

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 environnement Océaniques

Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux

Laboratoire d'hygiène et de santé

Mars 2004 - RST DEL/SR/04-03

Ifremer

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

SURVEILLANCE ECOLOGIQUE

SITE DU BLAYAIS

RAPPORT SCIENTIFIQUE

ANNEE 2003

Commande EDF n° B8PA856



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

Mars 2004 – RST DEL/SR/04-03

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

**SURVEILLANCE ECOLOGIQUE
SITE DU BLAYAIS**

RAPPORT SCIENTIFIQUE

ANNEE 2003

Commande EDF n° B8PA856

FICHE DOCUMENTAIRE

| | |
|---|--|
| Type de Rapport : RST (Rapports de résultats de recherches scientifiques et/ou techniques) | |
| Numéro d'identification du rapport : <i>RST DEL/SR/04-03</i> Diffusion : libre <input checked="" type="checkbox"/> restreinte <input type="checkbox"/> interdite <input type="checkbox"/> Validé par : Adresse électronique : - chemin UNIX : - adresse WWW : | date de publication : <i>mars 2004</i> nombre de pages : 184 p. bibliographie : <i>Oui</i> illustration(s) : <i>Oui</i> langue du rapport : <i>Français</i> |
| Titre et sous-titre du rapport : <i>Surveillance Ecologique du site du "Blayais" - année 2003</i> Titre traduit : <i>Ecological monitoring of the "Blayais" nuclear power plant – 2003</i> | |
| Auteur(s) principal(aux) : <i>QUINTIN Jean-Yves,</i> <i>CASTAING Patrick,</i> <i>JOUANNEAU Jean-Marie,</i> <i>OGGIAN Georges,</i> <i>LECONTE Michel,</i> <i>PARRA René,</i> <i>SAUTOUR Benoît,</i> <i>CHAURIAL Bernard,</i> <i>GOURNIER Nathalie.</i> | Organisme / Direction / Service, laboratoire : <i>IFREMER/BREST/DEL/SR</i> <i>Université de Bordeaux I / BORDEAUX/DGO</i> <i>Université de Bordeaux I / ARCACHON/LOB</i> <i>IEEB / BORDEAUX</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 B8PA856 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), UMR EPOC 5805 - CNRS,</i> <i>Université de Bordeaux I, Av. des Facultés – 33405 TALENCE CEDEX</i> <i>Laboratoire d'Océanographie Biologique (LOB), Station Marine d'Arcachon,</i> <i>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,</i> <i>1 rue du Professeur Vézès - 33300 BORDEAUX</i> Responsable scientifique : <i>Jean-Yves QUINTIN - IFREMER/BREST/DEL/SR</i> | |
| Cadre de la recherche : <i>Surveillance des centrales en bord de mer et en estuaire</i> | |
| Programme : <i>Surveillance et évaluation</i> <i>de la qualité du milieu marin</i> Projet : <i>I.G.A.</i> <i>Impact des Grands Aménagements</i> | Convention : <i>S62C5001</i> Autres (préciser) : <i>Le Blayais Surveillance</i> |
| Campagne océanographique : (nom de campagne, année, nom du navire) <i>Navire Côte d'Aquitaine</i> | |

Résumé :

L'étude de surveillance n° 26 du site électronucléaire du BLAYAIS (département de la Gironde) concerne la période de mars - avril à novembre 2003. Le domaine pélagique est étudié (physico-chimie, hydrobiologie, bactériologie, zooplancton, bathymétrie).

[Voir fiche résumé p. 7 - 10]

Abstract :

Monitoring n° 26 of the BLAYAIS nuclear power plant takes into account studies conducted between March - April and November 2003. Physicochemistry, Hydrobiology, Bacteriology, Zooplankton, Bathymetry, are reported.

[see summary p. 7 - 10 (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 - Zooplankton – Bathymetry

Commentaire :

Ce document doit être cité de la manière suivante :

Référence générale

QUINTIN J.Y. (coord.) *et al.* (2004) – Surveillance écologique du site du Blayais, année 2003. Rapp. IFREMER RST DEL/SR/04-03, mars 2004, 184 p.

Référence particulière

CASTAING P., JOUANNEAU J.M., OGGIAN G., (2004). – Résultats des mesures in situ. *In* : QUINTIN J.Y. (coord.) *et al.* (2004) - Surveillance écologique du site du Blayais, année 2003. Rapp. IFREMER RST DEL/SR/04-03, mars 2004, pp. 41 - 102.

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, R. Parra, B. Sautour)⁴ ;

Il a été réalisé suite à la réunion de synthèse, qui s'est tenue le 8 décembre 2003 au CNPE du Blayais, et qui a réuni les personnes suivantes : MM. Lundy et Thépaut E. (EDF/CNPE du Blayais), MM. Castaing P. et Oggian G. (DGO), MM. Sautour B. et Leconte M. (LOB), M. Chaurial B (IEEB), M. Quintin J.Y. (IFREMER).

¹IFREMER. Direction 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).

Surveillance du Blayais 2003 - résumé

Les conditions climatiques de l'année 2003 présentent de faibles apports pluvieux, à l'exception de début-janvier, juillet et fin-octobre. L'ensoleillement, caractérisé par un mois de mars atypique exceptionnellement doux, ensoleillé et sec, montre une bonne insolation estivale. En dehors des mois de janvier, février et octobre déficitaires par rapport à la normale, les températures de l'année 2003 sont douces avec une période estivale très chaude de juin à septembre ; voire caniculaire en août. Le mois d'août reste le mois le plus chaud avec une température moyenne de l'air de 25,8 °C, et un record absolu battu (40,7 °C le 4 août 2003). Les trois crues principales se situent en février, mars, et décembre. Les débits fluviaux sont excédentaires de janvier à mi-mars (débit maximum instantané de l'année de 5 562 m³.s⁻¹ le 6 février 2003). Le débit décadaire moyen 1982 - 2002 s'établit à 870 m³.s⁻¹ ; il est de 777 m³.s⁻¹ en 2003, soit un déficit de 93 m³.s⁻¹. Nettement plus arrosée que 2002, surtout en début d'année, l'année 2003 peut cependant être considérée comme une année « sèche ». Hormis un violent orage en juillet avec des vents de 158 Km.h⁻¹, les précipitations sont déficitaires de mars à fin novembre, et surtout marquées par la période caniculaire d'été. La conséquence a été un grand déficit d'apport d'eau douce, permettant aux eaux marines d'entrer très tôt dans l'estuaire, et de repousser le bouchon vaseux très loin en amont, d'où d'importantes salinités et de faibles turbidités mesurées.

Le lever bathymétrique partiel en 1998, dans la zone proche de l'île de Patiras et Trompeloup et du chenal de navigation, a montré la régression vers l'amont de l'isobathe 0 indiquant une érosion du banc situé à l'aval de l'îlot de Trompeloup. Cette situation serait 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. Les résultats du lever bathymétrique 2000, comparé à celui de 1995, montrait une migration de l'isobathe 0 de 2 Km vers l'aval indiquant un allongement du banc de Patiras. Le dernier lever bathymétrique disponible 2002 a montré une nouvelle progression de 150 m vers l'aval.

Au point E, les températures moyennes des eaux sont nettement supérieures à celles de la période 1976 - 2002, et deviennent légèrement déficitaires de mi-septembre à mi-novembre. Comparativement aux cinq dernières années, 2003 est l'année qui présente les températures mensuelles moyennes les plus élevées de mi-mai à début septembre dans la période sensible. La température maximale de 27 °C a été relevée en surface le 28 août 2003. Pour la période étudiée de mai à novembre, l'année caniculaire 2003 montre une température moyenne de l'air qui augmente de 1,6 °C, induisant une hausse de température de l'eau de fond de l'ordre de 1 °C.

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). En 2003, à l'exception d'un début d'année (crue de février) et d'une fin d'année (crue de décembre) bien arrosés, le déficit d'apport d'eaux douces d'amont a été fort sur la majeure partie de l'année. Cette situation d'étiage s'est traduite par une intrusion haline plus importante entre ces deux périodes de crue, avec augmentation des salinités moyennes aux 3 points. Au point K, la salinité moyenne de l'année 2003 a presque doublé par rapport à 2002, signe d'une remontée du bouchon vaseux en amont de la zone estuarienne.

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. Au point E en 2003, les vitesses maximales des courants en surface et au fond, de jusant et surtout de flot, sont supérieures à celles de 2002.

Du fait de la remontée du bouchon vaseux très en amont de l'estuaire, les valeurs de turbidité en 2003 sont en moyennes assez faibles sauf dans les périodes des crues. Elles sont inférieures à celles de 2002.

Au cours de l'année 2003, les valeurs moyennes d'oxygène dissous évoluent autour de 86 % du taux de saturation au point F, de 82 % au point E, et de 74 % au point K. Le déficit moyen aux 3 points diminue de l'amont vers l'aval, ce qui indique une meilleure oxygénation du milieu dans la partie aval de l'estuaire sous forte influence océanique.

L'année 2003 a été caractérisée par une augmentation des teneurs en COP sur la station la plus aval en raison de l'intrusion des masses d'eau océanique moins chargées en matières en suspension, et dont la proportion de matériel organique est plus importante que dans les eaux limoneuses de l'estuaire. Cette intrusion est nettement ressentie également à la station E.

En corollaire, les concentrations en chlorophylle (a) sont bien marquées en période estivale aux stations situées en aval, où on constate une augmentation de la proportion de matériel d'origine végétale dans la matière organique, surtout au point F. Les concentrations moyennes annuelles aux stations E (12,74 µg/L), F (13,78 µg/L), et K (15,02 µg/L) sont supérieures à la moyenne pluriannuelle 1992 – 2003 (11,75 µg/L).

Le déficit d'apports d'eau douce induit de faibles concentrations en sels nutritifs. Les concentrations en azote ont oscillé autour de la moyenne annuelle (129,0 µmol/L) qui est nettement inférieure à la moyenne pluriannuelle (139,5 µmol/L). Pour les orthophosphates, il faut noter l'absence d'augmentation en période estivale. La concentration moyenne annuelle (3,4 µmol/L) est proche de celle enregistrée en 2002 et légèrement supérieure à la valeur pluriannuelle 1992 – 2003 (3,0 µmol/L).

Malgré les salures relativement élevées des eaux, les teneurs en *Vibrio* halophiles n'ont pas subi d'augmentation par rapport à celles obtenues les années précédentes. Les espèces les plus couramment rencontrées sont *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio vulnificus*, *Vibrio fluvialis*, *Vibrio mimicus*.

Dans le zooplancton, l'espèce dominante *Eurytemora affinis* représente plus de 80 % du zooplancton, sauf quand les conditions d'étiage sont très accentuées. Son maximum de densité au point E (26 185 ind/m³) est apparu en mars pendant la crue printanière. Ce maximum est supérieur à la moyenne des maxima enregistrés depuis 1978 (19 535 ind/m³). La moyenne annuelle des effectifs d' *E. affinis* au point E (3 857 ind/m³) est comprise entre celles des points K et F. Favorisée par les eaux d'amont, l'espèce est surtout présente au point K (4 956 ind/m³); défavorisée par les eaux haline, elle est moins abondante au point F (2 175 ind/m³). Pour les autres espèces étudiées, la moyenne des effectifs au point E est supérieure à celle des autres points : *Acartia bifilosa* (1 359 ind/m³), *Acartia tonsa* (1 971 ind/m³), *Neomysis integer* (23 ind/m³), et *Mesopodopsis slabberi* (180 ind/m³).

La structure démographique des populations d'*Eurytemora affinis* au point E en 2003 présente un sex-ratio (rapport mâle/total adulte exprimé en pourcentage) de 37 % faible, un pourcentage de femelles ovigères de 15 % proche, et un pourcentage de copépodites de 66 % intermédiaires, à ceux des autres points.

La fécondité moyenne annuelle au point E (2,9 œufs / sac) légèrement supérieure à celles des points K et F, reste très faible. La très faible mortalité moyenne au point E (0,2 %), l'est également aux autres points.

En conclusion nous pouvons noter les faits marquants suivants :

L'année 2003 peut-être classée dans les années « sèches ». Le débit fluvial annuel moyen est déficitaire par rapport à la moyenne sur la période 1982 - 2002. De ce fait, les eaux sont restées très salées, fortement turbides en amont, mais « claires en aval ». L'oxygénation a été bonne par rapport aux années antérieures.

Concernant les températures de l'eau, 2003 est une année caniculaire. Les températures de l'eau, depuis le début de l'année jusqu'en septembre, sont élevées.

La comparaison des températures eau - air révèle que la température de l'eau près du fond et celle de l'air ont augmenté pour la période estivale. Il faut remarquer que la température moyenne mini de l'eau près du fond a rejoint celle des années 1979, 1991 et 1997 soit 19,6 °C et que 2003 est le record de la température moyenne de l'air avec 18,79 °C dépassant les années 1989 et 1997 avec 18,3 °C. La situation est quand même satisfaisante malgré une insolation des mois de Juin, Juillet et Août excédentaire.

Un lever bathymétrique effectué par les soins du DGO de Bordeaux en février 2002 avait montré que le fort allongement vers l'aval du banc de Patiras, observé en 2000 se poursuivait (allongement de 150 mètres). La modification de la morphologie des fonds provoquait à ce moment-là une meilleure chenalisation des courants au point E, ce qui se traduisait par une très forte augmentation des vitesses maximales moyennes, en flot et en jusant. Cette situation favorable peut ne pas avoir perduré et il conviendrait de surveiller l'évolution des bancs de Patiras et de Saint-Louis. Nous n'avons pas en notre possession d'information bathymétrique nouvelle depuis février 2002.

Sommaire

| | |
|--|------------|
| Introduction | 13 |
| 1. Présentation du site et stratégie d'étude | 15 |
| 1.1. Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité du Blayais | 15 |
| 1.1.1. Situation géographique | 15 |
| 1.1.2. Caractéristiques du CNPE | 15 |
| 1.2. L'estuaire de la Gironde | 17 |
| 1.2.1. Eléments géographiques et géomorphologiques..... | 17 |
| 1.2.2. Aperçu du fonctionnement hydro sédimentaire de l'estuaire | 17 |
| 1.3. Les études écologiques..... | 18 |
| 1.3.1. Schéma général des études | 18 |
| 1.3.2. Etudes de projet | 18 |
| 1.3.3. Etudes de surveillance | 19 |
| 1.3.4. Programme actuel des études de surveillance | 19 |
| 1.4. La surveillance écologique - année 2003..... | 20 |
| 1.4.1. Déroulement des campagnes à la mer | 20 |
| 1.4.2. Points de prélèvements..... | 20 |
| 1.4.3. Fréquence des prélèvements..... | 21 |
| 1.4.4. Paramètres mesurés | 21 |
| 1.4.5. Travaux réalisés | 22 |
| 1.4.6. Paramètres, méthodes, précision | 24 |
| 2. Conditions climatiques et hydrologiques..... | 29 |
| 2.1. Caractères climatologiques dominants pour l'année 2003..... | 29 |
| 2.2. Débits fluviaux | 33 |
| 3. Evolution des fonds..... | 35 |
| 3.1. Evolution des fonds | 35 |
| 4. Résultats des mesures in situ..... | 41 |
| 4.1. Température de l'eau | 41 |
| 4.1.2. Variations annuelles..... | 51 |
| 4.1.3. Variations pluriannuelles | 54 |
| 4.2. Salinité..... | 58 |
| 4.2.1. Variation dans le temps..... | 58 |
| 4.3. Vitesse de courant..... | 70 |
| 4.4. Turbidités..... | 75 |
| 4.4.1. Variations dans le temps..... | 75 |
| 4.4.2. Variations spatiales | 83 |
| 4.5. Oxygène dissous | 87 |
| 4.5.1. Variations dans le temps..... | 87 |
| 4.5.2. Variations spatiales | 99 |
| 5. Paramètres hydrobiologiques..... | 103 |
| 5.1. Carbone organique particulaire | 103 |

| | |
|---|------------|
| 5.1.1. Variations saisonnières | 103 |
| 5.1.2. Relation avec les paramètres hydrobiologiques | 108 |
| 5.1.3. Evolution des moyennes annuelles..... | 110 |
| 5.2. Chlorophylle et phéopigments | 114 |
| 5.2.1. Variations saisonnières | 114 |
| 5.2.2. Evolution des moyennes annuelles..... | 118 |
| 5.3. Sels nutritifs | 119 |
| 5.3.1. Variations saisonnières | 119 |
| 5.3.2. Variation avec la salinité et le déficit en oxygène dissous | 121 |
| 5.3.3. Evolution des moyennes annuelles..... | 122 |
| 6. Vibrio halophiles | 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..... | 126 |
| 6.2. Spéciation | 126 |
| 6.2.1. Souches identifiées | 126 |
| 6.2.2. Occurrence | 127 |
| 7. Zooplancton | 129 |
| 7.1. Evolution temporelle des principaux contingents au point E..... | 129 |
| 7.1.1. Variations des densités du Copépode <i>Eurytemora affinis</i> | 129 |
| 7.1.2. Variations des densités des copépodes Acartidés | 131 |
| 7.1.3. Variations des densités des Mysidacés | 134 |
| 7.2. Structure démographique d' <i>Eurytemora affinis</i> au point E..... | 137 |
| 7.2.1. Fécondité :..... | 137 |
| 7.2.2. Structure des populations | 139 |
| 7.2.3. Mortalité..... | 142 |
| 7.3. Comparaison de l'évolution des principaux contingents aux points F, E, K..... | 144 |
| 7.3.1. Variations des densités du Copépode <i>Eurytemora affinis</i> | 144 |
| 7.3.2. Variation des densités des Copépodes Acartidés | 146 |
| 7.3.3. Variation des densités de Mysidacés..... | 150 |
| 7.4. Structure démographique d' <i>Eurytemora affinis</i> aux points F, E, et K. | 154 |
| 7.4.1. Paramètres de population | 154 |
| 7.4.2. Fécondité..... | 156 |
| 7.4.3. Mortalité..... | 158 |
| 8. Références bibliographiques | 161 |
| 9. Annexes | 165 |
| 9.1. Annexe 1 : Dénombrement des divers prélèvements et mesures - 2003 | 165 |
| 9.2. Annexe 2 : Tableaux des résultats de mesures | 169 |
| 9.3. Annexe 3 : Tableau des résultats analytiques..... | 177 |
| 9.3.1. Résultats bruts de mesures de MES et COP..... | 177 |
| 9.3.2. Résultats bruts de mesures de chlorophylle et phaeopigments | 181 |
| 9.3.3. Résultats bruts de mesures de sels nutritifs | 182 |
| 9.3.4. Résultats bruts de Vibrios halophiles | 182 |

Introduction

Les centrales thermonucléaires, à fonctionnement en circuit ouvert, utilisent pour le refroidissement de leurs condenseurs d'importants débits d'eau froide prélevée en continu dans leur environnement proche. Des unités de ce type ont été installées en bord de mer, Gravelines, Penly, Paluel, Flamanville. Un seul grand aménagement énergétique a pour l'instant été réalisé sur un estuaire : le Centre Nucléaire de Production d'Electricité (CNPE) du Blayais sur l'estuaire de Gironde.

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 migrants.

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 2003, étude effectuée dans le cadre de la commande EDF/IFREMER n°B8PA856. C'est une reconduction du protocole d'échantillonnage mis en place en 1992.

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 (REP)⁶, 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)

6 REP = Réacteur Eau Pressurisée

En 2003, le CNPE du Blayais a assuré 3,8 % de la production nationale d'électricité, un coefficient de disponibilité supérieur à 80 %, et la production a atteint 20,8 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 inférieur à $11 \text{ }^\circ\text{C}$, 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 Gironde⁷

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'Ambès (pK 25) où Garonne et Dordogne se présentent comme des fleuves à méandres ; l'estuaire amont, du Bec d'Ambès à Saint Christoly (pK 66) ; l'estuaire aval, davantage soumis aux effets de la marée ; l'embouchure (pK 100), sous l'influence 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 évolue 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 (120 m³.s⁻¹ à plus de 5500 m³.s⁻¹)⁸; lorsqu'ils sont forts, ils sont source d'apports alluvionnaires importants en provenance des fleuves et estimés 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 à la rencontre des eaux fluviales et marines, induisent des différences de densité sur la tranche d'eau : l'eau salée plus dense que l'eau douce avoisine le fond. Ainsi naît la circulation "résiduelle"

⁷ chapitre réalisé d'après les travaux d'Allen (1972) et de Castaing (1981)

⁸ minimum enregistré en 1949, et maximum journalier de 1988.

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 la 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 climatologique par exemple, ou à d'autres phénomènes anthropogéniques, d'aménagements dans le 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 de 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 annuel comporte 3 stations d'échantillonnages et 8 campagnes. 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. L'année 2003 marque la dernière année de ce programme⁹.

1.4. La surveillance écologique - année 2003 (figure 1.1)

1.4.1. Déroulement des campagnes 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'échantillons¹⁰ lors des 8 campagnes. Pour chaque campagne, 3 points (F, E, K) sont échantillonnés par le DGO, lors de 3 stations 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 :

- 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 dans le chenal médian (point E ; pK 52 ; coordonnées géographiques N 45°14'8/10 - W 0°43'5/10),

⁹ Ce programme sera complété dès 2004 par un suivi de la macro - faune dans le domaine benthique, et la mesure de polluants organiques dans le domaine pélagique pour mise en concordance avec le nouvel arrêté.

¹⁰ 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 réalisées 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 des 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 souvent regroupées en septembre.

Les dates des missions, effectuées en 2003, 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.

| Paramètres | Niveaux | 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 Vibrions | 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 (1 m 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 mensuelles, 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 traict 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 prévues et réalisées sont :

Hydrologie Mesures - Département de Géologie et Océanographie

| Points | Point F | Point E | Point K | Total prévu | Total réalisé |
|----------------------------------|---------|---------|---------|-------------|---------------|
| 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 |
| Hydrologie - Prélèvements D.G.O. | | | | | |
| Dosage oxygène dissous (300 cc) | 64 | 64 | 64 | 192 | 192 |
| Détermination des MES (1 l) | 64 | 64 | 64 | 192 | 192 |

Pollution - Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux

| | | | | | |
|--|----|----|----|-----|-----|
| Chimie (COP) | 64 | 64 | 64 | 192 | 192 |
| Phytoplancton (chlorophylle, phaeopigment)* | 16 | 16 | 16 | 48 | 46 |
| Sels nutritifs (NO ₃ +NO ₂ , NH ₄ , PO ₄)* | 0 | 16 | 0 | 16 | 16 |
| Prélèvements Bactériologiques (Vibrions)* | 16 | 16 | 16 | 48 | 48 |

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

Biologie - Laboratoire de Biologie Marine d'Arcachon

| | | | | | |
|---------------------|----|----|----|-----|-----|
| Traicts de plancton | 64 | 64 | 64 | 192 | 192 |
|---------------------|----|----|----|-----|-----|

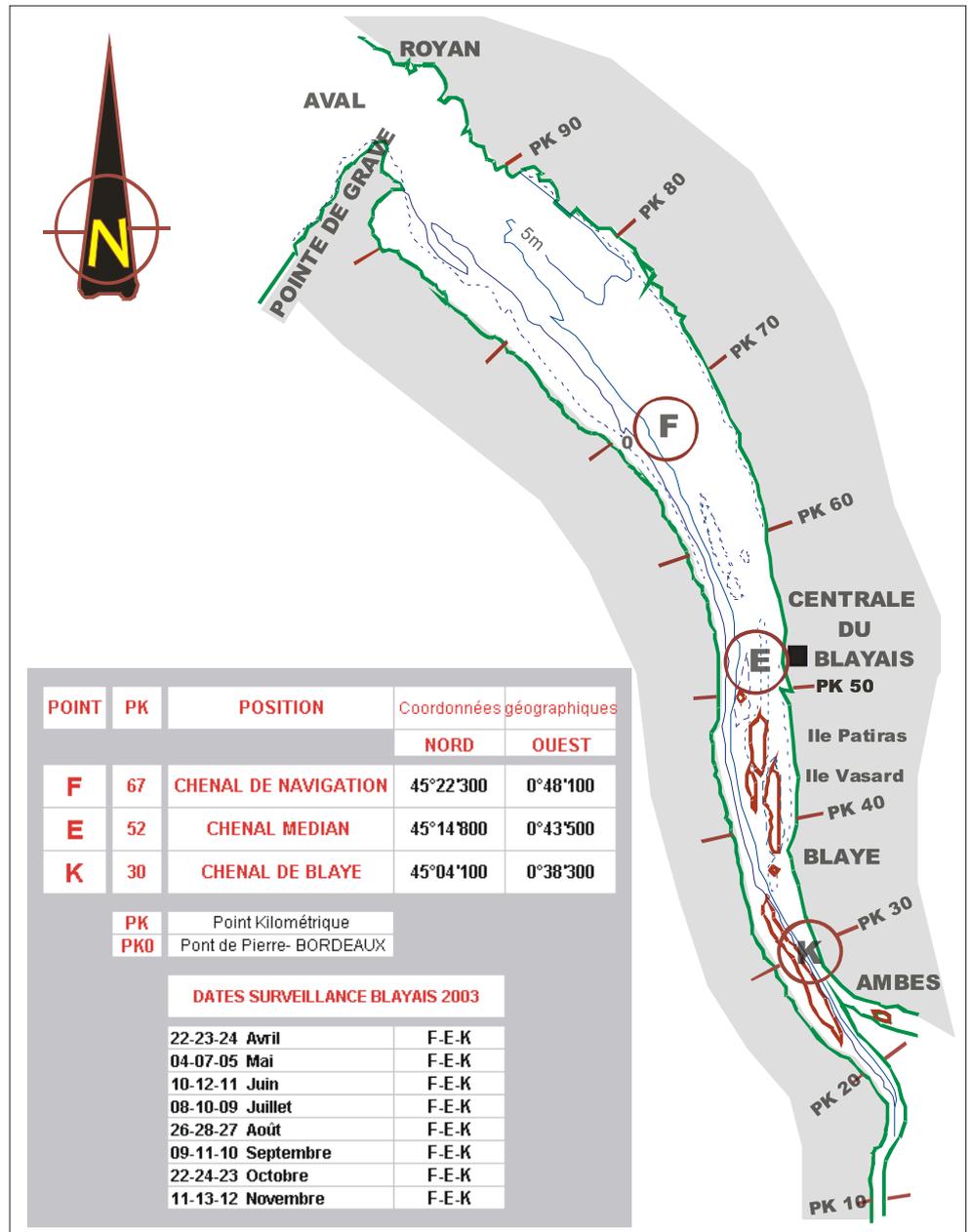


Figure 1-1 : Carte de positionnement des points.

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 $\pm 0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ 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 $^\circ\text{C}$; 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) :

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

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).

Éléments 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 échantillons 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 rempli avec de l'eau de la station étudiée. 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. Cela permet d'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, de manière à conserver la coloration des zooplanctontes pendant plus d'une semaine.

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.

Les individus colorés sont tamisés (maille 200 µm) puis rincés à l'eau douce. Au moins 100 individus sont placés dans une cuvette de Dolfuss ; 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 particules 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) sont 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 à 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 bengale¹¹, 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 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 lorsqu'une classe de tri (*Eurytemora* : mâle, femelle, femelle ovigère, copépodites, *Acartia*, ...) atteint un minimum de 100

¹¹ rose bengale : sel de potassium dérivé de la fluoresceine. Surcolorer dans une solution aqueuse à 1 pour 100 et régresser, d'abord par l'eau, puis par l'alcool à 70° pour obtenir un rose très léger.

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 2003

Les informations climatologiques se rapportent à la station de Bordeaux-Mérignac qui est prise comme référence. Ce que l'on appelle « la normale » est une moyenne sur trente ans 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 2003.

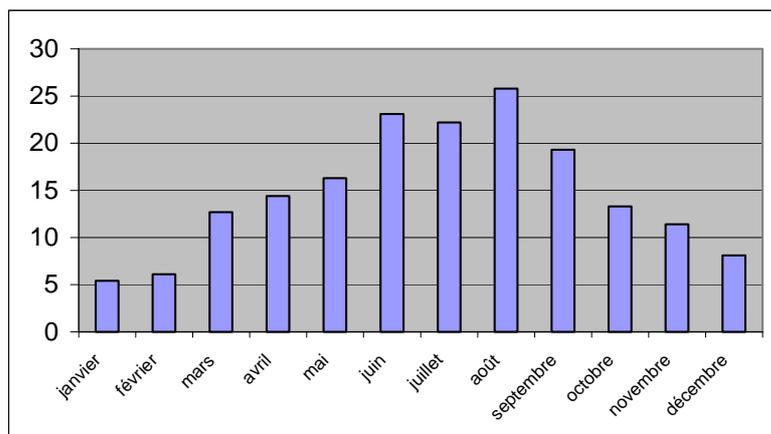


Figure 2-1 : Températures moyennes de l'air (Station de Bordeaux - Mérignac) en 2003

Janvier

T° moyenne de l'air : 5,4 °C mini : -8,0 °C maxi : 18,7 °C

Mois plutôt frais et venteux. La première décade, très pluvieuse, compense le léger déficit des deux suivantes. Les températures sont plutôt froides en première et deuxième décade, normales en troisième. Il en résulte un déficit de 1 °C sur la moyenne.

Février

T° moyenne de l'air : 6,1 °C mini. : -5,5 °C maxi. : 16,8 °C

Mois froid et sec. Malgré une première décade très arrosée, la pluviométrie accuse un fort déficit. L'insolation est plutôt faible. Les températures sont froides en première décade, très froides en deuxième décade et très douces en troisième décade. Sur le mois, en moyenne, les températures accusent un déficit de 1,4 °C.

Mars

T° moyenne de l'air : 12,7 °C mini : 2,0 °C maxi : 23,7 °C

Mois atypique, exceptionnellement doux, ensoleillé et sec. Mis à part les cinq premiers jours très pluvieux, le temps est resté anticyclonique donc sec le reste du mois. L'insolation est excédentaire. Les températures sont exceptionnellement douces tout le mois. Le record de 1957 avec 12,6 °C de température moyenne est battu avec 12,7 °C.

Avril

T° moyenne de l'air : 14,4 °C mini. : 2,4 °C maxi. : 27,3 °C

Mois très sec et exceptionnellement doux. Les précipitations, restent rares et peu intenses tout au long du mois. Les températures, normales en première décade, deviennent très douces, voire chaudes en deuxième et troisième décade (+5 °C en moyenne de plus pour les maximales). L'ensoleillement est très bon.

Mai

T° moyenne de l'air : 16,3 °C mini. : 6,2 °C maxi. : 32,2 °C

Mois contrasté et sec. Sauf en première décade, le mois a été très sec. Les températures sont très hétérogènes, surtout les maximales. A noter 4 jours de fortes chaleurs dont 2 suivis de refroidissements brutaux. La fin du mois est particulièrement chaude.

Juin

T° moyenne de l'air : 23,1 °C mini. : 13,2 °C maxi. : 38,5 °C

Mois très chaud. Les précipitations restent déficitaires malgré une première décade excédentaire. Les températures exceptionnellement très chaudes sont largement au-dessus des normales en moyenne de 5 °C avec 10 jours égales et supérieures à 30 °C. L'ensoleillement est excédentaire.

Juillet

T° moyenne de l'air : 22,2 °C mini. : 11,8 °C maxi. : 37,9 °C

Mois chaud, ensoleillé et marqué par un orage extrêmement violent au cours duquel le vent a soufflé à 158 km/h, nouveau record, et les précipitations estimées à 51 mm. Avec 88 mm pour le mois, celui-ci est donc plus arrosé que la normale. Les températures sont très élevées en deuxième décade (4,4 °C pour les maximales et 37,9 °C le 13), presque normales pour le reste du mois.

Août

T° moyenne de l'air : 25,8 °C mini. : 11,5 °C maxi. : 40,7 °C

Mois extrêmement chaud. Record absolu de température battu le 4 avec 40,7 °C, 5 jours avec Tx > 39 °C, température moyenne de 25,8 °C. Le record de 1997 est battu de 2 °C, en première décade +10,5 °C pour les maximales par rapport aux normales. La pluviométrie est déficitaire, l'insolation est bonne.

Septembre

T° moyenne de l'air : 19,3 °C mini. : 6,8 °C maxi. : 32,0 °C

Mois chaud et sec avec un ensoleillement égal à la normale. Les précipitations ne représentent que 35 % de la normale malgré une première décade excédentaire, mais une deuxième largement déficitaire. Les températures sont chaudes dépassant de 1 °C les normales malgré une première décade déficitaire.

Octobre

T° moyenne de l'air : 13,3 °C mini. : -2,1 °C maxi. : 26,5 °C

Mois frais avec les premières gelées en troisième décade et un ensoleillement déficitaire. Les précipitations correspondent aux normales en première décade, la deuxième est déficitaire alors que la troisième est largement excédentaire, dû aux journées du 28 et 29. Les températures sont déficitaires de 1 °C, les deux premières décades excédentaires de 1 °C mais une troisième déficitaire de 5 °C.

Novembre

T° moyenne de l'air : 11,4 °C mini. : 0,9 °C maxi. : 19,7 °C

Mois doux avec un ensoleillement voisin des normales. Les précipitations sont en dessous des normales. L'excédent de la troisième décade ne permet pas de combler le déficit de la première et de la deuxième décade. Les températures sont douces, excédentaires de 2 °C pour les moyennes avec des températures minimales largement excédentaires de 5 °C pour la troisième décade.

Décembre

T° moyenne de l'air : 8,1 °C mini. : -1,3 °C maxi. : 16,2 °C

Mois doux et sec avec une insolation excédentaire, des précipitations de nouveau déficitaires par rapport aux normales. Les températures sont excédentaires de 1°C avec deux jours de températures inférieures à 0 °C

2.2. Débits fluviaux

Les caractéristiques des débits fluviaux pour l'année sont données pour l'estuaire de la Gironde (débits cumulés de la Garonne et de la Dordogne) de Janvier à Décembre.

Les débits moyens (établis par périodes de 10 jours) évoluent entre :

125 m³.s⁻¹ du 01 au 10/08/2003 et
3187 m³.s⁻¹ du 01 au 10/02/2003.

Le débit instantané maxima est de 5562 m³.s⁻¹ relevé le 06/02/2003.
Un pic secondaire de 5116 m³.s⁻¹ est relevé le 05/02/2003.

La moyenne annuelle pour l'année 2003 est de 777 m³.s⁻¹, soit un déficit de 93 m³.s⁻¹ par rapport à la moyenne annuelle pour la période 1982/2002 qui s'établit à 870 m³.s⁻¹. Il s'agit donc d'une année "sèche" pour les débits.

Par rapport à la moyenne 1982/2002, les débits 2003 sont excédentaires de Janvier à la mi-Mars, (Première crue de l'année avec 5116 m³.s⁻¹ le 05/02 et 5562 m³.s⁻¹, le 06/02, puis une petite crue début Mars avec 2699 m³.s⁻¹ le 05/03), déficitaires jusqu'à début Décembre, puis excédentaires jusqu'au 21 Décembre (Troisième crue de l'année 5099 m³.s⁻¹ le 06/12 et 4742 m³.s⁻¹ le 05/12) (**Tableau 2.1** et **Figures 2.2 et 2.3**)

L'année 2003 nettement plus arrosée que 2002, surtout en début d'année, peut être considérée malgré tout comme une année « sèche » car de Mars à fin Novembre les précipitations sont déficitaires et surtout la période d'étiage a été caniculaire. D'où grand déficit d'eaux douces permettant ainsi, très tôt, l'entrée des eaux marines qui vont repousser très loin en amont le bouchon vaseux. Nous avons pu mesurer d'importantes valeurs de salinité et de faibles valeurs de turbidité.

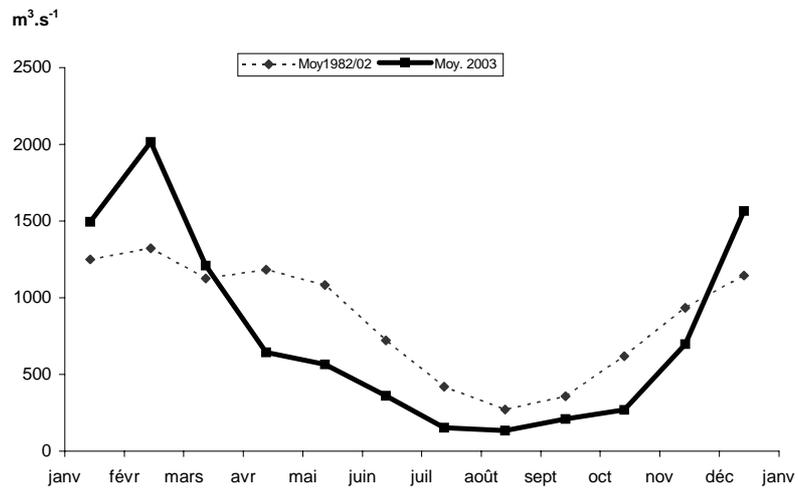


Figure 2-2 : Débits mensuels moyens de la Gironde en 2003.

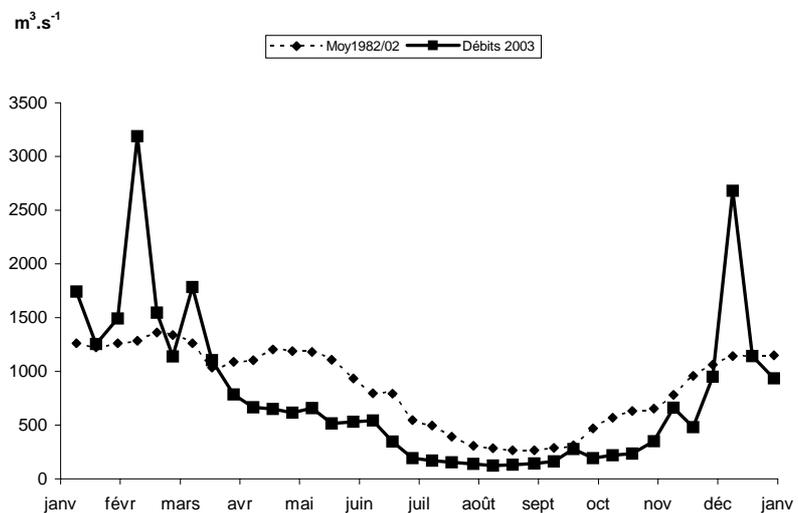


Figure 2-3: Débits moyens de la Gironde par périodes de 10 jours en 2003.

3. Evolution des fonds

3.1. Evolution des fonds

Par comparaison des bathymétries de 1995 et de 2000 (**Figures 3.1** et **3.2**), on s'aperçoit qu'à 5 ans d'intervalle, les changements morphologiques sont importants.

Le banc de Saint Louis s'est amaigri (surtout à l'amont) et a pivoté vers la rive droite. Le chenal médian de flot s'est allongé vers l'amont (Zone de dépôts rocheux) en s'approfondissant un peu. Les dépôts se sont accrus autour de l'îlot de Trompeloup, côté rive gauche et à l'amont. Ceci s'effectue de façon naturelle et artificielle suite aux dépôts de dragages.

A l'aval de l'île de Patiras, le banc de Patiras s'est considérablement allongé vers l'aval. L'isobathe 0 a migré de 2 km vers l'aval depuis 1995 ; l'isobathe +1m, de 1 km ; l'isobathe +2m, de 500m environ. Cette situation sera préoccupante, si elle perdure.

En effet, les bancs de Saint Louis et Patiras peuvent se réunir en quelques années pour former une barrière continue entre le chenal médian et le chenal de Saintonge. Dans ce cas, la zone des rejets serait abritée des courants de jusant en provenance du chenal de Saintonge, comme elle l'est déjà du jusant du chenal de navigation à cause des dépôts rocheux situés entre les îles de Patiras et de Trompeloup. A certains moments de la marée, ceci ne peut qu'être défavorable à la dispersion des eaux chaudes rejetées.

Au pire, une partie des sables du banc de Patiras peut venir entraver le rejet des eaux à la sortie de l'exutoire amont.

Il est donc de la plus haute importance de suivre de très près l'évolution de la morphologie dans la zone située entre le banc de Patiras et le banc de

Saint Louis. Un lever annuel représente un minimum, car le lever effectué en février 2002, montre que le banc de Patiras avait encore progressé de 150 mètres vers l'aval. (Figure 3-2).

Enfin on doit surveiller tout changement et anomalie dans le champ de répartition des vitesses et des températures dans la zone des exutoires. Les changements morphologiques sont rapides et il faut pouvoir réagir en cas de nécessité.

Nous n'avons pas en notre possession d'information bathymétrique nouvelle depuis février 2002.

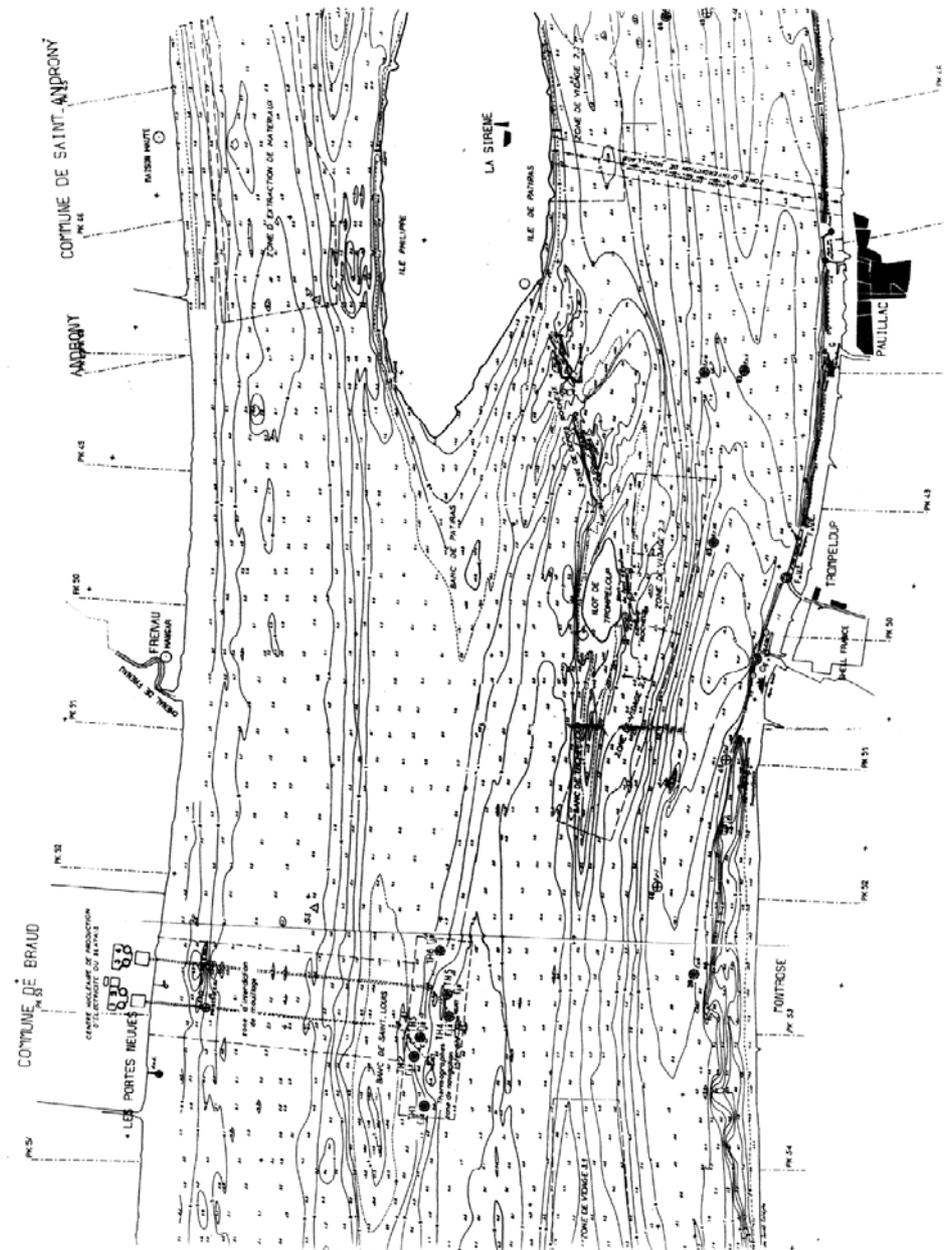


Figure 3-1 : Carte des fonds en 1995.

