	0.92	21.70	94	137	4.48	2540	PM à La Reuille 10h30
	3 S	11h00	8m80	1m	1.75	21.75	7	301	4.56	209	P=(765) 1020 hPa
	PM										Reverse: 11h15
	3 F			7m80	1.90	21.80	0	220	4.60	767	
	4 S	14h00	6m80	1m	1.10	21.90	76	341	4.59	415	P=(765) 1020 hPa
21/07/00 Coef:71-69	Mi-Jus										
	4 F			5m80	1.12	21.90	53	006	4.60	476	

Septembre 1- 2000		Heure Légale (TU+2)	Profondeur Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	SALINITE	TEMP. (°C)	VITESSE (cm/s)	Direction (°Nord)	OXYGENE DISSOUS (ml/l)	TURBIDITE (mg/l)	OBSERVATIONS	
POINTS												
STATIONS												
F PK 67 05/09/00 Coef: 50-43	1 S	6h15	6m60	1m	10.95	22.18	7	068	4.44	245	BM à Laména 5h14 P=(770) 1026.5 hPa P=(770) 1026.5 hPa PM à Laména 11h21 P=(770) 1026.5 hPa Reverse: 11h50 P=(770) 1026.5 hPa	
	BM			5m60	11.58	22.16	13	170	4.57	343		
	1 F	9h00	8m30	1m	15.22	21.46	134	136	4.35	171		
	Mi-Flot			7m30	16.40	21.55	59	141	4.37	201		
	2 F			1m	19.17	21.10	0	184	4.48	91		
	3 S			9m10	20.65	20.94	13	132	4.53	90		
PM	11h40	8m20	1m	13.85	23.00	111	007	4.41	81			
4 S			7m20	17.70	21.35	53	331	4.35	93			
E PK 52 07/09/00 Coef: 31	Mi-Jus	14h35										
	4 F											
	1 S	5h20	6m90	1m	6.94	22.12	88	025	4.43	194	P=(766) 1021 hPa BM à Pauillac 7h48 P=(766) 1021 hPa Reverse: 8h10 P=(766) 1021 hPa PM à Pauillac 14h11 P=(766) 1021 hPa	
	Mi-Jus			5m90	7.68	22.38	47	358	4.43	411		
	1 F	8h05	6m00	1m	5.25	22.20	13	013	4.41	107		
	2 S			5m00	5.92	22.10	0	282	4.52	356		
2 F	1m			8.45	22.45	82	149	4.52	94			
3 S	7m60			8.50	22.30	65	166	4.55	379			
Coef: 31	3 F	11h25	7m70	1m	9.10	25.00	53	190	4.69	203		
	4 S			6m70	10.00	22.60	24	143	4.60	526		
	PM	13h30										
	4 F											
K PK 30 06/09/00 Coef: 37-33	1 S	11h50	9m40	1m	3.25	21.95	65	114	4.24	251	P=(768.5) 1025 hPa PM à La Reuille 13h12 P=(768) 1024 hPa 14h30 P=(768) 1024 hPa BM à La Reuille 20h07 P=(767) 1023 hPa	
	Mi-Flot			8m40	3.25	21.90	25	117	4.34	2102		
	1 F	14h00	9m60	1m	3.62	22.00	7	036	4.29	99		
	2 S			8m60	4.30	22.05	0	260	4.47	306		
	2 F			1m	2.65	22.08	94	004	4.37	501		
	3 S			8m10	2.64	22.08	82	337	4.49	596		
Coef: 37-33	3 F	17h20	7m20	1m	1.31	21.95	24	358	4.20	549		
	4 S			6m20	1.40	21.95	13	323	4.20	1868		
	BM	20h20										
	4 F											

Septembre 2-2000		Heure Légale (TU+2)	Profondeur Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	SALINITE	TEMP. (°C)	VITESSE (cm/s)	Direction (°Nord)	OXYGENE DISSOUS (ml/l)	TURBIDITE (mg/l)	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS										
F PK 67 27/09/00 Coeff:99-103	1 S	7h00	10m10	1m	20.70	20.50	7	186	4.64	562	PM à Laména 6h10 P=(767.5) 1023 hPa
	PM			9m10	22.40	20.45	13	105	4.73	787	
	1 F	9h45	7m80	1m	16.58	20.65	117	006	4.39	775	P=(767.5) 1023 hPa
	Mi-lus			6m80	17.05	20.65	60	336	4.43	963	
	2 F	13h40	6m	1m	9.65	21.35	13	066	4.43	1110	BM à Laména 13h00 P=(767.5) 1023 hPa Renverse: 13h50
	3 S			5m	11.04	21.50	7	237	4.55	1537	
E PK 52 28/09/00 Coeff: 105-106	3 F	15h45	8m20	1m	12.72	21.20	100	113	4.51	897	P=(767.5) 1023 hPa
	4 S			7m20	12.50	21.20	70	138	4.50	985	
	Mi-Flot	8h00	9m80	1m	10.65	22.40	0	270	4.65	284	PM à Pauillac 7h09 P=(758.5) 1011 hPa
	4 F			8m80	11.43	21.36	18	197	4.59	830	
K PK 30 29/09/00 Coeff: 106-104	1 F	11h05	7m	1m	7.40	21.45	105	021	4.48	705	P=(758.5) 1011 hPa
	Mi-lus			6m	8.10	21.40	59	006	4.45	1659	
	2 F	14h50	5m60	1m	4.70	21.00	18	110	4.24	339	BM à Pauillac 14h33 P=(758.5) 1011 hPa Renverse: 15h00
	3 S			4m60	4.70	21.05	35	155	4.33	1493	
	3 F	17h00	7m70	1m	5.90	21.25	140	169	4.57	1209	P=(756) 1008 hPa
	4 S			6m70	6.00	21.25	123	173	4.57	1924	
K PK 30 29/09/00 Coeff: 106-104	Mi-Flot	4h20	7m20	1m	0.85	20.23	13	070	3.97	658	BM à La Reuille 3h48 P=(754) 1005 hPa
	4 F			6m20	0.96	20.20	7	002	3.91	2312	
	1 F	6h40	9m50	1m	2.78	20.40	140	130	4.44	963	P=(752) 1003 hPa
	Mi-Flot			8m50	3.00	20.50	105	128	4.45	3374	
	2 F	9h10	11m50	1m	4.40	20.60	36	112	4.34	305	PM à La Reuille P=(752) 1003 hPa Renverse: 9h25
	3 S			10m50	3.90	20.60	0	033	4.22	3731	
K PK 30 29/09/00 Coeff: 106-104	PM	13h00	8m00	1m	2.40	20.40	146	357	4.21	756	P=(753) 1004 hPa
	3 F			7m00	2.57	20.40	47	329	4.21	3115	
	4 S										
	Mi-lus										