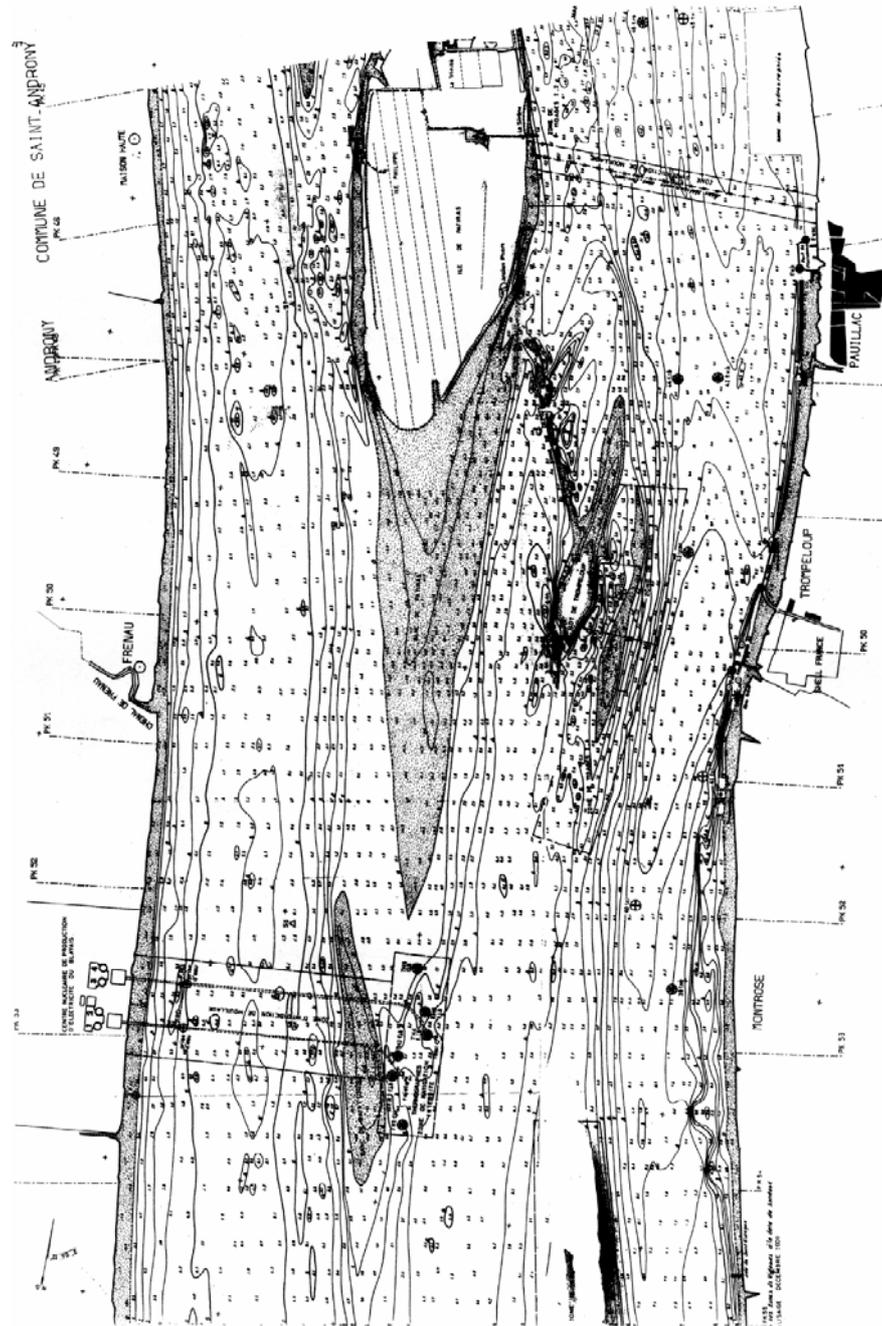


Figure 3-2 : Carte des fonds en 2000

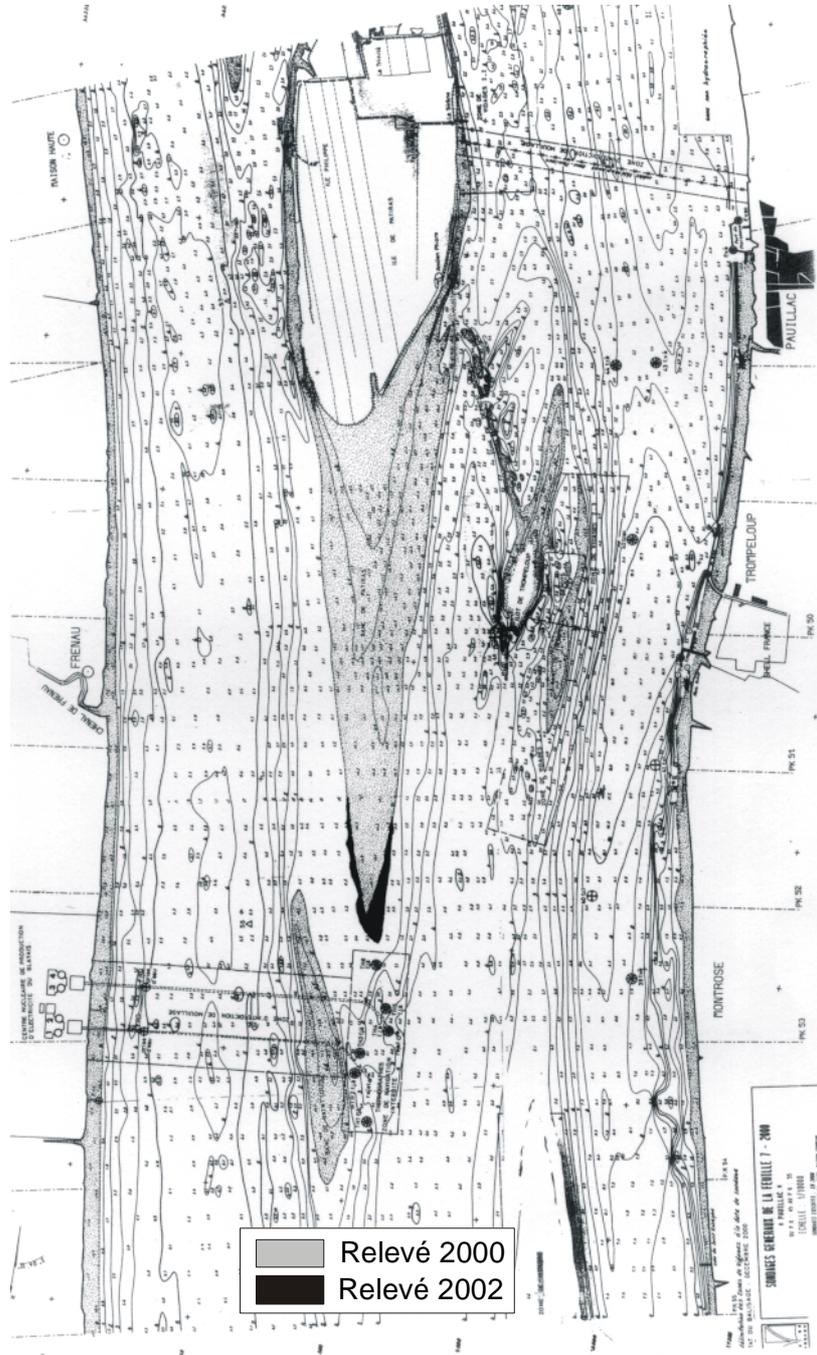


Figure 3-3 : Comparaison de l'isobathe 0 de 2000 et 2002 entre le banc de Patiras et le banc de Saint - Louis

4. Résultats des mesures in situ

4.1. Température de l'eau

4.1.1.1. Variations au cours de la marée

Point F-PK 67 (Tableau 4-1, Figure 4-1, Figure 4-2)

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)

0,35 °C et 1,60 °C en surface
0,24 °C et 1,21 °C au fond.

L'écart maxima : 1,60 °C en surface le 04 Mai, la température moyenne étant de 17,03 °C et le débit de 611 m³.s⁻¹.

1,21 °C au fond le 10 Juin, la température moyenne étant de 21,19 °C et le débit de 554 m³.s⁻¹.

L'écart minima : 0,35 °C en surface le 11 Novembre, la température moyenne étant de 12,35 °C et le débit de 347 m³.s⁻¹.

0,24 °C au fond le 11 Novembre, la température moyenne étant de 12,34 °C et le débit de 347 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 maximale 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 4-1, Figure 4-2**).

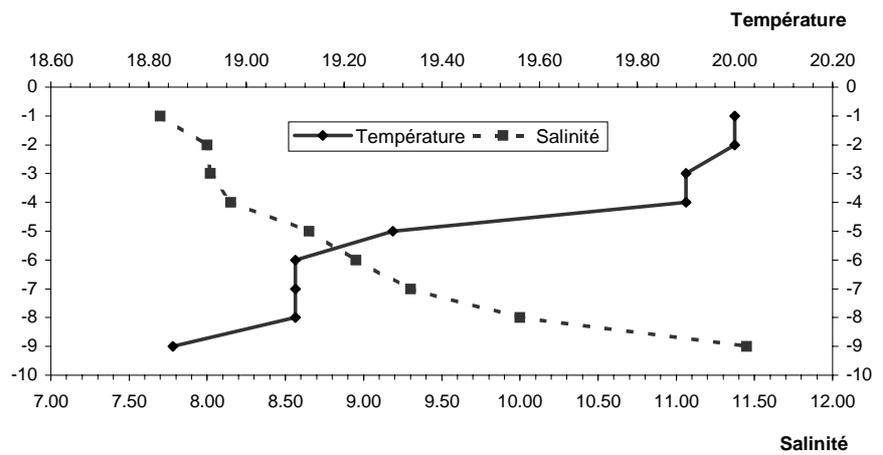


Figure 4-1: Evolution des gradients de température et de salinité au point F PK 67 le 10 Juin 2003 à 14h50 à PM

Tableau 4-1 : Température de l'eau au point F PK 67.

| TEMPERATURES DE L'EAU EN SURFACE (S) ET AU FOND (F) | | | | | | | | |
|---|---|-------------------|-------------------|-------------|---------------------------|------------------------------------|-------------|---|
| POINT F PK 67 | | | | | | | | |
| ANNEE F 2003 | | | | | | | | |
| 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) |
| 22-avr | S | 14,65 | 15,10 | 0,45 | 14,90 | 0,65 | 64-65 | 647 |
| | F | 14,20 | 15,25 | 1,05 | 14,64 | | | |
| 04-mai | S | 16,40 | 18,00 | 1,60 | 17,03 | 0,75 | 77-74 | 611 |
| | F | 16,30 | 17,25 | 0,95 | 16,78 | | | |
| 10-juin | S | 21,04 | 22,01 | 0,97 | 21,45 | 0,43 | 58-64 | 554 |
| | F | 20,62 | 21,83 | 1,21 | 21,19 | | | |
| 08-juil | S | 22,90 | 23,35 | 0,45 | 23,18 | 0,95 | 57 | 176 |
| | F | 22,20 | 23,25 | 1,05 | 22,74 | | | |
| 26-août | S | 24,91 | 26,02 | 1,11 | 25,41 | 0,21 | 69-75 | 142 |
| | F | 25,02 | 25,81 | 0,79 | 25,36 | | | |
| 09-sept | S | 20,60 | 21,32 | 0,72 | 20,91 | 0,18 | 78-83 | 146 |
| | F | 20,73 | 21,14 | 0,41 | 20,92 | | | |
| 22-oct | S | 15,48 | 16,00 | 0,52 | 15,72 | 0,09 | 57-66 | 227 |
| | F | 15,52 | 15,91 | 0,39 | 15,71 | | | |
| 11-nov | S | 12,13 | 12,48 | 0,35 | 12,35 | 0,10 | 77-75 | 347 |
| | F | 12,23 | 12,47 | 0,24 | 12,34 | | | |

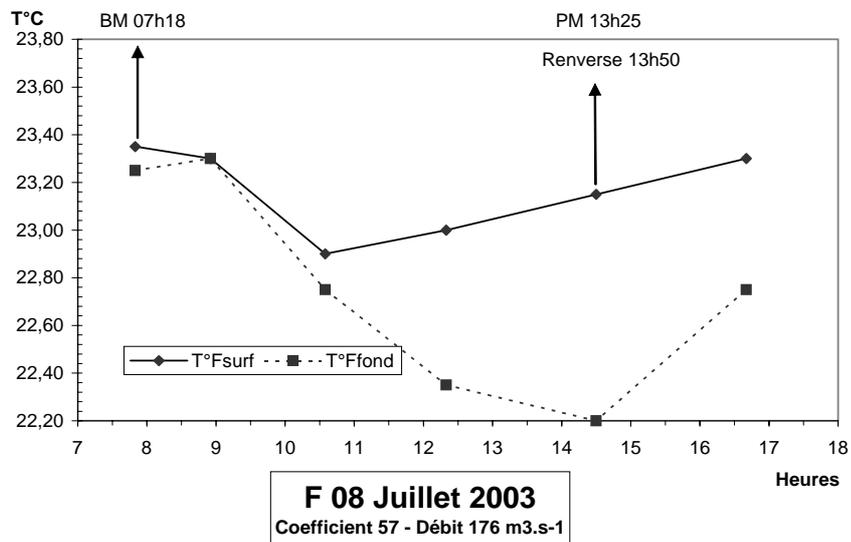
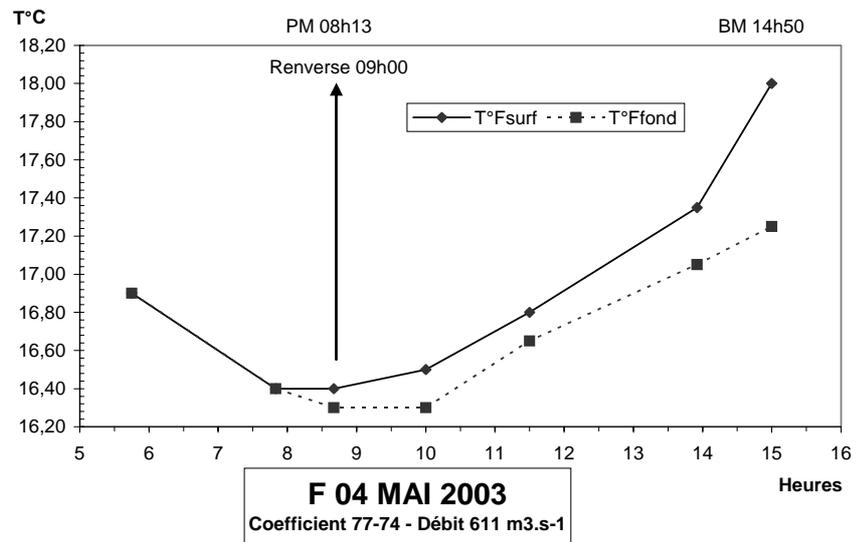


Figure 4-2 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au point F PK 67 en 2003.

Point E-PK 52 (Tableau 4-2, Figure 4-3)

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) :

-0,89 °C et 2,76 °C en surface

-0,21 °C et 1,06 °C au fond.

L'écart maxima : 2,76 °C en surface le 07 Mai la température moyenne étant de 18,06 °C. Débit de 593 m³.s⁻¹.

1,06 °C au fond le 17 Juin, la température moyenne étant 23,25 °C et le débit de 531 m³.s⁻¹.

L'écart minima : 0,89 °C en surface le 23 Avril, la température moyenne étant de 15,98 °C. Débit de 643 m³.s⁻¹.

0,21 °C au fond le 28 Août la température moyenne étant de 25,75 °C, et le débit de 144 m³.s⁻¹.

La figure établie avec les mesures principales et les mesures intermédiaires effectuées d'heure en heure pendant toute la marée (**Figure 4-3**) montre que les températures les plus élevées sont observées en surface aux étales de pleine mer et quelquefois de basse mer.

Tableau 4-2 : Température de l'eau au point E PK 52.

| TEMPERATURES DE L'EAU EN SURFACE (S) ET AU FOND (F) | | | | | | | | |
|---|---|-------------------|-------------------|-------|---------------------------|------------------------------------|-------------|---|
| POINT E PK 52 | | | | | | | | |
| ANNEE E 2003 | | | | | | | | |
| 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) |
| 23-avr | S | 15,61 | 16,50 | 0,89 | 15,98 | | 48-42 | 643 |
| | F | 15,61 | 15,84 | 0,23 | 15,75 | 0,66 | | |
| 07-mai | S | 16,94 | 19,70 | 2,76 | 18,06 | | 52-48 | 593 |
| | F | 16,71 | 17,07 | 0,36 | 16,86 | 2,99 | | |
| 12-juin | S | 23,12 | 24,36 | 1,24 | 23,74 | 1,50 | 80-84 | 531 |
| | F | 22,86 | 23,92 | 1,06 | 23,25 | | | |
| 10-juil | S | 24,11 | 25,85 | 1,74 | 24,76 | 2,02 | 61-65 | 173 |
| | F | 23,83 | 24,75 | 0,92 | 24,24 | | | |
| 28-août | S | 25,81 | 27,01 | 1,20 | 26,14 | 1,34 | 92-95 | 144 |
| | F | 25,64 | 25,85 | 0,21 | 25,75 | | | |
| 11-sept | S | 20,86 | 22,06 | 1,20 | 21,32 | 1,21 | 92-93 | 162 |
| | F | 20,85 | 21,10 | 0,25 | 20,96 | | | |
| 24-oct | S | 14,45 | 15,57 | 1,12 | 14,87 | 0,67 | 90-97 | 240 |
| | F | 14,56 | 14,90 | 0,34 | 14,75 | | | |
| 13-nov | S | 12,44 | 13,98 | 1,54 | 13,04 | 1,06 | 65-60 | 286 |
| | F | 12,47 | 12,92 | 0,45 | 12,77 | | | |

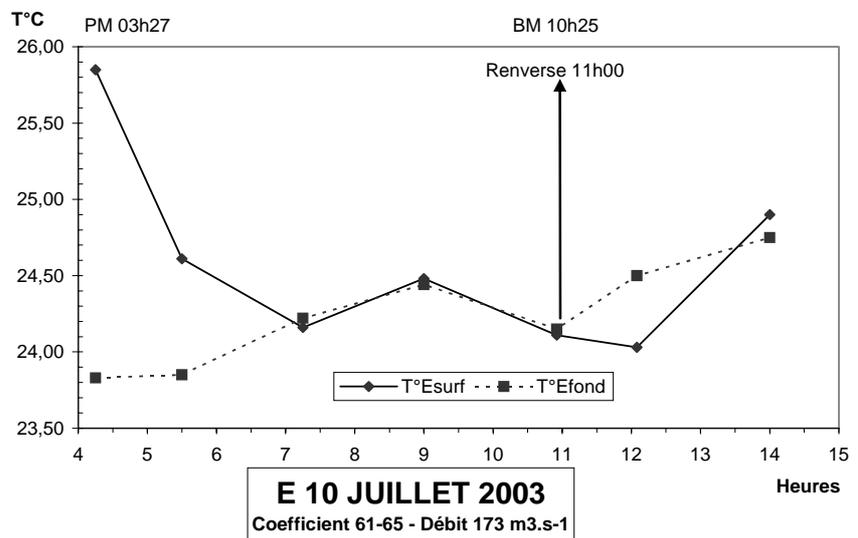
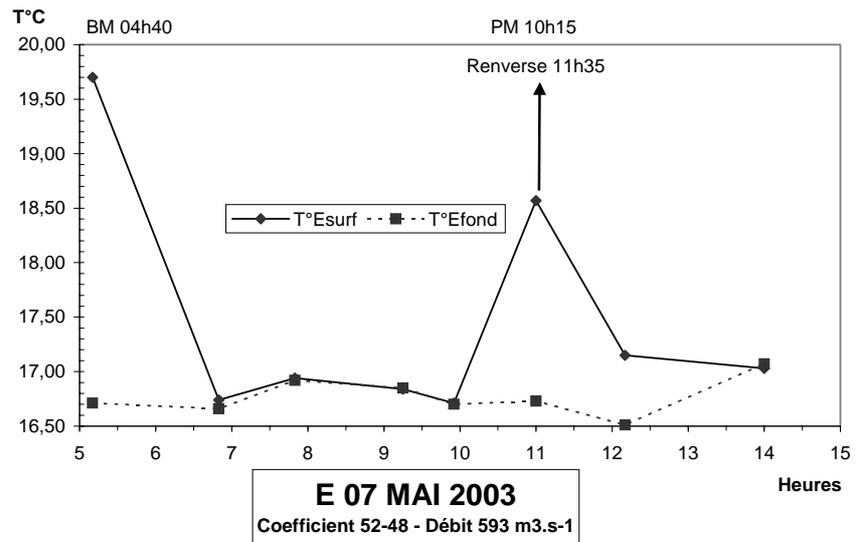


Figure 4-3 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au point E PK 52 en 2003.

Point K-PK 30 (Tableau 4-3, Figure 4-4)

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) :

0,15 °C et 1,10 °C en surface,
0,10 °C et 0,54 °C au fond.

L'écart maxima : 1,10 °C en surface le 09 Juillet, la température moyenne étant de 24,29 °C. Débit de 174 m³.s⁻¹ ;
0,54° C au fond le 23 Octobre, la température moyenne étant de 15,18 °C. Débit de 230 m³.s⁻¹.

L'écart minima : 0,15 °C en surface le 24 Avril, la température moyenne étant de 16,43 °C. Débit de 635 m³.s⁻¹.
0,10 °C au fond le 24 Avril, la température moyenne étant de 16,41 °C. Débit de 635 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 4-3 : Température de l'eau au point K PK 30.

| TEMPERATURES DE L'EAU EN SURFACE (S) ET AU FOND (F) | | | | | | | | |
|---|---|-------------------|-------------------|-------|---------------------------|------------------------------------|-------------|---|
| POINT K PK 30 | | | | | | | | |
| ANNEE K 2003 | | | | | | | | |
| 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) |
| 24-avr | S | 16,35 | 16,50 | 0,15 | 16,43 | | 39 | 635 |
| | F | 16,35 | 16,45 | 0,10 | 16,41 | 0,08 | | |
| 05-mai | S | 17,65 | 17,80 | 0,15 | 17,70 | 0,20 | 70-67 | 600 |
| | F | 17,65 | 18,00 | 0,35 | 17,78 | | | |
| 11-juin | S | 22,43 | 23,04 | 0,61 | 22,73 | 0,13 | 69-74 | 544 |
| | F | 22,50 | 23,01 | 0,51 | 22,77 | | | |
| 09-juil | S | 23,90 | 25,00 | 1,10 | 24,29 | 0,95 | 58-59 | 174 |
| | F | 23,90 | 24,05 | 0,15 | 23,99 | | | |
| 27-août | S | 25,40 | 26,06 | 0,66 | 25,62 | 0,13 | 82-87 | 143 |
| | F | 25,47 | 25,95 | 0,48 | 25,63 | | | |
| 10-sept | S | 20,70 | 20,85 | 0,15 | 20,79 | 0,25 | 87-90 | 138 |
| | F | 20,82 | 20,95 | 0,13 | 20,86 | | | |
| 23-oct | S | 14,98 | 15,33 | 0,35 | 15,15 | 0,14 | 74-82 | 230 |
| | F | 14,93 | 15,47 | 0,54 | 15,18 | | | |
| 12-nov | S | 12,10 | 12,40 | 0,30 | 12,30 | 0,08 | 45-40 | 319 |
| | F | 12,12 | 12,48 | 0,36 | 12,32 | | | |

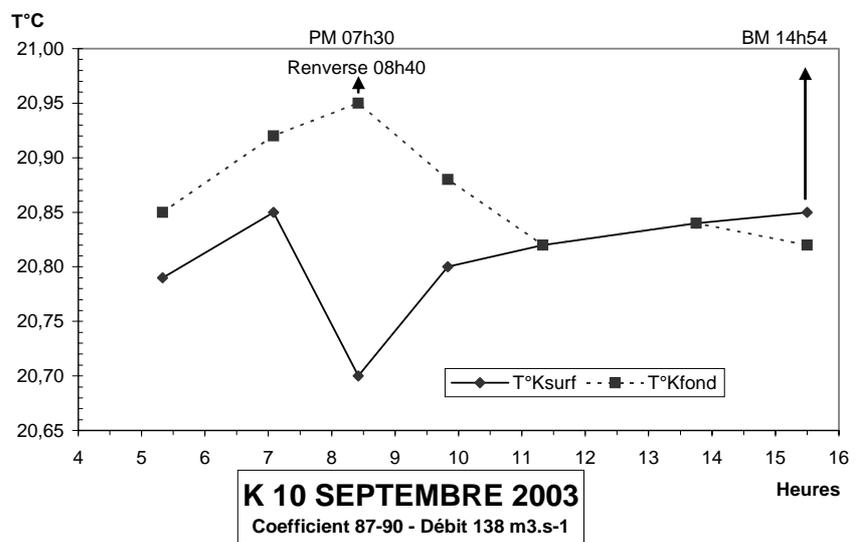
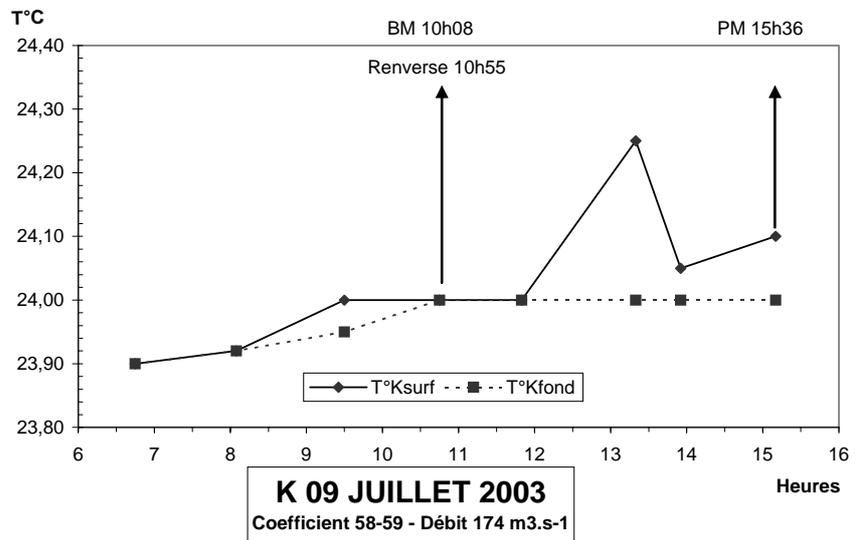


Figure 4-4 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au Point K (PK 30) en 2002.

4.1.2. Variations annuelles.

Point F - PK 67 (Figure 4-5)

Les températures moyennes, entre Avril et Novembre 2003 ont évolué :

de 12,35 °C le 11 Novembre
à 25,41 °C le 26 Août en surface,
et de 12,34 °C le 11 Novembre
à 25,36 °C le 26 Août au fond.

Les températures maximales relevées sont :

26,02 °C le 26 Août en surface,
25,81 °C le 26 Août au fond.

Les températures minimales relevées sont :

12,13 °C le 11 Novembre en surface,
12,23 °C le 11 Novembre au fond.

Point E-PK 52 (Figure 4-5)

Les températures moyennes, entre Avril et Novembre 2003 ont évolué :

de 13,04 °C le 13 Novembre
à 26,14 °C le 28 Août en surface,
et de 12,77 °C le 13 Novembre
à 25,75 °C le 28 Août au fond.

Les températures maximales relevées sont :

27,01 °C le 28 Août en surface,
25,85 °C le 28 Août au fond.

Les températures minimales relevées sont :

12,44 °C le 13 Novembre en surface,
12,47 °C le 13 Novembre au fond.

Point K-PK 30 (Figure 4-5)

Les températures moyennes, entre Avril et Novembre 2003 ont évolué :

de 12,30 °C le 12 Novembre
à 25,62 °C le 27 Août en surface,
et de 12,32 °C le 12 Novembre
à 25,63 °C le 27 Août au fond.

Les températures maximales relevées sont :

26,06 °C le 27 Août en surface,
25,95 °C le 27 Août au fond.

Les températures minimales relevées sont :

12,10 °C le 12 Novembre en surface,
12,12 °C le 12 Novembre au fond.

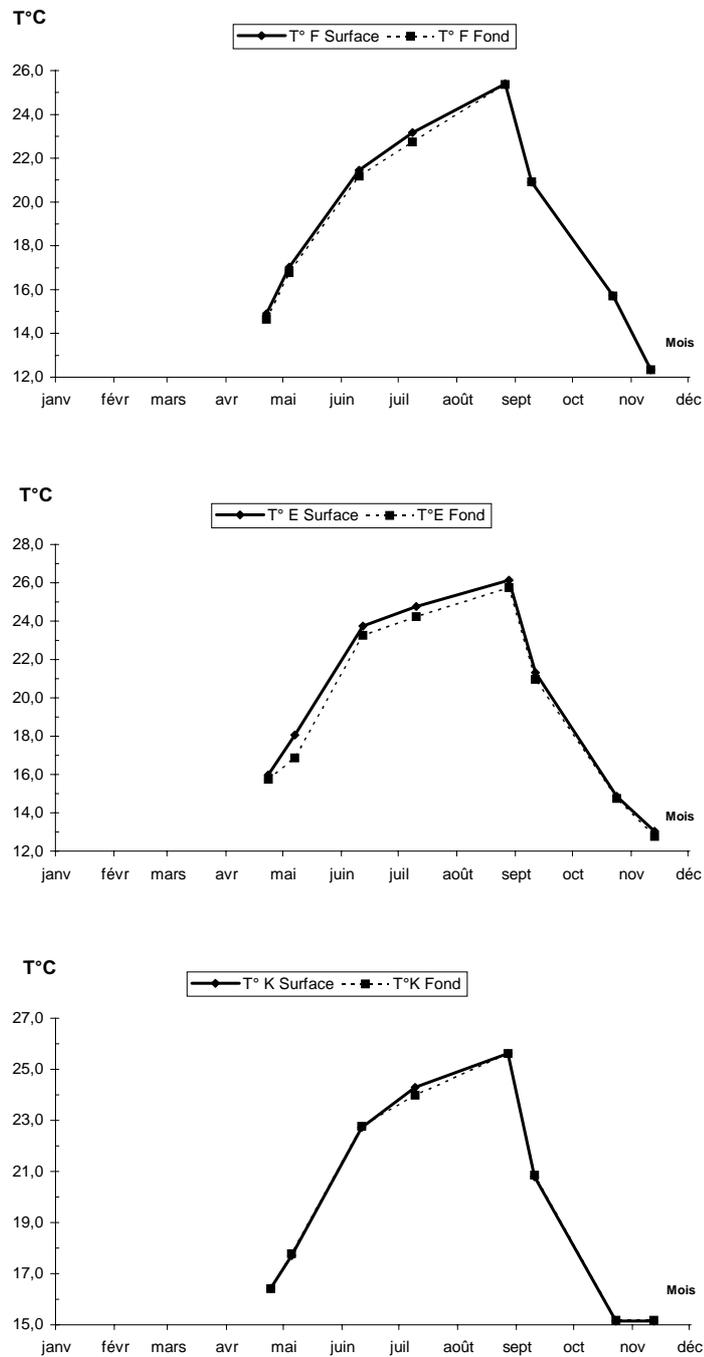


Figure 4-5 : Variations annuelles des températures moyennes de l'eau aux Points F,E,K en 2002.

Par rapport à la moyenne 1976/2002 (**Figure 4-6**) la température moyenne en 2003 est nettement supérieure à celle de 1976 à 2002, mais à partir de la mi-Septembre et jusqu'à mi-Novembre elle est légèrement déficitaire. La comparaison des cinq dernières années (**Figure 4-7**) montre que 2003 est l'année où les températures mensuelles moyennes des eaux sont les plus élevées de mi-Mai à début Septembre, dans la période sensible. L'insolation des mois de Juin, Juillet et Août est excédentaire. (Les caractères dominants sont tirés du tableau climatologique mensuel de la station Météo France à Mérignac).

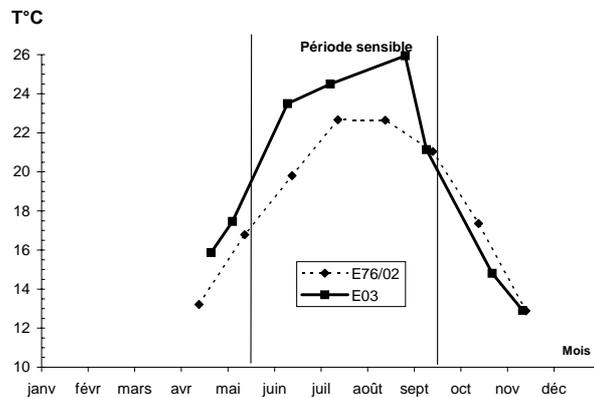


Figure 4-6 : Variations annuelles des températures mensuelles moyennes de l'eau au Point E (PK52) de 1976 à 2002 et en 2003.

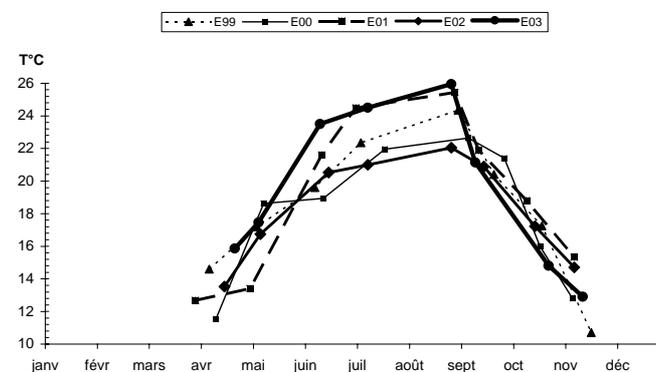


Figure 4-7 : Variations pluriannuelles des températures mensuelles moyennes de l'eau au point E (PK 52) en 1999, 2000, 2001, 2002 et 2003.

4.1.3. Variations pluriannuelles (**Figure 4-8 et Figure 4-9**)

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.

4.1.3.1. 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

4.1.3.2. Résultats.

On présente ci-après les résultats obtenus au point E au droit de la centrale du Blayais (**Figure 4-8**)

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 ré augmente alors que celle de l'eau diminue encore (-0,2 °C) malgré un minimum absolu record de 24 °C près du fond au 1^{er} Septembre. En 2000, la température de l'air reste stable et la température de l'eau continue à diminuer.

En 2001 il y a divergence. La température moyenne de l'air a baissé de 0,4°C, alors que la moyenne de l'eau près du fond a augmenté de 1°C (**Figure 4-8**). Rappelons qu'en 2001 la température de l'eau, et surtout en été, a été élevée (**Figures 4-6 et 4-7**). Notons que ce phénomène de divergence a déjà été constaté en 1980, 1991 et 1996.

En 2002, du fait que dans la période sensible l'insolation ait été déficitaire la température moyenne de l'air a baissé et, comme la température moyenne de l'eau dépend des conditions climatiques, elle a baissé aussi, du même ordre soit 0,3°C.

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.

2003 est une année caniculaire. Les températures de l'eau, depuis le début de l'année jusqu'en septembre, sont élevées (**Figures 4-6 et 4-7**).

La comparaison des températures eau - air (**Figure 4-8**) révèle que la température de l'eau a augmenté de 1°C et celle de l'air de 1,6°C. Il faut remarquer que la température moyenne mini de l'eau près du fond a rejoint celle des années de 1979, 1991 et 1997 soit 19,6°C et que 2003 est le record de la température moyenne de l'air avec 18,79°C dépassant les années 1989 et 1997 avec 18,3°C.

Sur la **Figure 4-9**, on a établi, pour le point E, des corrélations entre les températures moyennes de l'air et de l'eau de l'estuaire. Lorsqu'on examine la période 1978-2003, 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.

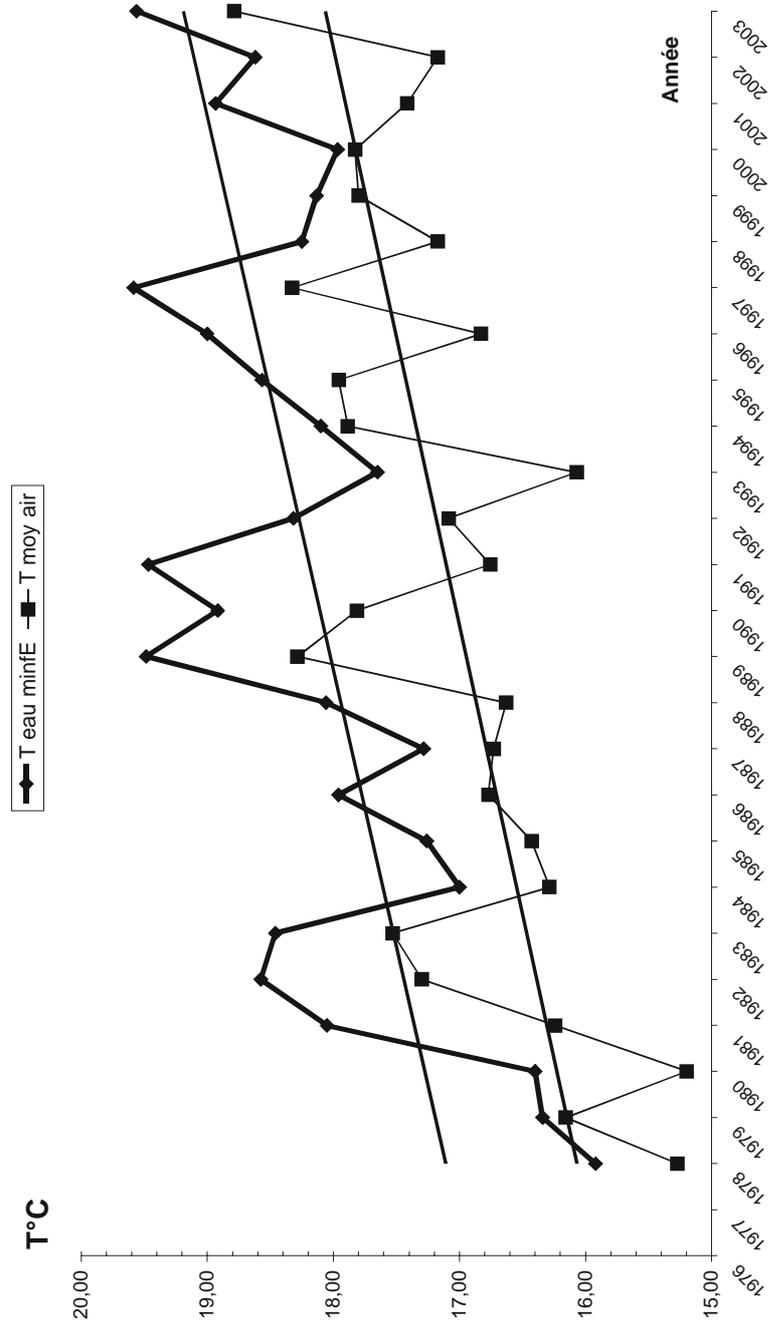


Figure 4-8 : Evolution relative des températures moyennes de l'air et de l'eau près du fond au point E PK 52 au cours de la période 1978-2003 (Mois de Mai à Novembre).

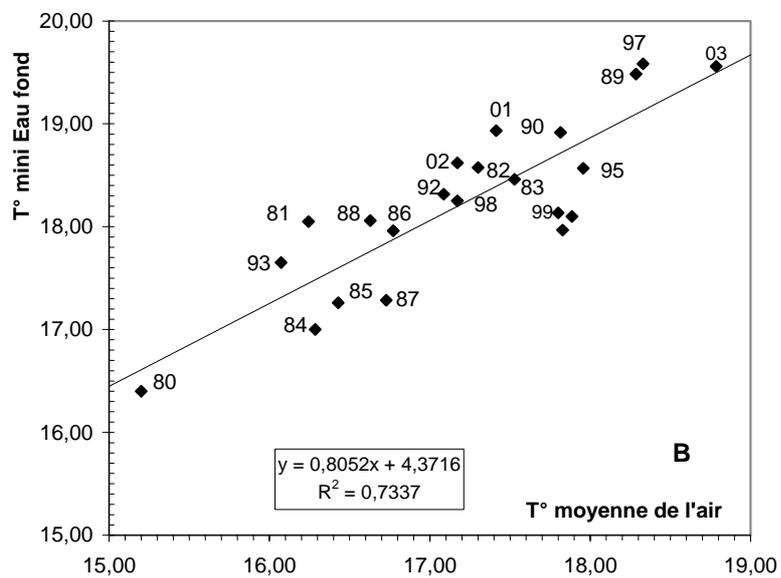
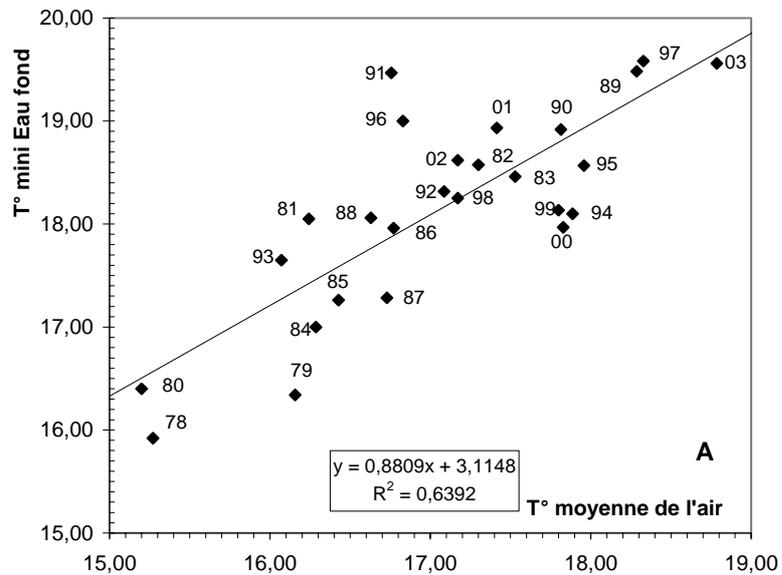


Figure 4-9 : Corrélations entre les températures moyennes annuelles de l'air et les températures minimales moyennes annuelles de l'eau au point E PK 52. (Mai à Novembre) - A (de 1978 à 2003 ; B (de 1980 à 2003 sans 1991 et 1996).

4.2. Salinité

4.2.1. Variation dans le temps

4.2.1.1. 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 4-4, Figure 4-10)

en surface entre 6,25 (22 Avril) (Coef 64-65) (Débit $647 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
 et 9,05 (11 Novembre) (Coef 77-75) (Débit $347 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
 au fond entre 6,82 (22 Octobre) (Coef 57-66) (Débit $227 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
 et 12,88 (09 Septembre) (Coef 78-83) (Débit $146 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

Au Point E (Tableau 4-5, Figure 4-12)

en surface entre 2,75 (23 Avril) (Coef 48-42) (Débit $643 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
 et 6,58 (11 Septembre) (Coef 92-93) (Débit $162 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
 au fond entre 3,21 (13 Novembre) (Coef 65-60) (Débit $286 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
 et 7,91 (24 Octobre) (Coef 90-97) (Débit $240 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

Au Point K (Tableau 4-6, Figure 4-14)

en surface entre 2,03 (24 Avril) (Coef 39) (Débit $635 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
 et 5,63 (23 Octobre) (Coef 74-82) (Débit $230 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
 au fond entre 2,01 (11 Juin) (Coef 69-74) (Débit $544 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
 et 5,23 (23 Octobre) (Coef 74-82) (Débit $230 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

Au Point F, les minima relevés sont supérieurs à 3 et correspondent à des coefficients faibles et à de moyens débits en surface et faibles débits au fond.

Aux points E et K, les minima relevés sont voisins ou inférieurs à 2 ou 3 et correspondent à des coefficients faibles et à des débits moyens.

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'étale de basse mer en surface.

Par rapport à 2002, du fait des conditions climatiques, 2003 est une année caniculaire, donc nettement moins arrosée sauf en début d'année et fin d'année (Crue de Février et Décembre), donc les salinités sont plus fortes.

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

| VI-T4 POINT F PK 67 SALINITES | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---|-------------------|-------------------|--------------|---------------------------|------------------------------------|-------------|---|
| ANNEE F 2003 | | | | | | | | |
| 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) |
| 22-avr | S | 8,10 | 14,35 | 6,25 | 10,85 | 3,10 | 64-65 | 647,00 |
| | F | 6,40 | 16,60 | 10,20 | 12,19 | | | |
| 04-mai | S | 6,65 | 14,15 | 7,50 | 10,39 | 2,66 | 77-74 | 611,00 |
| | F | 8,55 | 16,81 | 8,26 | 12,16 | | | |
| 10-juin | S | 7,23 | 15,00 | 7,77 | 10,83 | 3,14 | 58-64 | 554 |
| | F | 8,72 | 18,00 | 9,28 | 12,87 | | | |
| 08-juil | S | 11,30 | 18,70 | 7,40 | 15,19 | 2,45 | 57 | 176 |
| | F | 12,01 | 21,15 | 9,14 | 16,60 | | | |
| 26-août | S | 16,04 | 23,97 | 7,93 | 20,13 | 1,06 | 69-75 | 142 |
| | F | 17,10 | 24,89 | 7,79 | 20,74 | | | |
| 09-sept | S | 16,12 | 23,93 | 7,81 | 19,93 | 6,05 | 78-83 | 146 |
| | F | 17,10 | 29,98 | 12,88 | 21,77 | | | |
| 22-oct | S | 16,10 | 23,36 | 7,26 | 20,12 | 1,12 | 57-66 | 227 |
| | F | 17,22 | 24,04 | 6,82 | 20,62 | | | |
| 11-nov | S | 7,67 | 16,72 | 9,05 | 10,91 | 2,31 | 77-75 | 347 |
| | F | 7,83 | 19,03 | 11,20 | 11,75 | | | |

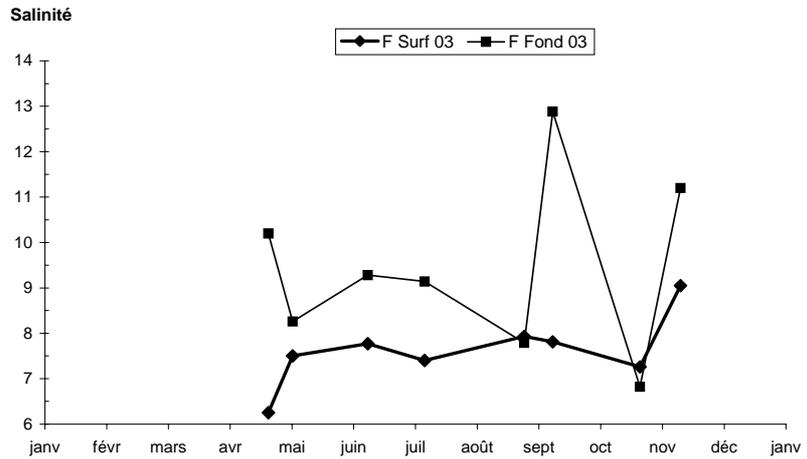


Figure 4-10 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point F PK 67 en 2003.

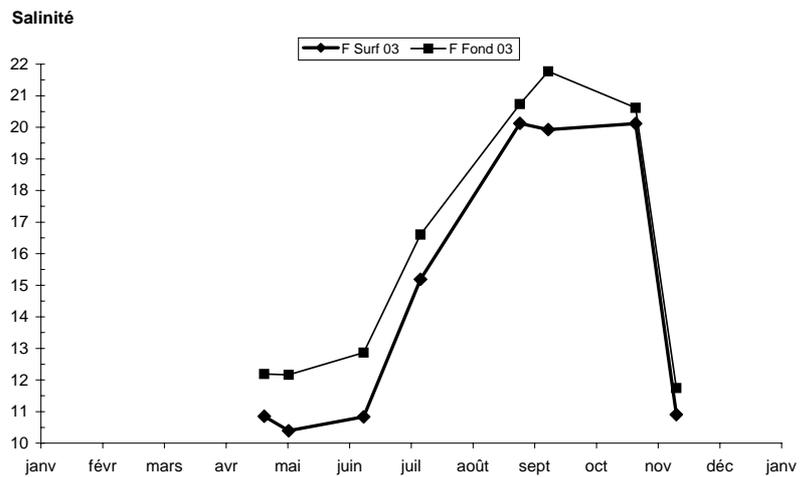


Figure 4-11 : Variations annuelles des salinités moyennes au point F PK 67 en 2003.

| VI-5 | | | | | | | | |
|----------------------|---|-----------------------|-----------------------|--------------|----------------------------|-------------------------------------|--------------------|--|
| POINT E PK 52 | | | | | | | | |
| SALINITES | | | | | | | | |
| ANNEE E 2003 | | | | | | | | |
| 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) |
| 23-avr | S | 3,68 | 6,43 | 2,75 | 5,71 | 1,62 | 48-42 | 643 |
| | F | 4,05 | 7,94 | 3,89 | 6,36 | | | |
| 07-mai | S | 3,95 | 6,92 | 2,97 | 5,47 | 0,62 | 52-48 | 593 |
| | F | 3,79 | 7,54 | 3,75 | 5,53 | | | |
| 12-juin | S | 3,64 | 8,10 | 4,46 | 6,06 | 0,91 | 80-84 | 531 |
| | F | 4,34 | 8,50 | 4,16 | 6,40 | | | |
| 10-juil | S | 6,57 | 10,39 | 3,82 | 9,20 | 2,49 | 61-65 | 173 |
| | F | 6,95 | 12,88 | 5,93 | 9,95 | | | |
| 28-août | S | 9,76 | 15,69 | 5,93 | 13,44 | 1,00 | 92-95 | 144 |
| | F | 10,20 | 16,69 | 6,49 | 14,02 | | | |
| 11-sept | S | 8,12 | 14,70 | 6,58 | 12,22 | 1,15 | 92-93 | 162 |
| | F | 8,21 | 15,85 | 7,64 | 12,83 | | | |
| 24-oct | S | 9,28 | 15,78 | 6,50 | 12,69 | 1,33 | 90-97 | 240 |
| | F | 9,20 | 17,11 | 7,91 | 13,16 | | | |
| 13-nov | S | 4,47 | 7,23 | 2,76 | 5,95 | 0,97 | 65-60 | 286 |
| | F | 4,33 | 7,54 | 3,21 | 6,30 | | | |

Tableau 4-5 : Salinités de l'eau au point E PK 52.

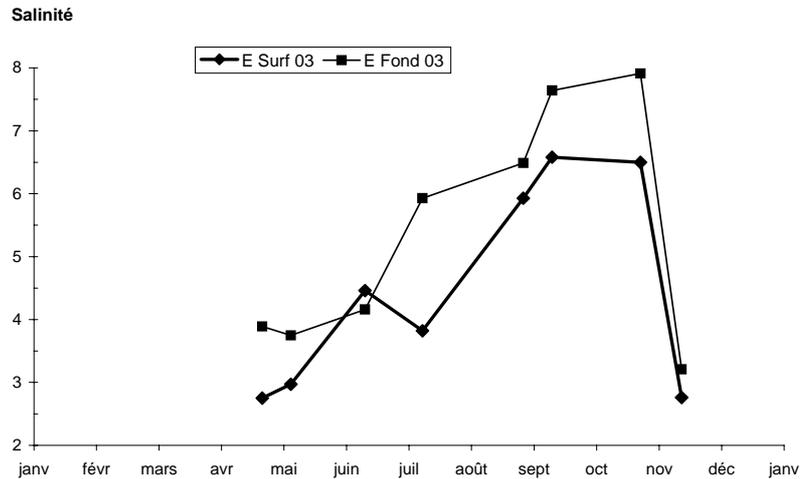


Figure 4-12 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point E PK 52 en 2003.

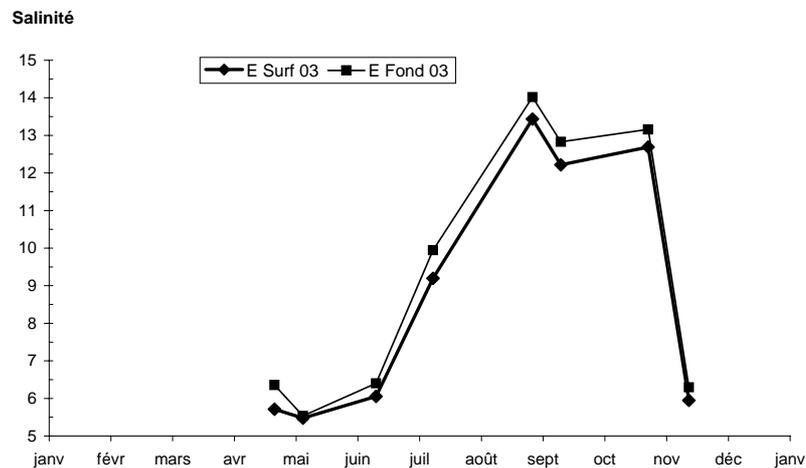


Figure 4-13 : Variations annuelles des salinités moyennes au point E PK 52 en 2003.

Tableau 4-6 : Salinités de l'eau au point K PK 30.

| VI-6 | | | | | | | | |
|----------------------|---|---------|---------|-------|---------------------|------------------------------|-------------|---|
| POINT K PK 30 | | | | | | | | |
| SALINITES | | | | | | | | |
| ANNEE K 2003 | | | | | | | | |
| DATES | | Minimum | Maximum | Ecart | Moyenne de la marée | Ecart maxi sur tranche d'eau | Coefficient | Qfl m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents) |
| | | absolu | absolu | | | | | |
| 24-avr | S | 0,32 | 2,35 | 2,03 | 1,46 | 0,50 | 39 | 635 |
| | F | 0,42 | 2,85 | 2,43 | 1,66 | | | |
| 05-mai | S | 0,36 | 2,90 | 2,54 | 1,82 | 0,33 | 70-67 | 600 |
| | F | 0,45 | 2,77 | 2,32 | 1,72 | | | |
| 11-juin | S | 0,55 | 2,70 | 2,15 | 1,61 | 0,10 | 69-74 | 544 |
| | F | 0,65 | 2,66 | 2,01 | 1,65 | | | |
| 09-juil | S | 1,90 | 5,30 | 3,40 | 3,79 | 0,39 | 58-59 | 174 |
| | F | 2,18 | 4,91 | 2,73 | 3,76 | | | |
| 27-août | S | 3,07 | 7,68 | 4,61 | 5,50 | 0,52 | 82-87 | 143 |
| | F | 3,59 | 7,51 | 3,92 | 5,60 | | | |
| 10-sept | S | 3,65 | 8,16 | 4,51 | 6,10 | 0,54 | 87-90 | 138 |
| | F | 3,85 | 7,62 | 3,77 | 5,95 | | | |
| 23-oct | S | 2,54 | 8,17 | 5,63 | 5,53 | 1,19 | 74-82 | 230 |
| | F | 2,62 | 7,85 | 5,23 | 5,22 | | | |
| 12-nov | S | 0,53 | 3,23 | 2,70 | 2,22 | 0,35 | 45-40 | 319 |
| | F | 0,54 | 3,58 | 3,04 | 2,25 | | | |

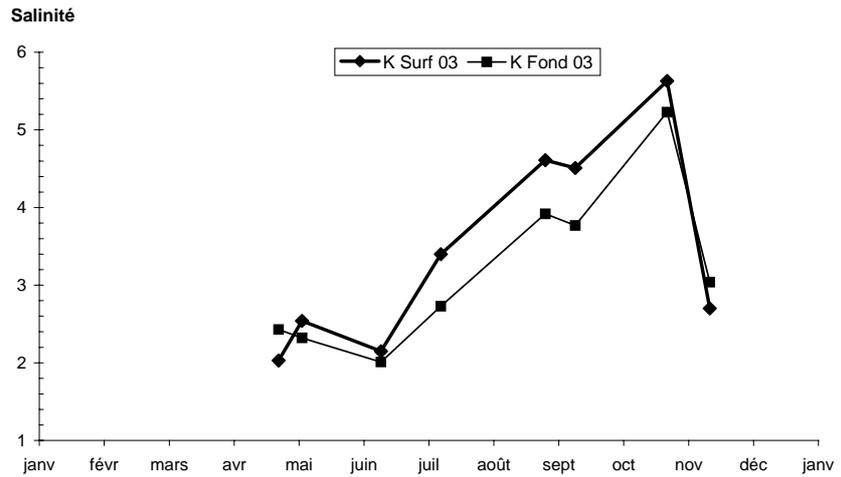


Figure 4-14 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point K PK 30 en 2003.

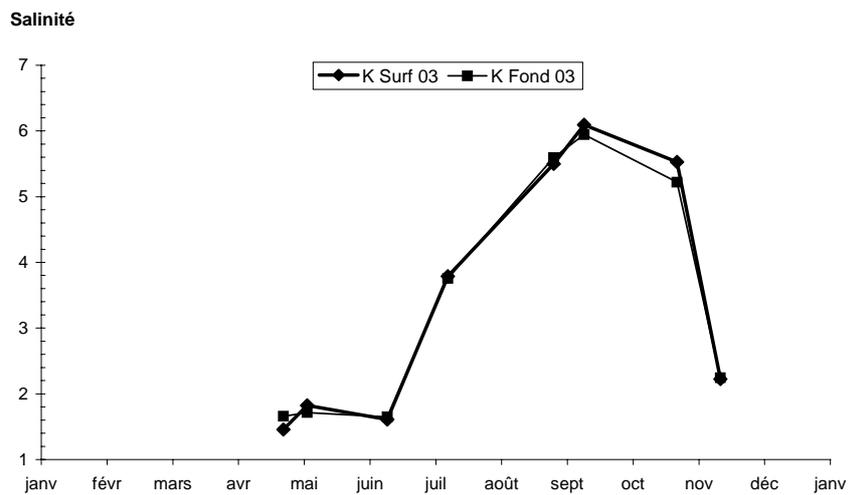


Figure 4-15 : Variations annuelles des salinités moyennes au point K PK 30 en 2003.

4.2.1.2. Les variations annuelles.

Les salinités moyennes relevées au cours de l'année 2003 ont évolué :

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

en surface entre 10,39 (04 Mai) et 20,13 (26 Août)

au fond entre 11,75 (11 Novembre) et 21,77 (09 Septembre)

On relève les salinités minimales absolues le 04 Mai et le 22 Avril :

6,65 en surface et 6,4 au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales absolues le 26 Août et le 09 Septembre :

23,97 en surface et 29,98 au fond à pleine mer.

Au Point E (Tableau 4-5, Figure 4-13)

en surface entre 5,47 (07 Mai) et 13,44 (28 Août)

au fond entre 5,53 (07 Mai) et 14,02 (28 Août)

On relève les salinités minimales absolues le 12 Juin et le 07 Mai:

3,64 en surface et 3,79 au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales absolues le 24 Octobre:

15,78 en surface et 17,11 au fond à pleine mer.

Au Point K (Tableau 4-6, Figure 4-15)

en surface entre 1,46 (24 Avril) et 6,10 (10 Septembre)

au fond entre 1,65 (11 Juin) et 5,95 (10 Septembre)

On relève les salinités minimales absolues le 24 Avril:

0,32 en surface et 0,42 au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales absolues le 23 Octobre:

8,17 en surface et 7,85 au fond à pleine mer.

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

En 2003, on relève aux 3 points, les grandes variations de salinités aux périodes indiquées ci-après :

| | Point F | Point E | Point K |
|-------------------------|-----------------|----------------|----------------|
| Salinités minimales | 04 Mai-22 Avril | 12 Juin-07 Mai | 22 Avril |
| Salinités maximales | 26 Août-09 Sept | 24 Octobre | 23 Octobre |
| Salinités moyennes maxi | 26Août-09 Sept | 28 Août | 10 Septembre |

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

| | | SALINITES | | | | | | | | | |
|-------|---|-----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
| 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 |
| 2001 | S | - | - | 18,31 | 12,93 | 7,68 | 5,98 | - | - | 2,60 | 1,75 |
| | F | - | - | 20,04 | 15,49 | 8,53 | 6,36 | - | - | 2,90 | 1,82 |
| 2002 | S | - | - | 19,20 | 13,66 | 9,44 | 7,68 | - | - | 4,50 | 3,30 |
| | F | - | - | 20,75 | 14,84 | 10,41 | 8,15 | - | - | 4,37 | 3,22 |
| 2003 | S | - | - | 23,97 | 20,13 | 15,78 | 13,44 | - | - | 8,17 | 6,10 |
| | F | - | - | 29,98 | 21,77 | 17,11 | 14,02 | - | - | 7,85 | 5,95 |

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 4-16 à 4-18**).

En 2003, la moyenne des débits est moins élevée qu'en 2002.

Nous relevons les salinités maximales en Août-Septembre au Point F, en Octobre au Point E et au Point K, au moment où les débits sont les plus faibles, (Les maxima des températures moyennes sont relevés en Août aux trois points).

Si nous comparons 2003 et 2002 nous noterons une très grande augmentation des salinités moyennes aux 3 points, quasiment le double au point K, donc déficit des eaux douces d'amont.

Du point de vue climatologique, 2003 est une année caniculaire.

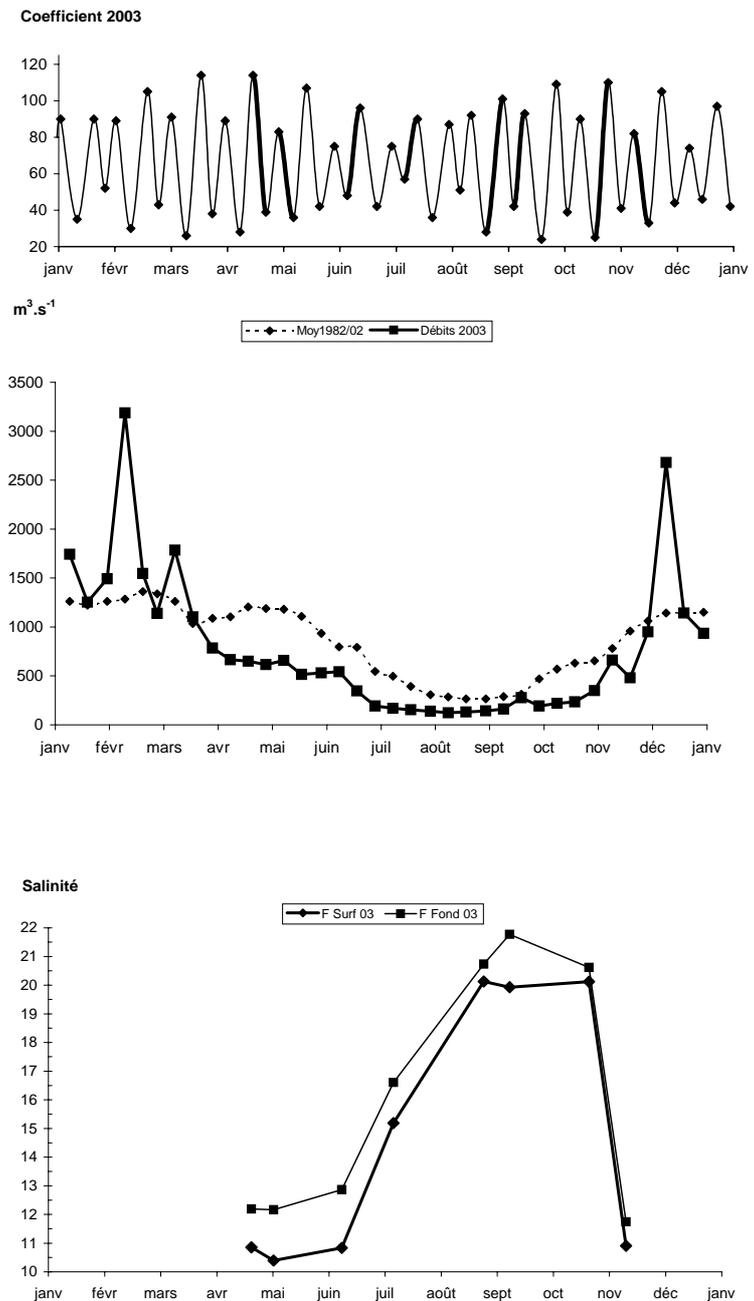
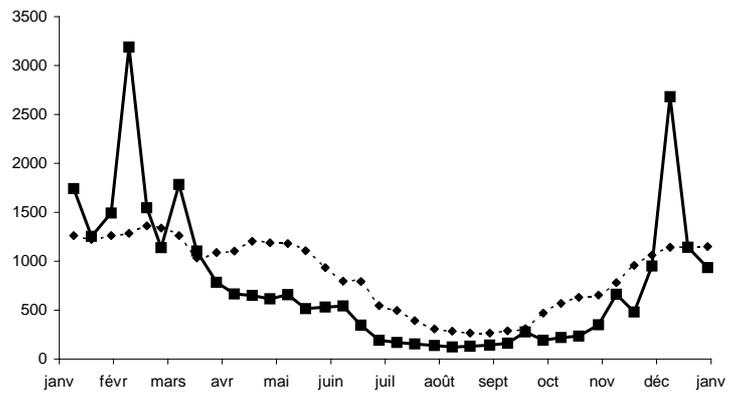
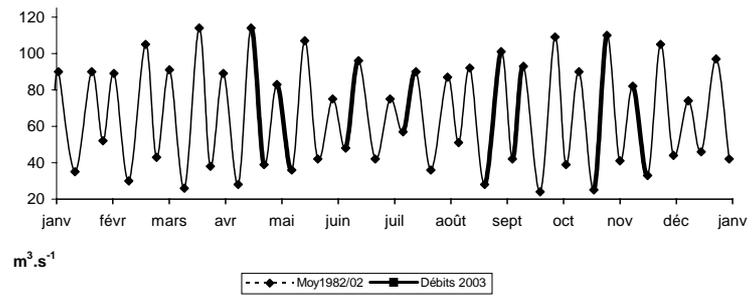


Figure 4-16 : Variations annuelles des salinités moyennes au Point F (PK 67), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2003.

Coefficient 2003



Salinité

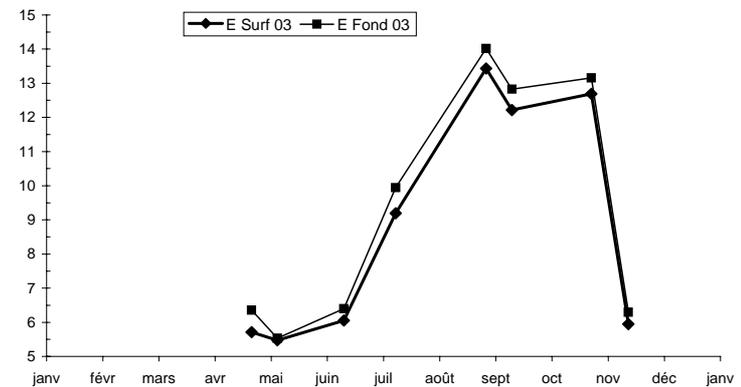


Figure 4-17 : Variations annuelles des salinités moyennes au Point E (PK 52), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2003.

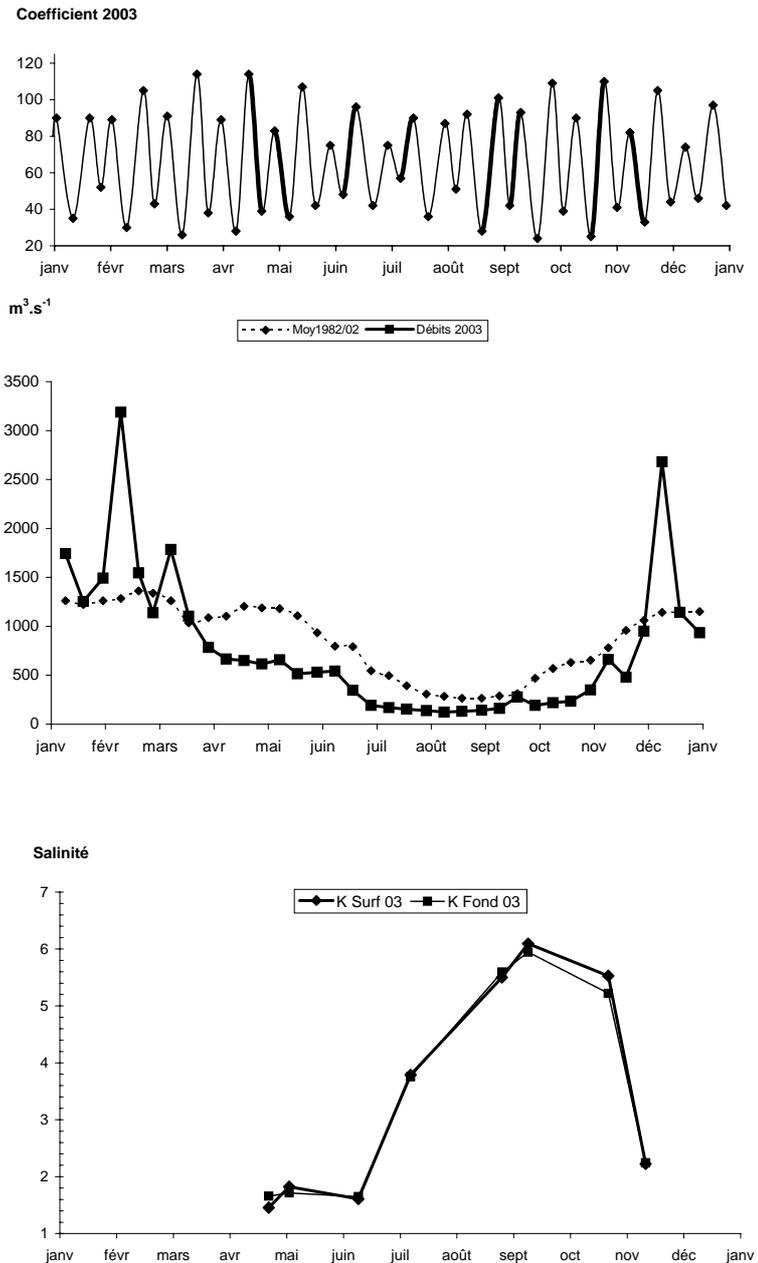


Figure 4-18 : Variations annuelles des salinités moyennes au Point K (PK 30), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2003.

4.3. Vitesse de courant

Point F

Les vitesses maximales de courant ont été relevées à majorité en flot et de jusant en surface et au fond (**Tableau 4-7** et **Figure 4-20**).

Les plus élevées ont été observées :

| | |
|----------------------------|--|
| en surface le 11 Novembre: | 152 cm.s ⁻¹ (Qfl : 347 m ³ .s ⁻¹ - coef. 77-75) |
| et le 04 Mai : | 150 cm.s ⁻¹ (Qfl : 611 m ³ .s ⁻¹ - coef. 77-74) |
| au fond le 04 Mai: | 96 cm.s ⁻¹ (Qfl : 611 m ³ .s ⁻¹ - coef. 77-74) |
| et le 10 Juin : | 94 cm.s ⁻¹ (Qfl : 554 m ³ .s ⁻¹ - coef. 58-64) |

Point E

Les vitesses maximales de courant ont été relevées en totalité en flot en surface et au fond (**Tableau 4-7**, **Figure 4-21**).

Les plus élevées ont été observées :

| | |
|-------------------------|--|
| en surface le 12 Juin : | 181 cm.s ⁻¹ (Qfl : 531 m ³ .s ⁻¹ - coef. 80-84) |
| et le 24 Octobre : | 163 cm.s ⁻¹ (Qfl : 240 m ³ .s ⁻¹ - coef. 90-97) |
| au fond le 07 Mai: | 134 cm.s ⁻¹ (Qfl : 593 m ³ .s ⁻¹ - coef. 52-48) |
| et le 12 Juin : | 128 cm.s ⁻¹ (Qfl : 531 m ³ .s ⁻¹ - coef. 80-84) |

Point K

Les vitesses maximales de courant ont été relevées à égalité de flot et de jusant en surface et au fond (**Tableau 4-7**, **Figure 4-22**).

Les plus élevées ont été observées :

| | |
|-----------------------------|---|
| en surface le 12 Novembre : | -170 cm.s ⁻¹ (Qfl : 319 m ³ .s ⁻¹ - coef. 45-40) |
| le 27 Août : | -155 cm.s ⁻¹ (Qfl : 143 m ³ .s ⁻¹ - coef. 82-87) |
| le 05 Mai : | 140 cm.s ⁻¹ (Qfl : 600 m ³ .s ⁻¹ - coef. 70-67) |
| et le 23 Octobre: | 140 cm.s ⁻¹ (Qfl : 230 m ³ .s ⁻¹ - coef. 74-82) |
| au fond le 12 Novembre: | -108 cm.s ⁻¹ (Qfl : 319 m ³ .s ⁻¹ - coef. 45-40) |
| le 24 Avril : | - 85 cm.s ⁻¹ (Qfl : 635 m ³ .s ⁻¹ - coef. 39) |
| et le 27 Août : | - 85 cm.s ⁻¹ (Qfl : 143 m ³ .s ⁻¹ - coef. 82-87) |

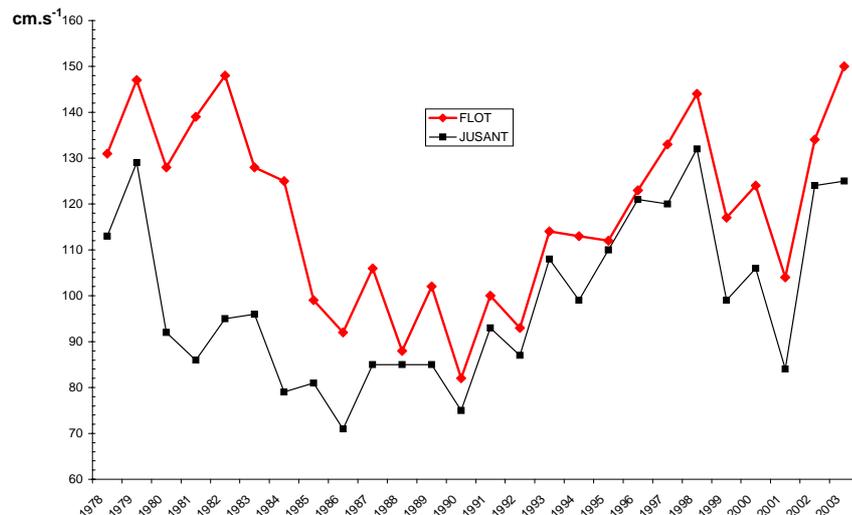
Au point E, les vitesses maximales en surface et au fond de flot et de jusant sont supérieures à celles de 2002 (**Tableau 4-7**, **Figure 4-19**).

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 4-7 : Vitesses maximales de courant en cm.s^{-1}

| Année 2003 | | VITESSES MAXIMALES DE COURANT EN cm.s^{-1} . | | | | | | |
|--------------|--------------|---|------|--------------------|------|--------------------|------|--|
| DATES | COEFFICIENTS | POINT F PK 67 | | POINT E PK 52 | | POINT K PK 30 | | Q _{fl} $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ |
| | | Vitesses Maximales | | Vitesses Maximales | | Vitesses Maximales | | |
| | | SURFACE | FOND | SURFACE | FOND | SURFACE | FOND | |
| 22 avril | 64-65 | 131 | 82 | | | | | 647 |
| 23 avril | 48-42 | | | 150 | 120 | | | 643 |
| 24 avril | 39 | | | | | -111 | -85 | 635 |
| 4 mai | 77-74 | 150 | 96 | | | | | 611 |
| 7 mai | 52-48 | | | 152 | 134 | | | 593 |
| 5 mai | 70,67 | | | | | 140 | 79 | 600 |
| 10 juin | 58-64 | 117 | 94 | | | | | 554 |
| 12 juin | 80-84 | | | 181 | 128 | | | 531 |
| 11 juin | 69-74 | | | | | 134 | 88 | 544 |
| 8 juillet | 57 | 100 | 79 | | | | | 176 |
| 10 juillet | 61-65 | | | 116 | 85 | | | 173 |
| 9 juillet | 58-59 | | | | | 108 | 53 | 174 |
| 26 août | 69-75 | -100 | -67 | | | | | 142 |
| 28 août | 92-95 | | | 152 | 111 | | | 144 |
| 27 août | 82-87 | | | | | -155 | -85 | 143 |
| 9 septembre | 78-83 | -117 | -88 | | | | | 146 |
| 11 septembre | 92-93 | | | 146 | 115 | | | 162 |
| 10 septembre | 87-90 | | | | | -134 | -70 | 138 |
| 22 octobre | 57-66 | 100 | -62 | | | | | 227 |
| 24 octobre | 90-97 | | | 163 | 120 | | | 240 |
| 23 octobre | 74-82 | | | | | 140 | 68 | 230 |
| 11 novembre | 77-75 | 152 | 82 | | | | | 347 |
| 13 novembre | 65-60 | | | 140 | 85 | | | 286 |
| 12 novembre | 45-40 | | | | | -170 | -108 | 319 |

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 4-19 : Evolution de la vitesse maximale moyenne en surface au point E (PK52) au cours de la période 1978-2003.**

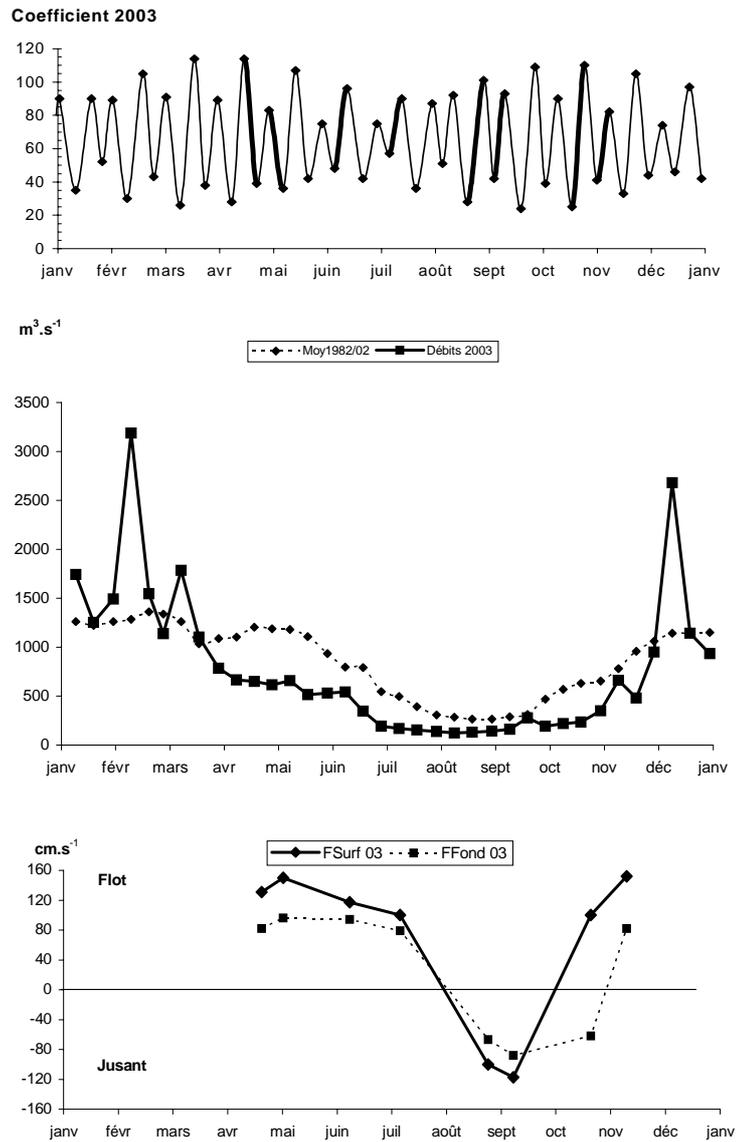


Figure 4-20 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point F (PK 67) au cours de l'année 2003, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux.

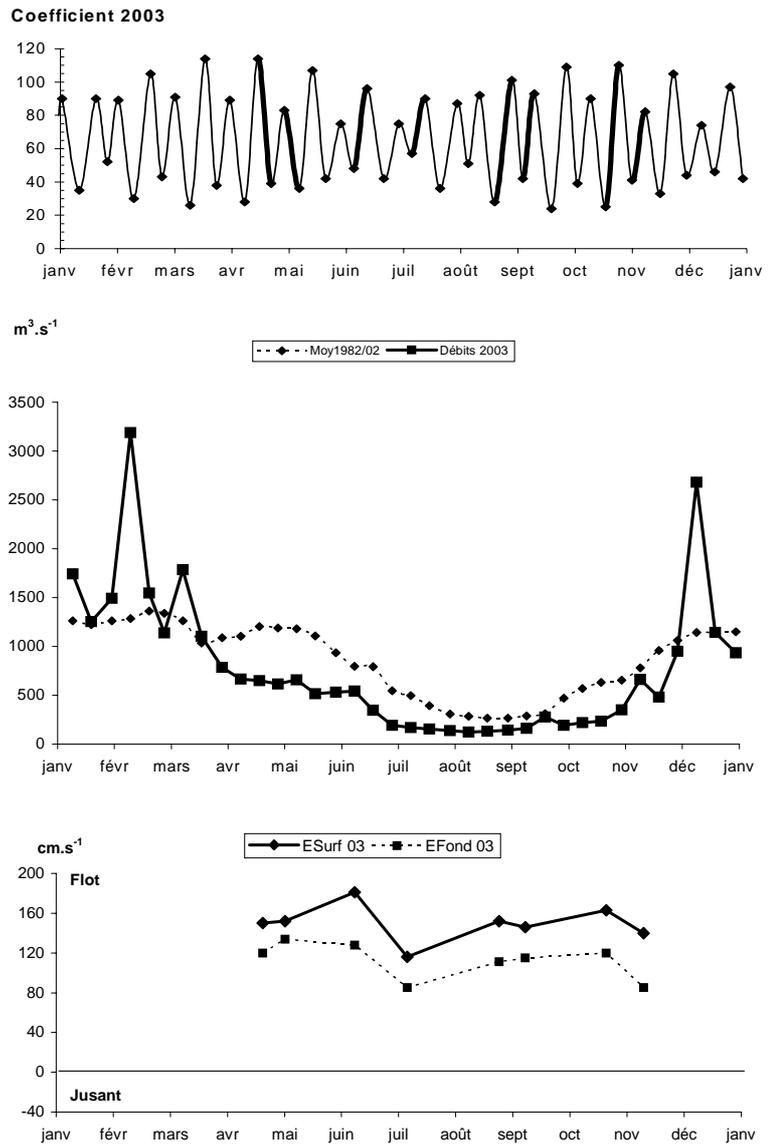


Figure 4-21 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point E (PK 52) au cours de l'année 2003, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux.

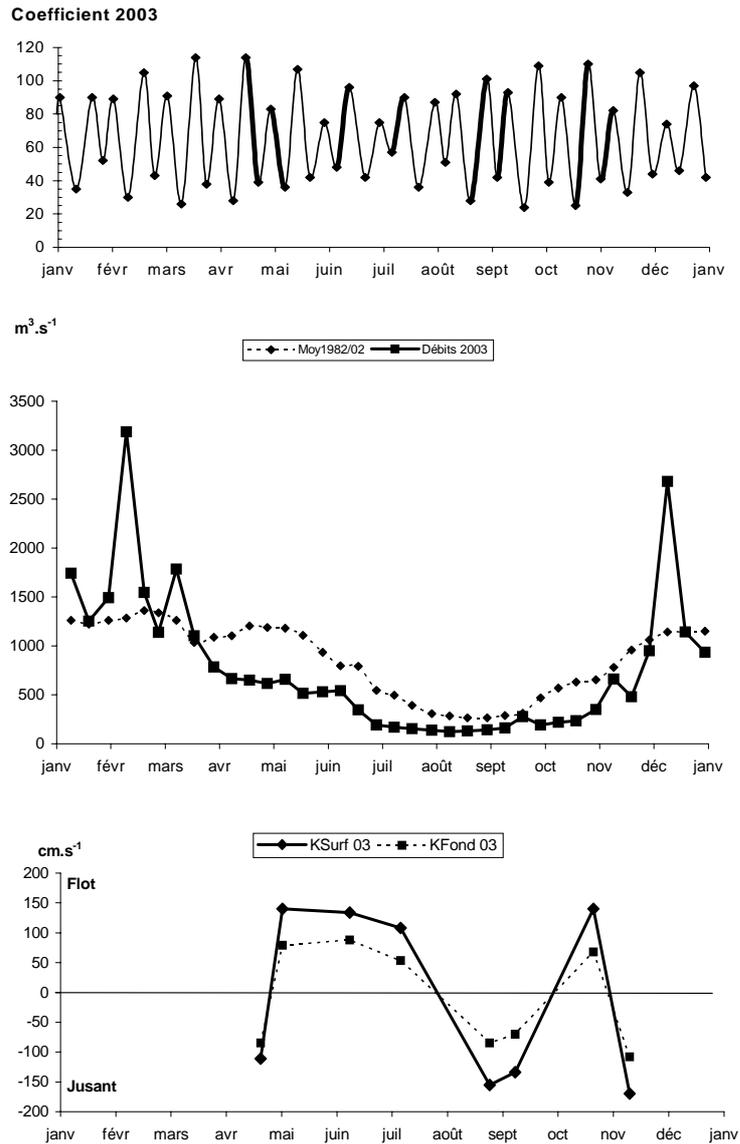


Figure 4-22 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point K (PK 30) au cours de l'année 2003, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux.

4.4. Turbidités

4.4.1. Variations dans le temps

4.4.1.1. Au cours de la marée.

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

Au Point F-PK 67 (Tableau 4-8)

| | |
|--|---|
| en surface entre 0,129 g/l le 08 Juillet | (Qfl : 176 m ³ .s ⁻¹ - coef. 57) |
| et 1,723 g/l le 04 Mai | (Qfl : 611 m ³ .s ⁻¹ - coef. 77-74) |
| au fond entre 0,115 g/l le 22 Octobre | (Qfl : 227 m ³ .s ⁻¹ - coef. 57-66) |
| et 10,445 g/l le 22 Avril | (Qfl : 647 m ³ .s ⁻¹ - coef. 64-65) |

Au Point E-PK 52 (Tableau 4-9)

| | |
|--|---|
| en surface entre 0,182 g/l le 10 Juillet | (Qfl : 173 m ³ .s ⁻¹ - coef. 61-65) |
| et 1,669 g/l le 11 Septembre | (Qfl : 162 m ³ .s ⁻¹ - coef. 92-93) |
| au fond entre 0,701 g/l le 28 Août | (Qfl : 144 m ³ .s ⁻¹ - coef. 92-95) |
| et 6,185 g/l le 23 Avril | (Qfl : 643 m ³ .s ⁻¹ - coef. 48-42) |

Au Point K-PK 30 (Tableau 4-10)

| | |
|--|---|
| en surface entre 0,427 g/l le 24 Avril | (Qfl : 635 m ³ .s ⁻¹ - coef. 39) |
| et 2,210 g/l le 23 Octobre | (Qfl : 230 m ³ .s ⁻¹ - coef. 74-82) |
| au fond entre 0,366 g/l le 24 Avril | (Qfl : 635 m ³ .s ⁻¹ - coef. 39) |
| et 10,700 g/l le 23 Octobre | (Qfl : 230 m ³ .s ⁻¹ - coef. 74-82) |

4.4.1.2. Variations annuelles.

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

Au Point F-PK 67 (Figure 4-23)

Les turbidités moyennes ont varié :

en surface de 0,111 g/l (08 Juillet) à 0,869 g/l (04 Mai)
 au fond de 0,282 g/l (22 Octobre) à 4,489 g/l (22 Avril)

Les turbidités minimales (Figure 4-26) ont été observées :

le 08 Juillet, en surface : 0,047 g/l - Qfl : 176 m³.s⁻¹ - coef. 57 à la pleine mer
 le 08 Juillet, au fond : 0,075 g/l - Qfl : 176 m³.s⁻¹ - coef. 57 à la pleine mer.

Les turbidités maximales (Figure 4-26) ont été observées :

le 04 Mai, en surface : 1,998 g/l - Qfl : 611 m³.s⁻¹ - coef. 77-74 à mi-jusant.
 le 22 Avril, au fond : 11,087 g/l - Qfl : 647 m³.s⁻¹ - coef. 64-65 à la basse mer.

Au Point E-PK 52 (Figure 4-24)

Les turbidités moyennes ont varié :

en surface de 0,182 g/l (10 Juillet) à 1,000 g/l (13 Novembre)

au fond de 0,491 g/l (10 Juillet) à 3,555 g/l (13 Novembre)

Les turbidités minimales (Figure 4-26) ont été observées :

le 10 Juillet, en surface : 0,089 g/l - Qfl : 173 m³.s⁻¹ - coef. 61-65 à pleine mer.

le 10 Juillet, au fond : 0,160 g/l - Qfl : 173 m³.s⁻¹ - coef. 61-65 à pleine mer.

Les turbidités maximales (Figure 4-26) ont été observées :

le 11 Septembre, en surface : 1,965 g/l - Qfl : 162 m³.s⁻¹ - coef. 92-93 à basse mer.

le 13 Novembre, au fond : 7,398 g/l - Qfl : 286 m³.s⁻¹ - coef. 65-60 à mi-flot.

Au Point K-PK 30 (Figure 4-25)

Les turbidités moyennes ont varié :

en surface de 0,406 g/l (24 Avril) à 1,567 g/l (23 Octobre)

au fond de 1,013 g/l (24 Avril) à 6,261 g/l (23 Octobre)

Les turbidités minimales (Figure 4-26) ont été observées :

le 09 Juillet, en surface : 0,167 g/l - Qfl : 174 m³.s⁻¹ - coef. 58-59 à pleine mer.

le 24 Avril, au fond : 0,864 g/l - Qfl : 635 m³.s⁻¹ - coef. 39 à mi-jusant.

Les turbidités maximales (Figure 4-26) ont été observées :

le 23 Octobre, en surface : 2,506 g/l - Qfl : 230 m³.s⁻¹ - coef. 74-82 à la basse mer.

le 23 Octobre, au fond : 12,279 g/l - Qfl : 230 m³.s⁻¹ - coef. 74-82 à mi-flot.

Les valeurs des minima et des maxima des turbidités de 2003 sont comparées avec celles des années antérieures dans le **Tableau 4-11** et **Tableau 4-12**.

Tableau 4-8 : Turbidités de l'eau au point F PK 67.

| VI-T4 POINT F PK 67 TURBIDITES | | | | | | | | |
|---|---|---------------------------|---------------------------|--------------|------------------------------------|---|--------------------|--|
| ANNEE F 2003 | | | | | | | | |
| 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) |
| 22-avr | S | 0,112 | 0,292 | 0,180 | 0,207 | 10,795 | 64-65 | 647 |
| | F | 0,642 | 11,087 | 10,445 | 4,489 | | | |
| 04-mai | S | 0,275 | 1,998 | 1,723 | 0,869 | 5,297 | 77-74 | 611 |
| | F | 0,758 | 5,672 | 4,913 | 2,520 | | | |
| 10-juin | S | 0,068 | 0,286 | 0,217 | 0,171 | 3,057 | 58-64 | 554 |
| | F | 0,335 | 3,125 | 2,790 | 1,312 | | | |
| 08-juil | S | 0,047 | 0,176 | 0,129 | 0,111 | 1,689 | 57 | 176 |
| | F | 0,075 | 1,865 | 1,790 | 0,611 | | | |
| 26-août | S | 0,075 | 0,305 | 0,230 | 0,167 | 0,892 | 69-75 | 142 |
| | F | 0,104 | 1,197 | 1,092 | 0,552 | | | |
| 09-sept | S | 0,176 | 0,816 | 0,640 | 0,499 | 1,646 | 78-83 | 146 |
| | F | 0,416 | 2,461 | 2,045 | 0,952 | | | |
| 22-oct | S | 0,119 | 0,413 | 0,294 | 0,221 | 0,218 | 57-66 | 227 |
| | F | 0,225 | 0,340 | 0,115 | 0,282 | | | |
| 11-nov | S | 0,103 | 0,829 | 0,726 | 0,506 | 7,201 | 77-75 | 347 |
| | F | 0,279 | 7,670 | 7,391 | 2,436 | | | |

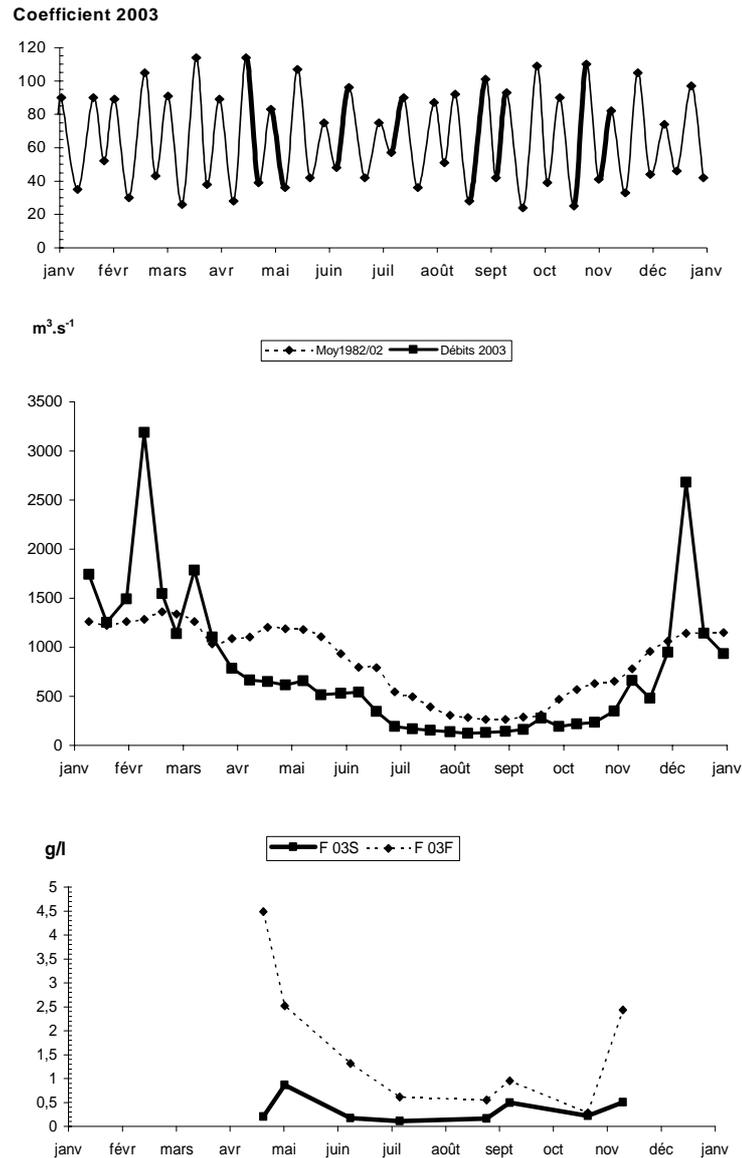


Figure 4-23 : Variations annuelles des turbidités moyennes au point F (PK 67) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2003.