Octobre 2000		Heure Légale (TU+2)	Profondeur Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	SALINITE	TEMP. (°C)	VITESSE (cm/s)	Direction (°Nord)	OXYGENE DISSOUS (ml/l)	TURBIDITE (mg/l)	OBSERVATIONS
STATIONS											
POINTS											
F PK 67 18/10/00 Coef: 77-70	1 S Mi-Flot	7h05	8m50	1m	8.29	15.75	123	120	5.36	316	P=(770) 1027 hPa
	1 F		7m50	7m50	7.71	15.80	76	140	5.56	971	PM à Laména 9h41
	2 S	10h15	9m80	1m	14.45	15.56	13	120	5.21	197	P=(770) 1027 hPa
	PM		8m80	8m80	16.50	15.69	18	093	5.14	305	Renverse: 10h20
	2 F		1m	8.26	15.83	88	004	5.64	1001	P=(769.5) 1026 hPa	
	3 S	13h10	8m00	7m00	10.80	15.72	53	298	5.59	1124	BM à Laména 16h15
E PK 52 19/10/00 Coef: 63-57	3 F		1m	5.12	15.80	47	010	5.28	295	P=(768.5) 1025 hPa	
	4 S	16h25	6m20	5m20	6.29	16.03	7	263	5.47	543	BM à Pauliac 5h18
	4 F		1m	1.85	15.30	13	095	5.28	325	P=(767) 1023 hPa	
	1 S	6h00	5m50	4m50	1.87	15.30	13	164	5.35	682	P=(767) 1023 hPa
	1 F		1m	2.90	15.95	117	165	5.18	1065	P=(767) 1023 hPa	
	2 S	8h15	7m90	6m90	3.60	15.75	70	158	5.13	4018	PM à Pauliac
K PK 30 20/10/00 Coef: 51-47	2 F		1m	5.16	17.65	0	241	5.37	344	P=(767) 1023 hPa	
	3 S	11h00	9m10	8m10	6.09	16.25	18	167	5.28	1133	Renverse: 11h15
	PM		1m	3.30	15.81	130	025	5.22	481	P=(767) 1023 hPa	
	3 F	14h30	7m60	6m60	3.50	15.81	65	350	5.17	2521	P=(764) 1019 hPa
	4 S		1m	0.62	14.70	82	004	322	5.00	2442	BM à La Reuille 7h14
	4 F		1m	0.65	14.76	70	132	5.07	897	P=(764) 1019 hPa	
20/10/00 Coef: 51-47	1 S	4h00	8m10	7m10	0.17	14.15	0	075	5.09	1491	Renverse: 7h50
	1 F		1m	0.17	14.15	0	131	5.02	1633	P=(761) 1015 hPa	
	2 S	7h40	7m20	6m20	0.17	14.15	0	145	5.03	3173	PM à La Reuille 12h36
	BM		1m	0.76	14.80	82	177	5.15	477	P=(760.5) 1014 hPa	
	3 S	10h20	8m90	7m90	0.78	14.80	65	201	5.06	2502	P=(760.5) 1014 hPa
	3 F		1m	1.13	15.00	13	177	5.15	477	P=(760.5) 1014 hPa	
20/10/00 Coef: 51-47	4 S	12h45	9m80	8m80	1.22	15.10	0	201	5.06	2502	P=(760.5) 1014 hPa
	PM		1m	1.13	15.00	13	177	5.15	477	P=(760.5) 1014 hPa	
	4 F		1m	1.22	15.10	0	201	5.06	2502	P=(760.5) 1014 hPa	
	1 S	4h00	8m10	7m10	0.62	14.70	82	004	4.97	471	P=(764) 1019 hPa
	1 F		1m	0.65	14.76	70	322	5.00	2442	BM à La Reuille 7h14	
	2 S	7h40	7m20	6m20	0.17	14.15	0	132	5.07	897	P=(764) 1019 hPa
20/10/00 Coef: 51-47	BM		1m	0.17	14.15	0	075	5.09	1491	Renverse: 7h50	
	2 F		1m	0.76	14.80	82	131	5.02	1633	P=(761) 1015 hPa	
	3 S	10h20	8m90	7m90	0.78	14.80	65	145	5.03	3173	PM à La Reuille 12h36
	3 F		1m	1.13	15.00	13	177	5.15	477	P=(760.5) 1014 hPa	
	4 S	12h45	9m80	8m80	1.22	15.10	0	201	5.06	2502	P=(760.5) 1014 hPa
	PM		1m	1.13	15.00	13	177	5.15	477	P=(760.5) 1014 hPa	
20/10/00 Coef: 51-47	4 F		1m	1.22	15.10	0	201	5.06	2502	P=(760.5) 1014 hPa	
	1 S	4h00	8m10	7m10	0.62	14.70	82	004	4.97	471	P=(764) 1019 hPa
	1 F		1m	0.65	14.76	70	322	5.00	2442	BM à La Reuille 7h14	
	2 S	7h40	7m20	6m20	0.17	14.15	0	132	5.07	897	P=(764) 1019 hPa
	BM		1m	0.17	14.15	0	075	5.09	1491	Renverse: 7h50	
	2 F		1m	0.76	14.80	82	131	5.02	1633	P=(761) 1015 hPa	
20/10/00 Coef: 51-47	3 S	10h20	8m90	7m90	0.78	14.80	65	145	5.03	3173	PM à La Reuille 12h36
	3 F		1m	1.13	15.00	13	177	5.15	477	P=(760.5) 1014 hPa	
	4 S	12h45	9m80	8m80	1.22	15.10	0	201	5.06	2502	P=(760.5) 1014 hPa
	PM		1m	1.13	15.00	13	177	5.15	477	P=(760.5) 1014 hPa	
	4 F		1m	1.22	15.10	0	201	5.06	2502	P=(760.5) 1014 hPa	
	1 S	4h00	8m10	7m10	0.62	14.70	82	004	4.97	471	P=(764) 1019 hPa
20/10/00 Coef: 51-47	1 F		1m	0.65	14.76	70	322	5.00	2442	BM à La Reuille 7h14	
	2 S	7h40	7m20	6m20	0.17	14.15	0	132	5.07	897	P=(764) 1019 hPa
	BM		1m	0.17	14.15	0	075	5.09	1491	Renverse: 7h50	
	2 F		1m	0.76	14.80	82	131	5.02	1633	P=(761) 1015 hPa	
	3 S	10h20	8m90	7m90	0.78	14.80	65	145	5.03	3173	PM à La Reuille 12h36
	3 F		1m	1.13	15.00	13	177	5.15	477	P=(760.5) 1014 hPa	
20/10/00 Coef: 51-47	4 S	12h45	9m80	8m80	1.22	15.10	0	201	5.06	2502	P=(760.5) 1014 hPa
	PM		1m	1.13	15.00	13	177	5.15	477	P=(760.5) 1014 hPa	
	4 F		1m	1.22	15.10	0	201	5.06	2502	P=(760.5) 1014 hPa	
	1 S	4h00	8m10	7m10	0.62	14.70	82	004	4.97	471	P=(764) 1019 hPa
	1 F		1m	0.65	14.76	70	322	5.00	2442	BM à La Reuille 7h14	
	2 S	7h40	7m20	6m20	0.17	14.15	0	132	5.07	897	P=(764) 1019 hPa
20/10/00 Coef: 51-47	BM		1m	0.17	14.15	0	075	5.09	1491	Renverse: 7h50	
	2 F		1m	0.76	14.80	82	131	5.02	1633	P=(761) 1015 hPa	
	3 S	10h20	8m90	7m90	0.78	14.80	65	145	5.03	3173	PM à La Reuille 12h36
	3 F		1m	1.13	15.00	13	177	5.15	477	P=(760.5) 1014 hPa	
	4 S	12h45	9m80	8m80	1.22	15.10	0	201	5.06	2502	P=(760.5) 1014 hPa
	PM		1m	1.13	15.00	13	177	5.15	477	P=(760.5) 1014 hPa	
20/10/00 Coef: 51-47	4 F		1m	1.22	15.10	0	201	5.06	2502	P=(760.5) 1014 hPa	
	1 S	4h00	8m10	7m10	0.62	14.70	82	004	4.97	471	P=(764) 1019 hPa
	1 F		1m	0.65	14.76	70	322	5.00	2442	BM à La Reuille 7h14	
	2 S	7h40	7m20	6m20	0.17	14.15	0	132	5.07	897	P=(764) 1019 hPa
	BM		1m	0.17	14.15	0	075	5.09	1491	Renverse: 7h50	
	2 F		1m	0.76	14.80	82	131	5.02	1633	P=(761) 1015 hPa	
20/10/00 Coef: 51-47	3 S	10h20	8m90	7m90	0.78	14.80	65	145	5.03	3173	PM à La Reuille 12h36
	3 F		1m	1.13	15.00	13	177	5.15	477	P=(760.5) 1014 hPa	
	4 S	12h45	9m80	8m80	1.22	15.10	0	201	5.06	2502	P=(760.5) 1014 hPa
	PM		1m	1.13	15.00	13	177	5.15	477	P=(760.5) 1014 hPa	
	4 F		1m	1.22	15.10	0	201	5.06	2502	P=(760.5) 1014 hPa	
	1 S	4h00	8m10	7m10	0.62	14.70	82	004	4.97	471	P=(764) 1019 hPa
20/10/00 Coef: 51-47	1 F		1m	0.65	14.76	70	322	5.00	2442	BM à La Reuille 7h14	
	2 S	7h40	7m20	6m20	0.17	14.15	0	132	5.07	897	P=(764) 1019 hPa
	BM		1m	0.17	14.15	0	075	5.09	1491	Renverse: 7h50	
	2 F		1m	0.76	14.80	82	131	5.02	1633	P=(761) 1015 hPa	
	3 S	10h20	8m90	7m90	0.78	14.80	65	145	5.03	3173	PM à La Reuille 12h36
	3 F		1m	1.13	15.00	13	177	5.15	477	P=(760.5) 1014 hPa	
20/10/00 Coef: 51-47	4 S	12h45	9m80	8m80	1.22	15.10	0	201	5.06	2502	P=(760.5) 1014 hPa
	PM		1m	1.13	15.00	13	177	5.15	477	P=(760.5) 1014 hPa	
	4 F		1m	1.22	15.10	0	201	5.06	2502	P=(760.5) 1014 hPa	
	1 S	4h00	8m10	7m10	0.62	14.70	82	004	4.97	471	P=(764) 1019 hPa
	1 F		1m	0.65	14.76	70	322	5.00	2442	BM à La Reuille 7h14	
	2 S	7h40	7m20	6m20	0.17	14.15	0	132	5.07	897	P=(764) 1019 hPa
20/10/00 Coef: 51-47	BM		1m	0.17	14.15	0	075	5.09	1491	Renverse: 7h50	
	2 F		1m	0.76	14.80	82	131	5.02	1633	P=(761) 1015 hPa	
	3 S	10h20	8m90	7m90	0.78	14.80	65	145	5.03	3173	PM à La Reuille 12h36
	3 F		1m	1.13	15.00	13	177	5.15	477	P=(760.5) 1014 hPa	
	4 S	12h45	9m80	8m80	1.22	15.10	0	201	5.06	2502	P=(760.5) 1014 hPa
	PM		1m	1.13	15.00	13	177	5.15	477	P=(760.5) 1014 hPa	
20/10/00 Coef: 51-47	4 F		1m	1.22	15.10	0	201	5.06	2502	P=(760.5) 1014 hPa	
	1 S	4h00	8m10	7m10	0.62	14.70	82	004	4.97	471	P=(764) 1019 hPa
	1 F		1m	0.65	14.76	70	322	5.00	2442	BM à La Reuille 7h14	
	2 S	7h40	7m20	6m20	0.17	14.15	0	132	5.07	897	P=(764) 1019 hPa
	BM		1m	0.17	14.15	0	075	5.09	1491	Renverse: 7h50	
	2 F		1m	0.76	14.80	82	131	5.02	1633	P=(761) 1015 hPa	
20/10/00 Coef: 51-47	3 S	10h20	8m90	7m90	0.78	14.80	65	145	5.03	3173	PM à La Reuille 12h36
	3 F		1m	1.13	15.00	13	177	5.15	477	P=(760.5) 1014 hPa	
	4 S	12h45	9m80	8m80	1.22	15.10	0	201	5.06	2502	P=(760.5) 1014 hPa
	PM		1m	1.13	15.00	13	177	5.15	477	P=(760.5) 1014 hPa	
	4 F		1m	1.22	15.10	0	201	5.06	2502	P=(760.5) 1014 hPa	
	1 S	4h00	8m10	7m10	0.62	14.70	82	004	4.97	471	P=(764) 1019 hPa
20/10/00 Coef: 51-47	1 F		1m	0.65	14.76	70	322	5.00	2442	BM à La Reuille 7h14	
	2 S	7h40	7m20	6m20	0.17	14.15	0	132	5.07	897	P=(764) 1019 hPa
	BM		1m	0.17	14.15	0	075	5.09	1491	Renverse: 7h50	
	2 F		1m	0.76	14.80	82	131	5.02	1633	P=(761) 1015 hPa	
	3 S	10h20	8m90	7m90	0.78	14.80	65	145	5.03	3173	PM à La Reuille 12h36
	3 F		1m	1.13	15.00	13	177	5.15	477	P=(760.5) 1014 hPa	
20/10/00 Coef: 51-47	4 S	12h45	9m80	8m80	1.22	15.10	0	201	5.06	2502	P=(760.5) 1014 hPa
	PM		1m	1.13	15.00	13	177	5.15	477	P=(760.5) 1014 hPa	
	4 F		1m	1.22	15.10	0	201	5.06	2502	P=(760.5) 1014 hPa	
	1 S	4h00	8m10	7m10	0.62	14.70	82	004	4.97	471	P=(764) 1019 hPa
	1 F		1m	0.65	14.76	70	322	5.00	2442	BM à La Reuille 7h14	
	2 S	7h40	7m20	6m20	0.17	14.15					