Tableau 4-9 : Turbidités de l'eau au point E PK 52.

| VI-5 | | | | | | | |
|----------------------|---|----------------|----------------|--------------|-----------------|--------------------|------------------------|
| POINT E PK 52 | | | | | | | |
| TURBIDITES | | | | | | | |
| ANNEE | | | | | | | |
| E 2003 | | | | | | | |
| DATES | | Minimum | Maximum | Ecart | Moyenne | Ecart maxi | Qfl m3/s-1 |
| | | absolu | absolu | | de | sur tranche | (moyenne des |
| | | | | | la marée | d'eau | 10j.précédents) |
| 23-avr | S | 0,116 | 0,554 | 0,437 | 0,274 | 6,315 | 643 |
| | F | 0,332 | 6,517 | 6,185 | 2,451 | | |
| 07-mai | S | 0,314 | 0,820 | 0,506 | 0,507 | 3,051 | 593 |
| | F | 0,442 | 3,535 | 3,093 | 1,761 | | |
| 12-juin | S | 0,145 | 0,974 | 0,830 | 0,523 | 2,410 | 531 |
| | F | 0,692 | 3,385 | 2,693 | 1,651 | | |
| 10-juil | S | 0,089 | 0,270 | 0,182 | 0,182 | 0,864 | 173 |
| | F | 0,160 | 1,107 | 0,946 | 0,491 | | |
| 28-août | S | 0,094 | 0,519 | 0,425 | 0,270 | 0,749 | 144 |
| | F | 0,305 | 1,006 | 0,701 | 0,595 | | |
| 11-sept | S | 0,295 | 1,965 | 1,669 | 0,809 | 1,269 | 162 |
| | F | 0,270 | 2,505 | 2,234 | 1,545 | | |
| 24-oct | S | 0,418 | 0,901 | 0,482 | 0,646 | 0,926 | 240 |
| | F | 0,991 | 1,827 | 0,836 | 1,297 | | |
| 13-nov | S | 0,720 | 1,322 | 0,602 | 1,000 | 6,458 | 286 |
| | F | 1,579 | 7,398 | 5,818 | 3,555 | | |

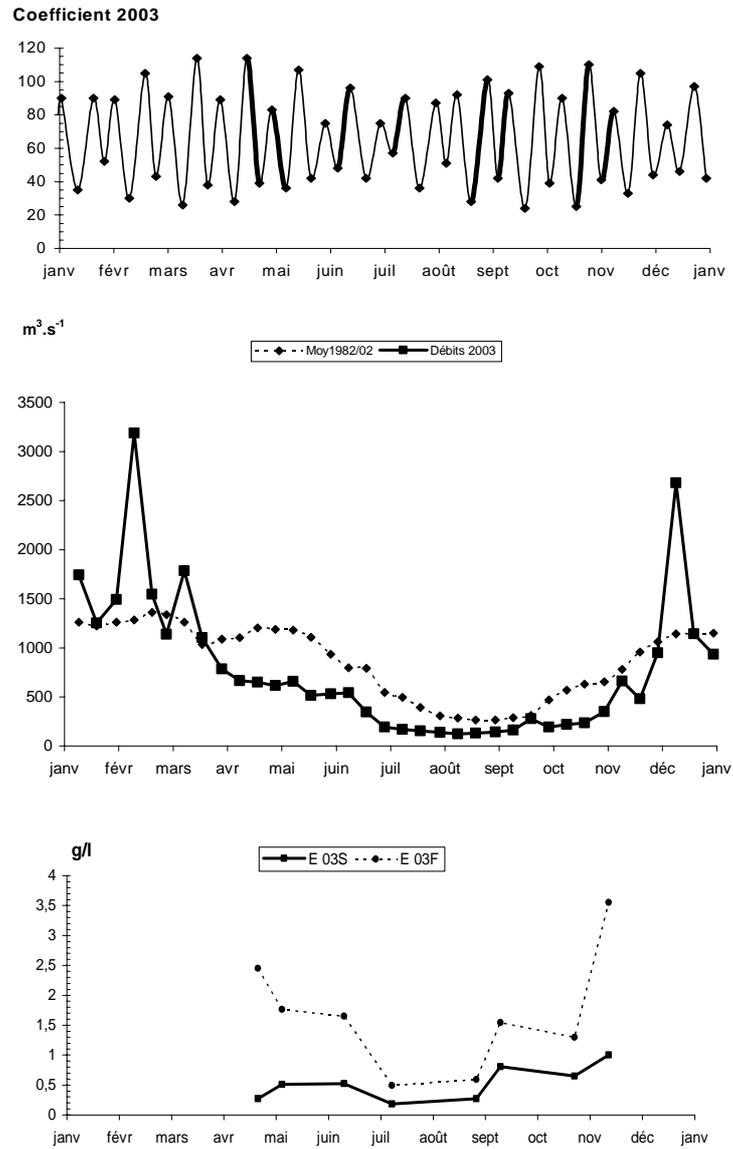
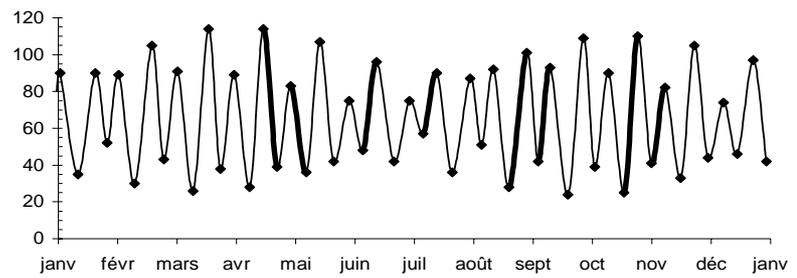


Figure 4-24 : Variations annuelles des turbidités moyennes au point E (PK 52) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2003.

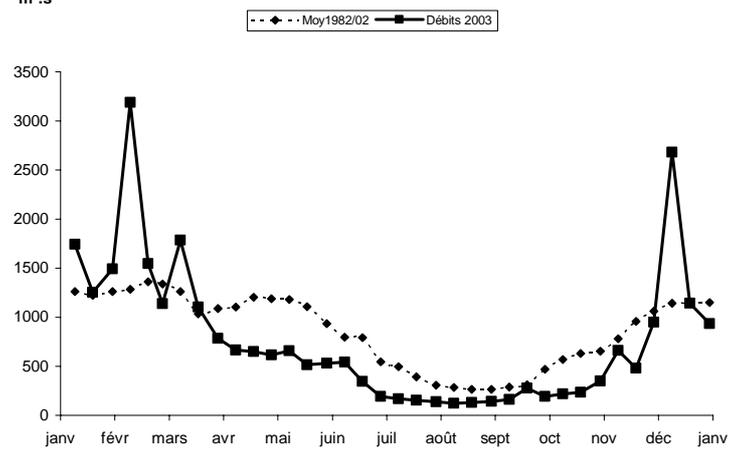
Tableau 4-10 : Turbidités de l'eau au point K PK 30.

| VI-6 POINT K PK 30 TURBIDITES | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---|-------------------|-------------------|--------|---------------------------|------------------------------------|-------------|---|
| ANNEE K 2003 | | | | | | | | |
| 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) |
| 24-avr | S | 0,188 | 0,614 | 0,427 | 0,406 | | 39 | 635 |
| | F | 0,864 | 1,230 | 0,366 | 1,013 | 0,851 | | |
| 05-mai | S | 0,376 | 2,055 | 1,679 | 0,925 | 4,246 | 70-67 | 600 |
| | F | 1,561 | 5,010 | 3,448 | 3,464 | | | |
| 11-juin | S | 0,183 | 1,412 | 1,229 | 0,854 | 3,395 | 69-74 | 544 |
| | F | 1,256 | 4,807 | 3,550 | 2,686 | | | |
| 09-juil | S | 0,167 | 1,337 | 1,171 | 0,788 | 1,710 | 58-59 | 174 |
| | F | 1,029 | 2,673 | 1,644 | 1,839 | | | |
| 27-août | S | 0,255 | 1,660 | 1,406 | 0,894 | 1,072 | 82-87 | 143 |
| | F | 1,140 | 1,578 | 0,438 | 1,387 | | | |
| 10-sept | S | 0,380 | 1,780 | 1,399 | 1,046 | 4,733 | 87-90 | 138 |
| | F | 1,811 | 6,513 | 4,702 | 3,387 | | | |
| 23-oct | S | 0,296 | 2,506 | 2,210 | 1,567 | 10,914 | 74-82 | 230 |
| | F | 1,579 | 12,279 | 10,700 | 6,261 | | | |
| 12-nov | S | 0,405 | 2,306 | 1,900 | 1,556 | 3,525 | 45-40 | 319 |
| | F | 2,022 | 4,962 | 2,941 | 3,169 | | | |

Coefficient 2003



$m^3 \cdot s^{-1}$



g/l

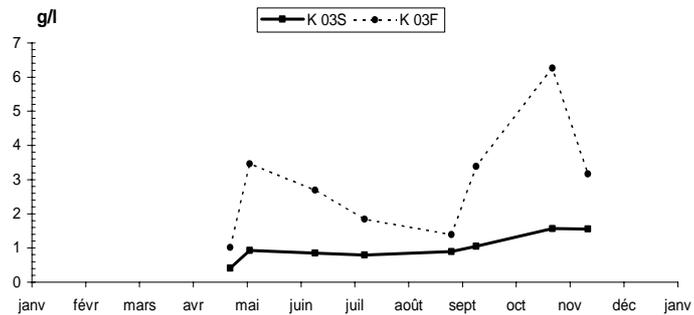


Figure 4-25 : Variations annuelles des turbidités moyennes au point K (PK 30) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2003

4.4.2. Variations spatiales

4.4.2.1. Variations longitudinales

(Tableau 4-8, Tableau 4-9, Tableau 4-10)

Les valeurs maximales sont relevées début Mai et fin Avril au PK 67, début Septembre et mi-Novembre au PK52, début Juillet et fin Octobre au PK 30 :

au PK 67 : 1,998 g/l en surface et 11,087 g/l au fond

au PK 52 : 1,965 g/l en surface et 7,398 g/l au fond

au PK 30 : 2,506 g/l en surface et 12,279 g/l au fond

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

au PK 67 : 0,047 g/l en surface et 0,075 g/l au fond

au PK 52 : 0,089 g/l en surface et 0,160 g/l au fond

au PK 30 : 0,167 g/l en surface et 0,864 g/l au fond

4.4.2.2. variations verticales

(Tableau 4-8, Tableau 4-9, Tableau 4-10)

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

au Point F : de 0,218 g/l (22 Octobre) à 10,795 g/l (22 Avril)

au Point E : de 0,749 g/l (28 Août) à 6,458 g/l (13 Novembre)

au Point K : de 0,851 g/l (24 Avril) à 10,914 g/l (23 Octobre)

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

au Point F : de 0,129 g/l (08 Juillet) à 10,445 g/l (22 Avril)

au Point E : de 0,182 g/l (10 Juillet) à 6,185 g/l (23 Avril)

au Point K : de 0,427 g/l (24 Avril) à 10,700 g/l (23 Octobre)

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. L'oscillation saisonnière aval - amont et retour est très visible lorsqu'on examine les écarts maxima des turbidités sur la tranche d'eau aux points F, E et K.

Par rapport à 2002, les valeurs des concentrations de 2003 sont en moyenne, inférieures du fait de la remontée très en amont du bouchon vaseux.

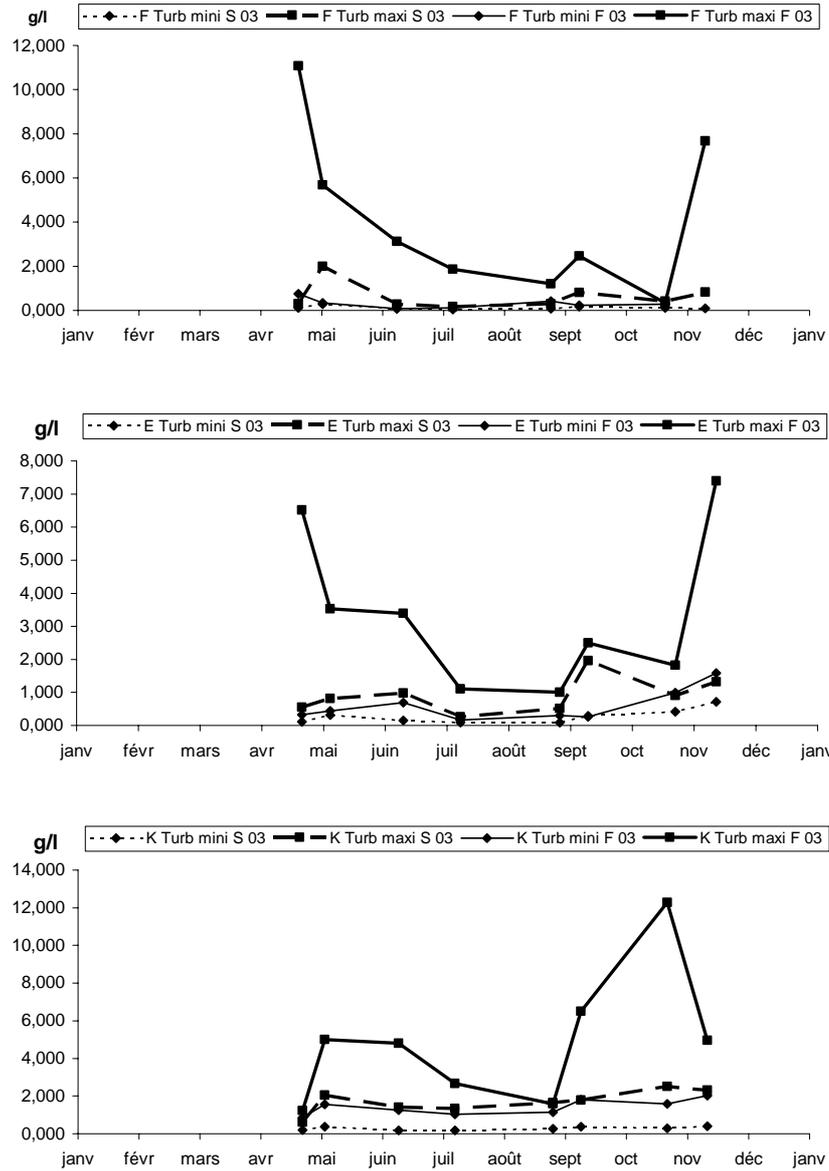


Figure 4-26 : Variations annuelles des turbidités minimales et maximales aux points F-E-K en 2003.

Tableau 4-11 : Maximum et minimum de turbidité observés au cours des années 1978 à 2003.

Point E-PK 52-SURFACE

| Année | | g/l | Date | Débits (*) | Coefficients | Vitesses max de courant (cm.s ⁻¹) |
|-------|-------|-------|---------|------------|--------------|---|
| 1978 | min | 0,056 | 29,08 | 177 | 43-47 | 95 |
| | maxi. | 1,260 | 20,06 | 840 | 91-96 | 165 |
| 1979 | min | 0,040 | 6,06 | 1814 | 52-56 | 115 |
| | maxi. | 2,420 | 12,03 | 685 | 73-77 | 155 |
| 1980 | min | 0,060 | 12,02 | 1580 | 44-48 | -85 |
| | maxi. | 1,900 | 17,06 | 400 | 72-67 | 160 |
| 1981 | min | 0,050 | 11,08 | 263 | 41-44 | 70 |
| | maxi. | 2,470 | 21,04 | 1276 | 85-84 | 180 |
| 1982 | min | 0,079 | 6,07 | 372 | 72-73 | 160 |
| | maxi. | 1,682 | 16,03 | 1548 | 55-49 | 170 |
| 1983 | min | 0,064 | 19,07 | 442 | 54-52 | 115 |
| | maxi. | 1,220 | 29,11 | 452 | 56-59 | 85 |
| 1984 | min | 0,152 | 7,08 | 275 | 49-50 | 85 |
| | maxi. | 2,424 | 7,03 | 1371 | 79-75 | 133 |
| 1985 | min | 0,080 | 24,09 | 260 | 41-47 | -70 |
| | maxi. | 1,800 | 12,03 | 1422 | 80-71 | 150 |
| 1986 | min | 0,072 | 13,05 | 2146 | 62-58 | 90 |
| | maxi. | 1,760 | 18,11 | 386 | 79-76 | 120 |
| 1987 | min | 0,108 | 18,08 | 438 | 33 | 70 |
| | maxi. | 1,780 | 27,1 | 1034 | 73-66 | 160 |
| 1988 | min | 0,087 | 26,04 | 1301 | 36-40 | -75 |
| | maxi | 1,700 | 23,08 | 327 | 36-40 | 108 |
| 1989 | min | 0,120 | 10,07 | 205 | 54-50 | 97 |
| | maxi. | 1,902 | 11,04 | 1030 | 64-56 | 145 |
| 1990 | min | 0,097 | 3,07 | 487 | 43-44 | 90 |
| | maxi. | 1,768 | 13,11 | 918 | 60-64 | 55 |
| 1991 | min | 0,037 | 4,06 | 695 | 51-49 | 0,104 |
| | maxi. | 1,216 | 12,03 | 838 | 41-47 | 98 |
| 1992 | min | 0,049 | 4,11 | 1790 | 37-40 | -78 |
| | maxi. | 1,334 | 8,07 | 1410 | 57-54 | 94 |
| 1993 | min | 0,128 | 08-sept | 325 | 51-45 | Etale PM |
| | maxi | 1,380 | 03-nov | 947 | 75-72 | 92 |
| 1994 | min | 0,081 | 06-juil | 725 | 54-59 | PM |
| | maxi | 0,878 | 09-nov | 1885 | 66-59 | 120 |
| 1995 | min | 0,104 | 20-sept | 285 | 39-44 | Etale PM |
| | maxi | 0,660 | 12-avr | 914 | 59-67 | 114 |
| 1996 | min | 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 |
| 2001 | mini | 0,072 | 30-août | 236 | 50-55 | 106 |
| | maxi | 0,829 | 03-juil | 312 | 68-71 | 120 |
| 2002 | mini | 0,078 | 16-sept | 412 | 38-41 | Etale BM |
| | maxi | 2,368 | 17-avr | 692 | 73-68 | 178 |
| 2003 | mini | 0,089 | 10-juil | 173 | 61-65 | 116 |
| | maxi | 1,965 | 11-sept | 162 | 92-93 | 146 |

(*) Moyenne des 10 jours précédents.

Tableau 4-12 Maximum et minimum de turbidité observés au cours des années 1978 à 2003.

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. | 76,000 | 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 |
| 2001 | mini. | 0,107 | 02-mai | 1468 | 53 | -88 |
| | maxi. | 1,314 | 08-nov | 275 | 47-45 | 66 |
| 2002 | mini. | 0,292 | 16-sept | 412 | 38-41 | PM |
| | maxi. | 9,111 | 17-avr | 692 | 73-68 | -59 |
| 2003 | mini. | 0,160 | 10-juil | 173 | 61-65 | 85 |
| | maxi. | 7,398 | 13-nov | 286 | 65-60 | 85 |

(*) Moyenne des 10 jours précédents.

4.5. Oxygène dissous

4.5.1. Variations dans le temps

4.5.1.1. 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 4-13)

en surface entre 0,16 ml/l (04 Mai) et 1,05 ml/l (08 Juillet)
au fond entre 0,23 ml/l (22 Octobre) et 1,23 ml/l (08 Juillet)

Au Point E PK 52 (Tableau 4-14)

en surface entre 0,21 ml/l (07 Mai) et 1,39 ml/l (10 Juillet)
au fond entre 0,21 ml/l (07 Mai) et 1,28 ml/l (10 Juillet)

Au Point K-PK 30 (Tableau 4-15)

en surface entre 0,14 ml/l (24 Avril) et 0,98 ml/l (11 Juin)
au fond entre 0,09 ml/l (05 Mai) et 1,00 ml/l (11 Juin)

4.5.1.2. Variations annuelles.

Point F-PK 67 (Figure 4-27, Figure 4-28)

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

en surface : 0,41 ml/l (7,42 %) le 09 Sept et 1,42 ml/l (21,37 %) le 22 Avril.
au fond : 0,38 ml/l (6,76 %) le 09 Sept et 1,37 ml/l (20,68 %) le 22 Avril.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées :

le 11 Nov en surface : 6,24 ml/l (88,51 %) (Qfl : $347 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 77-75)
le 11 Nov au fond : 6,23 ml/l (88,84 %) (Qfl : $347 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 77-75)

Les déficits moyens correspondants:

en surface : 0,81 ml/l (11,49 %)
au fond : 0,79 ml/l (11,16 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 08 Juillet en surface : 4,55 ml/l (82,41 %) (Qfl : $176 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 57)
le 08 Juillet au fond : 4,51 ml/l (81,29 %) (Qfl : $176 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 57)

Les déficits moyens correspondants :

en surface : 0,98 ml/l (17,59 %)
au fond : 1,05 ml/l (18,71 %)

Les déficits minimum de l'année ont été relevés :

le 09 Sept en surface : 0,23 ml/l (04,21 %) (Qfl : $146 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 78-83)

le 09 Sept au fond : 0,07 ml/l (01,33 %) (Qfl : $146 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 78-83)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 22 Avril en surface : 1,57 ml/l (23,38 %) (Qfl : $647 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 64-65)

le 08 Juillet au fond : 1,72 ml/l (30,04 %) (Qfl : $176 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 57)

Les valeurs moyennes de l'année 2002 au point F évoluaient autour de 84 % du taux de saturation (5,27 ml/l). En 2003 les valeurs moyennes évoluent autour de 86% (5,17ml/l) soit +2 %. Le déficit moyen annuel est évalué à 0,84 ml/l (13,86 %) alors qu'en 2002 il était évalué à 1,71 ml/l (25,97 %). (**Tableau 4-13** et **Tableau 4-16**)

Tableau 4-13: Oxygène dissous au point F PK 67.

| ANNEE F 2003 | | VI-13 - OXYGENE DISSOUS POINT F PK 67 | | | | | | | | | | | | Qfi: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents) | | |
|-----------------|---|--|-------|-----------------|--------|-------|--------|---------|--------|---------|------|------------|-----|--|-------------|---|
| | | TAUX DE SATURATION | | MOY DE LA MAREE | | Moyen | | DEFICIT | | Maximum | | ECART MAXI | | | COEFFICIENT | |
| DATES | | m/l | % | m/l | % | m/l | % | m/l | % | m/l | % | m/l | % | m/l | | % |
| 22-avr | S | 6,63 | 78,63 | 5,22 | 21,37% | 1,34 | 20,56% | 1,57 | 23,38% | 0,11 | 1,87 | 64-65 | 647 | | | |
| | F | 6,61 | 79,32 | 5,25 | 20,68% | 1,22 | 18,69% | 1,59 | 23,54% | | | | | | | |
| 04-mai | S | 6,36 | 84,36 | 5,37 | 15,64% | 0,93 | 14,71% | 1,08 | 17,07% | 0,18 | 2,09 | 77-74 | 611 | | | |
| | F | 6,32 | 84,65 | 5,35 | 15,35% | 0,82 | 13,24% | 1,09 | 17,09% | | | | | | | |
| 10-juin | S | 5,83 | 84,19 | 4,90 | 15,81% | 0,57 | 9,89% | 1,14 | 19,50% | 0,17 | 3,32 | 58-64 | 554 | | | |
| | F | 5,79 | 85,14 | 4,93 | 14,86% | 0,58 | 10,15% | 1,08 | 18,52% | | | | | | | |
| 08-juil | S | 5,53 | 82,41 | 4,55 | 17,59% | 0,43 | 7,96% | 1,49 | 26,41% | 0,13 | 3,63 | 57 | 176 | | | |
| | F | 5,55 | 81,29 | 4,51 | 18,71% | 0,50 | 9,13% | 1,72 | 30,04% | | | | | | | |
| 26-août | S | 5,13 | 88,70 | 4,55 | 11,30% | 0,43 | 8,50% | 0,71 | 13,69% | 0,06 | 0,99 | 69-75 | 142 | | | |
| | F | 5,12 | 88,39 | 4,52 | 11,61% | 0,42 | 8,36% | 0,76 | 14,68% | | | | | | | |
| 09-sept | S | 5,57 | 92,58 | 5,15 | 7,42% | 0,23 | 4,21% | 0,55 | 9,70% | 0,05 | 2,88 | 78-83 | 146 | | | |
| | F | 5,50 | 93,24 | 5,13 | 6,76% | 0,07 | 1,33% | 0,54 | 9,55% | | | | | | | |
| 22-oct | S | 6,13 | 89,03 | 5,45 | 10,97% | 0,56 | 9,18% | 0,77 | 12,39% | 0,05 | 0,45 | 57-66 | 227 | | | |
| | F | 6,11 | 88,97 | 5,44 | 11,03% | 0,56 | 9,27% | 0,80 | 12,84% | | | | | | | |
| 11-nov | S | 7,05 | 88,51 | 6,24 | 11,49% | 0,52 | 7,62% | 0,98 | 13,73% | 0,02 | 1,37 | 77-75 | 347 | | | |
| | F | 7,02 | 88,84 | 6,23 | 11,16% | 0,42 | 6,25% | 0,99 | 13,88% | | | | | | | |
| Moyennes | S | 6,03 | 86,05 | 5,18 | 13,95% | 0,63 | 10,33% | 1,04 | 16,98% | | | | | | | |
| | F | 6,00 | 86,23 | 5,17 | 13,77% | 0,57 | 9,55% | 1,07 | 17,52% | | | | | | | |
| | G | 6,02 | 86,14 | 5,17 | 13,86% | 0,60 | 9,94% | 1,05 | 17,25% | | | | | | | |

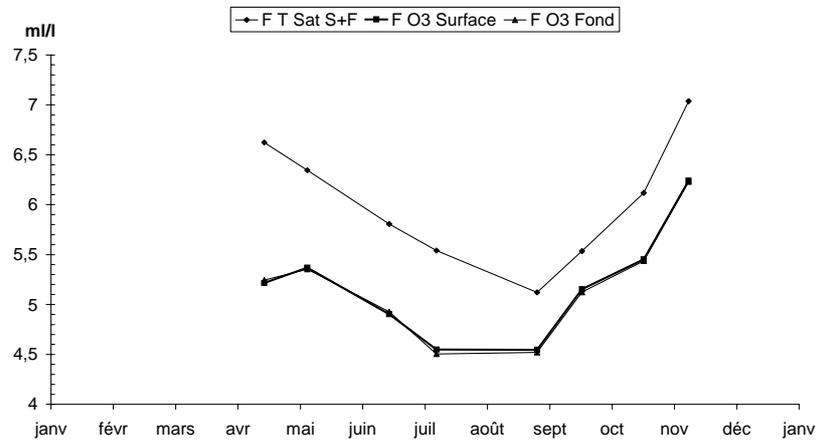


Figure 4-27: Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en m/l au Point F (PK 67) en 2003.

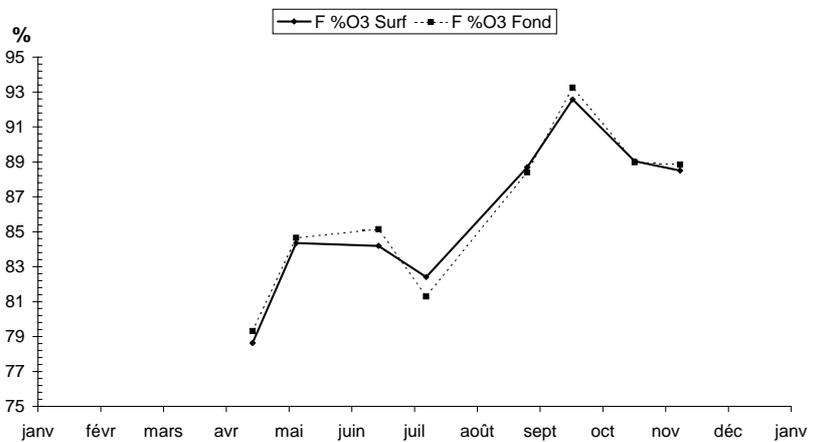


Figure 4-28 Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % au Point F (PK 67) en 2003.

Au Point E-PK 52 (Figure 4-29, Figure 4-30)

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

en surface : 0,70 ml/l (12,04 %) le 11 Sept et 1,57 ml/l (21,74 %) le 13 Nov.
 au fond : 0,77 ml/l (13,17 %) le 11 Sept et 1,61 ml/l (22,18 %) le 13 Nov.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées

le 07 Mai en surface : 5,70 ml/l (88,65 %) (Qfl : $593 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 52-48)

le 07 Mai au fond : 5,68 ml/l (86,03 %) (Qfl : $593 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 52-48)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de:

en surface : 0,73 ml/l (11,35 %)

au fond : 0,92 ml/l (13,97 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 10 Juillet en surface : 4,27 ml/l (77,02 %) (Qfl : $173 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 61-65)

le 10 Juillet au fond : 4,15 ml/l (74,38 %) (Qfl : $173 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 61-65)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 1,29 ml/l (22,98 %)

au fond : 1,43 ml/l (25,62 %)

Les déficits minimum de l'année ont été observés :

le 28 Août en surface : 0,46 ml/l (08,98 %) (Qfl : $144 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 92-95)

le 28 Août au fond : 0,59 ml/l (11,33 %) (Qfl : $144 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 92-95)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 10 Juillet en surface : 1,98 ml/l (34,76 %) (Qfl : $173 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 61-65)

le 10 Juillet au fond : 1,98 ml/l (34,76 %) (Qfl : $173 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 61-65)

Les valeurs moyennes de l'année 2002 au point E évoluaient autour de 81,5 % du taux de saturation (5,21ml/l). En 2003 les valeurs moyennes évoluent quasiment de la même façon, autour de 82 % (5,06 ml/l). Le déficit moyen annuel est évalué à 1,11 ml/l (17,86 %) alors qu'en 2002 il était évalué à 1,18 ml/l (18,56 %). (**Tableau 4-14** et **Tableau 4-16**)

Tableau 4-14: Oxygène dissous au point E PK 52.

| ANNEE E 2003 | | VI-14 - OXYGENE DISSOUS | | | | | | | | | | | | Qfi: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents) | | |
|-----------------|---|-------------------------|-------|-----------------|--------|-------|--------|---------|---------|---------|------|---------------|-----|--|--|-------------|
| | | TAUX DE SATURATION | | MOY DE LA MAREE | | Moyen | | DEFICIT | | Maximum | | ECART MAXI | | | | COEFFICIENT |
| | | | | | | | | Minimum | Maximum | | | TRANCHE D'EAU | % | | | |
| DATES | | m/l | % | m/l | % | m/l | % | m/l | % | m/l | % | m/l | % | | | |
| 23-avr | S | 6,67 | 81,79 | 1,22 | 18,21% | 0,93 | 14,09% | 1,52 | 22,32% | 0,09 | 0,79 | 48-42 | 643 | | | |
| | F | 6,64 | 81,70 | 1,22 | 18,30% | 0,97 | 14,88% | 1,48 | 21,89% | | | | | | | |
| 07-mai | S | 6,43 | 88,65 | 0,73 | 11,35% | 0,65 | 10,32% | 0,86 | 13,11% | 0,13 | 5,03 | 52-48 | 593 | | | |
| | F | 6,60 | 86,03 | 0,92 | 13,97% | 0,81 | 12,30% | 1,02 | 15,35% | | | | | | | |
| 12-juin | S | 5,74 | 82,75 | 0,99 | 17,25% | 0,51 | 9,10% | 1,33 | 22,98% | 0,19 | 3,43 | 80-84 | 531 | | | |
| | F | 5,78 | 80,45 | 1,13 | 19,55% | 0,71 | 12,37% | 1,40 | 24,19% | | | | | | | |
| 10-juil | S | 5,56 | 77,02 | 1,29 | 22,98% | 0,59 | 11,00% | 1,98 | 34,76% | 0,50 | 9,00 | 61-65 | 173 | | | |
| | F | 5,58 | 74,38 | 1,43 | 25,62% | 0,70 | 12,59% | 1,98 | 34,76% | | | | | | | |
| 28-août | S | 5,23 | 85,78 | 0,75 | 14,22% | 0,46 | 8,98% | 0,95 | 17,74% | 0,04 | 2,35 | 92-95 | 144 | | | |
| | F | 5,25 | 85,03 | 0,79 | 14,97% | 0,59 | 11,33% | 0,98 | 18,34% | | | | | | | |
| 11-sept | S | 5,82 | 87,96 | 0,70 | 12,04% | 0,46 | 8,12% | 0,97 | 16,08% | 0,14 | 2,30 | 92-93 | 162 | | | |
| | F | 5,84 | 86,83 | 0,77 | 13,17% | 0,59 | 10,18% | 0,98 | 16,24% | | | | | | | |
| 24-oct | S | 6,60 | 80,07 | 1,32 | 19,93% | 0,96 | 15,14% | 1,62 | 23,74% | 0,04 | 1,36 | 90-97 | 240 | | | |
| | F | 6,60 | 79,65 | 1,35 | 20,35% | 1,06 | 16,50% | 1,64 | 24,04% | | | | | | | |
| 13-nov | S | 7,22 | 78,26 | 1,57 | 21,74% | 1,30 | 18,50% | 1,78 | 24,19% | 0,02 | 1,96 | 65-60 | 286 | | | |
| | F | 7,24 | 77,82 | 1,61 | 22,18% | 1,47 | 20,45% | 1,80 | 24,46% | | | | | | | |
| Moyennes | S | 6,16 | 82,78 | 1,07 | 17,22% | 0,73 | 11,90% | 1,38 | 21,87% | | | | | | | |
| | F | 6,19 | 81,49 | 1,15 | 18,51% | 0,86 | 13,82% | 1,41 | 22,41% | | | | | | | |
| | G | 6,17 | 82,14 | 1,11 | 17,86% | 0,80 | 12,86% | 1,39 | 22,14% | | | | | | | |

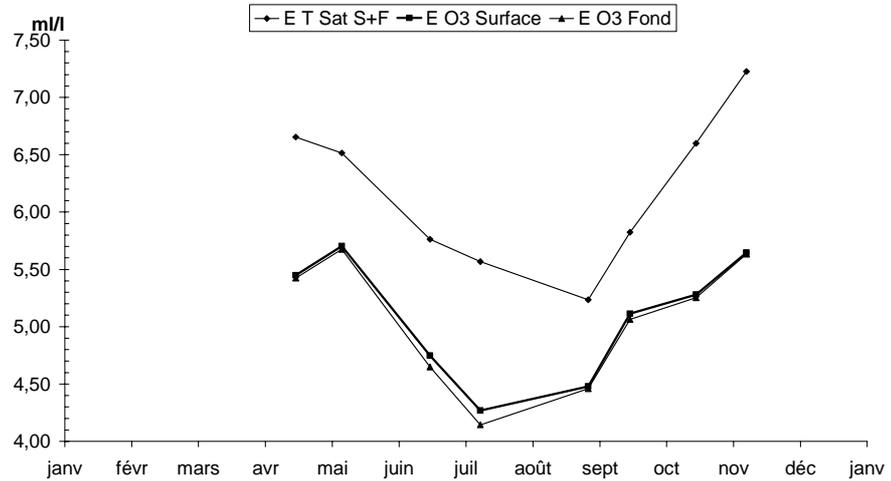


Figure 4-29 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml/l au Point E (PK 52) en 2003.

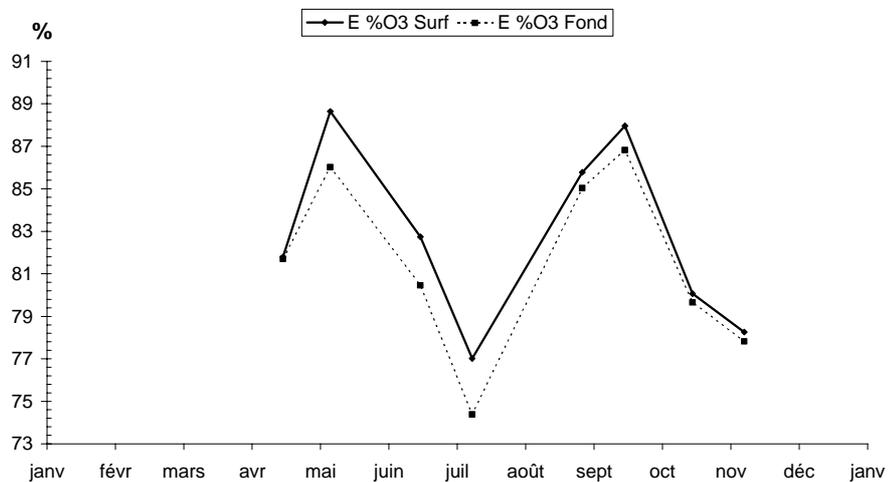


Figure 4-30 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % au Point E (PK 52) en 2003.

Point K-PK 30 (Figure 4-31, Figure 4-32)

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

en surface : 1,04 ml/l (17,93 %) le 09 Juillet et 2,08 ml/l (30,55 %) le 24 Avril.
 au fond : 1,11 ml/l (20,05 %) le 27 Août et 2,31 ml/l (33,98 %) le 24 Avril.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées

le 12 Nov en surface : 5,42 ml/l (72,67 %) (Qfl : $319 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 45-50)
 le 12 Nov au fond : 5,40 ml/l (72,46 %) (Qfl : $319 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 45-50)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de:

en surface : 2,04 ml/l (27,33 %)
 au fond : 2,06 ml/l (27,54 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 11 Juin en surface : 4,31 ml/l (68,96 %) (Qfl : $544 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 69-74)
 le 11 Juin au fond : 4,24 ml/l (67,96 %) (Qfl : $544 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 69-74)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 1,72 ml/l (31,04 %)
 au fond : 1,77 ml/l (32,04 %)

Les déficits minimum de l'année ont été observés :

le 09 Juillet en surface : 0,84 ml/l (14,92 %) (Qfl : $174 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 58-59)
 le 09 Juillet au fond : 0,96 ml/l (16,63 %) (Qfl : $174 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 58-59)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 12 Nov. en surface : 2,26 ml/l (29,85 %) (Qfl : $319 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 45-40)
 le 24 Avril au fond : 2,56 ml/l (37,55 %) (Qfl : $635 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 39)

Les valeurs moyennes de l'année 2002 au point K évoluaient autour de 74 % du taux de saturation (4,91ml/l). En 2003 les valeurs moyennes évoluent quasiment de la même façon, autour de 74 % (4,78 ml/l). Le déficit moyen annuel est évalué à 1,61 ml/l (25,20 %) alors qu'en 2002 il était évalué à 1,71 ml/l (25,97 %). (**Tableau 4-15, Tableau 4-17**).

La comparaison des années 2002 et 2003, dites sèches, met en évidence la même évolution des valeurs moyennes et des déficits moyens annuels aux trois points sauf, le point F 2003 qui est plus oxygéné, ce qui veut dire que le bouchon vaseux était beaucoup plus en amont qu'en 2002.

Tableau 4-15 : Oxygène dissous au point K PK 30.

| ANNEE K 2003 | | VI-15 - OXYGENE DISSOUS POINT K PK 30 | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---|--|-------|-----------------|--------|-------|--------|---------|--------|--------------------------|------|-------------|-------------|--|--|
| | | TAUX DE SATURATION | | MOY DE LA MAREE | | Moyen | | DEFICIT | | ECART MAXI TRANCHE D'EAU | | Qif: m3.s-1 | | | |
| | | ml/l | % | ml/l | % | ml/l | % | ml/l | % | ml/l | % | ml/l | coefficient | | |
| 24-avr | S | 6,81 | 69,45 | 4,73 | 30,55% | 2,08 | 29,83% | 2,16 | 31,45% | 0,50 | 7,14 | 39 | 635 | | |
| | F | 6,81 | 66,02 | 2,31 | 33,98% | 2,08 | 30,45% | 2,56 | 37,55% | | | | | | |
| 05-mai | S | 6,60 | 73,58 | 1,74 | 26,42% | 1,65 | 25,16% | 1,88 | 28,23% | 0,09 | 1,42 | 70-67 | 600 | | |
| | F | 6,60 | 73,49 | 1,75 | 26,51% | 1,69 | 25,77% | 1,78 | 26,88% | | | | | | |
| 11-juin | S | 6,03 | 68,96 | 1,72 | 31,04% | 1,24 | 20,66% | 2,22 | 36,76% | 0,12 | 2,00 | 69-74 | 544 | | |
| | F | 6,01 | 67,96 | 1,77 | 32,04% | 1,30 | 21,73% | 2,30 | 38,26% | | | | | | |
| 09-juil | S | 5,77 | 82,07 | 1,04 | 17,93% | 0,84 | 14,92% | 1,42 | 24,58% | 0,09 | 1,72 | 58-59 | 174 | | |
| | F | 5,81 | 80,70 | 1,12 | 19,30% | 0,96 | 16,63% | 1,47 | 25,43% | | | | | | |
| 27-août | S | 5,54 | 79,87 | 1,11 | 20,13% | 1,02 | 18,50% | 1,18 | 21,11% | 0,03 | 0,32 | 82-87 | 143 | | |
| | F | 5,52 | 79,95 | 1,11 | 20,05% | 1,02 | 18,68% | 1,16 | 20,79% | | | | | | |
| 10-sept | S | 6,12 | 77,76 | 1,36 | 22,24% | 1,02 | 16,91% | 1,95 | 31,49% | 0,07 | 1,08 | 87-90 | 138 | | |
| | F | 6,12 | 77,06 | 1,41 | 22,94% | 1,04 | 17,21% | 2,00 | 32,24% | | | | | | |
| 23-oct | S | 6,77 | 77,58 | 1,52 | 22,42% | 1,31 | 19,80% | 1,73 | 25,02% | 0,03 | 0,89 | 74-82 | 230 | | |
| | F | 6,78 | 77,27 | 1,54 | 22,73% | 1,31 | 19,86% | 1,73 | 24,98% | | | | | | |
| 12-nov | S | 7,46 | 72,67 | 2,04 | 27,33% | 1,83 | 24,67% | 2,26 | 29,85% | 0,04 | 0,73 | 45-40 | 319 | | |
| | F | 7,46 | 72,46 | 2,06 | 27,54% | 1,80 | 24,47% | 2,26 | 29,85% | | | | | | |
| Moyennes | S | 6,39 | 75,24 | 1,58 | 24,76% | 1,37 | 21,31% | 1,85 | 28,56% | | | | | | |
| | F | 6,39 | 74,37 | 1,63 | 25,63% | 1,40 | 21,85% | 1,91 | 29,50% | | | | | | |
| G | | 6,39 | 74,80 | 1,61 | 25,20% | 1,38 | 21,58% | 1,88 | 29,03% | | | | | | |

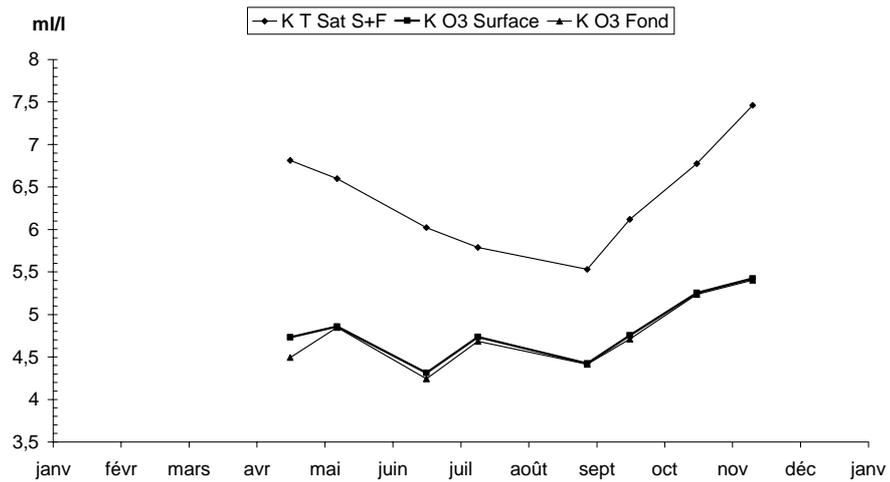


Figure 4-31 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en m/l au Point K (PK 30) en 2003.

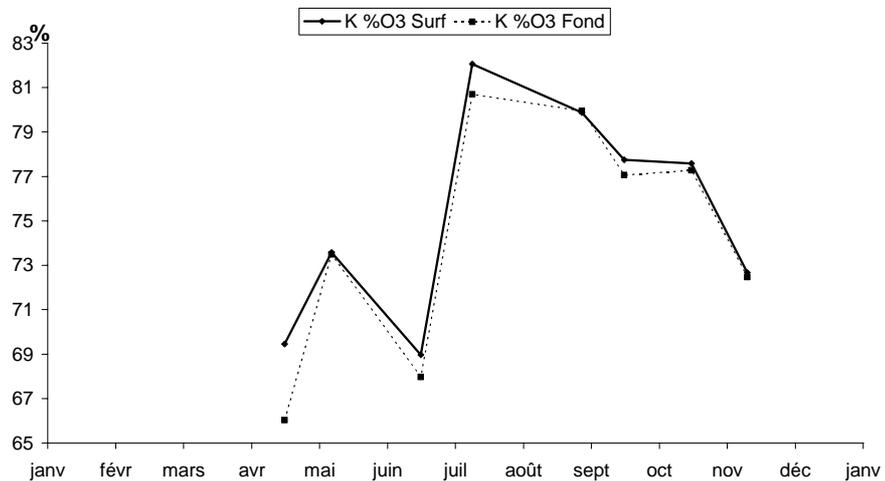


Figure 4-32 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % au Point K (PK 30) en 2003.

4.5.1.3. variations pluriannuelles

Tableau 4-16 : Moyenne des déficits annuels aux points F (PK 67) et E (PK 52) Intervalle de confiance Tn-1.

| | ANNEE | Nombre de valeurs | Moyenne des déficits annuels : ml/l | Intervalle de confiance | n-1 |
|----------------|----------------|-------------------|-------------------------------------|-------------------------|--------|
| Point 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 |
| | 2001 | 64 | 0,997 | 0,0617 | 0,295 |
| | 2002 | 64 | 1,010 | 0,0619 | 0,296 |
| | 2003 | 64 | 0,842 | 0,0752 | 0,360 |
| | Point E | 1978 | 124 | 0,499 | 0,1766 |
| 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 | |
| 2001 | 64 | 0,939 | 0,0845 | 0,405 | |
| 2002 | 64 | 1,170 | 0,0687 | 0,329 | |
| 2003 | 64 | 1,111 | 0,0851 | 0,408 | |

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

Tableau 4-17 : Moyenne des déficits annuels aux points J (PK 52) et K (PK 30) Intervalle de confiance Tn-1.

| | ANNEE | Nombre de valeurs | Moyenne des déficits annuels : ml/l | Intervalle de confiance | n-1 |
|----------------|-------|-------------------|-------------------------------------|-------------------------|-------|
| Point 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 |
| Point K | 1984 | 90 | 1,511 | 0,0678 | 0,387 |
| | 1985 | 90 | 1,419 | 0,0708 | 0,474 |
| | 1986 | 90 | 1,241 | 0,0736 | 0,420 |
| | 1987 | 90 | 1,800 | 0,0790 | 0,451 |
| | 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 | |
| 2001 | 64 | 1,119 | 0,1103 | 0,528 | |
| 2002 | 64 | 1,710 | 0,0509 | 0,244 | |
| 2003 | 64 | 1,605 | 0,0927 | 0,444 | |

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

4.5.2. Variations spatiales

Les variations spatiales sont étudiées longitudinalement (sur la longueur de l'estuaire) et verticalement (sur la tranche d'eau) à partir des mesures effectuées lors des 8 campagnes réalisées au cours de l'année.

4.5.2.1. Variations longitudinales

(Tableau 4-13, Tableau 4-14, Tableau 4-15)

La moyenne des teneurs annuelles 2003 est de :

En surface :

Au Point F :

5,18 ml/l (86,05 %) pour une valeur de saturation de 6,03 ml/l, d'où un déficit de 0,85 ml/l (13,95 %).

Au Point E :

5,09 ml/l (82,78 %) pour une valeur de saturation de 6,16 ml/l, d'où un déficit de 1,07 ml/l (17,22 %)

Au Point K :

4,81 ml/l (75,24 %) pour une valeur de saturation de 6,39 ml/l, d'où un déficit de 1,58 ml/l (24,76 %).

Au fond :

Au point F :

5,17 ml/l (86,23 %) pour une valeur de saturation de 6,00 ml/l, d'où un déficit de 0,84 ml/l (13,77 %)

Au point E :

5,04 ml/l (81,49 %) pour une valeur de saturation de 6,19 ml/l, d'où un déficit de 1,15 ml/l (18,51 %)

Au Point K :

4,75 ml/l (74,37 %) pour une valeur de saturation de 6,39 ml/l, d'où un déficit de 1,63 ml/l (25,63 %)

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

Au Point F :

entre 0,41 ml/l (07,42 %) le 09 Sept. et 1,37 ml/l (20,68 %) le 22 Avril.

Au Point E :

entre 0,70 ml/l (12,04 %) le 11 Sept. et 1,61 ml/l (22,18 %) le 13 Nov.

Au Point K :

entre 1,04 ml/l (17,93 %) le 09 Juillet et 2,31 ml/l (33,98 %) le 24 Avril.

Pour l'année 2003 la comparaison des déficits aux trois points est représentée sur la **Figure 4-36**.

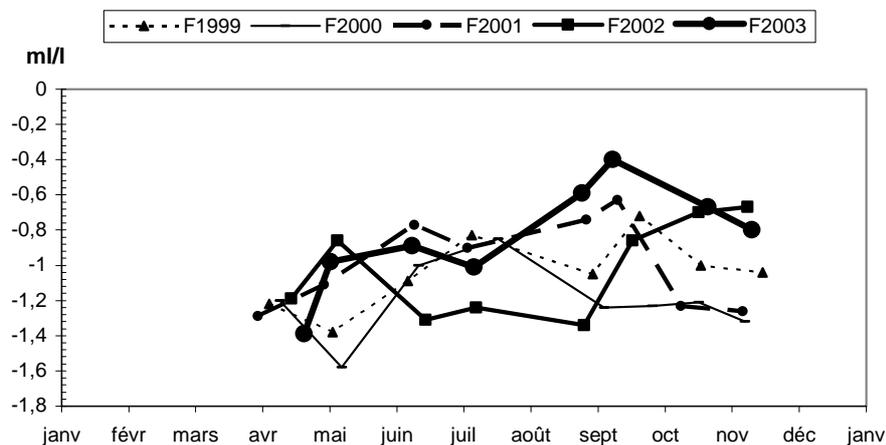


Figure 4-33 : Variations annuelles du déficit en oxygène dissous au Point F (PK 67) (Valeurs moyennes) de 1999 à 2003.

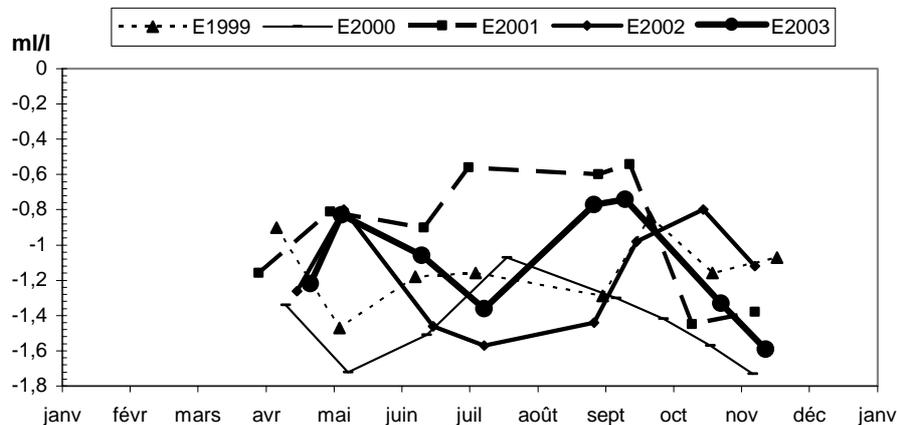


Figure 4-34 : Variations annuelles du déficit en oxygène dissous au Point E (PK 52) (Valeurs moyennes) de 1999 à 2003.

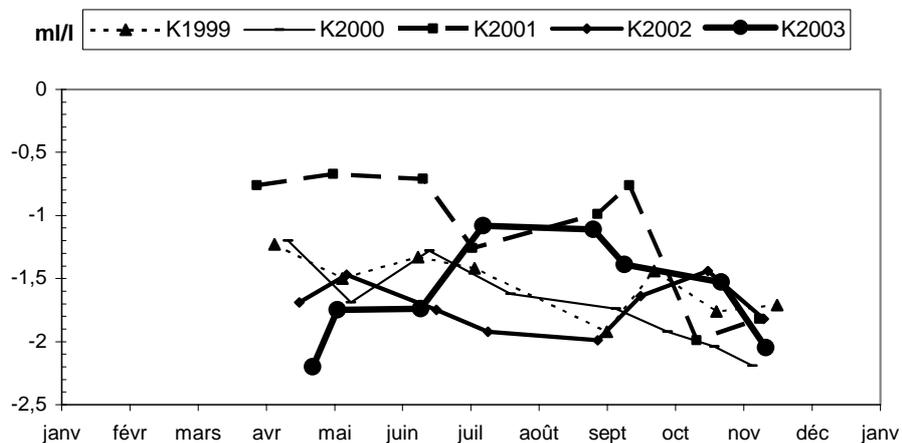


Figure 4-35 Variations annuelles du déficit en oxygène dissous au Point K (PK 30) (Valeurs moyennes) de 1999 à 2003.

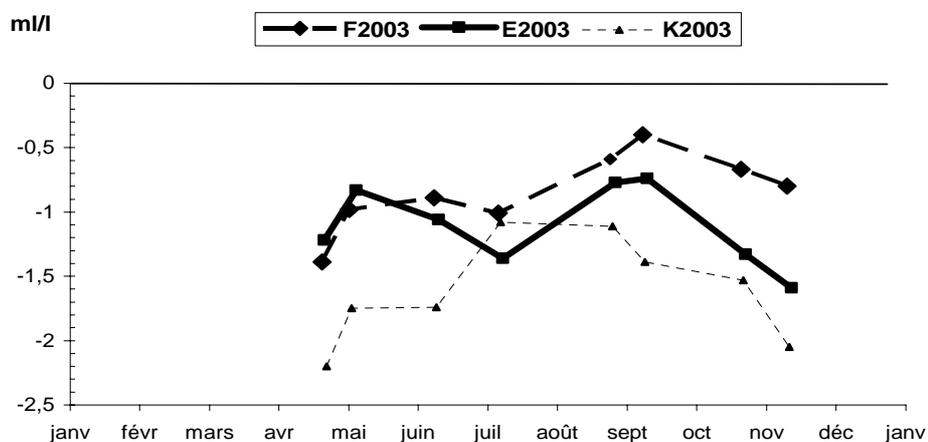


Figure 4-36 Variations du déficit en oxygène dissous au Point F E K (Valeurs moyennes) en 2003.

4.5.2.2. Variations verticales.

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

Au Point F-PK 67 (Tableau 4-13)

Entre 0,02 ml/l (1,37 %) le 11 Novembre et 0,18 ml/l (2,09 %) le 04 Mai. Cette dernière valeur a été observée à mi flot et correspond à des eaux ayant une température de 16,90 °C en surface et 16,90 °C au fond, et de turbidité : 0,374 g/l en surface et 5,672g/l au fond.

Au Point E-PK 52 (Tableau 4-14)

Entre 0,02 ml/l (01,96 %) le 13 Novembre et 0,50 ml/l (9,00 %) le 10 Juillet. Cette dernière valeur a été observée à mi flot et correspond à des eaux ayant une température de 24,90 °C en surface et 24,75°C au fond, et de turbidité : 0,270 g/l en surface et 0,497 g/l au fond.

Au Point K-PK 30 (Tableau 4-15)

Entre 0,03 ml/l (0,89 %) le 23 Octobre et 0,50 ml/l (07,14 %) le 24 Avril. Cette dernière valeur a été observée à mi jusant et correspond à des eaux ayant une température de 16,35 °C en surface et 16,35°C au fond, et de turbidité : 0,614 g/l en surface et 0,864 g/l au fond.

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

5. Paramètres hydrobiologiques

5.1. Carbone organique particulaire

5.1.1. Variations saisonnières

5.1.1.1. Variations des concentrations

Compte tenu de la forte turbidité des eaux de la Gironde, par rapport à un milieu océanique ou fluvial, les concentrations en carbone organique particulaire varient avec celles des matières en suspension (**Figure 5-1 et 5-2**).

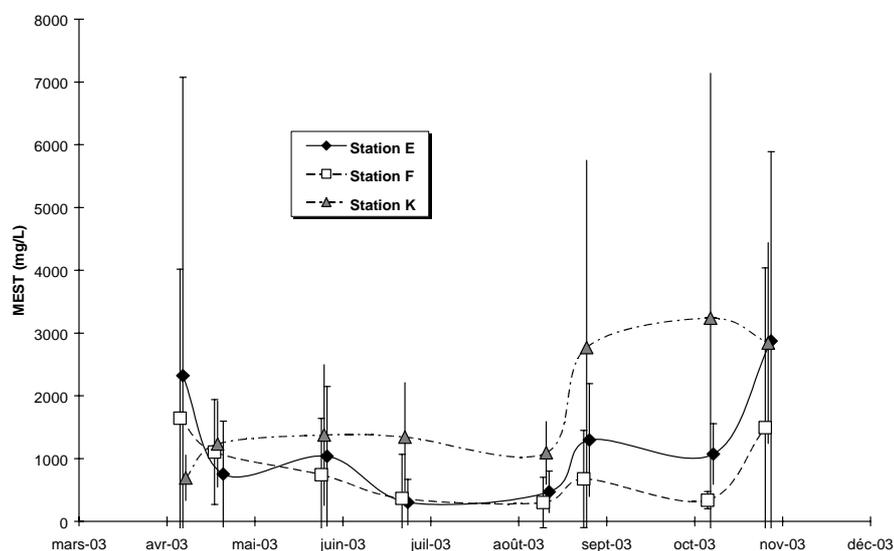


Figure 5-1 : Variations saisonnières des teneurs en matières en suspension.

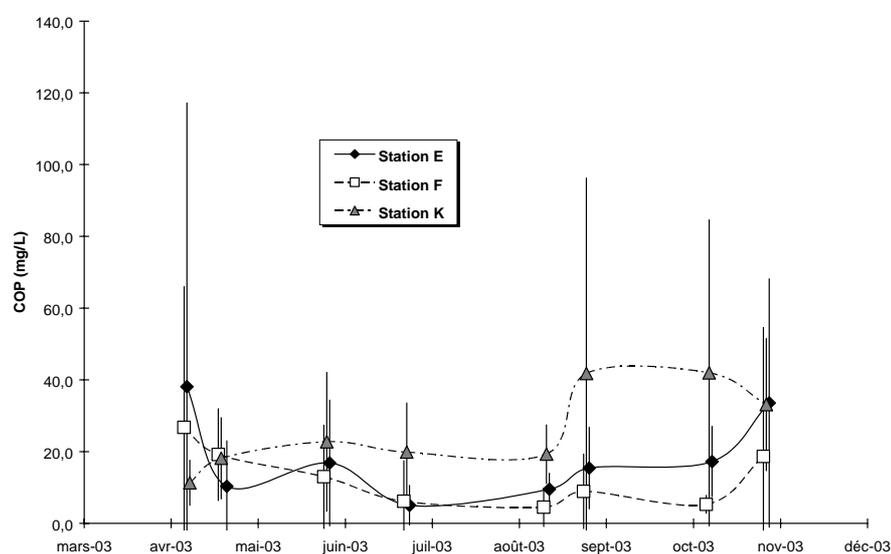


Figure 5-2 : Variations saisonnières des teneurs en carbone organique particulaire.

Pour chaque station, on note toujours une harmonisation des variations saisonnières des teneurs en MES et en COP. Cette harmonisation est caractéristique des eaux de la Gironde en raison de la nature des sédiments drainés par les deux principaux fleuves qui le constituent. Ainsi, la répartition des concentrations en COP par rapport à celles en MES est caractéristique de l'estuaire (Figure 5-3).

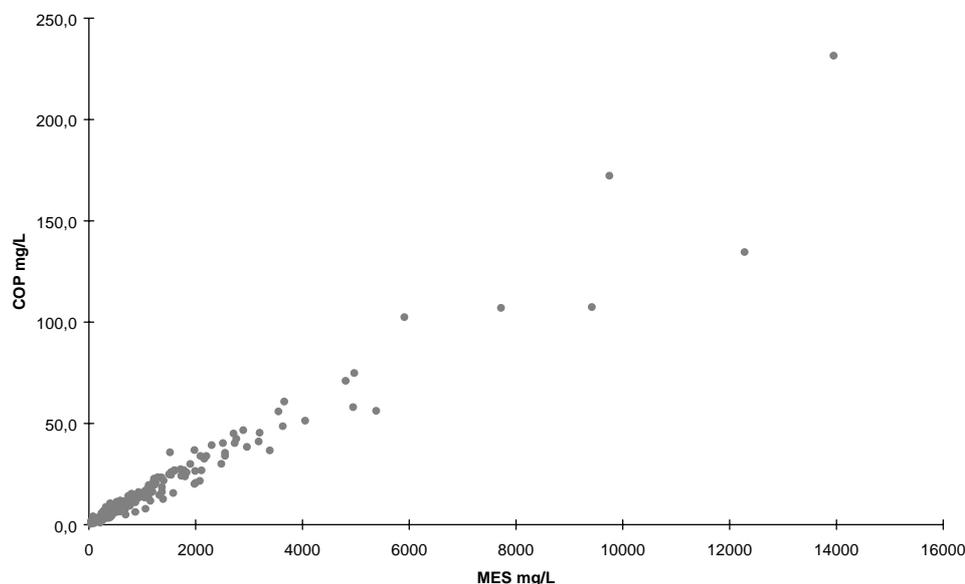


Figure 5-3 : Répartition des concentrations en COP par rapport à celles de MES.

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 les MES (mg/L).

| | Nb | Pente | Ordonnée | r | RV ¹² | α ¹³ |
|-------------------|-----|-------|----------|------|------------------|------------------------|
| Toute stations | 192 | 1,42 | 0,52 | 0,98 | 3674 | 3.10^{-126} |
| Station E | 64 | 1,47 | 0,53 | 0,98 | 1199 | 3.10^{-42} |
| Station E fond | 32 | 1,48 | -0,71 | 0,98 | 699 | 2.10^{-22} |
| Station E surface | 32 | 1,05 | 1,91 | 0,91 | 142 | 7.10^{-13} |
| Station F | 64 | 1,51 | 0,24 | 0,99 | 3075 | 2.10^{-54} |
| Station F fond | 32 | 1,51 | 0,27 | 0,99 | 1562 | 2.10^{-27} |
| Station F surface | 32 | 1,33 | 0,73 | 0,86 | 86 | 2.10^{-10} |
| Station K | 64 | 1,32 | 1,93 | 0,96 | 762 | 2.10^{-36} |
| Station K fond | 32 | 1,28 | 4,02 | 0,95 | 285 | 7.10^{-17} |
| Station K surface | 32 | 1,37 | 0,42 | 0,95 | 272 | 1.10^{-16} |

¹² Rapport des variances établies à partir des écarts quadratiques.

¹³ Risque α selon la loi de Snédécour (Loi F) pour $u_1 = 1$ et $u_2 = N - 2$ degrés de liberté.

Cependant, il apparaît une disparité dans les paramètres des régressions linéaires ; cette disparité est fonction de la station considérée et du niveau. En effet, pour les trois stations, les valeurs de ces paramètres sont plus faibles en surface qu'au fond. De plus, pour 2003, la dégradation de la validité des régressions aux stations F et E en surface est très nette. Comme nous le verrons, il semble que ce phénomène soit dû à la forte intrusion des eaux halines dans l'estuaire de la Gironde.

5.1.1.2. Variations du rapport COP/MES

Tout niveau confondu, on constate que les variations saisonnières du rapport COP/MES est à peu près similaire aux trois stations considérées pour les trois dernières campagnes de la période d'étude (**Figure 5-4**). Pour les campagnes des mois de juin à août, les valeurs enregistrées sont plus disparates, indiquant des écarts importants entre stations, niveaux et temps de marée.

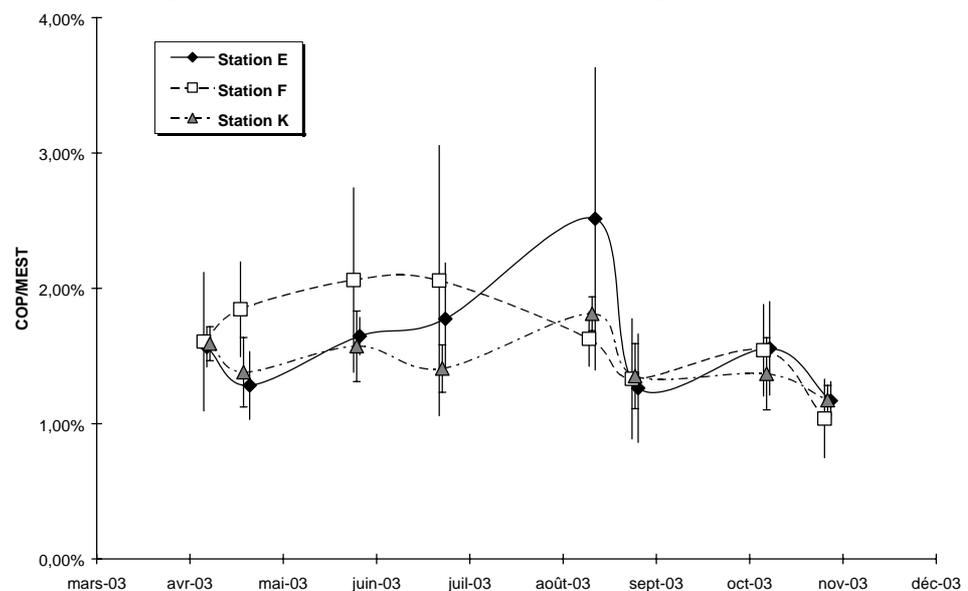


Figure 5-4 : Variations saisonnières du rapport COP/MES.

Pour les trois stations de l'estuaire, au fond, les variations saisonnières du rapport COP/MES ne présentent que de faibles amplitudes. De plus, lors de chaque campagne et pour chaque station, les valeurs évoluent peu en fonction du temps de marée (barres d'erreurs, **Figure 5-5**).

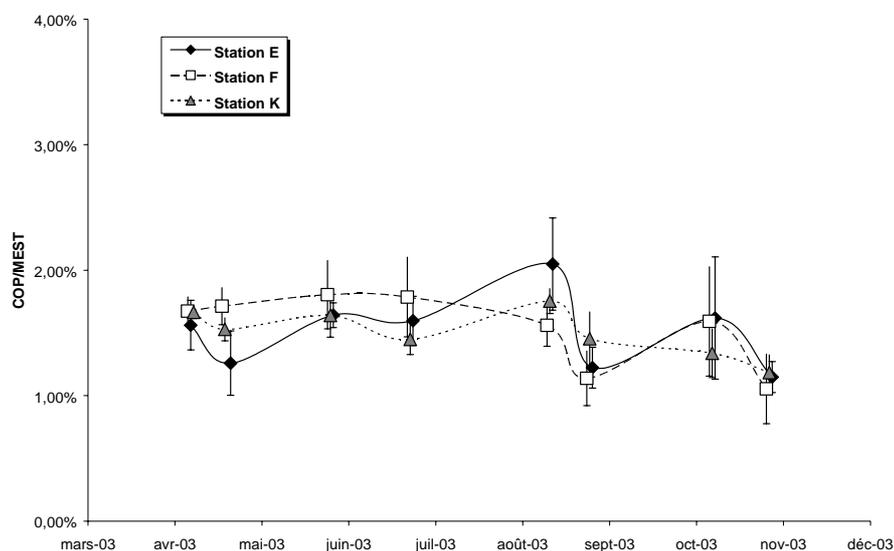


Figure 5-5 : Variations saisonnières du rapport COP/MES au fond.

En surface, l'amplitude des variations saisonnières est beaucoup plus importante. A la station F, les valeurs des moyennes des campagnes de mai, juin et août dépassent 2%. A la station E, cette moyenne est proche de 3% lors de la campagne du mois d'août. Ces valeurs importantes sont associées à des amplitudes importantes au cours de chaque marée (barres d'erreurs, **Figure 5-6**). En revanche, pour la station K, les moyennes et les amplitudes sont proches de celles enregistrées au niveau du fond.

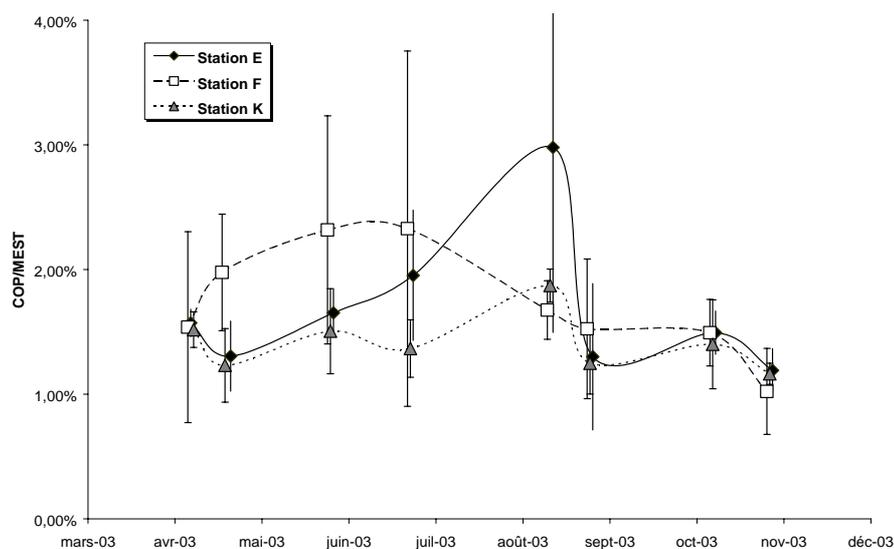


Figure 5-6 : Variations saisonnières du rapport COP/MES en surface.

Comme nous le verrons lors de l'étude des pigments chlorophylliens, cette augmentation du rapport COP/MES, pour les stations les plus en aval, est due à l'intrusion importante des eaux marines dans l'estuaire au cours de la période d'étiage ; ces eaux présentent des teneurs en matières en suspension très faibles.

5.1.2. Relation avec les paramètres hydrobiologiques

5.1.2.1. Relation avec la salinité

Malgré l'intrusion importante des eaux océaniques au cours de la période estivale, aucune relation entre le rapport COP/MES et la salinité n'a pu être mise en évidence pour l'année 2003 (**Figure 5-7**). Les variations importantes enregistrées aux stations E et F (cf. ci-dessus) sont associées à des salinités relativement élevées pour ces stations.

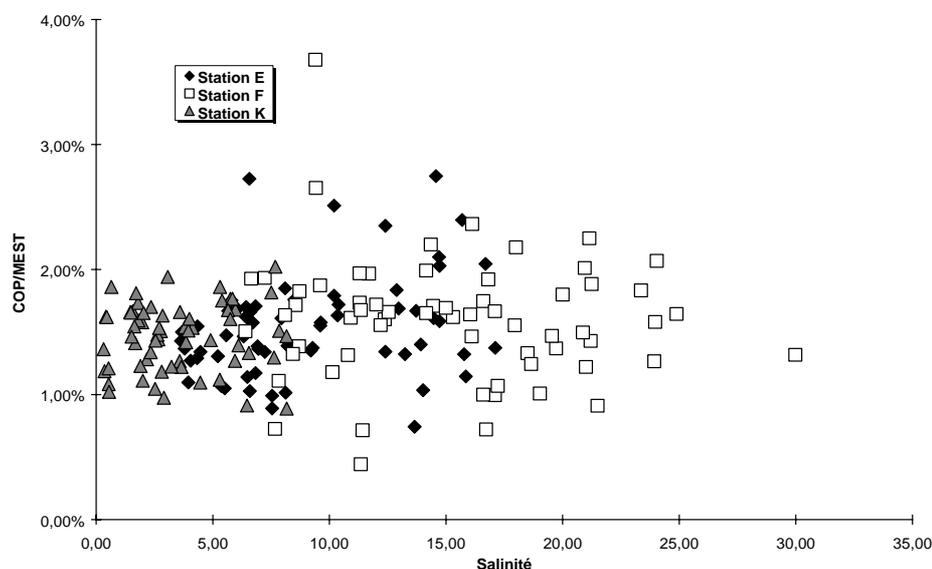


Figure 5-7 : Répartition des valeurs du rapport COP/MES avec la salinité, toutes stations et niveau confondus.

5.1.2.2. Relation avec le déficit en oxygène dissous

L'examen du graphe présentant la répartition des valeurs du rapport COP/MES en fonction de celles du déficit en oxygène dissous (**Figure 5-8**), ne permet pas d'observer de relation.

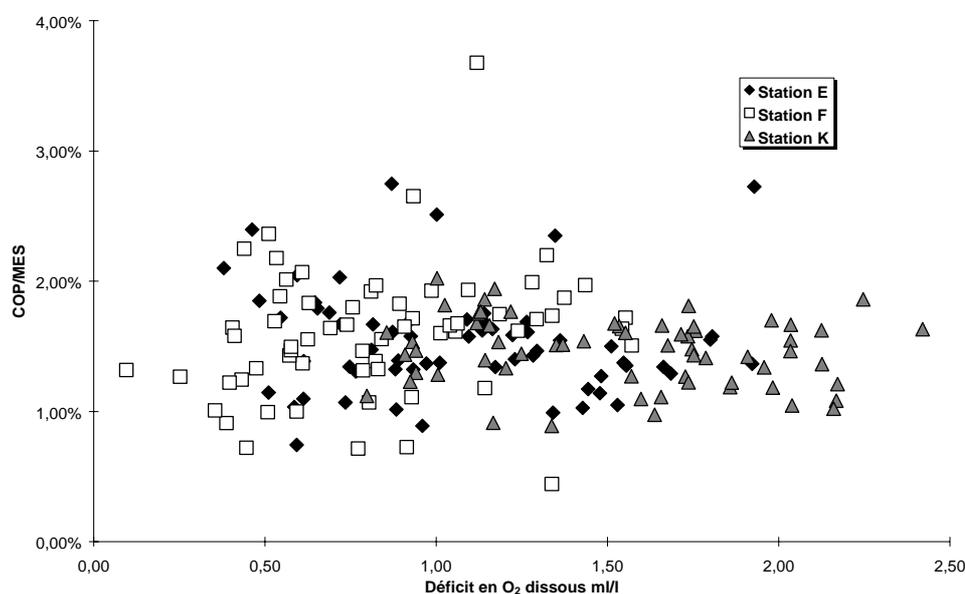


Figure 5-8 : Répartition des valeurs du rapport COP/MES avec le déficit en oxygène dissous, toutes stations et niveau confondus.

5.1.2.3. Relation avec les matières en suspension

Comme il en a été fait état ci-dessus, pour les stations E et F, les valeurs extrêmes du rapport COP/MES (**Figure 5-9**) sont associées à des teneurs en matières en suspension faibles (inférieures à 1 g/L).

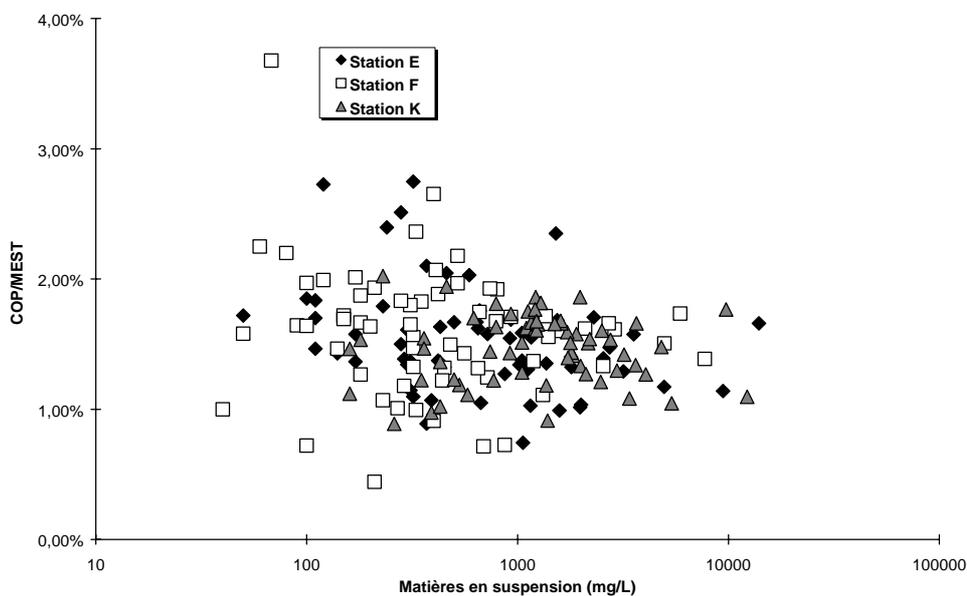


Figure 5-9 : Répartition des valeurs du rapport COP/MES avec les teneurs en MES, toutes stations et niveau confondus.

5.1.3. Evolution des moyennes annuelles

5.1.3.1. Concentrations

A l'instar des mesures réalisées sur une année, l'évolution des moyennes annuelles des concentrations en matières en suspension – MES en mg/L, et celles du carbone organique particulaire – COP en mg/L, sont à peu près identiques.

Pour 2003, les valeurs des moyennes annuelles sont proches de celles enregistrées en 2002 (**Figures 5-10 à 5-12**).

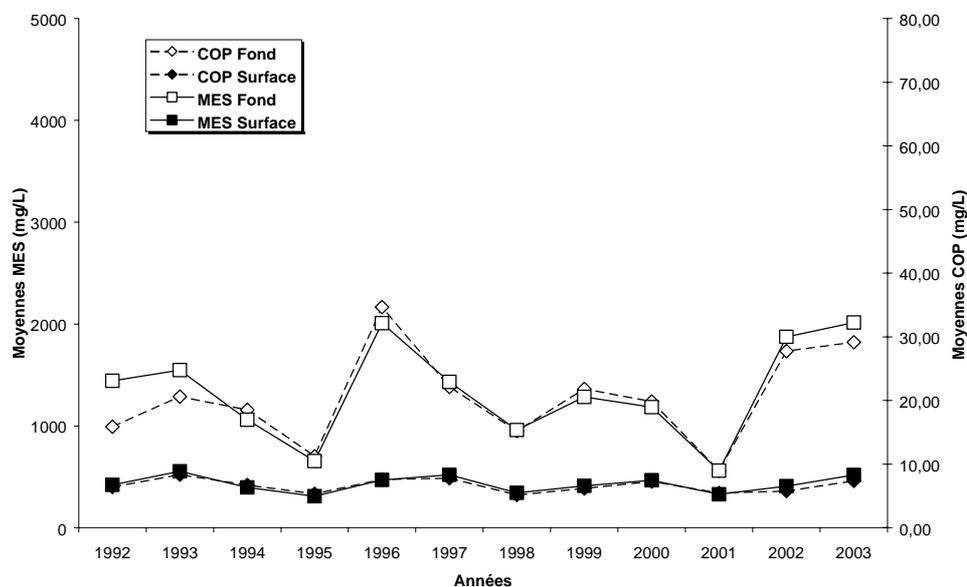


Figure 5-10 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et en COP à la station E.

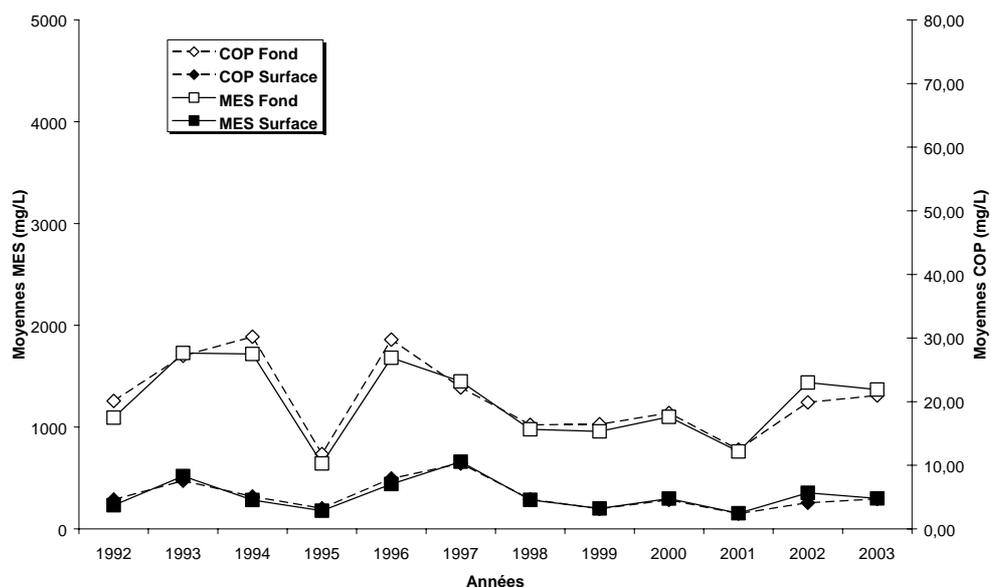


Figure 5-11 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et en COP à la station F.

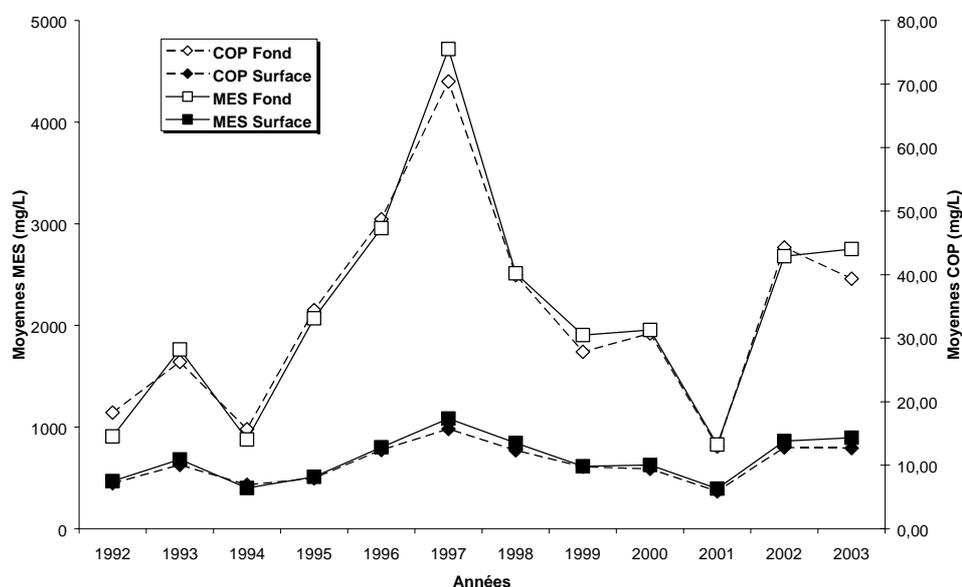


Figure 5-12 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et en COP à la station K.

Le **tableau 5-2** 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. L'augmentation de la dispersion des valeurs – augmentation du risque (α), associée à la diminution notable de la valeur de la moyenne annuelle, enregistrée en 2002, bien que moins sensible, reste toujours d'actualité.

Tableau 5-2 : Paramètre des droites de régressions entre les concentrations en COP (mg/L) et celles des MES (mg/L) pour la période 1993-2003.

| | Nb | Pente | Ordonnée | R | RV | α | COP/MES |
|-------------|-----|-------|----------|------|-------|---------------|---------|
| 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} | 1,62% |
| 2001 | 192 | 1,61% | -0,1 | 0,99 | 8907 | 1.10^{-161} | 1,62% |
| 2002 | 191 | 1,50% | -0,3 | 0,97 | 2662 | 3.10^{-113} | 1,46% |
| 2003 | 192 | 1,42% | 0,5 | 0,98 | 3674 | 3.10^{-126} | 1,57% |

5.1.3.2. Rapport COP/MES

Compte tenu des observations faites précédemment, on constate que pour les stations E et F les valeurs des moyennes annuelles des rapports COP/MES en surface sont en nette augmentation par rapport à celles enregistrées en 2002 (**Figure 5-13 et 5-14**) ; pour ces deux stations, au niveau du fond, les valeurs sont conformes à celles des années précédentes. A la station K les valeurs de surface et de fond sont proches et conformes à celles obtenues les années précédentes (**Figure 5-15**).

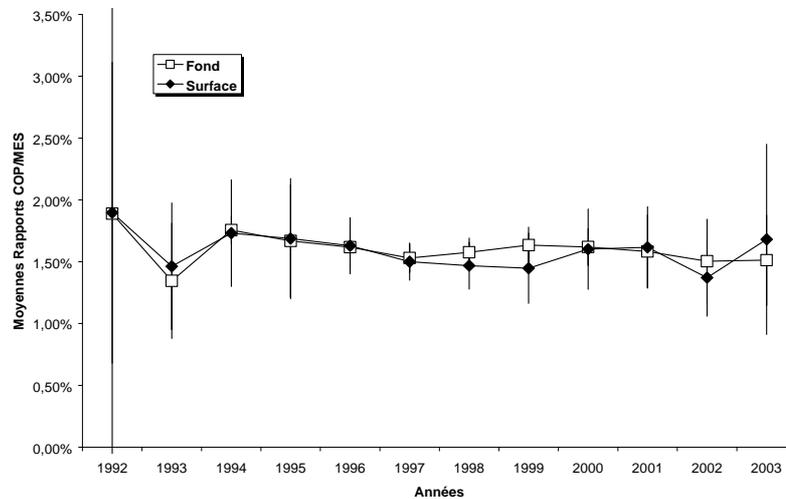


Figure 5-13 : Evolution des moyennes annuelles du rapport COP/MES à la station E.

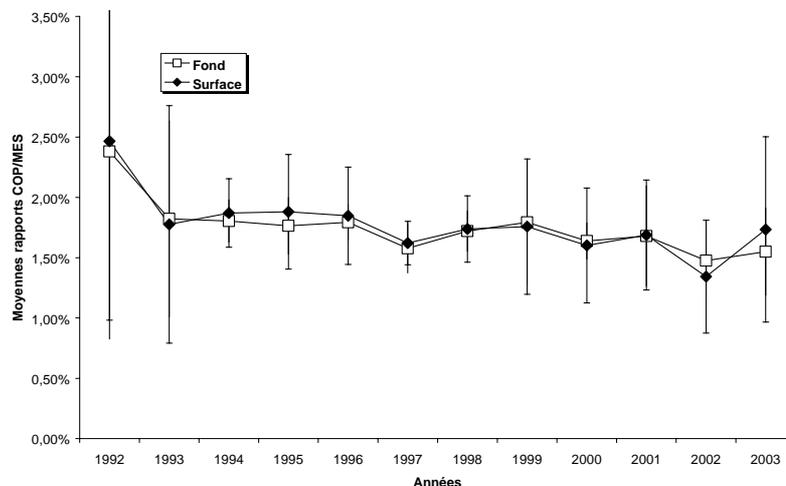


Figure 5-14 : Evolution des moyennes annuelles du rapport COP/MES à la station F.

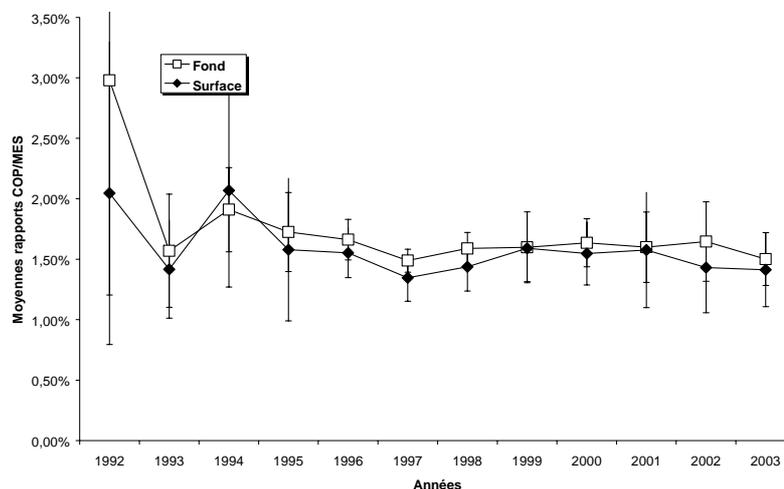


Figure 5-15 : Evolution des moyennes annuelles du rapport COP/MES à la station K.

5.2. Chlorophylle et phéopigments

5.2.1. Variations saisonnières

5.2.1.1. Concentration en chlorophylle (a)

L'année 2003 a été caractérisée par une teneur élevée en chlorophylle (89,7 µg/L) enregistrée à la station F à pleine mer lors de la campagne du mois de juillet (**Figure 5-16**). Cette valeur exceptionnelle masque quelque peu l'augmentation des teneurs enregistrées pour le reste de l'année.

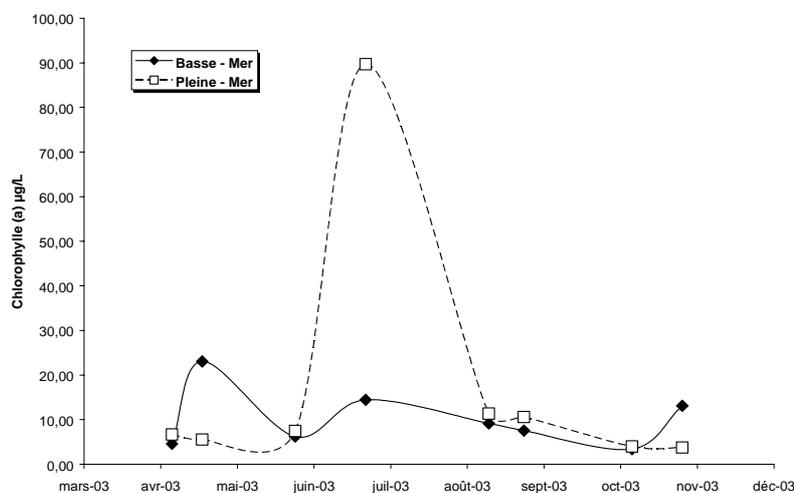


Figure 5-16 : Variations saisonnières des concentrations en chlorophylle (a) à la station F.

A la station E, les teneurs les plus élevées sont enregistrées au cours de la dernière campagne (**Figure 5-17**) ; la valeur de pleine mer est supérieure à celle de basse mer.

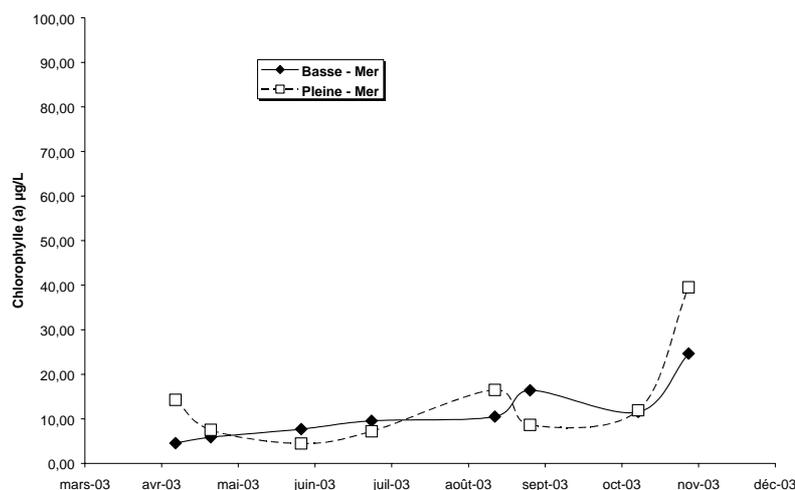


Figure 5-17 : Variations saisonnières des concentrations en chlorophylle (a) à la station E.

Pour la station K, les teneurs les plus élevées sont enregistrées à basse mer (**Figure 5-18**). Un premier pic de chlorophylle apparaît lors de la campagne du mois de juin ; puis au cours de l'automne les teneurs ont augmenté jusqu'au mois de novembre.