Novembre 2000		Heure Légale (TU+1)	Profondeur Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	SALINITE	TEMP. (°C)	VITESSE (cm/s)	Direction (°Nord)	OXYGENE DISSOUS (ml/l)	TURBIDITE (mg/l)	OBSERVATIONS
POINTS											
STATIONS											
F PK 67 08/11/00 Coef: 55-62	1 S	6h35	8m30	1m	9.94	12.68	100	012	5.52	715	P=(746) 995 hPa
	Mi-Jus 1 F			7m30	10.87	12.72	59	314	5.50	1104	
	2 S	9h50	7m30	1m	6.85	12.60	7	002	5.42	850	BM à Laména 9h03 P=(746) 995 hPa Reverse: 10h00
	BM			6m30	7.14	12.60	7	316	5.44	915	
	3 S			1m	8.32	12.60	94	128	5.51	791	P=(748.5) 998 hPa
	Mi-Flot 3 F	12h30	9m00	8m00	11.49	12.70	82	128	5.49	901	
E PK 52 07/11/00 Coef: 42-49	4 S	15h30	10m50	1m	14.10	12.62	24	135	5.62	698	PM à Laména 14h47 P=(750) 1000 hPa
	PM			9m50	16.44	12.53	24	119	5.61	721	
	4 F										
	1 S	6h10	7m00	1m	5.78	12.86	65	045	5.21	461	P=(743) 991 hPa
	Mi-Jus 1 F			6m00	5.72	12.86	76	336	5.22	393	BM à Pauillac 9h03 P=(743) 991 hPa Reverse: 9h40
	2 S	9h25	5m70	1m	3.48	12.56	13	125	5.12	494	
K PK 30 06/11/00 Coef: 33-37	2 F			4m70	3.56	12.56	13	341	5.10	525	P=(744.5) 993 hPa
	3 S	12h15	8m40	1m	7.12	12.87	117	145	5.24	670	
	Mi-Flot 3 F			7m40	7.10	12.85	76	175	5.22	759	PM à Pauillac 14h59 P=(744.5) 993 hPa
	4 S	15h00	8m90	1m	6.69	12.88	7	352	5.43	637	
	PM			7m90	6.90	12.90	13	170	5.42	847	
	4 F										
K PK 30 06/11/00 Coef: 33-37	1 S	9h55	8m00	1m	0.64	12.90	64	119	4.91	693	BM à La Reuille 8h44 P=(739.5) 986 hPa
	BM			7m00	0.57	12.90	59	151	4.88	1264	
	1 F			1m	1.50	12.91	65	119	4.95	634	P=(739.5) 986 hPa
	2 S	12h00	9m50	8m50	1.42	12.91	41	154	4.94	776	PM à La Reuille 14h47 P=(739.5) 986 hPa Reverse: 15h10
	Mi-Flot 2 F			1m	1.84	12.96	41	025	5.01	553	
	3 S	14h50	10m00	9m00	2.05	12.96	33	315	5.01	608	P=(739.5) 986 hPa
Coef: 33-37	PM			1m	1.09	12.86	94	011	4.85	1305	
	3 F										
	4 S	18h00	9m10	8m10	1.11	12.90	59	308	4.88	1326	P=(739.5) 986 hPa
	Mi-Jus 4 F										