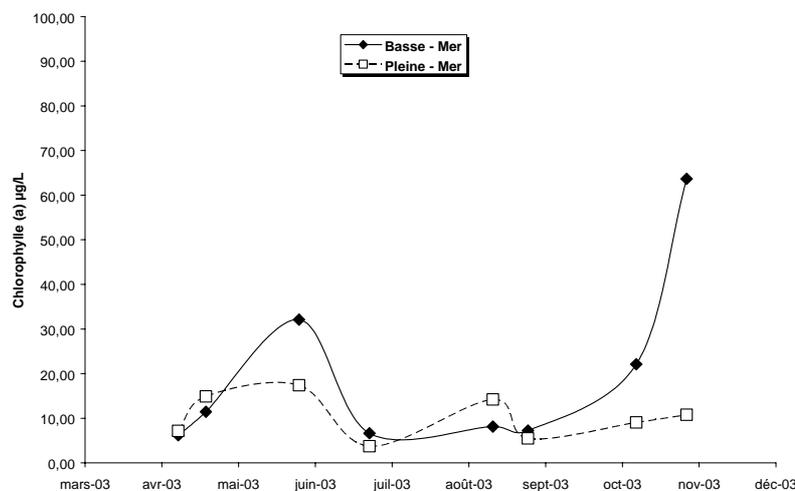


Figure 5-18 : Variations saisonnières des concentrations en chlorophylle (a) à la station K.

5.2.1.2. Normalisation au COP

Compte tenu de la nature particulière et organique du phytoplancton, il paraît judicieux de rapprocher les concentrations de celles en carbone organique particulaire, exprimées dans les mêmes unités.

Pour la station E (**Figure 5-19**), cette normalisation montre des valeurs plus élevées au cours de la période estivale à pleine mer. En revanche la teneur du mois de novembre est liée à une augmentation du carbone organique, la proportion de chlorophylle (a) n'augmentant que très faiblement.

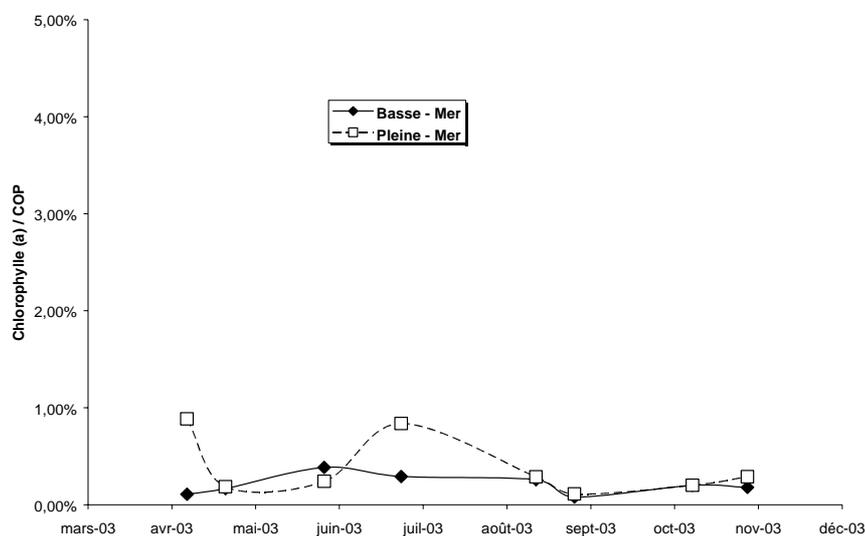


Figure 5-19 : Variations saisonnières du rapport entre la chlorophylle (a) et le COP à la station E.

En revanche, à la station F la teneur élevée enregistrée lors de la campagne du mois de juillet représente plus de 5% de la teneur en COP (**Figure 5-20**). Il est à noter que les valeurs de cette normalisation, pour cette station et ce temps de marée, restent élevées au cours des campagnes des mois d'août et de septembre.

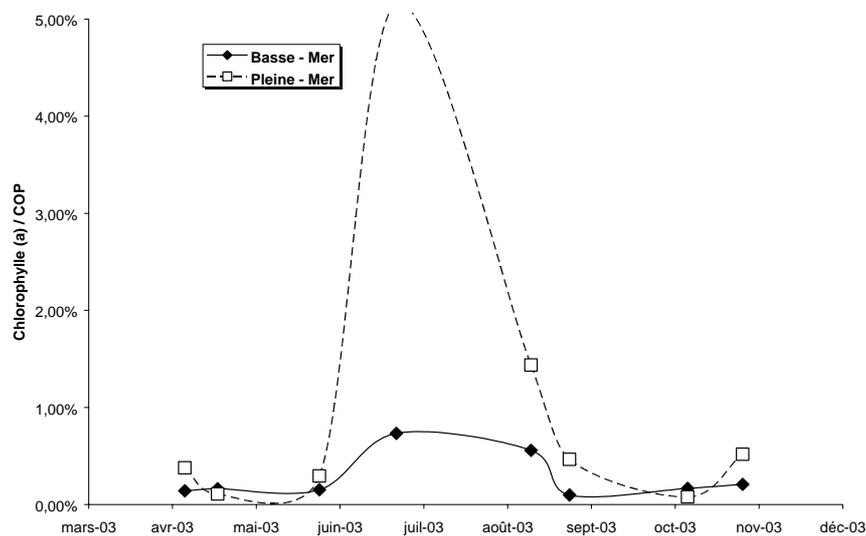


Figure 5-20 : Variations saisonnières du rapport entre la chlorophylle (a) et le COP à la station F.

A la station K les variations saisonnières de cette normalisation sont sensiblement identiques pour les deux temps de marée (**Figure 5-21**). Le rapport augmente légèrement lors de la campagne du mois de juin, augmentation de la proportion de chlorophylle dans le COP. En revanche, comme pour la station E, la teneur en chlorophylle (a) élevée du mois de novembre 2003 est associée à une augmentation du COP, sans augmentation de la proportion de chlorophylle (a) dans le COP.

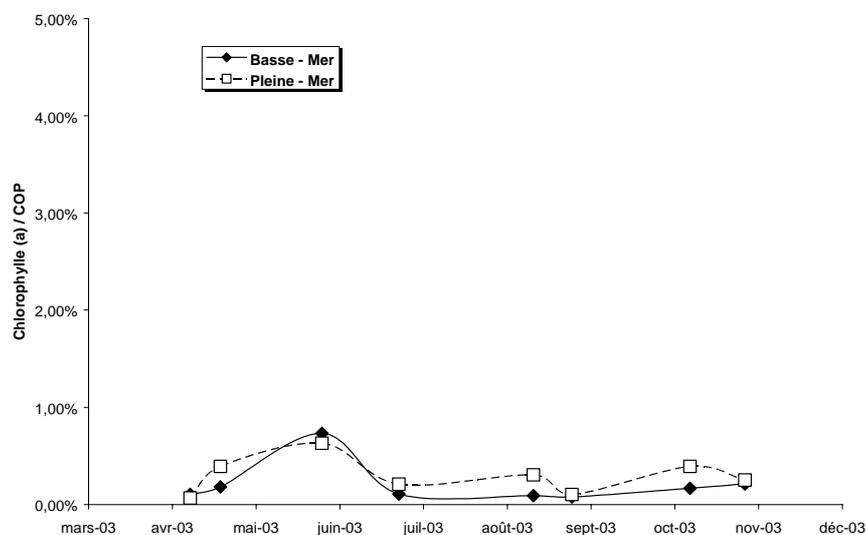


Figure 5-21 : Variations saisonnières du rapport entre la chlorophylle (a) et le COP à la station K.

5.2.2. Evolution des moyennes annuelles

5.2.2.1. Concentrations en chlorophylle (a)

Pour les trois stations, les concentrations moyennes annuelles sont supérieures à la moyenne pluriannuelle 1992 – 2003 (11,75 µg/L toutes stations et temps de marée confondus) ; (**Figure 5-22**). De plus, elles sont en nette augmentation par rapport à celles des cinq années précédentes.

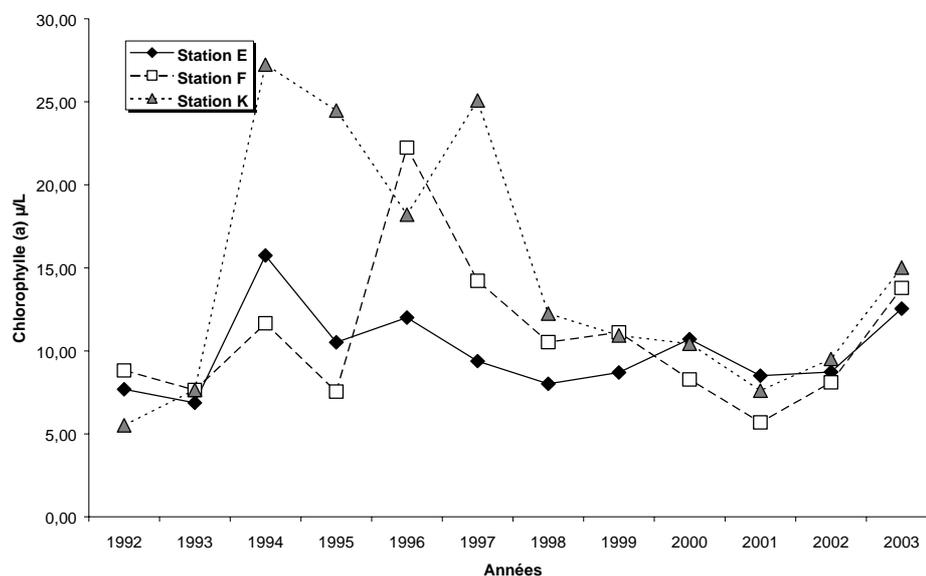


Figure 5-22 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en chlorophylle (a) µg/L.

5.2.2.2. Normalisation au COP

La normalisation au COP accentue l'augmentation des valeurs pour la station F. En revanche, pour les stations E et K, les valeurs sont proches de celles des années précédentes (**Figure 5-23**).

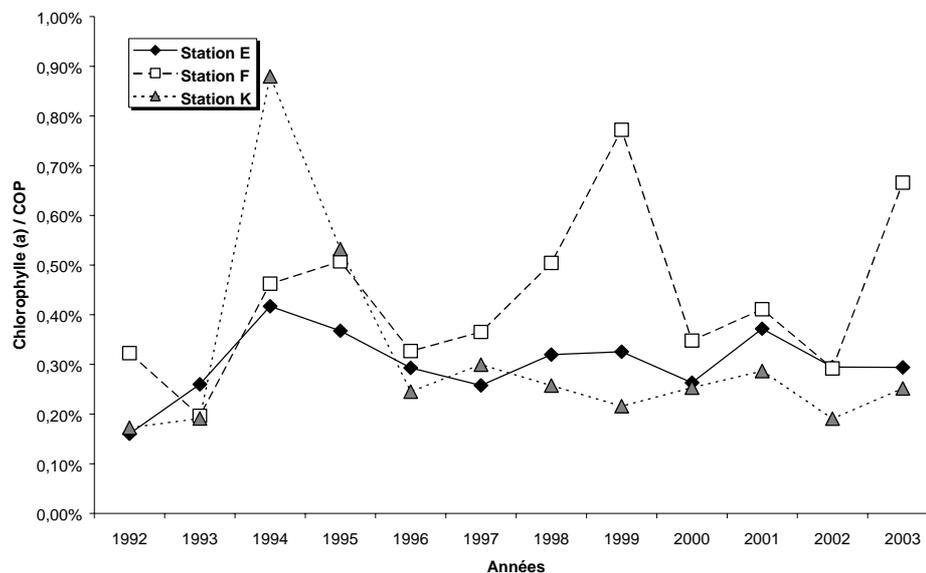


Figure 5-23 : Evolution des moyennes annuelles des rapports chlorophylle (a) / COP.

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. En 2003, aucun apport n'a été constaté au cours de la période de crues, et les teneurs sont restées élevées au cours de la période d'étiage. De plus, d'une manière générale, les concentrations enregistrées ne présentent que peu d'écart entre basse et pleine mer ; les teneurs de basse mer étant toujours supérieures à celles de pleine mer. Or, pour 2003, les écarts entre basse et pleine mer sont significatifs ; des inversions ont été enregistrées pour les campagnes d'avril et de juin 2003 (**Figure 5-24**)

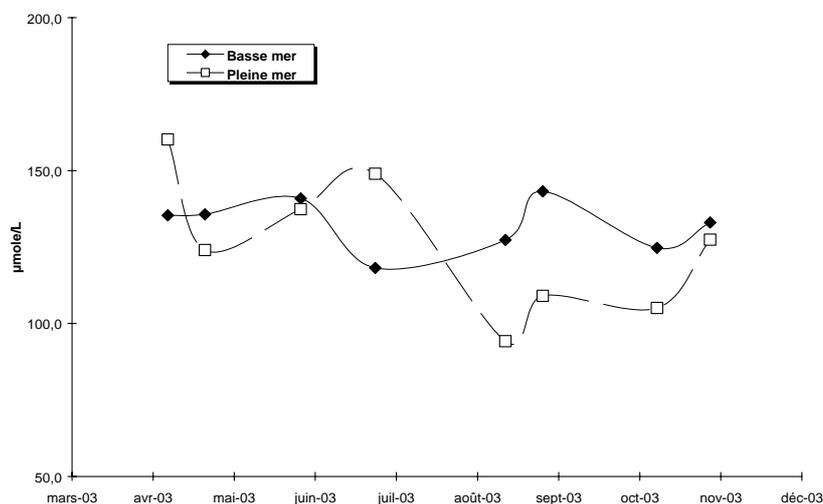


Figure 5-24 : Variations saisonnières des concentrations en NO_2+NO_3 à la station E.

Les variations saisonnières des teneurs en orthophosphates sont caractérisées par des valeurs élevées lors de la campagne du mois d'octobre (**Figure 5-25**). Les teneurs sont faibles en période hivernale. La dilution due aux apports océaniques en période estivale provoque une diminution des teneurs pour les campagnes d'août et de septembre. Les écarts entre basse mer et pleine mer sont restés faibles.

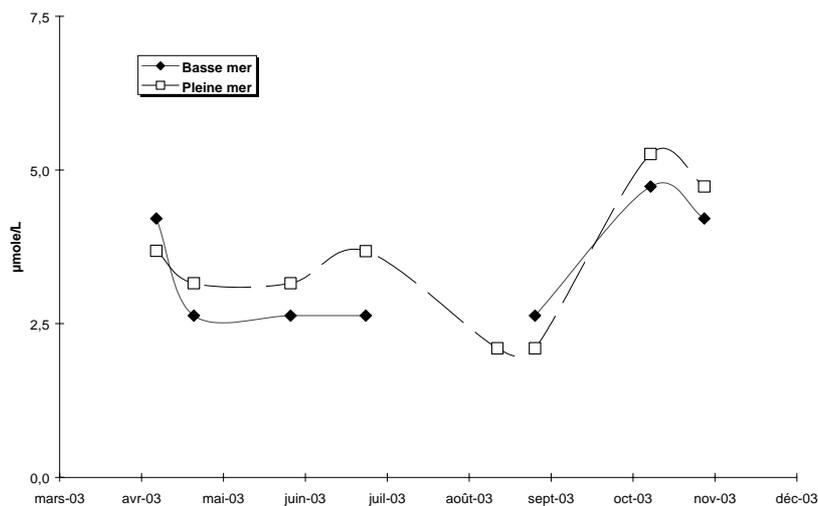


Figure 5-25 : Variations saisonnières des concentrations en PO_4 à la station E.

En raison des faibles apports en azote oxydé, les valeurs des rapports N/P oscillent autour de 50 d'avril à septembre (**Figure 5-26**). L'augmentation des

teneurs en orthophosphates a entraîné une diminution des valeurs de ce rapport pour les campagnes d'octobre et de novembre.

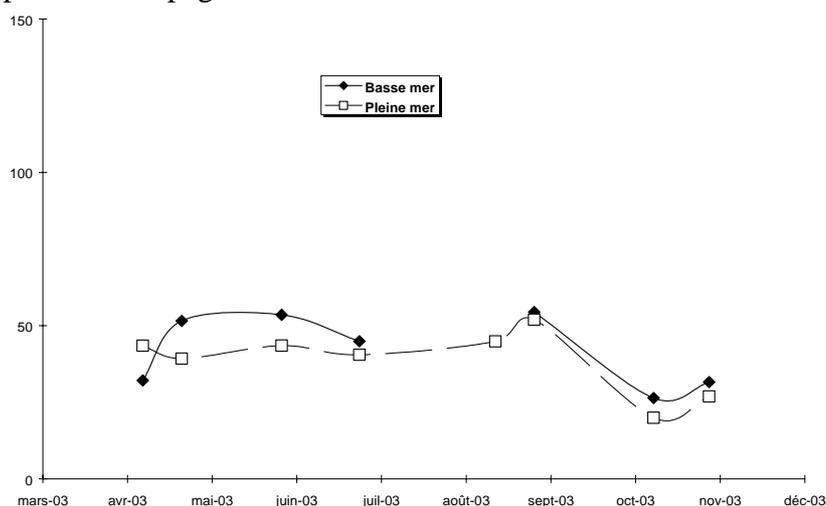


Figure 5-26 : Variations saisonnières du rapport N/P à la station E.

5.3.2. Variation avec la salinité et le déficit en oxygène dissous

Pour 2003, aucune relation entre la salinité et le rapport N/P n'a pu être dégagée (**Figure 5-27**).

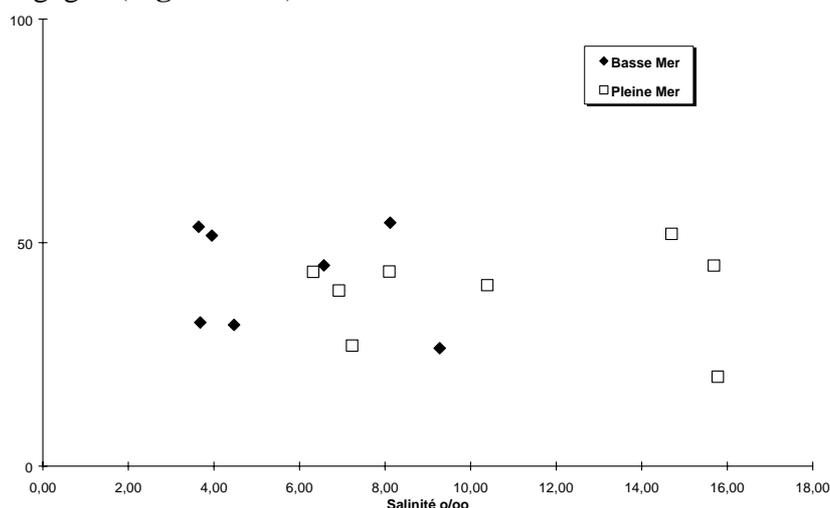


Figure 5-27 : Variations du rapport N/P avec la salinité à la station E.

En revanche, il est bon de noter que pour 2003, à basse mer, le déficit en oxygène dissous a tendance à augmenter lorsque la teneur en azote oxydé augmente (**Figure 5-28**).

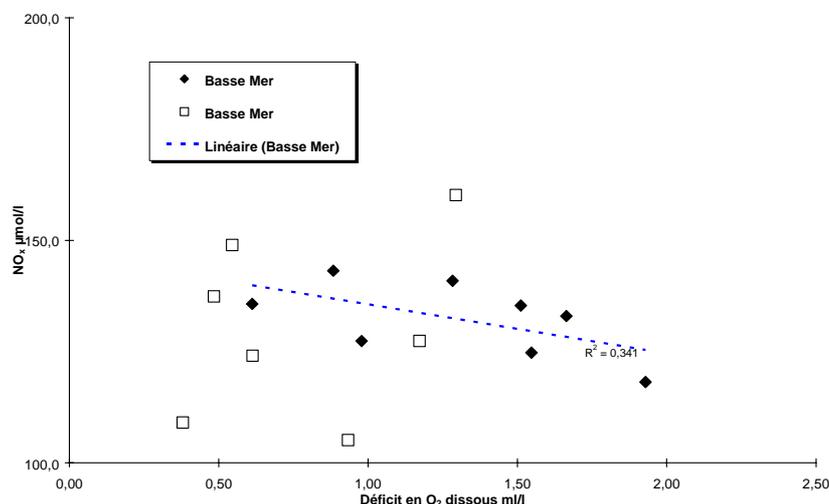


Figure 5-28 : Variations des concentrations en NO₂₊₃ avec la déficite en oxygène dissous à la station E.

5.3.3. Evolution des moyennes annuelles

En dehors de toutes variations saisonnières, les années 2001 à 2003 sont caractérisées par des teneurs moyennes annuelles en NO₂₊₃ faibles (**Figure 5-29**). Pour 2003, l'absence d'apports fluviaux est à l'origine de ce phénomène ; la valeur de la moyenne (129,0 µmol/L) est nettement inférieure à la valeur pluriannuelle 1992 – 2003 (139,5 µmol/L).

La moyenne annuelle des teneurs en orthophosphates pour 2003 est proche de celle enregistrée en 2002. La valeur (3,4 µmol/L) est plus élevée que la moyenne pluriannuelle 1992 – 2003 (3,0 µmol/L).

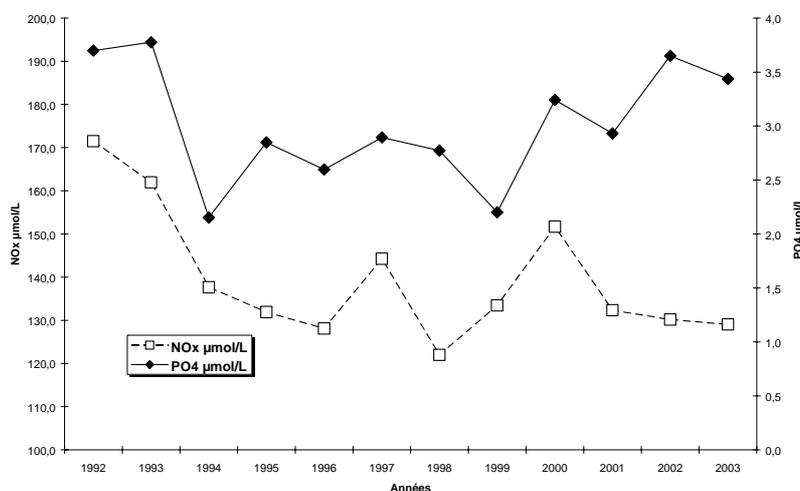


Figure 5-29 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en NOX et en PO4 à la station E.

6. *Vibrio* halophiles

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

En raison de l'absence de crues printanières, les *Vibrio* sont présents dès la campagne du mois de mai 2003. Ils ont persisté jusqu'à la fin de la période d'étude.

A la station E (**Figure 6-1**), l'intrusion des eaux océaniques n'a eu que peu d'effet sur l'abondance de *Vibrio*. D'une manière générale, les valeurs de basse et pleine mer sont proches.

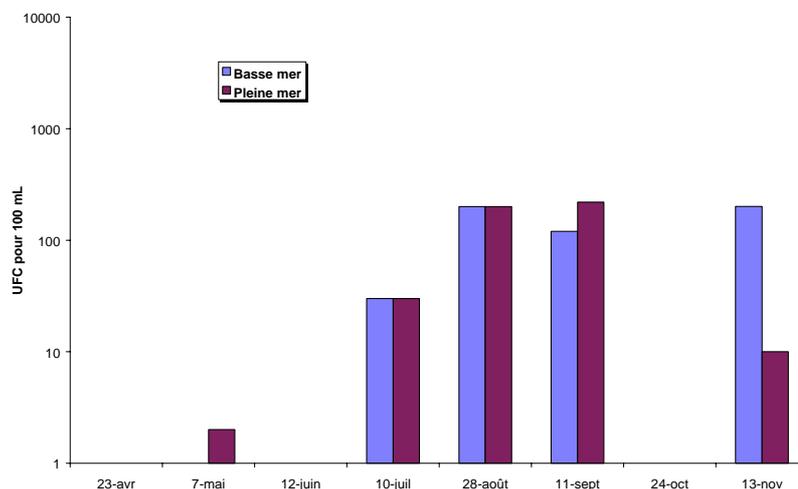


Figure 6-1 : Variations saisonnières des teneurs en *Vibrio halophiles* à la station E.

A la station F (**Figure 6-2**), les teneurs sont plus élevées, notamment en période d'étiage en raison des conditions de température et de salinité favorables au développement de ces microorganismes. Les écarts entre basse et pleine mer sont faibles.

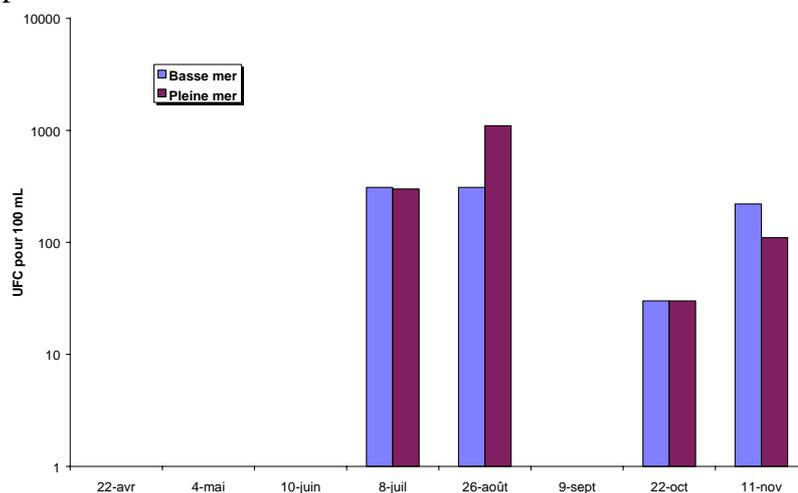


Figure 6-2 : Variations saisonnières des teneurs en *Vibrio halophiles* à la station F.

Contrairement aux années précédentes, les teneurs enregistrées à la station K (**Figure 6-3**), bien que plus en amont, sont importantes, surtout à pleine mer en période d'étiage. Il semble que les températures élevées et les salinités relativement élevées soient responsables de ce phénomène.

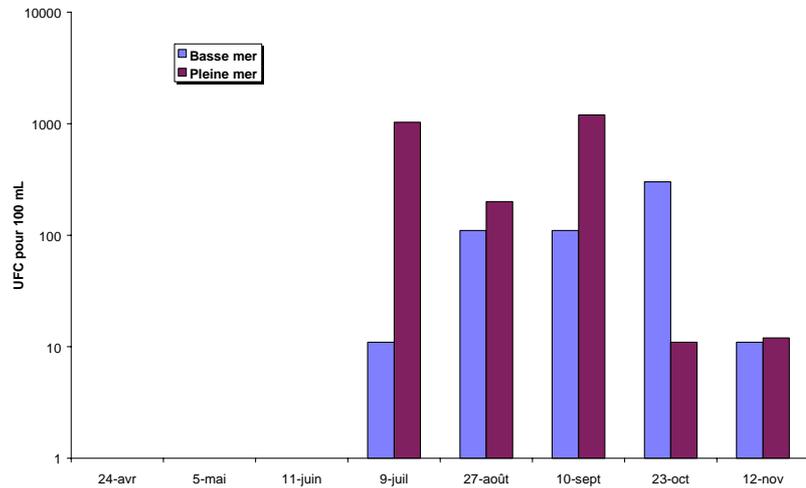


Figure 6-3 : Variations saisonnières des teneurs en Vibrio halophiles à la station K.

6.1.2. Evolution avec la salinité et la température

Des abondances supérieures à 100 UFC¹⁴ pour 100 mL sont enregistrées pour des salinités et des températures assez faibles (**Figure 6-4**). En revanche les dénombrements les plus élevés lorsque la température de l'eau est supérieure à 20 °C et la salinité supérieure à 3.

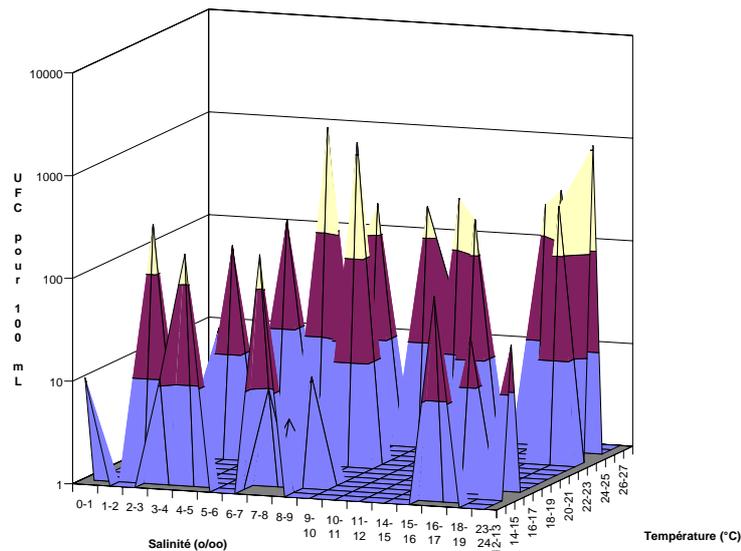


Figure 6-4 : Evolution des dénombrements des Vibrio halophiles avec la salinité et la température, toutes stations confondues

¹⁴ UFC = Unité Formant Colonie

6.1.3. Evolution des moyennes annuelles

Paradoxalement le nombre de dénombrements positifs pour 2003 est en diminution par rapport à ceux des trois dernières années pour les station E et F. Pour la station K, le pourcentage de dénombrements est sensiblement identique à celle enregistrée en 2002 (**Figure 6-5**).

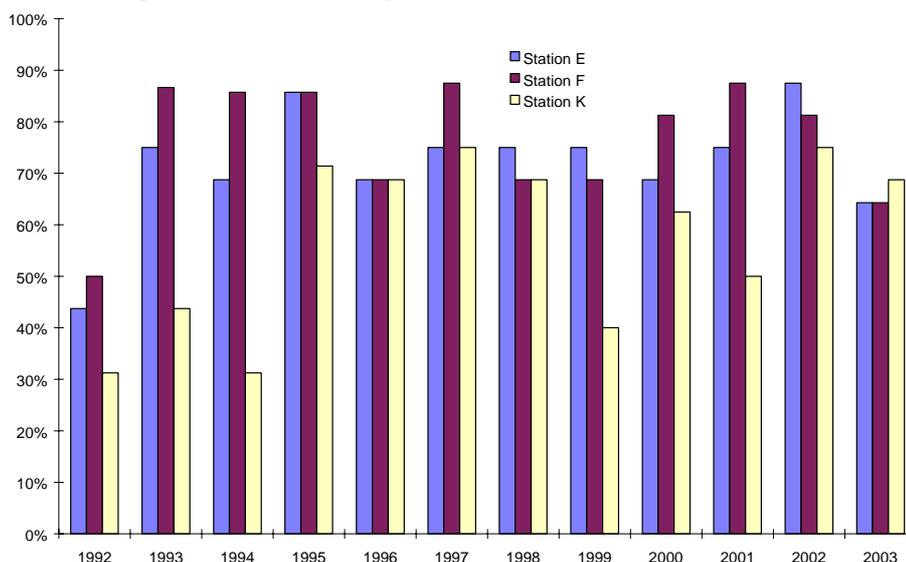


Figure 6-5 : Evolution des dénombrements du pourcentage de dénombrements positifs de *Vibrio halophiles*.

6.2. Spéciation

6.2.1. Souches identifiées

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 :

- 22,0 % des souches sont des *Vibrio parahaemolyticus* ;
- 43,3 % des souches sont des *Vibrio alginolyticus* ;
- 31,3 % des souches sont des *Vibrio vulnificus* ;
- 1,7 % des souches sont des *Vibrio cholerae* ;
- 1,5 % des souches sont des *Vibrio fluvialis* ;
- < 0,1 % des souches sont des *Vibrio mimicus*.

Les *Vibrio cholerae* ont été tous trouvés à la station E en mai à pleine mer (1 UFC / 100 mL) en novembre à basse mer (1 UFC / 100 mL), à la station F en novembre à pleine mer (10 UFC / 100 mL) et à la station K en octobre à basse mer (100 UFC / 100 mL).

6.2.2. Occurrence

Vibrio parahaemolyticus (83% des dénombrement positifs) et *alginolyticus* (86% des dénombrements positifs) sont pratiquement systématiquement retrouvés à chaque recherche positive.

7. 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 (**Figure 7-1**) entre avril et novembre 2003.

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

La densité annuelle moyenne d'*E. affinis* en 2003 ($3\,857 \pm 1\,810 \text{ ind./m}^3$) est très inférieure à la moyenne générale calculée sur 24 ans ($5\,832 \pm 430 \text{ ind./m}^3$). Les différences de densité entre la surface et le fond ne sont pas statistiquement significatives (Test de Mann-Whitney, $n = 32$; $p = 0,717$).

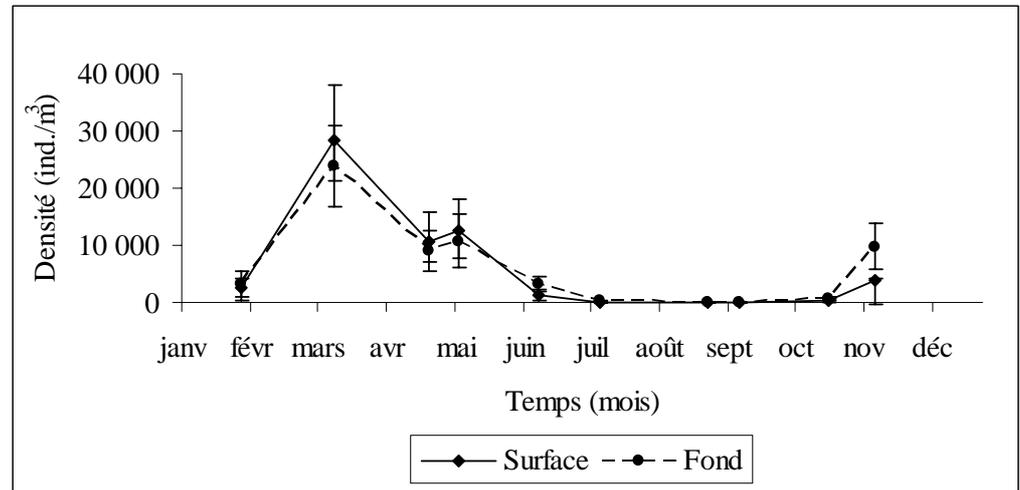


Figure 7-1 : Evolution mensuelle de la densité du copépode *Eurytemora affinis* en surface et au fond au point E (pk 52) en 2003. Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée.

En 2003, le maximum de densité (moyenne mensuelle calculée à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée) s'observe le 11 mars, 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 12,4 et 11,3 °C et à des salinités comprises entre $1,0 \cdot 10^{-3}$ et $1,3 \cdot 10^{-3}$ psu. La gamme de températures est inférieure de l'optimum établi pour *Eurytemora* à partir des données acquises depuis 1978 (15 °C) et la salinité est supérieure à son *preferendum* ($< 0,9 \cdot 10^{-3}$). La valeur du maximum de densité en 2003 ($26\,185 \text{ ind./m}^3 \pm 5\,214 \text{ ind./m}^3$) est supérieure à la moyenne générale des maxima établie sur les vingt quatre précédentes années de prélèvements ($19\,535 \pm 1\,707 \text{ ind./m}^3$).

Après le maximum annuel, les densités diminuent de mars à août. Le minimum ($11 \pm 8 \text{ ind./m}^3$) –dont la valeur est exceptionnellement basse cette année - est atteint le 28 août 2003.

L'étude de la variabilité interannuelle des fluctuations de densité (**Figure 7-2**) montre une bonne reproductibilité globale des cycles saisonniers marqués par un pic annuel de densité. 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.

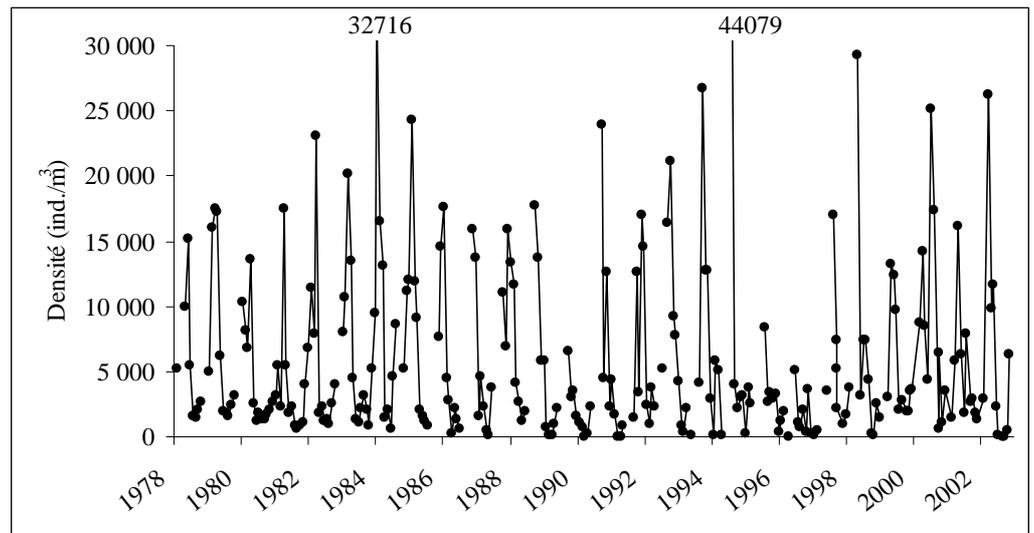


Figure 7-2 : Variation mensuelle des densités du copépode *Eurytemora affinis* au point E entre l'année 1978 et 2003. Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond).

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 entre 1998 et 2002 s'est poursuivie en 2003.

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 début d'été. Cependant, des variations d'une année à l'autre consécutives aux variations hydrologiques peuvent être observées (**Figure7-3**).

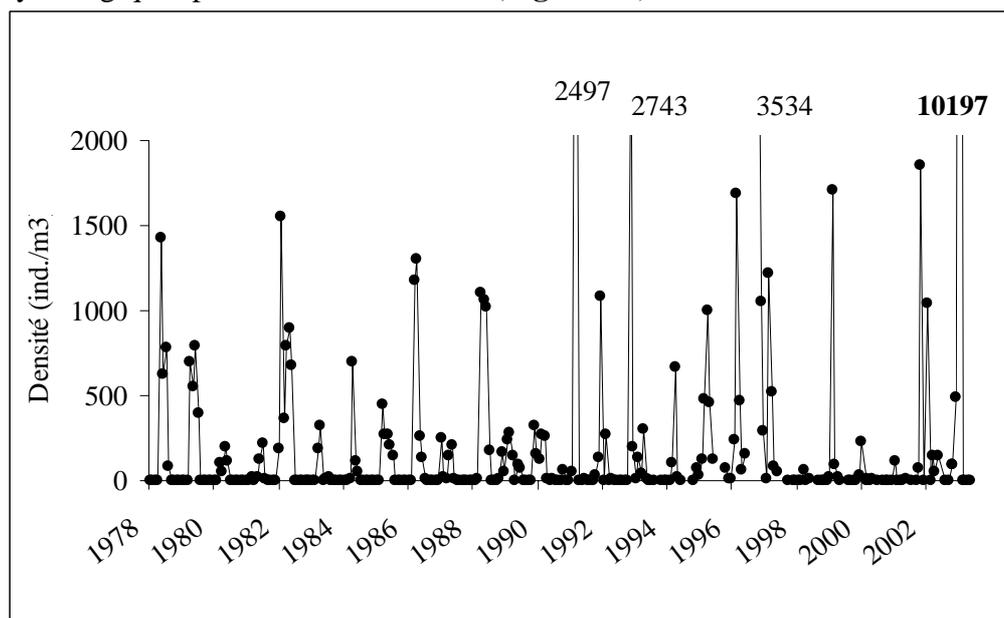


Figure 7-3 : Variations mensuelles de densités du copépode *Acartia bifilosa* au point E entre 1978 et 2003 (densités mensuelles moyennes entre surface et fond). Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond).

En 2003, le maximum de densité (moyenne surface et fond) est observé le 10 juillet (**Figure7-3**). La valeur du maximum en 2003 ($10\,197 \pm 5\,730$ ind./m³) est très supérieure à la moyenne enregistrée entre les années 1978 et 2002 (409 ± 150 ind./m³). Il correspond à un mois au cours duquel les conditions hydrologiques ont été les suivantes : température moyenne de juillet ($24,4$ °C) ; salinité moyenne de juillet ($9,6 \cdot 10^{-3}$). Quelque soit la saison, les densités ne sont pas significativement différentes entre la surface et le fond (**Figure7-4**). La densité annuelle moyenne observée au point E ($1\,359 \pm 1\,351$ ind./m³) est très supérieure à la moyenne générale établie sur les vingt quatre précédentes années de prélèvements (187 ± 33 ind./m³).

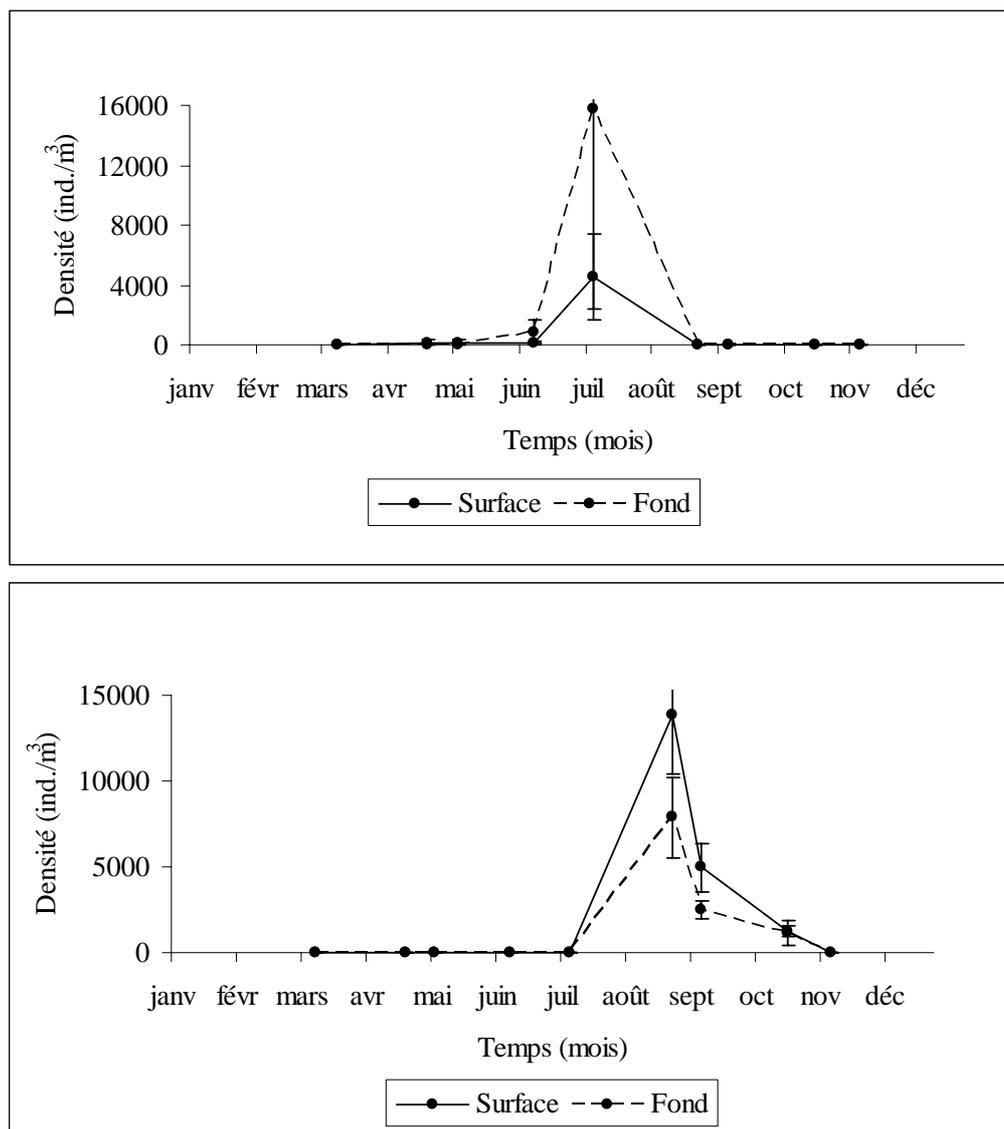


Figure 7-4 : Evolution mensuelle de la densité des copépodes *Acartia bifilosa* (en haut) et *Acartia tonsa* (en bas) en surface et au fond au point E (pk 52) en 2003. Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée.

Acartia tonsa, est une espèce thermo-halophile pouvant vivre à des salinités comprises entre $8-10 \cdot 10^{-3}$ mais qui préfère un régime de salinité de type

polyhalin ($>18 \cdot 10^{-3}$). Les différences de densité observées entre la surface et le fond ne sont pas statistiquement significatives. La densité annuelle moyenne observée au point E ($1\,971 \pm 1\,443 \text{ ind./m}^3$) est supérieure à la moyenne des années précédentes (1984-2002 : $323 \text{ ind./m}^3 \pm 72 \text{ ind./m}^3$). En 2003, elle présente un maximum de densité le 28 août (**Figure 7-4**) conforme aux observations habituelles (août à début octobre selon les années). Le maximum observé en 2003 ($10\,851 \pm 2\,148 \text{ ind./m}^3$) est très supérieur à la moyenne des maxima enregistrés depuis 1978 ($1\,876 \pm 619 \text{ ind./m}^3$). Le décalage temporel des pics de densité de ces deux espèces d'Acartidés observé au point E en 1997, 2000 et 2002 s'observe encore 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 $22,0 \cdot 10^{-3}$.

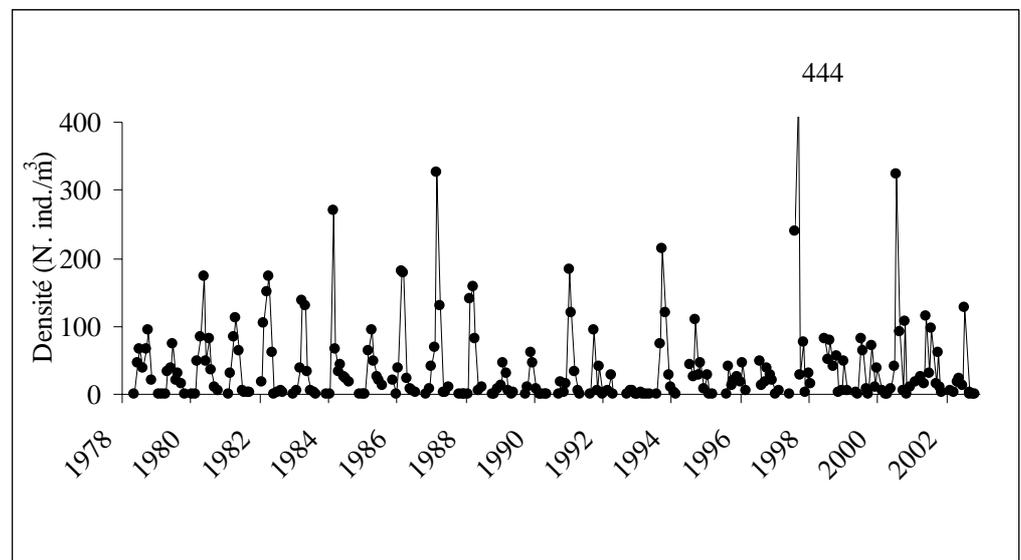


Figure 7-5 : Variations mensuelles de densités du Mysidacé *Neomysis integer* au point E entre 1978 et 2003. Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond).

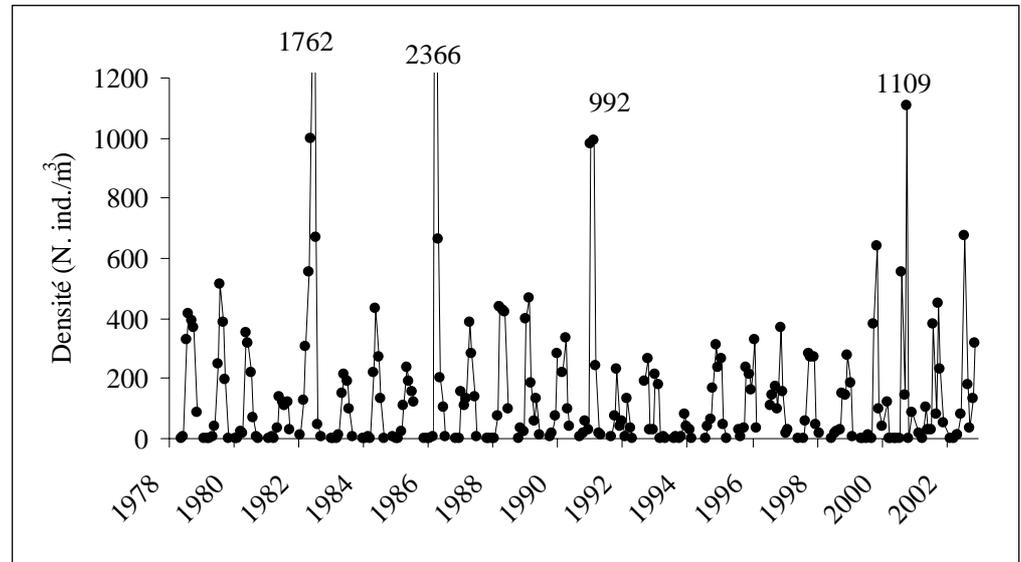


Figure 7-6 : Variations mensuelles de densités du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* au point E entre 1978 et 2003. Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond).

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 2003, le maximum de densité de *N. integer* s'observe le 10 juillet (**Figures 7-5**). La valeur du pic (128 ± 97 ind./m³) est légèrement inférieure à la moyenne des pics enregistrés depuis 1978 (147 ± 22 ind./m³). La densité moyenne annuelle de *N. integer* en 2003 (23 ± 16 ind./m³) est légèrement inférieure à la moyenne générale des densités observées depuis 1978 (39 ± 4 ind./m³).

Mesopodopsis slabberi présente des densités plus importantes que celles de l'espèce précédente (**Figures 7-6**). En 2003 sa densité moyenne (180 ± 85 ind./m³) est conforme à la moyenne générale des observations effectuées entre 1978 et 2002 (151 ± 18 ind./m³). En 2003, *M. slabberi* a été récolté au point E sur toute la période et les densités ont augmenté par paliers d'avril à juillet. Le maximum de densité (674 ± 467 ind./m³) -qui s'observe cette année le 10 juillet lorsque les températures sont supérieures à 23 °C- est conforme à la moyenne générale des densités observées depuis 1978 (539 ± 36 ind./m³).

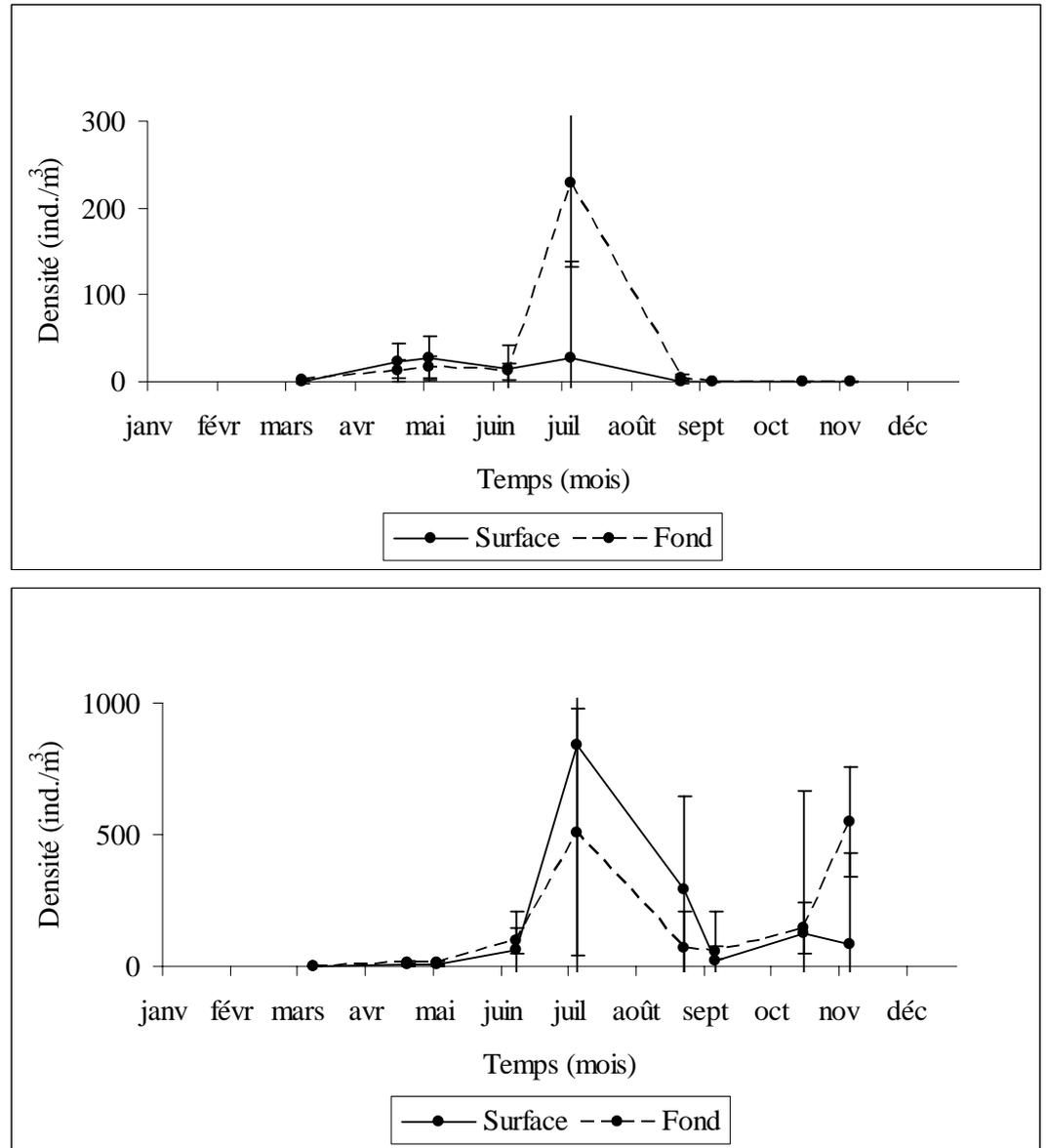


Figure 7-7 : Evolution mensuelle de la densité des Mysidacés *Neomysis integer* (en haut) et *Mesopodopsis slabberi* (en bas) au point E (pk 52), en surface et au fond au cours de l'année 2003. Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un 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).

Les variations mensuelles de fécondité en 2003 (**Figure 7-8**) ne sont pas conformes aux observations habituelles : ainsi aucune femelle ovigère n'est capturée au mois d'août. On note cependant une tendance à la hausse de septembre à novembre.

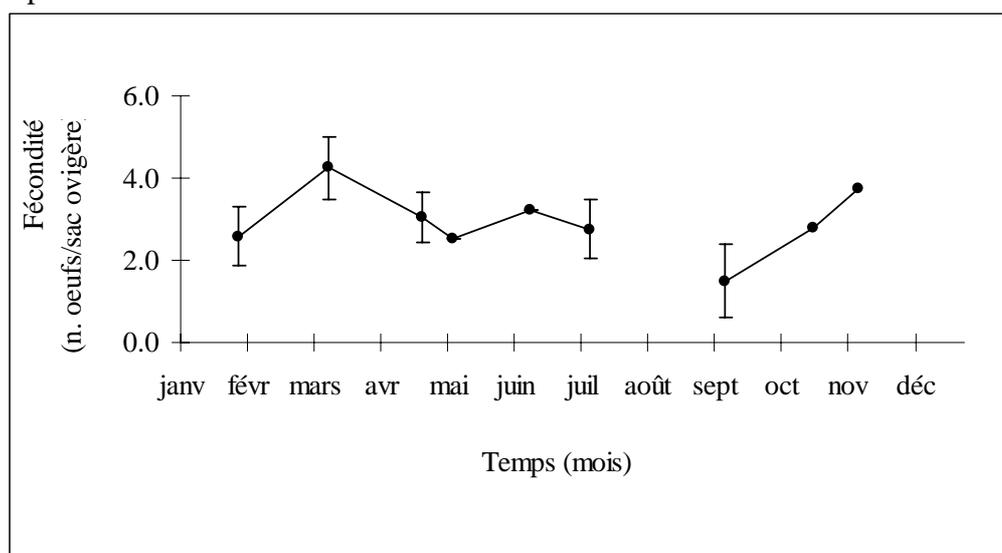


Figure 7-8 : Evolution du nombre moyen d'œufs par sac ovigère chez *Eurytemora affinis* au point E au cours de l'année 2003. Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs observées au cours d'un demi - cycle de marée.

En 2003, la fécondité moyenne ($2,79 \pm 0,3$ œufs/sac) est une des plus faibles qui aient été observées au point E depuis 1978. Elle confirme la tendance à la régression observée sur cette période (**Figure 7-9**) et semble liée à l'évolution des températures (CASTEL, 1995) (**Figure 7-10**).

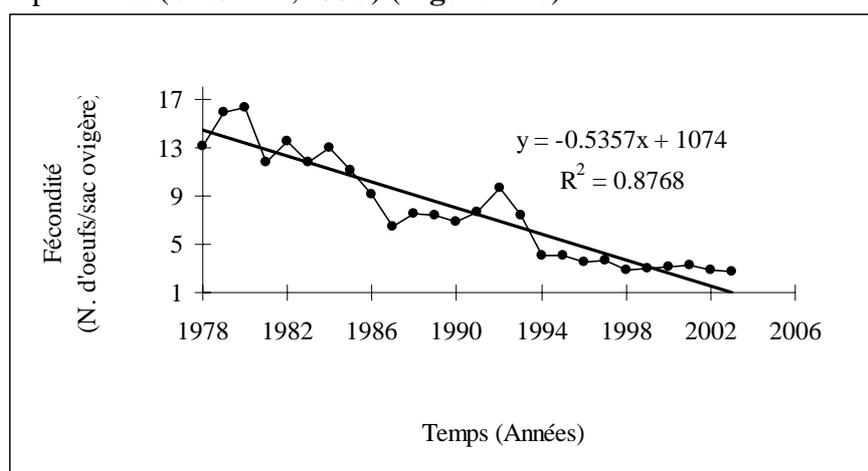


Figure 7-9 : Evolution annuelle de la fécondité (nombre moyen d'œufs par sac ovigère/an) du Copépode *Eurytemora affinis* au point E et de la température de l'eau entre 1978 et 2003. Chaque point représente la moyenne des valeurs mensuelles calculées entre avril et novembre.

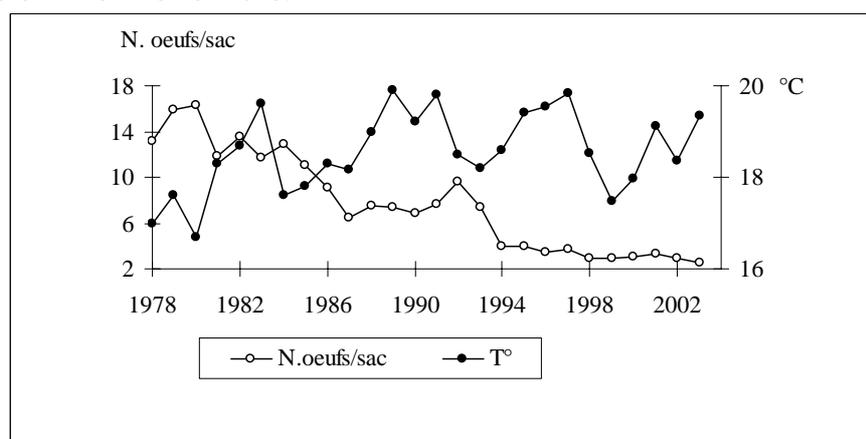


Figure 7-10 : Evolution de la fécondité (nombre moyen d'œufs par sac ovigère/an) du copépode *Eurytemora affinis* au point E et de la température de l'eau entre 1978 et 2003. Chaque point représente la moyenne des valeurs mensuelles calculées entre avril et novembre.

7.2.2. Structure des populations

Les principaux paramètres de structure de la population 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. Les comparaisons des échantillons sont réalisées après transformation des données exprimées en % en \sin^{-1} racine (x) et les analyses de variance sont effectuées après un test de normalité et d'homogénéité des variances.

Le sex-ratio des adultes est en général presque toujours légèrement en faveur des mâles. Ceci ne se vérifie pas en 2003 avec 39,6 % de mâles en moyenne. Un sex-ratio déséquilibré en faveur des femelles avait été observé en 1983, 1990, 1991, 1994, 1995, 1996 et 2000.

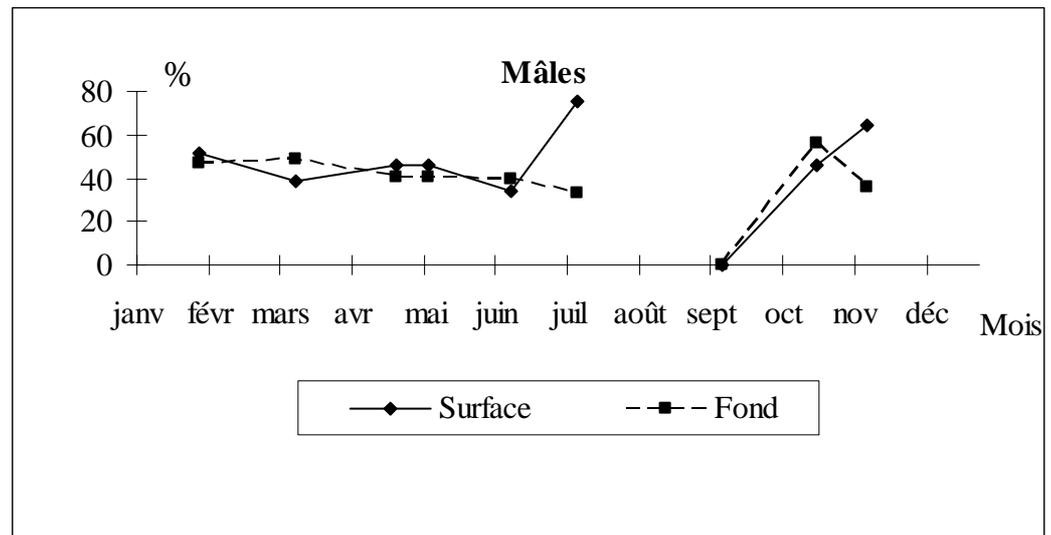


Figure 7.11 : Evolution mensuelle du pourcentage de mâles dans la population adulte du copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface et au fond au cours de l'année 2003. Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée.

Les variations saisonnières du pourcentage de mâles sont faibles (Figure 7-11) et non significatives. En général, le pourcentage de mâles est toujours un peu plus élevé en surface qu'au fond. En 2003 (à la différence des années 1999, 2000 et 2001) les différences observées de sex-ratio de la population adulte entre les échantillons

prélevés en surface et ceux prélevés au fond ne sont pas statistiquement significatives (test de Mann-Whitney ; $p=0.240$).

L'évolution du sex-ratio (moyennes annuelles) depuis 1978 semble inversement liée à l'évolution des températures (**Figure7-12**) ; sauf pour la période 1996-2002.

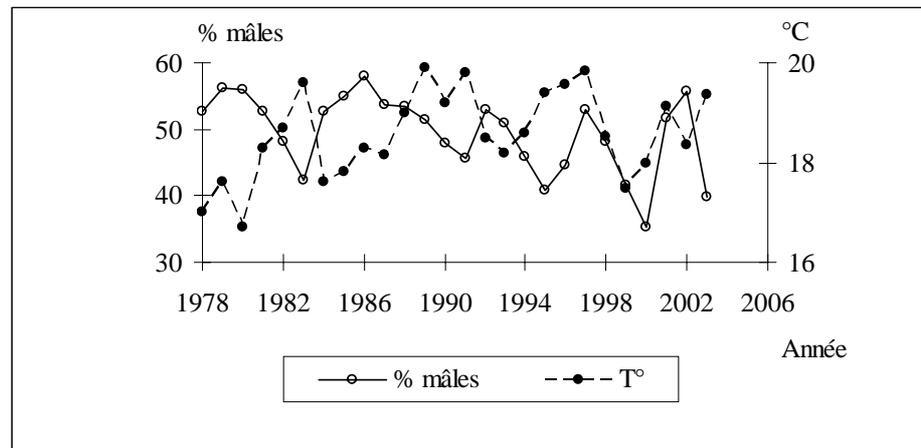


Figure 7-12 : Evolution du pourcentage de mâles sur le total des adultes du copépoïde *Eurytemora affinis* et de la température des eaux au point E (pk 52) entre 1978 et 2003. Chaque point représente la moyenne des valeurs mensuelles calculées entre avril et novembre.

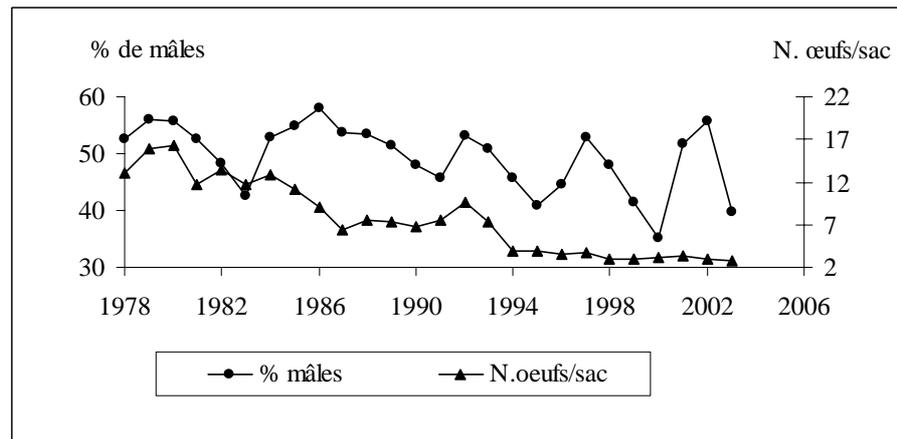


Figure 7-13 : Evolution du pourcentage de mâles sur le total des adultes et de la fécondité (nombre moyen d'œufs par sac ovigère/an) du copépoïde *Eurytemora affinis* au point E (pk 52) entre 1978 et 2003. Chaque point représente la moyenne des valeurs mensuelles entre avril et novembre.

De la même façon, l'évolution du sex-ratio suit la tendance de la fécondité observée entre 1978 et 2003 ; sauf entre 1996-1997 et 2001-2002. Ce phénomène conforterait l'hypothèse qu'un excès de mâle favoriserait la fertilité des femelles (GREEN et al. 1993 *in* SAUTOUR & CASTEL, 1995) (**Figure7-13**).

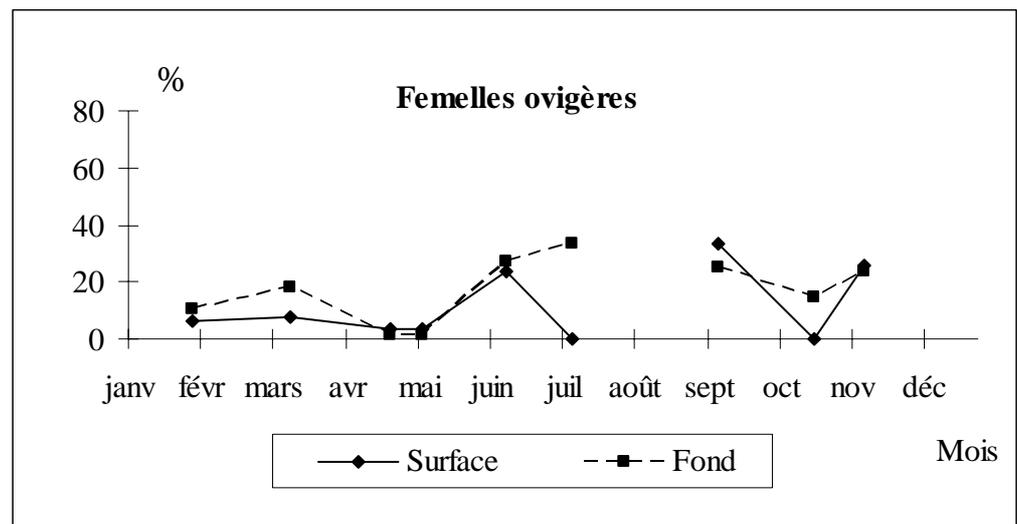


Figure 7-14 : Evolution mensuelle du pourcentage de femelles ovigères chez le copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface et au fond au cours de l'année 2003. Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée.

Les variations du pourcentage de femelles ovigères au cours de l'année sont peu marquées (**Figure7-14**). En 2003 les différences observées entre les échantillons prélevés en surface et ceux prélevés au fond ne sont pas statistiquement significatives y compris en juillet. On notera que les valeurs les plus fortes sont observées en juin après l'apparition du maximum d'effectifs. Pour la première fois aucune femelle ovigère n'est observée en août. L'accroissement du % de femelles ovigères automnal ne se produit pas en 2003. Le pourcentage moyen annuel de femelles ovigères est sensiblement égal en surface et au fond (7,0 % et 6,2 % respectivement). En 2003 ces pourcentages sont très inférieurs aux moyennes calculées à partir des valeurs des précédentes années de surveillance (25,6 % en surface et 31,2 % au fond).

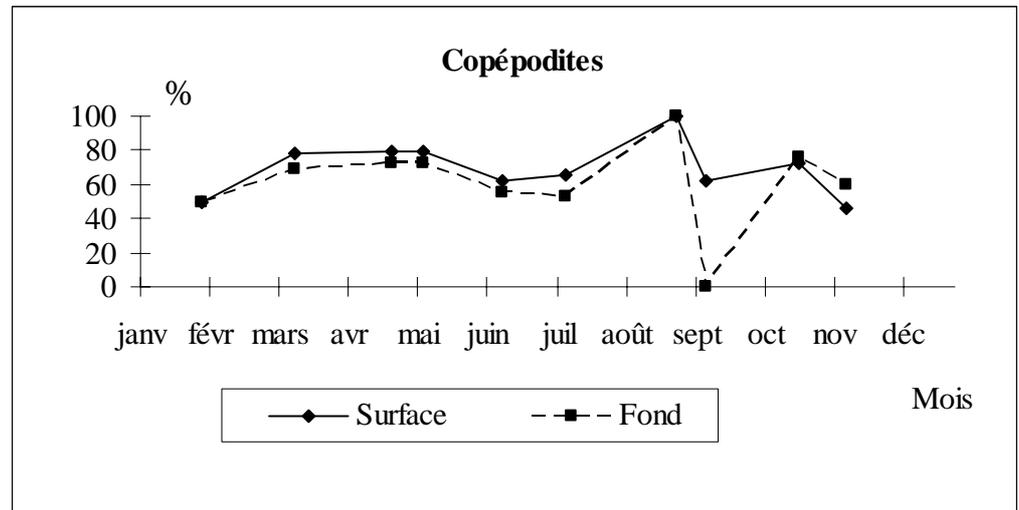


Figure 7-15 : Evolution mensuelle du pourcentage de copépodites dans la population totale du Copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface et au fond au cours de l'année 2003. Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée.

La proportion moyenne de copépodites (= stades juvéniles) en 2003 n'est pas significativement plus importante en surface qu'au fond (77,2 en surface et 70,2 % au fond), ce qui est proche de la moyenne des observations des années précédentes (65,6 % en surface et 59,7 % pour le fond). Les plus forts pourcentages sont notés en août (**Figure7-15**).

7.2.3. Mortalité

Les résultats sont présentés en pourcentages de mortalité, tous stades confondus. La mortalité annuelle moyenne en 2003 (1,44 %) est faible.

Les fluctuations temporelles observées au cours du cycle annuel (**Figure7-16**) ne sont pas significatives compte tenu de la forte variabilité inter-échantillons observée certains mois (le déterminisme de ces fortes variations ponctuelles est inconnu)

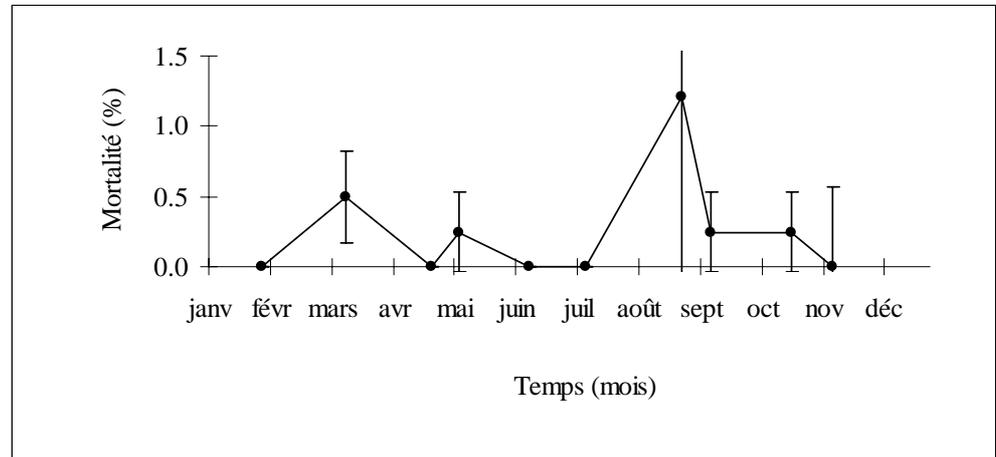


Figure 7-16 : Evolution mensuel du pourcentage de mortalité du Copépode *Eurytemora affinis* au point E, au cours de l'année 2003. Chaque point du graphique représente la valeur moyenne (\pm erreur standard) calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée (2 en surface et 2 au fond).

La moyenne annuelle observée en 2003 concorde avec la diminution de la mortalité observée depuis 1995. La tendance observée au cours des 4 dernières années (**Figure 7-17**) se rapproche de celle des années 1984 à 1988.

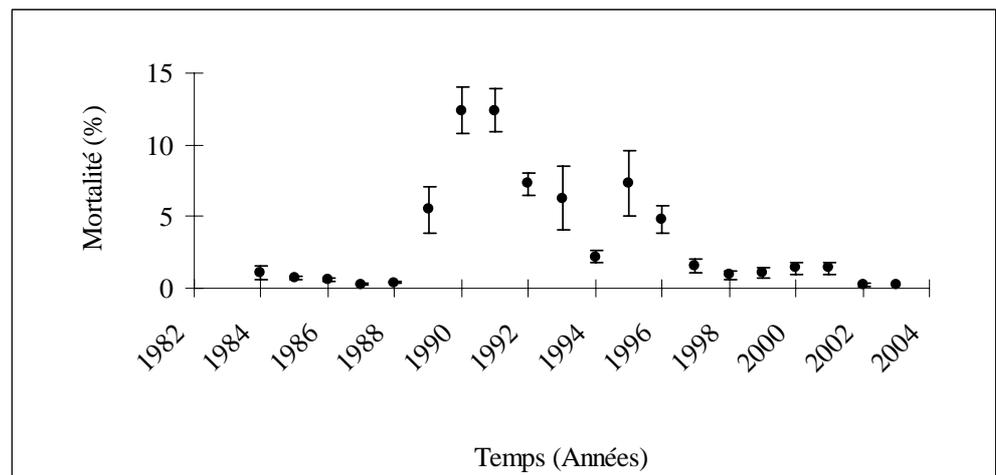


Figure 7-17 : Evolution du pourcentage de mortalité du Copépode *Eurytemora affinis* au point E, entre 1984 et 2003. Chaque point sur le graphique représente la valeur moyenne annuelle (\pm erreur standard) calculée sur l'ensemble des prélèvements.

7.3. Comparaison de l'évolution des principaux contingents aux points F, E, 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 2003, à la différence des années 2002, 2000, 1999 et 1996, la densité moyenne annuelle de cette espèce au point E ($3\,857 \pm 1\,810$ ind./m³) est inférieure à celle du point K ($3\,4956 \pm 1\,604$ ind./m³) et supérieure à celle du point F ($2\,175 \pm 1\,284$ ind./m³) (Figure 7-18).

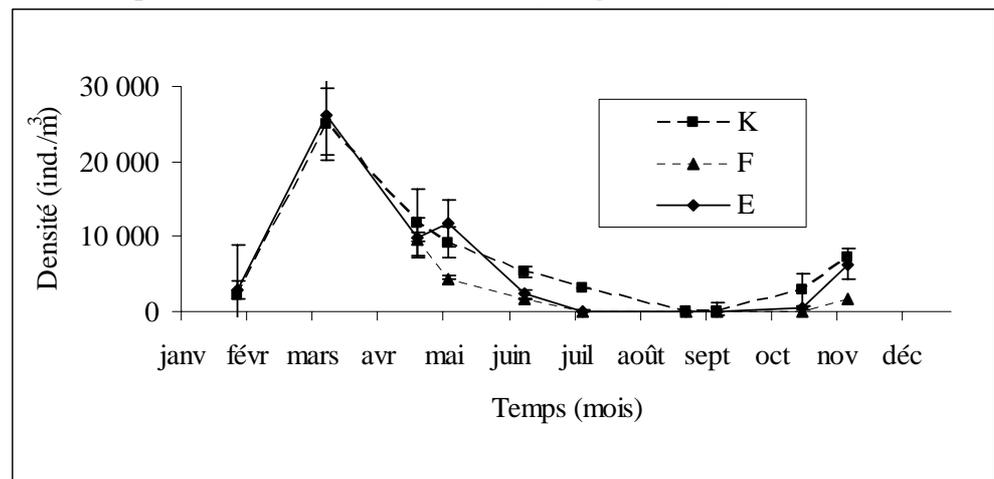


Figure 7-18 : Evolution mensuelle de la densité du copépode *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52) et K (pk 30) au cours de l'année 2003. Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard).

Les différences mensuelles observées entre les différents points ne sont pas significatives (test de Kruskal-Wallis ; $p = 0,071$). Le pic de densité est de façon générale toujours situé juste en amont du maximum de turbidité, là où les copépodes sont piégés (CASTEL, 1995). Compte tenu des turbidités observées en 2003, cet été, les copépodes étaient probablement plus concentrés en amont du point K là où les valeurs de salinités estuariennes étaient inférieures à $1 \cdot 10^{-3}$.

Tableau 7-1 : Evolution des densités moyennes annuelles (ind./m³) du copépode *Eurytemora affinis* observées au cours de la période 1984-2003. 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 |
| 2001 | 7069 | 8393 | | 23358 |
| 2002 | 3470 | 5112 | | 3978 |
| 2003 | 2175 | 3857 | | 4956 |

La comparaison des densités moyennes interannuelles (**Tableau 7-1**) entre 1984 et 2003 montre que lorsque les années où la densité du copépode est plus élevée au point K qu'au point E correspondent à des années caractérisées par une absence de crues (notamment printanières) ou par une forte turbidité (sècheresse printano-estivale) ce qui est encore le cas en 2003. Mais ces observations ne sont possibles que si les périodes de crue sont échantillonnées (ce qui n'est plus toujours possible depuis 1992 ; année du recul du début de la période d'observation au mois d'avril).

La valeur du maximum au point E ($26\ 185 \pm 5\ 213$ ind./m³) en mars est supérieure à celle enregistrée au point K ($24\ 956 \pm 6\ 890$ ind./m³), le pic du point F ($9\ 719 \pm 3\ 388$ ind./m³) étant le plus faible.

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.

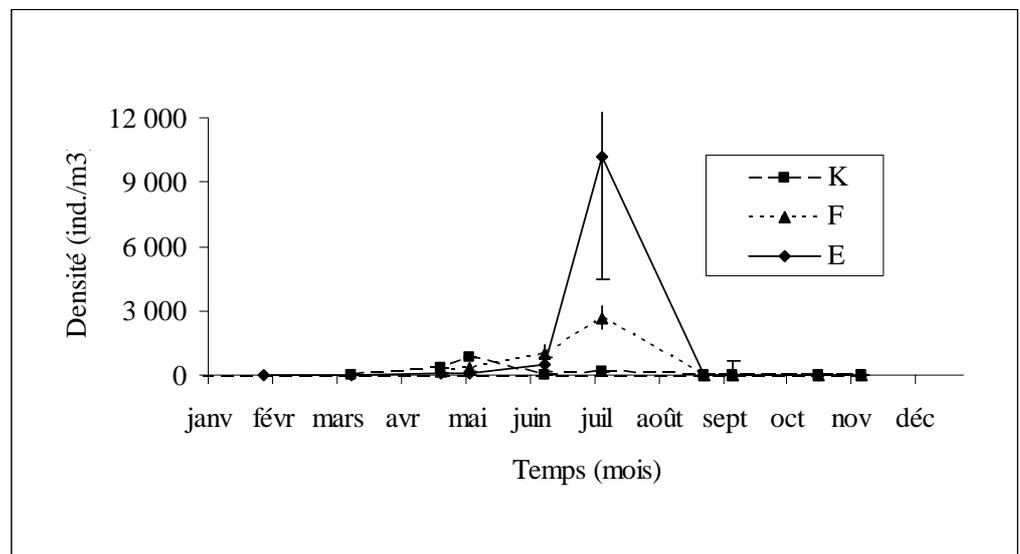


Figure 7-19 : Evolution mensuelle de la densité du Copépode *Acartia bifilosa* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2003. Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard).

Les densités moyennes du copépode *Acartia bifilosa* (Tableau 7-2) n'ont été fortes cette année qu'au point E (moyenne annuelle : $1\,359 \pm 1\,351$ ind./m³). Le caractère polyhalin de l'espèce ne se confirme pas cette année pour la première 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 prononcée en 2003, les valeurs de densité au point E sont importantes par rapport aux années précédentes. Le pic de fin de printemps du 10 juillet au point E est particulièrement prononcé cette année (Figure 7-19).

Tableau 7-2 : Densité moyenne (ind./m³) du copépode *Acartia bifilosa* au cours de la période 1984-2003. 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 |
| 2001 | 11210 | 15 | | 0 |
| 2002 | 544 | 415 | | 3 |
| 2003 | 519 | 1 359 | | 139 |

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 (**Tableau 7-3**).

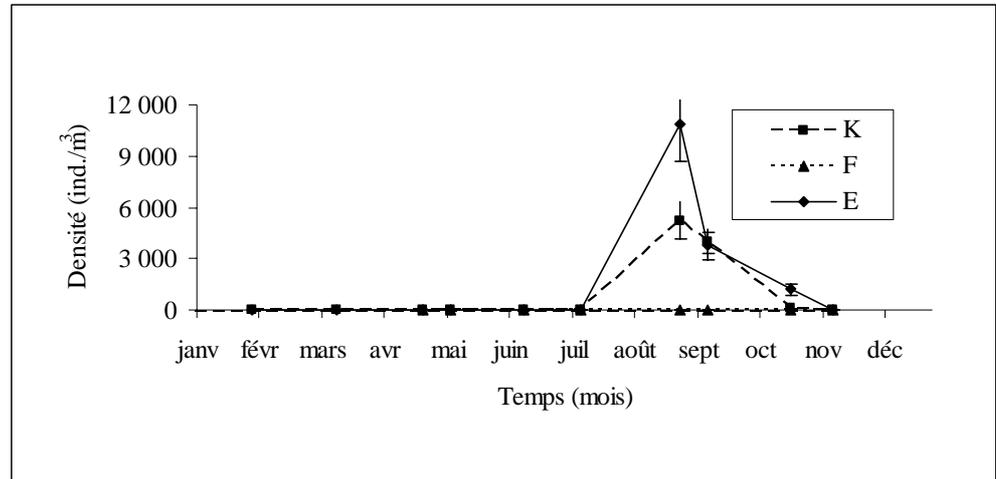


Figure 7-20 : Evolution mensuelle des densités du copépode *Acartia tonsa* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2003. Chaque point du graphique représente la moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard).

Il n'a été récolté qu'en novembre au point F (moyenne annuelle : 1 ± 1 ind./m³), et d'août à octobre au point E (moyenne annuelle : $1\ 971 \pm 1\ 443$ ind./m³) et de août à octobre au point K (moyenne annuelle : $1\ 039 \pm 775$ ind./m³) (Figure 7-20). L'espèce a présenté en 2003 un pic de densité fin août au point E et non au point F lorsque les températures furent importantes (comprises 24,7-24,1 °C) et aussi les salinités. L'espèce présente des abondances qui ne sont pas significativement différentes entre les 3 points (test Kruskal-Wallis ; $P = 0.631$).

Différents travaux tendent à montrer que la disparition d'*Acartia bifilosa* ou d'*A. tonsa* en hiver et leur 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. bifilosa*).

Tableau 7-3 : 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 1984-2003. 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 |
| 2001 | 1918 | 1541 | | 472 |
| 2002 | 1386 | 1048 | | 42 |
| 2003 | 1 | 1971 | | 1039 |

7.3.3. Variation des densités de Mysidacés

La distribution de *Neomysis integer* en 2003 (**Figure 7-21** et **Tableau 7-4**) est conforme aux observations des années précédentes. Généralement les densités maximales s'observent aux points F ou E. Cette année, les densités les plus importantes s'observent au point E. La densité moyenne annuelle est plus importante aux points E (23 ± 16 ind./m³) et K (15 ± 7 ind./m³) qu'au point F (5 ± 3 ind./m³) où l'espèce est peu représentée. Son centre de distribution était donc probablement situé au niveau du pk 52.

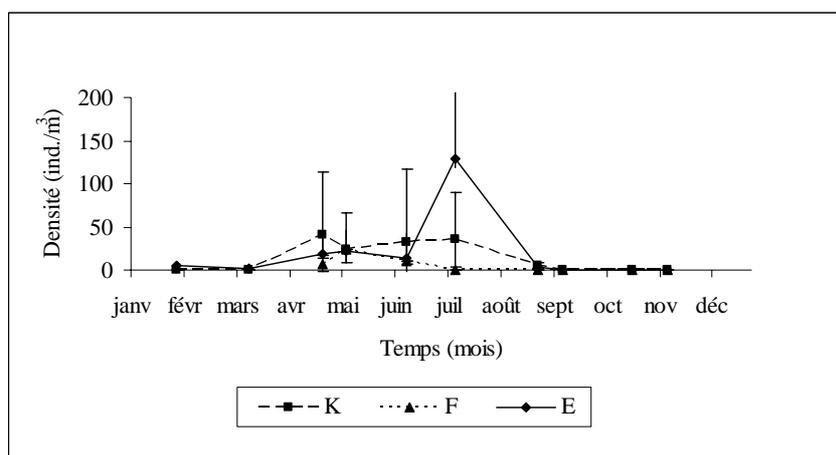


Figure 7-21 : Evolution mensuelle de la densité du Mysidacé *Neomysis integer* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30), au cours de l'année 2003. Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) au cours d'un demi-cycle de marée (\pm erreur standard).

Tableau 7-4 : 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 1984-2003. 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 |
| 2001 | 120 | 73 | | 24 |
| 2002 | 21 | 43 | | 9 |
| 2003 | 5 | 23 | | 15 |

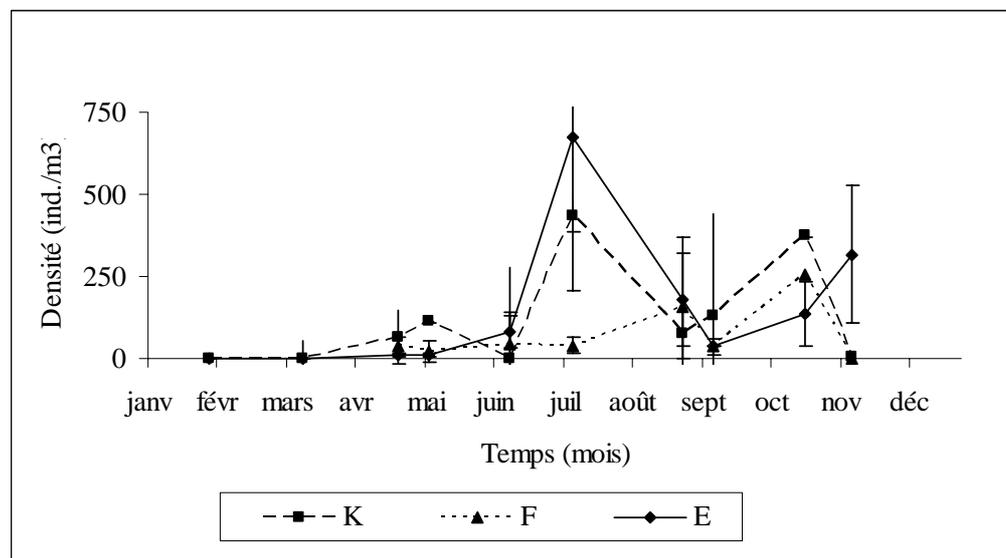


Figure 7-22 : Evolution mensuelle de la densité du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30), au cours de l'année 2003. Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 8 prélèvements au cours d'un demi cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) au cours d'un demi-cycle de marée (\pm erreur standard).

La seconde espèce dominante, *Mesopodopsis slabberi* (**Figure 7-22** et **Tableau 7-5**) présente cette année, des densités moyennes anormalement plus importantes au point E (180 ± 85 ind./m³) qu'au point F (74 ± 33 ind./m³) tandis que l'espèce est mal représentée au point K (31 ± 15 ind./m³). Il s'agit d'une espèce polyhaline dont le centre de distribution se situe normalement en aval du pk 67 et qui a pu coloniser le point E à partir d'avril à la faveur des faibles débits fluviaux. La distribution de *M. slabberi* en 2003 n'est donc pas conforme aux observations effectuées depuis le début de la surveillance.

Tableau 7-5 : 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 1984-2003. 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 |
| 2001 | 310 | 211 | | 63 |
| 2002 | 258 | 169 | | 31 |
| 2003 | 74 | 180 | | 134 |

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

7.4.1. Paramètres de population

De manière générale (**Tableau 7-6**), la structure démographique d'*Eurytemora affinis* n'est pas très différente d'une station à l'autre.

Tableau 7-6 : Principaux paramètres démographiques de *Eurytemora affinis* au cours de la période 1984-2003. M : % de mâles par rapport à la population adulte, F. ov. : % de femelles ovigères/total des femelles, C : % de copépodites.

| Année | Point F | | | Point E | | | Point K | | |
|-------|---------|--------|----|---------|--------|----|---------|--------|----|
| | M | F. ov. | C | M | F. ov. | C | M | F. ov. | 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 |
| 2001 | 50 | 15 | 58 | 52 | 20 | 47 | 42 | 13 | 47 |
| 2002 | 57 | 26 | 48 | 56 | 26 | 45 | 45 | 12 | 53 |
| 2003 | 50 | 15 | 82 | 37 | 15 | 66 | 54 | 17 | 64 |

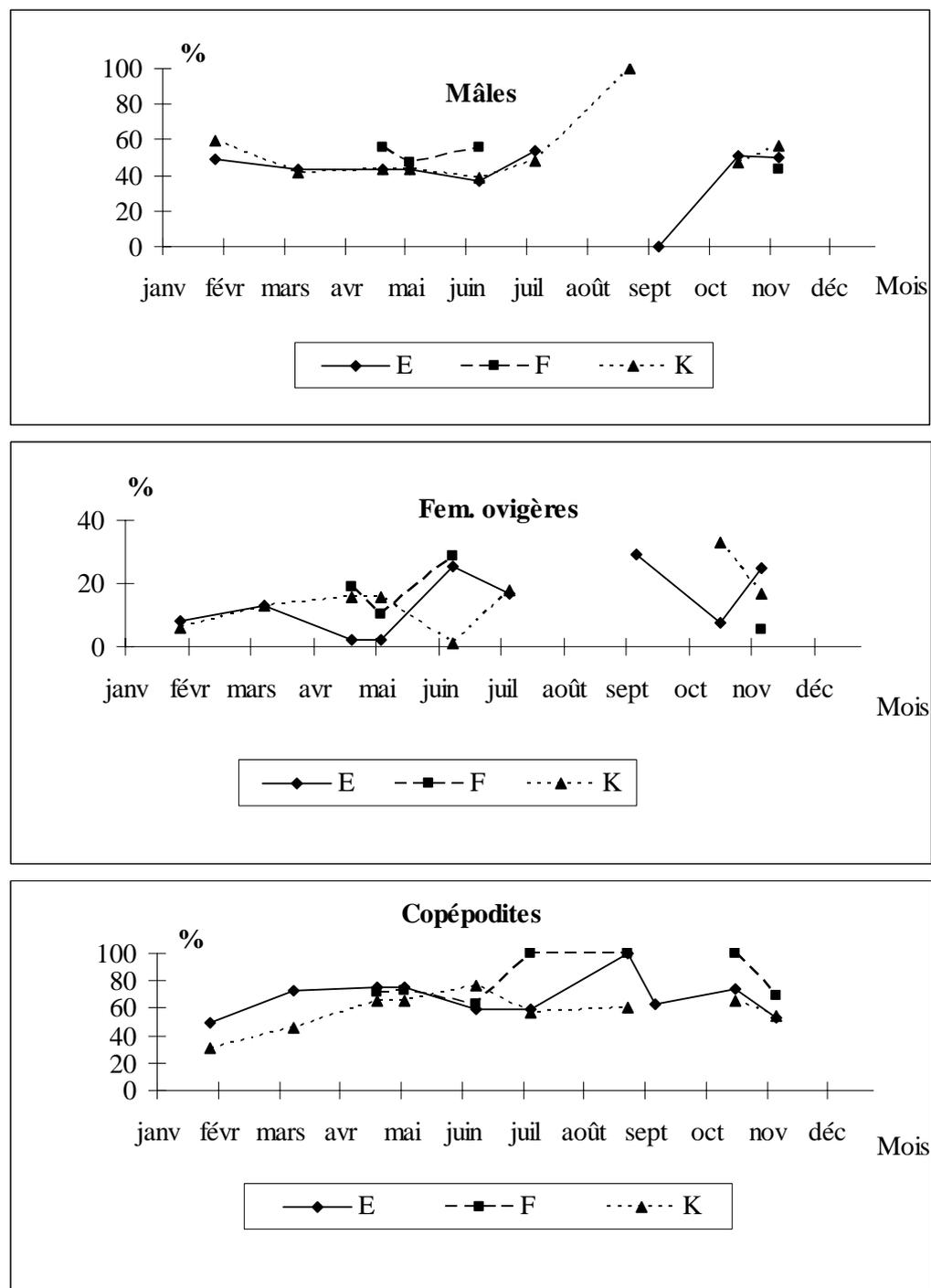


Figure 7-23 : Evolution mensuelle de la structure démographique du copépode *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2003 : % mâles, % femelles ovigères, % copépodites.