10.3. Annexe 3 : Tableau des résultats analytiques

10.3.1. Résultats bruts de mesures de MES et COP,

Date	St	TM	Niv	MES mg/l	COP mg/l	COP/MES
11-avr-00	F	BM	S	610	11.3	1.85%
11-avr-00	F	BM	F	710	11.9	1.68%
11-avr-00	F	MF	S	170	2.5	1.48%
11-avr-00	F	MF	F	5710	101.9	1.79%
11-avr-00	F	PM	S	80	1.3	1.60%
11-avr-00	F	PM	F	110	2.0	1.83%
11-avr-00	F	MJ	S	350	6.0	1.71%
11-avr-00	F	MJ	F	600	11.0	1.83%
12-avr-00	E	BM	S	390	5.4	1.38%
12-avr-00	E	BM	F	570	8.8	1.55%
12-avr-00	E	MF	S	480	7.8	1.61%
12-avr-00	E	MF	F	8900	165.9	1.86%
12-avr-00	E	PM	S	390	6.6	1.69%
12-avr-00	E	PM	F	410	7.1	1.74%
12-avr-00	E	MJ	S	950	15.9	1.67%
12-avr-00	E	MJ	F	1640	29.3	1.79%
13-avr-00	K	BM	S	140	3.2	2.27%
13-avr-00	K	BM	F	160	3.6	2.28%
13-avr-00	K	MF	S	450	8.2	1.82%
13-avr-00	K	MF	F	1570	28.0	1.79%
13-avr-00	K	PM	S	280	3.7	1.33%
13-avr-00	K	PM	F	650	13.9	2.14%
13-avr-00	K	MJ	S	370	7.2	1.95%
13-avr-00	K	MJ	F	1080	18.9	1.75%
9-mai-00	F	BM	S	240	3.6	1.48%
9-mai-00	F	BM	F	1310	22.4	1.71%
9-mai-00	F	MF	S	270	4.4	1.63%
9-mai-00	F	MF	F	2680	47.5	1.77%
9-mai-00	F	PM	S	80	1.1	1.40%
9-mai-00	F	PM	F	480	8.4	1.75%
9-mai-00	F	MJ	S	360	5.8	1.61%
9-mai-00	F	MJ	F	2230	38.2	1.71%
10-mai-00	E	BM	S	380	5.1	1.34%
10-mai-00	E	BM	F	570	8.1	1.42%
10-mai-00	E	MF	S	1110	18.0	1.62%
10-mai-00	E	MF	F	2460	43.0	1.75%

Date	St	TM	Niv	MES mg/l	COP mg/l	COP/MES
10-mai-00	E	PM	S	300	4.5	1.50%
10-mai-00	E	PM	F	580	10.2	1.75%
10-mai-00	E	MJ	S	450	7.2	1.60%
10-mai-00	E	MJ	F	2810	48.5	1.72%
11-mai-00	K	BM	S	110	2.0	1.84%
11-mai-00	K	BM	F	350	6.2	1.76%
11-mai-00	K	MF	S	330	5.7	1.74%
11-mai-00	K	MF	F	980	17.3	1.77%
11-mai-00	K	PM	S	160	1.9	1.17%
11-mai-00	K	PM	F	360	6.1	1.68%
11-mai-00	K	MJ	S	570	10.0	1.75%
11-mai-00	K	MJ	F	700	12.1	1.73%
13-juin-00	F	BM	S	400	4.9	1.24%
13-juin-00	F	BM	F	400	5.8	1.44%
13-juin-00	F	MF	S	170	1.6	0.94%
13-juin-00	F	MF	F	2130	35.8	1.68%
13-juin-00	F	PM	S	260	2.3	0.89%
13-juin-00	F	PM	F	550	9.5	1.72%
13-juin-00	F	MJ	S	520	3.4	0.66%
13-juin-00	F	MJ	F	630	10.0	1.59%
14-juin-00	E	BM	S	210	3.4	1.63%
14-juin-00	E	BM	F	360	5.7	1.57%
14-juin-00	E	MF	S	810	12.7	1.57%
14-juin-00	E	MF	F	910	14.3	1.57%
14-juin-00	E	PM	S	240	3.1	1.30%
14-juin-00	E	PM	F	430	6.6	1.54%
14-juin-00	E	MJ	S	570	9.0	1.57%
14-juin-00	E	MJ	F	840	14.0	1.67%
15-juin-00	K	BM	S	170	2.9	1.70%
15-juin-00	K	BM	F	570	9.6	1.68%
15-juin-00	K	MF	S	570	9.3	1.63%
15-juin-00	K	MF	F	1060	15.9	1.50%
15-juin-00	K	PM	S	290	4.3	1.48%
15-juin-00	K	PM	F	540	9.2	1.71%
15-juin-00	K	MJ	S			
15-juin-00	K	MJ	F			
19-juil-00	F	BM	S	120	1.9	1.55%
19-juil-00	F	BM	F	160	2.9	1.79%
19-juil-00	F	MF	S	200	3.3	1.63%
19-juil-00	F	MF	F	840	13.7	1.63%
19-juil-00	F	PM	S	90	1.6	1.80%

Date	St	TM	Niv	MES mg/l	COP mg/l	COP/MES
19-juil-00	F	PM	F	100	1.7	1.73%
19-juil-00	F	MJ	S	320	5.1	1.58%
19-juil-00	F	MJ	F	440	7.0	1.59%
20-juil-00	E	BM	S	70	1.2	1.67%
20-juil-00	E	BM	F	190	2.6	1.36%
20-juil-00	E	MF	S	400	6.5	1.62%
20-juil-00	E	MF	F	780	12.8	1.65%
20-juil-00	E	PM	S	140	2.5	1.81%
20-juil-00	E	PM	F	280	5.3	1.88%
20-juil-00	E	MJ	S	450	7.2	1.60%
20-juil-00	E	MJ	F	1280	20.1	1.57%
21-juil-00	K	BM	S	470	5.7	1.21%
21-juil-00	K	BM	F	2110	32.9	1.56%
21-juil-00	K	MF	S	2050	29.8	1.46%
21-juil-00	K	MF	F	2480	39.6	1.60%
21-juil-00	K	PM	S	180	2.8	1.57%
21-juil-00	K	PM	F	750	11.0	1.46%
21-juil-00	K	MJ	S	1010	15.1	1.50%
21-juil-00	K	MJ	F	1010	14.7	1.46%
5-sept-00	F	BM	S	100	1.8	1.79%
5-sept-00	F	BM	F	190	3.2	1.69%
5-sept-00	F	MF	S	160	2.8	1.73%
5-sept-00	F	MF	F			
5-sept-00	F	PM	S	100	2.1	2.05%
5-sept-00	F	PM	F	300	5.4	1.79%
5-sept-00	F	MJ	S	20	0.7	3.60%
5-sept-00	F	MJ	F	750	13.2	1.76%
7-sept-00	E	BM	S	110	1.9	1.73%
7-sept-00	E	BM	F	340	5.8	1.69%
7-sept-00	E	MF	S	110	3.5	3.16%
7-sept-00	E	MF	F	390	7.2	1.84%
7-sept-00	E	PM	S	240	4.7	1.95%
7-sept-00	E	PM	F	480	8.9	1.85%
7-sept-00	E	MJ	S	210	3.2	1.50%
7-sept-00	E	MJ	F	370	6.3	1.71%
6-sept-00	K	BM	S	520	6.5	1.24%
6-sept-00	K	BM	F	1800	27.6	1.53%
6-sept-00	K	MF	S	170	2.5	1.48%
6-sept-00	K	MF	F	1840	28.3	1.54%
6-sept-00	K	PM	S	100	1.6	1.64%
6-sept-00	K	PM	F	320	6.2	1.93%

Date	St	TM	Niv	MES mg/l	COP mg/l	COP/MES
6-sept-00	K	MJ	S	520	7.9	1.51%
6-sept-00	K	MJ	F	590	9.0	1.53%
27-sept-00	F	BM	S	200	3.4	1.70%
27-sept-00	F	BM	F	350	5.8	1.65%
27-sept-00	F	MF	S	1070	18.3	1.71%
27-sept-00	F	MF	F	1300	20.0	1.54%
27-sept-00	F	PM	S	120	2.2	1.85%
27-sept-00	F	PM	F	470	7.9	1.67%
27-sept-00	F	MJ	S	260	4.3	1.67%
27-sept-00	F	MJ	F	860	11.4	1.32%
28-sept-00	E	BM	S	340	4.9	1.44%
28-sept-00	E	BM	F	720	10.5	1.46%
28-sept-00	E	MF	S	1320	19.9	1.51%
28-sept-00	E	MF	F	1990	29.9	1.50%
28-sept-00	E	PM	S	210	3.0	1.42%
28-sept-00	E	PM	F	950	14.1	1.49%
28-sept-00	E	MJ	S	860	12.9	1.50%
28-sept-00	E	MJ	F	1810	27.8	1.53%
29-sept-00	K	BM	S	690	8.1	1.17%
29-sept-00	K	BM	F	10190	158.0	1.55%
29-sept-00	K	MF	S	2060	30.4	1.47%
29-sept-00	K	MF	F	4520	67.1	1.48%
29-sept-00	K	PM	S	280	4.0	1.43%
29-sept-00	K	PM	F	7130	112.3	1.58%
29-sept-00	K	MJ	S	2560	36.7	1.43%
29-sept-00	K	MJ	F	9700	148.3	1.53%
18-oct-00	F	BM	S	750	12.4	1.65%
18-oct-00	F	BM	F	2460	40.1	1.63%
18-oct-00	F	MF	S	750	12.6	1.68%
18-oct-00	F	MF	F	3540	57.1	1.61%
18-oct-00	F	PM	S	110	1.2	1.05%
18-oct-00	F	PM	F	230	4.0	1.72%
18-oct-00	F	MJ	S	450	7.1	1.58%
18-oct-00	F	MJ	F	1670	25.6	1.53%
19-oct-00	E	BM	S	330	4.7	1.42%
19-oct-00	E	BM	F	680	10.1	1.49%
19-oct-00	E	MF	S	1040	15.4	1.48%
19-oct-00	E	MF	F	1600	23.7	1.48%
19-oct-00	E	PM	S	450	7.2	1.59%
19-oct-00	E	PM	F	1050	18.5	1.76%
19-oct-00	E	MJ	S	550	8.3	1.51%

Date	St	TM	Niv	MES mg/l	COP mg/l	COP/MES
19-oct-00	E	MJ	F	2150	34.0	1.58%
20-oct-00	K	BM	S	820	12.7	1.55%
20-oct-00	K	BM	F	1180	18.9	1.60%
20-oct-00	K	MF	S	1010	18.1	1.79%
20-oct-00	K	MF	F	1610	25.5	1.58%
20-oct-00	K	PM	S	470	5.9	1.26%
20-oct-00	K	PM	F	1690	26.9	1.59%
20-oct-00	K	MJ	S	470	9.5	2.02%
20-oct-00	K	MJ	F	2120	34.4	1.62%
8-nov-00	F	BM	S	440	6.4	1.45%
8-nov-00	F	BM	F	830	12.6	1.52%
8-nov-00	F	MF	S	200	3.9	1.95%
8-nov-00	F	MF	F	1090	15.4	1.41%
8-nov-00	F	PM	S	120	1.7	1.43%
8-nov-00	F	PM	F	520	7.9	1.52%
8-nov-00	F	MJ	S	420	5.6	1.34%
8-nov-00	F	MJ	F	480	5.7	1.19%
7-nov-00	E	BM	S	440	6.2	1.40%
7-nov-00	E	BM	F	500	7.1	1.41%
7-nov-00	E	MF	S	530	7.3	1.38%
7-nov-00	E	MF	F	780	10.9	1.40%
7-nov-00	E	PM	S	510	8.1	1.59%
7-nov-00	E	PM	F	680	10.4	1.53%
7-nov-00	E	MJ	S	350	5.2	1.47%
7-nov-00	E	MJ	F	400	6.8	1.70%
6-nov-00	K	BM	S	670	9.2	1.37%
6-nov-00	K	BM	F	1250	19.8	1.58%
6-nov-00	K	MF	S	880	12.7	1.44%
6-nov-00	K	MF	F	920	12.6	1.37%
6-nov-00	K	PM	S	490	6.7	1.36%
6-nov-00	K	PM	F	640	9.5	1.49%
6-nov-00	K	MJ	S	590	8.3	1.40%
6-nov-00	K	MJ	F	720	9.7	1.35%

10.3.2. Résultats bruts de mesures de chlorophylle et phaeopigments,

Date	St	TM	Niv	Chlo a µg/l	Phaeo µg/l	Chlo a / COP	Pig/MES ppm	Taux Ca
11-avr-00	F	BM	S	11.10	4.70	0.10%	26	0.70
11-avr-00	F	PM	S	5.95	2.40	0.46%	104	0.71
12-avr-00	E	BM	S	7.45	4.95	0.14%	32	0.60
12-avr-00	E	PM	S	22.35	4.70	0.34%	69	0.83
13-avr-00	K	BM	S					
13-avr-00	K	PM	S					
9-mai-00	F	BM	S	5.35	2.25	0.15%	32	0.70
9-mai-00	F	PM	S	4.65	1.90	0.42%	82	0.71
10-mai-00	E	BM	S	3.60	9.55	0.07%	35	0.27
10-mai-00	E	PM	S	11.10	16.65	0.25%	93	0.40
11-mai-00	K	BM	S	5.95	8.00	0.29%	127	0.43
11-mai-00	K	PM	S	5.90	6.80	0.32%	79	0.46
13-juin-00	F	BM	S	6.15	7.30	0.12%	34	0.46
13-juin-00	F	PM	S	3.90	5.35	0.17%	36	0.42
14-juin-00	E	BM	S	7.75	3.80	0.23%	55	0.67
14-juin-00	E	PM	S	13.45	21.00	0.43%	144	0.39
15-juin-00	K	BM	S	9.55	12.30	0.33%	129	0.44
15-juin-00	K	PM	S	10.30	14.15	0.24%	84	0.42
19-juil-00	F	BM	S	6.30	16.95	0.34%	194	0.27
19-juil-00	F	PM	S	10.80	29.35	0.67%	446	0.27
20-juil-00	E	BM	S	8.70	8.75	0.74%	249	0.50
20-juil-00	E	PM	S	5.80	25.95	0.23%	227	0.18
21-juil-00	K	BM	S	17.10	15.90	0.30%	70	0.52
21-juil-00	K	PM	S	7.10	10.80	0.25%	99	0.40
5-sept-00	F	BM	S	4.90	11.50	0.27%	164	0.30
5-sept-00	F	PM	S	11.60	21.10	0.57%	327	0.35
7-sept-00	E	BM	S	3.30	12.40	0.17%	143	0.21
7-sept-00	E	PM	S	7.95	15.50	0.17%	98	0.34
6-sept-00	K	BM	S	12.30	30.00	0.19%	81	0.29
6-sept-00	K	PM	S	11.45	49.30	0.70%	608	0.19
27-sept-00	F	BM	S	7.90	26.40	0.23%	172	0.23
27-sept-00	F	PM	S	9.55	38.05	0.43%	397	0.20
28-sept-00	E	BM	S	12.15	25.90	0.25%	112	0.32
28-sept-00	E	PM	S	6.10	17.80	0.20%	114	0.26
29-sept-00	K	BM	S	6.85	3.10	0.08%	14	0.69
29-sept-00	K	PM	S	8.30	3.10	0.21%	41	0.73
18-oct-00	F	BM	S	6.35	16.35	0.05%	30	0.28
18-oct-00	F	PM	S	3.00	2.30	0.26%	48	0.57

Date	St	TM	Niv	Chlo a µg/l	Phaeo µg/l	Chlo a / COP	Pig/MES ppm	Taux Ca
19-oct-00	E	BM	S	15.40	7.50	0.33%	69	0.67
19-oct-00	E	PM	S	17.35	114.40	0.24%	293	0.13
20-oct-00	K	BM	S	10.00	13.40	0.08%	29	0.43
20-oct-00	K	PM	S	1.45	7.90	0.02%	20	0.16
8-nov-00	F	BM	S	16.55	21.30	0.26%	86	0.44
8-nov-00	F	PM	S	18.30	34.30	1.06%	438	0.35
7-nov-00	E	BM	S	16.20	8.10	0.26%	55	0.67
7-nov-00	E	PM	S	12.65	9.50	0.16%	43	0.57
6-nov-00	K	BM	S	16.80	9.50	0.18%	39	0.64
6-nov-00	K	PM	S	22.95	14.55	0.34%	77	0.61

10.3.3. Résultats bruts de mesures de sels nutritifs,

Date	St	TM	Niv	NH4 µmol/l	NOx µmol/l	PO4 µmol/l	N/P
12-avr-00	E	BM	S	< 0,5	152.8	1.6	97
12-avr-00	E	PM	S	< 0,5	162.9	1.6	103
10-mai-00	E	BM	S	0.5	170.7	5.3	32
10-mai-00	E	PM	S	0.5	142.3	3.7	39
14-juin-00	E	BM	S	6.7	194.3	2.1	92
14-juin-00	E	PM	S	< 0,5	145.9	2.1	69
20-juil-00	E	BM	S	0.5	205.3	2.1	98
20-juil-00	E	PM	S	0.5	179.9	2.6	68
7-sept-00	E	BM	S	1.1	153.0	3.2	48
7-sept-00	E	PM	S	0.5	138.5	3.2	44
28-sept-00	E	BM	S	< 0,5	153.3	3.2	49
28-sept-00	E	PM	S	< 0,5	111.9	3.2	35
19-oct-00	E	BM	S	< 0,5	125.2	2.6	48
19-oct-00	E	PM	S	< 0,5	120.6	2.6	46
7-nov-00	E	BM	S	1.1	143.5	7.5	19
7-nov-00	E	PM	S	< 0,5	127.2	5.5	23

10.3.4. Résultats bruts de *Vibrios* halophiles.

Date	St	TM	Niv	V parah G/100 ml	V algin G/100 ml	V vulni G/100ml	V chol G/100 ml	V halo G/100 ml
11-avr-00	F	BM	S	0	0	0	0	0
11-avr-00	F	PM	S	0	0	0	0	0
12-avr-00	E	BM	S	0	0	0	0	0
12-avr-00	E	PM	S	0	0	0	0	0
13-avr-00	K	BM	S	0	0	0	0	0
13-avr-00	K	PM	S	0	0	0	0	0
9-mai-00	F	BM	S	0	1	0	0	0
9-mai-00	F	PM	S	0	0	0	0	0
10-mai-00	E	BM	S	0	0	0	1	0
10-mai-00	E	PM	S	0	0	0	0	0
11-mai-00	K	BM	S	0	0	0	0	0
11-mai-00	K	PM	S	0	0	0	0	0
13-juin-00	F	BM	S	0	0	0	0	1
13-juin-00	F	PM	S	10	0	0	0	0
14-juin-00	E	BM	S	0	0	0	0	0
14-juin-00	E	PM	S	0	0	0	0	0
15-juin-00	K	BM	S	0	0	0	0	0
15-juin-00	K	PM	S	0	0	0	0	0
19-juil-00	F	BM	S	10	1	0	0	0
19-juil-00	F	PM	S	10	10	0	0	0
20-juil-00	E	BM	S	10	1	0	0	0
20-juil-00	E	PM	S	10	1	0	0	0
21-juil-00	K	BM	S	1	0	0	0	0
21-juil-00	K	PM	S	1	10	100	0	0
5-sept-00	F	BM	S	100	10	100	0	0
5-sept-00	F	PM	S	1	1	0	0	0
7-sept-00	E	BM	S	100	100	0	0	0
7-sept-00	E	PM	S	100	100	0	0	0
6-sept-00	K	BM	S	10	10	0	0	0
6-sept-00	K	PM	S	100	10	0	0	0
27-sept-00	F	BM	S	10	100	0	0	0
27-sept-00	F	PM	S	1000	10	0	0	0
28-sept-00	E	BM	S	10	10	0	0	0
28-sept-00	E	PM	S	10	10	0	0	0
29-sept-00	K	BM	S	10	1	0	0	0
29-sept-00	K	PM	S	1	10	0	0	0
18-oct-00	F	BM	S	100	10	0	0	0
18-oct-00	F	PM	S	1	10	0	0	0

Date	St	TM	Niv	V parah G/100 ml	V algin G/100 ml	V vulni G/100ml	V chol G/100 ml	V halo G/100 ml
19-oct-00	E	BM	S	10	1	0	0	0
19-oct-00	E	PM	S	100	10	0	0	0
20-oct-00	K	BM	S	1	0	0	0	10
20-oct-00	K	PM	S	1	1	0	0	0
8-nov-00	F	BM	S	1	0	0	0	0
8-nov-00	F	PM	S	0	1	0	0	0
7-nov-00	E	BM	S	1	1	0	0	0
7-nov-00	E	PM	S	10	1	0	0	0
6-nov-00	K	BM	S	1	0	0	0	0
6-nov-00	K	PM	S	0	10	0	0	0

Fiche résumé - Surveillance du Blayais 2000

Les conditions climatiques de l'année 2000 se sont caractérisées par des fortes pluies, surtout en avril - mai et octobre - novembre, avec une période de chaleur estivale d'août à septembre. La température moyenne de l'air en août, mois le plus chaud de l'année, atteint 22,4 °C. A noter également en mai une température de l'air de 3 °C au dessus de la normale. Plusieurs crues se sont produites, les plus fortes se situant en juin (crue tardive par rapport celle de l'année 1999) et novembre (crue précoce par rapport à celle de 1999). L'année 2000 peut être considérée comme une année humide, nettement plus arrosée que 1999, et qui reste une année moyenne : le débit décadaire moyen 1982-1999 s'établit à $874 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$; il est de $958 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ en 2000, soit un excédent de $84 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Au point E, les températures moyennes des eaux en mai, septembre et octobre 2000 sont excédentaires par rapport à celles de la période 1976 - 1999. La température maximale de 25 °C a été relevée en surface le 7 septembre 2000 ; par rapport aux 5 dernières années, l'année 2000 présente cependant les températures mensuelles moyennes les plus basses. Depuis le début des études, soit sur plus de vingt années, nous constatons une élévation des températures des eaux de l'estuaire d'environ 2 °C, élévation induite par l'évolution de phénomènes climatiques naturels.

Les résultats des mesures de salinité sont liés aux apports d'eau douce en amont (débit fluvial), et aux apports halins en aval (coefficient de marée). La situation d'étiage se traduit par une intrusion haline plus importante. Les mesures de salinité confirment cette situation avec des minima en juin et octobre, des maxima en septembre. Nous notons en 2000 de faibles valeurs de salinité par rapport à 1999, consécutif à une importante pluviométrie.

Débit fluvial, coefficient de marée et bathymétrie influent sur la répartition et les valeurs des vitesses maximales des courants. La variation des vitesses en surface et au fond au cours d'une marée n'étant pas mesurée, la prédominance de l'écoulement vers l'amont ou l'aval n'est pas connue. En 2000, au point E, les vitesses maximales moyennes des courants, de surface et de fond, sont supérieures à celles de 1999, en jusant et en flot.

L'année 2000 se caractérise par des valeurs moyennes de turbidité légèrement inférieures à celles de 1999. Tout au long de l'année, les turbidités sont faibles en aval (point F) et dans une moindre mesure en amont (point K) ; les crues de début d'année (février - mars, avril, juin) ont éjecté la majeure partie du bouchon vaseux à l'océan. L'accroissement de turbidité de fin septembre - début octobre correspond à une remise en suspension du sédiment par les forts courants associés à une période de vives eaux.

Au cours de l'année, les valeurs moyennes d'oxygène dissous au point E évoluent autour de 77,6 % du taux de saturation en 2000, et se situent entre celles de l'amont (73,39 % au point K) et de l'aval (81 % au point F). En 2000, le déficit moyen augmente nettement aux trois points. Le déficit, par rapport à la saturation en oxygène dissous, est plus important en mai au point E, mais surtout en amont au point K pour le second semestre ; du fait des crues de l'année 2000, plus nombreuses et plus tardives (jusqu'en juin) qu'en 1999, nous pouvons considérer que les eaux d'amont ont fait barrage à l'intrusion haline, empêchant ainsi le renouvellement et la ré oxygénation par les eaux marines.

D'après un lever bathymétrique partiel en 1998 de la zone proche de l'île de Patiras et Trompeloup, et du chenal de navigation, nous pouvons noter une érosion du banc situé à l'aval de l'îlot de Trompeloup. Cela pourrait être favorable à la dispersion des eaux de rejet de la centrale, si cette dispersion n'est pas limitée par l'exhaussement des fonds entre Trompeloup et le lieu de rejet. La non disponibilité des résultats du lever bathymétrique effectué en 1999 ne permet pas d'évaluer le niveau de cet exhaussement.

En milieu estuarien turbide, le carbone organique particulaire (COP) est à relier aux matières en suspension (MES). A la station E, depuis 1997, les valeurs de COP/MES de fond sont toujours supérieures à celles de surface. Elles sont proches des moyennes annuelle 2000 (1,61 %) et pluriannuelle 1992-2000 (1,65 %), moyennes qui oscillent en général entre 1,50 et 2,00 %.

Pour l'année 2000 au point E, les moyennes annuelles du taux de chlorophylle active (0,44) du rapport Pigments/MES (114 ppm) et du rapport Chlorophylle / COP (0,26 %) sont dans la gamme de celles des autres points (K et F).

Les teneurs en sels nutritifs ont pour principale origine les apports du bassin versant ; les valeurs enregistrées à basse mer sont généralement plus élevées que celles enregistrées à pleine mer. En 2000 au point E, la teneur moyenne annuelle en $\text{NO}_{(3+2)}$ ($151,7 \mu\text{mol/L}$) est supérieure à la moyenne pluriannuelle 1992-2000 ($138,9 \mu\text{mol/L}$), et est en augmentation par rapport à 1999 ($130 \mu\text{mol/L}$). De même, pour l'orthophosphate, la moyenne annuelle ($3,2 \mu\text{mol/L}$) est en augmentation par rapport à la moyenne pluriannuelle 1992-2000 ($2,8 \mu\text{mol/L}$). Cependant, contrairement aux autres années, les teneurs en orthophosphates n'ont pas augmenté au cours de la période estivale ; les débits importants et les faibles températures pourraient en être à l'origine.

Les vibrios halophiles apparaissent, comme en 1999, dès le mois de juin 2000, et présentent un maximum d'abondance estival. Le nombre de dénombrements positifs a légèrement diminué à la station E par rapport aux années précédentes. Les principales souches identifiées sont *V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*. *V. Vulnificus* a été détectée aux stations K et F en quantité plus importante que les années précédentes. Quelques souches potentiellement *V. cholerae* ont également été décelées (en cours de vérification).

Dans le zooplancton, *Eurytemora affinis* reste l'espèce dominante. Son maximum au point E (13229 ind/m^3), est apparu précocement en mars, avant période d'étude. Ce maximum est inférieur à la moyenne des maxima enregistrée depuis 1978 (19725 ind/m^3), et l'augmentation des effectifs observée en 1998-1999 ne se poursuit pas. Cependant, la moyenne 2000 des effectifs au point E (5693 ind/m^3) est supérieure à celle des autres points. Il en est de même pour *Neomysis integer* (31 ind/m^3 au point E). Pour les espèces, *Acartia bifilosa*, *Acartia tonsa*, *Mesopodopsis slabberi*, leur moyenne annuelle au point E, respectivement 34 ind/m^3 , 918 ind/m^3 , et 144 ind/m^3 , est comprise entre celles des points K et F.

Au point E en 2000, la population d'*Eurytemora affinis* présente un pourcentage de femelles ovigères inférieur à 10 %, et un sex-ratio (rapport mâle/total adulte exprimé en pourcentage) de 35,4 %, qui sont les plus faibles enregistrés depuis 1978. La fécondité moyenne annuelle ($3,1 \text{ œufs / sac}$) reste faible, ainsi que la mortalité moyenne (1,4 %). L'évolution de la température de l'estuaire, associé au réchauffement climatique global, semble en être un des principaux facteurs explicatifs.