Au cours de l'année 2003 le sex-ratio n'a pas pu être calculé cet été du fait de l'absence d'adultes dans les prélèvements. Aucune différence significative n'apparaît entre les points certains mois [les comparaisons des 3 points échantillonnés sont réalisées après transformation des valeurs (x) exprimées en %, en \sin^{-1} racine (x) ; les analyses de variance sont effectuées après un test de normalité et d'homogénéité des variances] (**Figure7-23** et **Tableau 7-7**).

Le sex-ratio n'est pas significativement plus important en K/E ou en F/E ou en F/K.

La proportion de femelles ovigères n'est pas significativement différente entre les points sauf en juin entre les points E et F/K.

Le pourcentage de copépodites n'est pas significativement différent entre les points.

7.4.2. Fécondité

En 2003 les fécondités enregistrées aux points K, E et F (**Figure7-24**) ne diffèrent pas significativement entre elles (les analyses de variance sont effectuées après un test de normalité et d'homogénéité des variances).

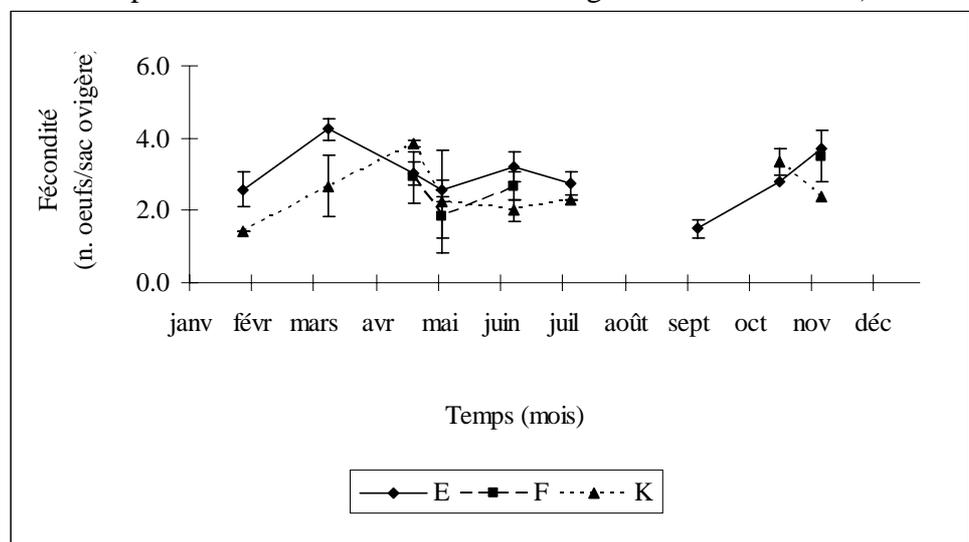


Figure 7-24 : Evolution mensuelle de la fécondité (nombre d'œufs moyen/sac ovigère) des femelles du copépode *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2003. Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard).

Globalement et pour la huitième année consécutive, la fécondité est particulièrement faible par rapport à l'ensemble des précédentes années pour les 3 points (Tableau 7-7).

Tableau 7-7 : 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 1984-2003. 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 |
| 2001 | 3,5 \pm 0,2 | 3,3 \pm 0,3 | | 3,1 \pm 0,1 |
| 2002 | 3,0 \pm 0,2 | 2,9 \pm 0,2 | | 2,6 \pm 0,1 |
| 2003 | 2,7 \pm 0,4 | 2,9 \pm 0,2 | | 2,7 \pm 0,3 |

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. Cette décroissance du nombre d'œufs en fonction de la hausse de la température de l'eau a été observée chez *E. affinis* tant en laboratoire (POLY & CASTEL, 1983) que sur le terrain (CASTEL & FEURTET, 1992 ; HIRCHE, 1992).

7.4.3. Mortalité

Le pourcentage moyen de mortalité, déterminé par la technique de coloration vitale, ne présente cette année aucune différence significative entre avril et novembre (**Figure 7-25**).

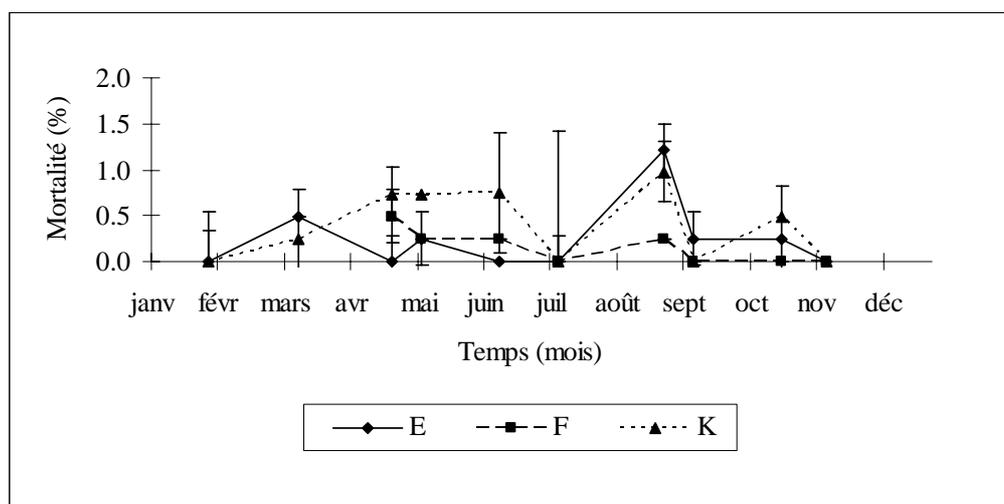


Figure 7-25: Evolution mensuelle de la mortalité du copépode *Eurytemora affinis* aux points E (pk 52, rejet), F (pk 67) et K (pk 30) au cours de l'année 2003. Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 4 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard).

Elle n'est pas non plus cette année significativement plus importante (test de Kruskal-Wallis) en E, F ou K (**Tableau 7-8**). Une hausse de température pouvant provoquer une mortalité du zooplancton (cf. § 7.2.3) et être néfaste à *Eurytemora affinis*. Les fortes mortalités de 1990-1991 avaient été attribuées à des salinités inhabituelles élevées dans la zone d'étude, assorties à de fortes températures. Les faibles valeurs de mortalité observées en 2003 et depuis 1997 nous amènent à reconsidérer cette opinion.

Tableau 7-8 : 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 1984-2003. 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 |
| 2001 | 0,6 \pm 0,3 | 1,4 \pm 0,4 | | 2,1 \pm 0,5 |
| 2002 | 0,9 \pm 0,3 | 1,4 \pm 0,7 | | 0,8 \pm 0,4 |
| 2003 | 0,2 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,1 | | 0,5 \pm 0,2 |

8. Références 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. & 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. 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., 1995 - Long-term change in *Eurytemora affinis* population (Copepoda, Calanoida) in the Gironde estuary. *Hydrobiologia*, 34: 85-101.

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.

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.

Green E. P. Harris R.P. & Duncan A.N. (1993) *The seasonal abundance of Calanus helgolandicus and Pseudocalanus elongates off Plymouth. J. mar. boil. 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.

Irigoién 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.

Katona S.K. (1975) *Copulation in the copepod Eurytemora affinis (Poppe, 1880). Crustaceana*, 28 : 89-95.

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.

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.

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.

9. Annexes

9.1. Annexe 1 : Dénombrement des divers prélèvements et mesures - 2003

Nombre de mesures réalisées in situ

| DATES | Profondeur | Température | Salinité | Direction et Vitesse de Courant | Points |
|--------------|------------|-------------|------------|---------------------------------|--------|
| 22-avr | 4 | 8 | 8 | 8 | F |
| 23-avr | 4 | 8 | 8 | 8 | E |
| 24-avr | 4 | 8 | 8 | 8 | K |
| 04-mai | 4 | 8 | 8 | 8 | F |
| 07-mai | 4 | 8 | 8 | 8 | E |
| 05-mai | 4 | 8 | 8 | 8 | K |
| 10-juin | 4 | 8 | 8 | 8 | F |
| 12-juin | 4 | 8 | 8 | 8 | E |
| 11-juin | 4 | 8 | 8 | 8 | K |
| 08-juil | 4 | 8 | 8 | 8 | F |
| 10-juil | 4 | 8 | 8 | 8 | E |
| 09-juil | 4 | 8 | 8 | 8 | K |
| 26-août | 4 | 8 | 8 | 8 | F |
| 28-août | 4 | 8 | 8 | 8 | E |
| 27-août | 4 | 8 | 8 | 8 | K |
| 09-sept | 4 | 8 | 8 | 8 | F |
| 11-sept | 4 | 8 | 8 | 8 | E |
| 10-sept | 4 | 8 | 8 | 8 | K |
| 22-oct | 4 | 8 | 8 | 8 | F |
| 24-oct | 4 | 8 | 8 | 8 | E |
| 23-oct | 4 | 8 | 8 | 8 | K |
| 11-nov | 4 | 8 | 8 | 8 | F |
| 13-nov | 4 | 8 | 8 | 8 | E |
| 12-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 | Bactéri- logie | Points |
|--------------|------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------|
| 22-avr | 8 | 2 | 0 | 2 | F |
| 23-avr | 8 | 2 | 2 | 2 | E |
| 24-avr | 8 | 2 | 0 | 2 | K |
| 04-mai | 8 | 2 | 0 | 2 | F |
| 07-mai | 8 | 2 | 2 | 2 | E |
| 05-mai | 8 | 2 | 0 | 2 | K |
| 10-juin | 8 | 2 | 0 | 2 | F |
| 12-juin | 8 | 2 | 2 | 2 | E |
| 11-juin | 8 | 2 | 0 | 2 | K |
| 08-juil | 8 | 2 | 0 | 2 | F |
| 10-juil | 8 | 2 | 2 | 2 | E |
| 09-juil | 8 | 2 | 0 | 2 | K |
| 26-août | 8 | 2 | 0 | 2 | F |
| 28-août | 8 | 2 | 2 | 2 | E |
| 27-août | 8 | 2 | 0 | 2 | K |
| 09-sept | 8 | 2 | 0 | 2 | F |
| 11-sept | 8 | 2 | 2 | 2 | E |
| 10-sept | 8 | 2 | 0 | 2 | K |
| 22-oct | 8 | 2 | 0 | 2 | F |
| 24-oct | 8 | 2 | 2 | 2 | E |
| 23-oct | 8 | 2 | 0 | 2 | K |
| 11-nov | 8 | 2 | 0 | 2 | F |
| 13-nov | 8 | 2 | 2 | 2 | E |
| 12-nov | 8 | 2 | 0 | 2 | K |
| TOTAL | 192 | 48 | 16 | 48 | |

Nombre de prélèvements pour l'étude de la turbidité et la teneur en oxygène dissous

| DATES | TURBIDITES | | OXYGENE DISSOUS | | Points |
|--------------|------------|-----------|-----------------|-----------|--------|
| | Surface | Fond | Surface | Fond | |
| 22-avr | 4 | 4 | 4 | 4 | F |
| 23-avr | 4 | 4 | 4 | 4 | E |
| 24-avr | 4 | 4 | 4 | 4 | K |
| 04-mai | 4 | 4 | 4 | 4 | F |
| 07-mai | 4 | 4 | 4 | 4 | E |
| 05-mai | 4 | 4 | 4 | 4 | K |
| 10-juin | 4 | 4 | 4 | 4 | F |
| 12-juin | 4 | 4 | 4 | 4 | E |
| 11-juin | 4 | 4 | 4 | 4 | K |
| 08-juil | 4 | 4 | 4 | 4 | F |
| 10-juil | 4 | 4 | 4 | 4 | E |
| 09-juil | 4 | 4 | 4 | 4 | K |
| 26-août | 4 | 4 | 4 | 4 | F |
| 28-août | 4 | 4 | 4 | 4 | E |
| 27-août | 4 | 4 | 4 | 4 | K |
| 09-sept | 4 | 4 | 4 | 4 | F |
| 11-sept | 4 | 4 | 4 | 4 | E |
| 10-sept | 4 | 4 | 4 | 4 | K |
| 22-oct | 4 | 4 | 4 | 4 | F |
| 24-oct | 4 | 4 | 4 | 4 | E |
| 23-oct | 4 | 4 | 4 | 4 | K |
| 11-nov | 4 | 4 | 4 | 4 | F |
| 13-nov | 4 | 4 | 4 | 4 | E |
| 12-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 |
|--------------|----------------|-------------|---------------|
| 22-avr | 4 | 4 | F |
| 23-avr | 4 | 4 | E |
| 24-avr | 4 | 4 | K |
| 04-mai | 4 | 4 | F |
| 07-mai | 4 | 4 | E |
| 05-mai | 4 | 4 | K |
| 10-juin | 4 | 4 | F |
| 12-juin | 4 | 4 | E |
| 11-juin | 4 | 4 | K |
| 08-juil | 4 | 4 | F |
| 10-juil | 4 | 4 | E |
| 09-juil | 4 | 4 | K |
| 26-août | 4 | 4 | F |
| 28-août | 4 | 4 | E |
| 27-août | 4 | 4 | K |
| 09-sept | 4 | 4 | F |
| 11-sept | 4 | 4 | E |
| 10-sept | 4 | 4 | K |
| 22-oct | 4 | 4 | F |
| 24-oct | 4 | 4 | E |
| 23-oct | 4 | 4 | K |
| 11-nov | 4 | 4 | E |
| 13-nov | 4 | 4 | J |
| 12-nov | 4 | 4 | K |
| TOTAL | 96 | 96 | |

9.2. Annexe 2 : Tableaux des résultats de mesures

| Avril 2003 | | 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 | 5h45 | 6m60 | 1m00 | 8,10 | 15,10 | 13 | 193 | 5,15 | 292 | BM à Laména 4h59 P=(763) 1017 hPa |
| | BM | | | 5m60 | 6,40 | 15,25 | 0 | 200 | 5,17 | 11087 | |
| | 1 F | 8h25 | 8m00 | 1m00 | 9,60 | 14,80 | 131 | 128 | 5,30 | 216 | P=(763) 1017 hPa |
| | Mi-Flot | | | 7m00 | 11,30 | 14,70 | 82 | 144 | 5,28 | 5283 | |
| PK 67 | 3 S | 11h20 | 9m20 | 1m00 | 14,35 | 14,65 | 7 | 105 | 5,18 | 112 | PM à Laména 10h56 P=(763) 1017 hPa Renverse: 12h00 |
| | 2 F | | | 8m20 | 16,60 | 14,20 | 7 | 160 | 5,29 | 642 | |
| 22/04/2003 Coef: 64-65 | 3 F | 14h15 | 8m20 | 1m00 | 11,35 | 15,05 | 120 | 012 | 5,23 | 207 | P=(763) 1017 hPa |
| | 4 S | | | 7m20 | 14,45 | 14,40 | 50 | 318 | 5,24 | 944 | |
| | Mi-Jus | | | 1m00 | 3,68 | 15,61 | 7,0 | 111 | 5,29 | 554 | BM à Pautillac 6h31 P=(760) 1013 hPa |
| | 4 F | | | 4m00 | 4,05 | 15,78 | 50,0 | 183 | 5,28 | 448 | |
| E | 1 S | 7h00 | 5m00 | 1m00 | 6,42 | 15,71 | 150 | 185 | 5,54 | 202 | P=(760) 1013 hPa |
| | BM | | | 1m00 | 6,60 | 15,77 | 120 | 172 | 5,51 | 6517 | |
| | 2 S | 9h30 | 7m50 | 6m50 | 6,32 | 16,10 | 0 | 038 | 5,33 | 116 | PM à Pautillac 12h23 P=(760) 1013 hPa Renverse: 13h00 |
| | Mi-Flot | | | 1m00 | 7,94 | 15,61 | 13 | 051 | 5,36 | 332 | |
| PK 52 23/04/2003 Coef: 48-42 | 3 S | 13h20 | 8m40 | 7m40 | 6,43 | 16,50 | 106 | 025 | 5,64 | 223 | P=(760) 1013 hPa |
| | 2 F | | | 1m00 | 6,83 | 15,84 | 59 | 358 | 5,55 | 2507 | |
| | PM | 15h40 | 7m90 | 6m90 | 1,52 | 16,35 | 111 | 013 | 4,75 | 614 | P=(764) 1018 hPa |
| | 3 F | | | 1m00 | 1,79 | 16,35 | 85 | 337 | 4,25 | 864 | |
| K | 4 S | 5h15 | 7m70 | 1m00 | 0,32 | 16,40 | 7 | 078 | 4,70 | 444 | BM à La Reuille 8h40 P=(764) 1018 hPa Renverse: 9h30 |
| | Mi-Jus | | | 5m80 | 0,42 | 16,45 | 7 | 158 | 4,69 | 1045 | |
| | 1 F | 9h20 | 6m80 | 1m00 | 1,64 | 16,45 | 91 | 111 | 4,73 | 380 | P=(764) 1018 hPa |
| | 2 F | | | 7m40 | 1,57 | 16,40 | 59 | 146 | 4,74 | 1230 | |
| PK 30 24/04/2003 Coef: 39 | 3 S | 11h35 | 8m40 | 1m00 | 2,35 | 16,50 | 7 | 122 | 4,75 | 188 | PM à La Reuille P=(764.5) 1019 hPa |
| | Mi-Flot | | | 8m60 | 2,85 | 16,42 | 7 | 166 | 4,30 | 915 | |
| | 3 F | 14h25 | 9m60 | 1m00 | | | | | | | |
| | 4 S | | | 1m00 | | | | | | | |

| Mai 2003 | | 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 |
|--------------------------------------|---------|----------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------|---------------|-------------------|----------------------|------------------------------|----------------------|--------------|
| POINTS | | | | | | | | | | | | |
| F PK 67 04/05/2003 Coef: 77-74 | 1 S | 8m60 | 5h45 | 1m00 | 9,42 | 16,90 | 150 | 127 | 5,46 | 374 | P=(764) 1018 hPa | |
| | Mi-Flot | 7m60 | | 7m60 | 10,91 | 16,90 | 96 | 143 | 5,28 | 5672 | PM à Laména 8h13 | |
| | 1 F | 10m00 | 8h40 | 1m00 | 14,15 | 16,40 | 7 | 073 | 5,37 | 275 | P=(762) 1016 hPa | |
| | 2 S | | | 9m00 | 16,81 | 16,30 | 7 | 171 | 5,38 | 871 | Renverse: 9h00 | |
| | PM | 8m40 | 11h30 | 1m00 | 11,35 | 16,80 | 114 | 015 | 5,27 | 1998 | P=(763) 1017 hPa | |
| | 2 F | | | 7m40 | 12,38 | 16,65 | 59 | 322 | 5,30 | 758 | | |
| | 3 S | | | 1m00 | 6,65 | 18,00 | 13 | 022 | 5,37 | 828 | BM à Laména 14h50 | |
| | Mi-Jus | 6m50 | 15h00 | 5m50 | 8,55 | 17,25 | 13 | 014 | 5,45 | 2779 | P=(762) 1016 hPa | |
| | 3 F | | | | | | | | | | | |
| | 4 S | | | | | | | | | | | |
| E PK 52 07/05/2003 Coef: 52-48 | 1 S | 5m10 | 5h10 | 1m00 | 3,95 | 19,70 | 56 | 172 | 5,63 | 820 | BM à Pauillac 4h40 | |
| | Mi-Flot | 4m10 | | 4m10 | 3,79 | 16,71 | 24 | 184 | 5,67 | 812 | P=(766) 1022 hPa | |
| | 1 F | 7m40 | 7h50 | 1m00 | 5,66 | 16,94 | 126 | 162 | 5,72 | 484 | | |
| | 2 S | | | 6m40 | 5,58 | 16,92 | 105 | 196 | 5,73 | 3535 | P=(765) 1020 hPa | |
| | PM | 8m60 | 11h00 | 1m00 | 6,92 | 18,57 | 18 | 322 | 5,66 | 314 | PM à Pauillac 10h15 | |
| | 2 F | | | 7m60 | 7,54 | 16,73 | 7 | 064 | 5,53 | 442 | P=(765) 1020 hPa | |
| | 3 S | | | 1m00 | 5,36 | 17,03 | 125 | 019 | 5,80 | 410 | Renverse: 11h35 | |
| | Mi-Jus | 6m90 | 14h00 | 5m90 | 5,22 | 17,07 | 100 | 004 | 5,77 | 2256 | P=(764) 1019 hPa | |
| | 3 F | | | | | | | | | | | |
| | 4 S | | | | | | | | | | | |
| K PK 30 05/05/2003 Coef: 70-67 | 1 S | 7m10 | 5h30 | 1m00 | 0,36 | 17,80 | 13 | 104 | 4,77 | 506 | BM à La Reuille 4h49 | |
| | Mi-Flot | 6m10 | | 6m10 | 0,45 | 18,00 | 13 | 154 | 4,84 | 2668 | P=(763) 1017 hPa | |
| | 1 F | 9m00 | 7h45 | 1m00 | 2,00 | 17,70 | 140 | 132 | 4,92 | 763 | | |
| | 2 S | | | 8m00 | 1,67 | 17,75 | 79 | 159 | 4,83 | 5010 | P=(763) 1017 hPa | |
| | PM | 10m00 | 10h20 | 1m00 | 2,90 | 17,65 | 13 | 090 | 4,91 | 376 | PM à La Reuille 9h42 | |
| | 2 F | | | 9m00 | 2,77 | 17,70 | 7 | 328 | 4,87 | 1561 | P=(763) 1017 hPa | |
| | 3 S | | | 1m00 | 2,03 | 17,65 | 128 | 359 | 4,83 | 2055 | Renverse: 10h40 | |
| | Mi-Jus | 8m00 | 13h25 | 7m00 | 1,97 | 17,65 | 76 | 347 | 4,85 | 4619 | P=(763) 1017 hPa | |
| | 3 F | | | | | | | | | | | |
| | 4 S | | | | | | | | | | | |

| Juin 2003 | | 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 | |
|--------------------------------------|----------------|----------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------|---------------|-------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|-----------------------|------------------|
| POINTS | | | | | | | | | | | | | |
| F PK 67 10/06/2003 Coef: 58-64 | 1 S | | 6h00 | 7m70 | 1m00 | 11,70 | 21,18 | 94 | 012 | 4,97 | 286 | P=(763) 1017 hPa | |
| | Mi-Jus 1 F | | | 6m70 | 6m70 | 12,20 | 21,15 | 62 | 319 | 4,94 | 1329 | BM à Laména 9h06 | |
| | 2 S | | 9h40 | 6m20 | 1m00 | 7,23 | 22,01 | 13 | 037 | 4,76 | 204 | P=(764) 1019 hPa | |
| | BM | | | | 5m20 | 8,72 | 21,83 | 7 | 230 | 4,93 | 335 | Renverse: 10h | |
| | 2 F | | | | 1m00 | 9,40 | 21,57 | 117 | 126 | 4,71 | 68 | P=(764) 1019 hPa | |
| | 3 S | | 12h15 | 7m70 | 6m70 | 12,54 | 21,14 | 94 | 135 | 4,73 | 3125 | | |
| | Mi-Flot 3 F | | | | 1m00 | 15,00 | 21,04 | 7 | 158 | 5,17 | 126 | | |
| | 4 S | | 15h30 | 9m40 | 8m40 | 18,00 | 20,62 | 13 | 147 | 5,11 | 461 | PM à Laména 15h08 | |
| | PM | | | | | | | | | | | | P=(765) 1020 hPa |
| | 4 F | | | | | | | | | | | | |
| E PK 52 12/06/2003 Coef: 80-84 | 1 S | | 5h30 | 9m50 | 1m00 | 8,10 | 24,36 | 13 | 235 | 5,09 | 145 | PM à Pauillac 4h55 | |
| | PM | | | | | | | | | | | P=(764) 1019 hPa | |
| | 1 F | | | 8m50 | 8m50 | 8,50 | 22,86 | 7 | 348 | 5,03 | 692 | | |
| | 2 S | | 8h45 | 6m90 | 1m00 | 5,80 | 23,12 | 125 | 014 | 4,64 | 799 | P=(765) 1020 hPa | |
| | Mi-Jus 2 F | | | | 5m90 | 6,71 | 22,91 | 70 | 003 | 4,57 | 1616 | BM à Pauillac 12h10 | |
| | 3 S | | 12h55 | 6m00 | 1m00 | 3,64 | 24,22 | 59 | 170 | 4,45 | 173 | P=(765) 1020 hPa | |
| | BM | | | | 5m00 | 4,34 | 23,92 | 79 | 198 | 4,38 | 911 | Renverse: 12h40 | |
| | 3 F | | | | 1m00 | 6,68 | 23,26 | 170 | 169 | 4,81 | 974 | | |
| | 4 S | | 14h45 | 7m50 | 6m50 | 6,05 | 23,30 | 105 | 168 | 4,62 | 3385 | P=(765) 1020 hPa | |
| | Mi-Flot 4 F | | | | | | | | | | | | |
| K PK 30 11/06/2003 Coef: 69-74 | 1 S | | 5h15 | 10m50 | 1m00 | 2,70 | 22,43 | 3 | 084 | 4,78 | 183 | PM à La Reuille 4h41 | |
| | PM | | | | | | | | | | | P=(767) 1022 hPa | |
| | 1 F | | | 9m50 | 9m50 | 2,66 | 22,56 | 7 | 258 | 4,70 | 1256 | | |
| | 2 S | | 8h30 | 7m80 | 1m00 | 1,71 | 22,51 | 105 | 007 | 4,25 | 1365 | P=(767) 1022 hPa | |
| | Mi-Jus 2 F | | | | 6m80 | 1,81 | 22,50 | 56 | 323 | 4,27 | 1959 | BM à La Reuille 12h00 | |
| | 3 S | | 12h50 | 6m50 | 1m00 | 0,55 | 22,92 | 13 | 122 | 3,82 | 452 | P=(767) 1022 hPa | |
| | BM | | | | 5m50 | 0,65 | 23,01 | 7 | 141 | 3,72 | 2739 | Renverse: 12h45 | |
| | 3 F | | | | 1m00 | 1,48 | 23,04 | 105 | 113 | 4,40 | 1412 | | |
| | 4 S | | 14h30 | 8m00 | 7m00 | 1,47 | 23,00 | 85 | 139 | 4,28 | 4807 | P=(767) 1022 hPa | |
| | Mi-Flot 4 F | | | | | | | | | | | | |

| Juillet 2003 | | 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 |
|--------------------------------------|---------|----------|---------------------|-----------------------|--------------------|----------|------------|----------------|-------------------|------------------------|------------------|--|
| POINTS | | | | | | | | | | | | |
| F PK 67 08/07/2003 Coef: 57 | 1 S | | 7h50 | 6m10 | 1m | 11,30 | 23,35 | 13 | 033 | 4,14 | 120 | BM à Laména 7h18 P=(769) 1025 hPa P=(769) 1025 hPa PM à Laména 13h25 P=(768) 1024 hPa Renverse: 14h45 P=(767) 1023 hPa |
| | BM | | | | 5m10 | 12,01 | 23,25 | 7 | 283 | 4,01 | 166 | |
| | 1 F | | | | 1m | 14,15 | 22,90 | 88 | 125 | 4,25 | 176 | |
| | 2 S | | 10h35 | 7m60 | 6m60 | 15,30 | 22,75 | 79 | 131 | 4,27 | 1865 | |
| | MI-Flot | | | | 1m | 18,70 | 23,15 | 13 | 192 | 4,99 | 47 | |
| | 2 F | | 14h30 | 8m80 | 7m80 | 21,15 | 22,20 | 7 | 074 | 4,94 | 75 | |
| | 3 S | | | | 1m | 16,60 | 23,30 | 105 | 008 | 4,82 | 102 | |
| | PM | | 16h40 | 7m70 | 6m70 | 17,95 | 22,75 | 56 | 320 | 4,80 | 338 | |
| | 3 F | | | | | | | | | | | |
| | 4 S | | | | | | | | | | | |
| | MI-Jus | | | | | | | | | | | |
| | 4 F | | | | | | | | | | | |
| E PK 52 10/07/2003 Coef: 61-65 | 1 S | | 4h15 | 9m00 | 1m | 10,39 | 25,85 | 13 | 308 | 4,81 | 89 | PM à Pauillac 3h27 P=(766,5) 1022 hPa P=(766,5) 1022 hPa BM à Pauillac 10h25 P=(766,5) 1022 hPa Renverse: 11h00 P=(766,5) 1022 hPa |
| | PM | | | | 8m00 | 12,88 | 23,83 | 13 | 024 | 4,83 | 160 | |
| | 1 F | | | | 1m | 9,63 | 24,16 | 111 | 020 | 3,74 | 242 | |
| | 2 S | | 7h15 | 7m00 | 6m00 | 9,61 | 24,22 | 62 | 010 | 3,74 | 1107 | |
| | MI-Jus | | | | 1m | 6,57 | 24,11 | 0 | 025 | 3,72 | 126 | |
| | 2 F | | 10h55 | 5m80 | 4m80 | 6,95 | 24,15 | 24 | 173 | 3,71 | 198 | |
| | 3 S | | | | 1m | 10,20 | 24,90 | 120 | 177 | 4,80 | 270 | |
| | BM | | 14h00 | 8m20 | 7m20 | 10,35 | 24,75 | 105 | 181 | 4,30 | 497 | |
| | 3 F | | | | | | | | | | | |
| | 4 S | | | | | | | | | | | |
| | MI-Flot | | | | | | | | | | | |
| | 4 F | | | | | | | | | | | |
| K PK 30 09/07/2003 Coef: 58-59 | 1 S | | 6h45 | 8m20 | 1m | 4,00 | 23,90 | 88 | 022 | 4,90 | 1337 | P=(767) 1022 hPa BM à La Reuille 10h08 P=(767) 1022 hPa Renverse: 10h55 P=(767) 1022 hPa PM à La Reuille P=(767) 1022 hPa |
| | MI-Jus | | | | 7m20 | 4,13 | 23,90 | 53 | 338 | 4,82 | 2673 | |
| | 1 F | | | | 1m | 1,90 | 24,00 | 13 | 002 | 4,89 | 576 | |
| | 2 S | | 10h45 | 6m50 | 5m50 | 2,18 | 24,00 | 13 | 195 | 4,80 | 1029 | |
| | BM | | | | 1m | 3,95 | 24,25 | 108 | 112 | 4,35 | 1074 | |
| | 2 F | | 13h20 | 9m10 | 8m10 | 3,80 | 24,00 | 41 | 124 | 4,32 | 1776 | |
| | 3 S | | | | 1m | 5,30 | 25,00 | 24 | 120 | 4,80 | 167 | |
| | MI-Flot | | | | 9m00 | 4,91 | 24,05 | 7 | 193 | 4,80 | 1877 | |
| | 3 F | | | | | | | | | | | |
| | 4 S | | | | | | | | | | | |
| | PM | | 16h05 | 10m00 | 9m00 | | | | | | | |
| | 4 F | | | | | | | | | | | |

| Août 2003 | | 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 |
|--------------------------------------|---------|----------|---------------------|-----------------------|--------------------|----------|------------|----------------|-------------------|------------------------|--|--------------|
| POINTS | | | | | | | | | | | | |
| F PK 67 26/08/2003 Coef: 69-75 | 1 S | 9m40 | 6h45 | 1m | 23,97 | 24,91 | 13 | 182 | 4,63 | 75 | PM à Laména 5h43 P=(763) 1017 hPa | |
| | PM | 8m40 | | | 24,89 | 25,02 | 0 | 176 | 4,60 | 104 | | |
| | 1 F | 1m | | | 20,95 | 25,20 | 100 | 359 | 4,54 | 305 | | |
| | 2 S | 7m80 | 9h20 | 6m80 | 21,24 | 25,20 | 67 | 340 | 4,55 | 1197 | P=(763) 1017 hPa | |
| | Mi-Jus | 6m10 | | 1m | 16,04 | 26,02 | 7 | 022 | 4,48 | 113 | BM à Laména 12h15 P=(763) 1017 hPa Renverse: 13h00 | |
| | 3 S | 8m30 | 12h55 | 5m10 | 17,10 | 25,81 | 0 | 279 | 4,42 | 206 | | |
| | BM | 1m | | 1m | 19,54 | 25,50 | 94 | 130 | 4,54 | 174 | | |
| | 3 F | | | | | | | | | | | |
| | 4 S | 8m30 | 15h30 | 7m30 | 19,72 | 25,40 | 56 | 145 | 4,51 | 701 | P=(763) 1017 hPa | |
| | Mi-Flot | | | | | | | | | | | |
| 4 F | | | | | | | | | | | | |
| E PK 52 28/08/2003 Coef: 92-95 | 1 S | 8m20 | 5h15 | 1m | 13,72 | 25,90 | 152 | 165 | 4,53 | 519 | P=(757,5) 1010 hPa | |
| | Mi-Flot | 7m20 | | | 14,72 | 25,82 | 111 | 182 | 4,51 | 691 | | |
| | 1 F | 1m | | | 15,69 | 27,01 | 18 | 208 | 4,63 | 209 | PM à Pauillac 7h20 P=(757,5) 1010 hPa Renverse: 8h30 | |
| | 2 S | 9m50 | 8h15 | 8m50 | 16,69 | 25,67 | 0 | 150 | 4,59 | 379 | | |
| | PM | 1m | | 1m | 14,57 | 25,85 | 125 | 015 | 4,36 | 257 | | |
| | 2 F | 7m30 | 11h10 | 6m30 | 14,47 | 25,85 | 68 | 004 | 4,36 | 1006 | P=(757,5) 1010 hPa | |
| | 3 S | 5m60 | 15h05 | 1m | 9,76 | 25,81 | 7 | 099 | 4,40 | 94 | | |
| | Mi-Jus | | | | | | | | | | | |
| | 3 F | | | | | | | | | | | |
| | 4 S | | | | | | | | | | | |
| 4 F | | | | | | | | | | | | |
| K PK 30 27/08/2003 Coef: 82-87 | 1 S | 7m60 | 5h05 | 1m | 5,40 | 25,50 | 120 | 126 | 4,42 | 1143 | P=(761) 1015 hPa | |
| | Mi-Flot | 6m60 | | | 5,31 | 25,55 | 73 | 144 | 4,40 | 1140 | | |
| | 1 F | 1m | | | 7,68 | 25,40 | 13 | 131 | 4,48 | 255 | PM à La Reuille 7h25 P=(761) 1015 hPa Renverse: 8h20 | |
| | 2 S | 10m10 | 8h10 | 9m10 | 7,51 | 25,53 | 0 | 184 | 4,45 | 1327 | | |
| | PM | 7m50 | 11h20 | 1m | 5,84 | 25,50 | 111 | 356 | 4,40 | 1660 | | |
| | 2 F | | | | | | | | | | | |
| | 3 S | 5m80 | 15h10 | 6m50 | 5,97 | 25,47 | 62 | 324 | 4,41 | 1505 | P=(761) 1015 hPa | |
| | Mi-Jus | | | 1m | 3,07 | 26,06 | 13 | 001 | 4,39 | 520 | | |
| | 3 F | | | | | | | | | | | |
| | 4 S | | | | | | | | | | | |
| 4 F | | | | | | | | | | | | |

| Septembre 2003 | | 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 | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------|---------------|-------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|--|---|---|
| POINTS | | | | | | | | | | | | | | |
| F PK 67 09/09/2003 Coef: 78-83 | 1 S | PM | 6h40 | 8m80 | 1m | 23,93 | 20,60 | 13 | 177 | 5,20 | 176 | PM à Laména 5h48 P=(757) 1010 hPa P=(757) 1010 hPa BM à Laména P=(757) 1010 hPa Renverse: 14h P=(757) 1010 hPa | | |
| | | 1 F | | | 7m80 | 29,98 | 20,77 | 0 | 084 | 5,15 | 455 | | | |
| | | 2 S | | | 1m | 21,00 | 20,70 | 117 | 359 | 5,14 | 577 | | | |
| | | Mi-Jus 2 F | | | 7m00 | 21,50 | 20,73 | 88 | 342 | 5,13 | 474 | | | |
| | | 3 S | | | 1m | 16,12 | 21,32 | 13 | 108 | 5,12 | 429 | | | |
| | | BM | | | 4m30 | 17,10 | 21,14 | 13 | 140 | 5,11 | 416 | | | |
| | | 3 F | | | 1m | 18,65 | 21,00 | 82 | 122 | 5,15 | 816 | | | |
| | | 4 S | | | 1m | 18,50 | 21,02 | 88 | 128 | 5,11 | 2461 | | | |
| | | Mi-Flot 4 F | | | 7m00 | | | | | | | | | |
| | | 1 S | | | 1m | 12,40 | 21,30 | 146 | 172 | 5,01 | 305 | | | |
| | | Mi-Flot 1 F | | | 7m00 | 13,24 | 21,10 | 115 | 174 | 4,87 | 1574 | | | |
| | E PK 52 11/09/2003 Coef: 92-93 | 2 S | PM | 8h20 | 10m00 | 1m | 14,70 | 22,06 | 7 | 210 | 5,22 | | 295 | P=(756) 1026 hPa PM à Pauillac 7h23 P=(756) 1026 hPa Renverse: 8h40 P=(756) 1026 hPa BM à Pauillac 14h35 P=(756) 1026 hPa |
| | | 2 F | | | 9m00 | 15,85 | 20,85 | 7 | 199 | 5,18 | 270 | | | |
| | | 3 S | | | 1m | 13,65 | 21,05 | 131 | 022 | 5,15 | 670 | | | |
| | | Mi-Jus 3 F | | | 7m30 | 14,02 | 21,00 | 85 | 005 | 5,15 | 1832 | | | |
| | | 4 S | | | 1m | 8,12 | 20,86 | 13 | 021 | 5,07 | 1965 | | | |
| | | BM | | | 5m70 | 8,21 | 20,87 | 13 | 008 | 5,06 | 2505 | | | |
| | | 4 F | | | 4m70 | | | | | | | | | |
| | | 1 S | | | 1m | 6,10 | 20,79 | 103 | 123 | 4,89 | 1780 | | | |
| | | Mi-Flot 1 F | | | 7m60 | 5,76 | 20,85 | 36 | 123 | 4,82 | 6513 | | | |
| | | 2 S | | | 1m | 8,16 | 20,70 | 13 | 088 | 5,03 | 380 | | | |
| K PK 30 10/09/2003 Coef: 87-90 | | PM | | 8h25 | 10m20 | 9m20 | 7,62 | 20,95 | 7 | 312 | 5,02 | 2229 | P=(769) 1025 hPa PM à La Reuille 7h30 P=(770) 1026 hPa Renverse: 8h40 P=(770,5) 1027 hPa BM à La Reuille 14h54 P=(770,5) 1027 hPa | |
| | | 2 F | | | 1m | 6,47 | 20,82 | 94 | 003 | 4,85 | 1208 | | | |
| | 3 S | | | 8m40 | 6,55 | 20,82 | 30 | 328 | 4,81 | 1811 | | | | |
| | Mi-Jus 3 F | | | 7m40 | 3,65 | 20,85 | 7 | 312 | 4,25 | 814 | | | | |
| | 4 S | | | 1m | 3,85 | 20,82 | 7 | 170 | 4,20 | 2994 | | | | |
| | BM | | | 6m30 | | | | | | | | | | |
| | 4 F | | | 5m30 | | | | | | | | | | |
| | | 1 S | | | 1m | 6,10 | 20,79 | 103 | 123 | 4,89 | 1780 | | | |
| | | Mi-Flot 1 F | | | 7m60 | 5,76 | 20,85 | 36 | 123 | 4,82 | 6513 | | | |
| | | 2 S | | | 1m | 8,16 | 20,70 | 13 | 088 | 5,03 | 380 | | | |
| | | PM | | 8h25 | 10m20 | 9m20 | 7,62 | 20,95 | 7 | 312 | 5,02 | 2229 | | |
| | | 2 F | | | 1m | 6,47 | 20,82 | 94 | 003 | 4,85 | 1208 | | | |
| | 3 S | | | 8m40 | 6,55 | 20,82 | 30 | 328 | 4,81 | 1811 | | | | |
| | Mi-Jus 3 F | | | 7m40 | 3,65 | 20,85 | 7 | 312 | 4,25 | 814 | | | | |
| | 4 S | | | 1m | 3,85 | 20,82 | 7 | 170 | 4,20 | 2994 | | | | |
| | BM | | | 6m30 | | | | | | | | | | |
| | 4 F | | | 5m30 | | | | | | | | | | |

| Octobre 2003 | | 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 |
|--------------------------------------|--------------------------------------|----------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------|---------------|-------------------|----------------------|------------------------------|--|--|
| POINTS | | | | | | | | | | | | |
| F PK 67 22/10/2003 Coef: 57-66 | 1 S | 8m10 | 7h25 | 1m | 20,87 | 15,76 | 91 | 011 | 5,53 | 217 | P=(758) 1010 hPa | |
| | Mi-Jus 1 F | 7m10 | | | 21,20 | 15,78 | 62 | 346 | 5,52 | 225 | | |
| | 2 S | 6m80 | 11h30 | 1m | 16,10 | 16,00 | 13 | 102 | 5,47 | 119 | BM à Laména 10h23 P=(758) 1010 hPa Renverse: 11h30 | |
| | 2 F | 5m80 | | | 17,22 | 15,91 | 13 | 177 | 5,42 | 338 | | |
| | 3 S | 8m30 | 13h55 | 1m | 20,13 | 15,62 | 100 | 118 | 5,39 | 413 | P=(758) 1010 hPa | |
| | Mi-Flot 3 F | 7m30 | | | 20,00 | 15,62 | 59 | 120 | 5,40 | 340 | | |
| | 4 S | 9m70 | 16h45 | 1m | 23,36 | 15,48 | 7 | 101 | 5,42 | 136 | PM à Laména 16h22 P=(758) 1010 hPa | |
| | PM | | | | 24,04 | 15,52 | 7 | 128 | 5,41 | 225 | | |
| | 4 F | 8m70 | | | | | | | | | | |
| | E PK 52 24/10/2003 Coef: 90-97 | 1 S | 9m50 | 7h00 | 1m | 15,78 | 15,57 | 7 | 028 | 5,39 | 431 | PM à Pauillac 5h46 P=(765) 1020 hPa |
| PM | | 8m50 | | | 17,11 | 14,90 | 7 | 267 | 5,35 | 991 | | |
| 1 F | | 1m | | | 12,97 | 14,75 | 117 | 020 | 5,28 | 901 | | |
| 2 S | | 7m20 | 9h50 | 6m20 | 13,92 | 14,87 | 67 | 017 | 5,26 | 1827 | P=(768) 1024 hPa | |
| Mi-Jus 2 F | | 5m90 | | 1m | 9,28 | 14,45 | 13 | 156 | 5,19 | 418 | | |
| 3 S | | 4m90 | 13h30 | 1m | 9,20 | 14,56 | 30 | 181 | 5,17 | 1279 | BM à Pauillac 13h05 P=(768) 1024 hPa Renverse: 13h25 | |
| BM | | 1m | | | 12,72 | 14,69 | 140 | 177 | 5,26 | 834 | | |
| 3 F | | 7m70 | 15h45 | 1m | 12,40 | 14,68 | 120 | 181 | 5,23 | 1091 | P=(768) 1024 hPa | |
| 4 S | | | | | | | | | | | | |
| Mi-Flot 4 F | | | | | | | | | | | | |
| K PK 30 23/10/2003 Coef: 74-82 | 1 S | 9m40 | 6h45 | 1m | 8,17 | 15,33 | 0 | 311 | 5,32 | 296 | PM à La Reuille 5h49 P=(757) 1009 hPa | |
| | PM | 8m40 | | | 7,85 | 15,47 | 0 | 331 | 5,30 | 1579 | | |
| | 1 F | 1m | | | 5,75 | 15,15 | 120 | 334 | 5,23 | 2100 | | |
| | 2 S | 7m90 | 10h00 | 6m90 | 5,95 | 15,18 | 70 | 331 | 5,20 | 3806 | P=(758) 1010 hPa | |
| | Mi-Jus 2 F | 6m90 | | 1m | 2,54 | 14,98 | 7 | 088 | 5,19 | 2506 | | |
| | 3 S | 6m90 | 13h45 | 5m90 | 2,62 | 14,93 | 7 | 138 | 5,20 | 7381 | BM à La Reuille 13h06 P=(758) 1010 hPa Renverse: 13h50 | |
| | BM | 1m | | | 5,65 | 15,12 | 140 | 119 | 5,27 | 1365 | | |
| | 3 F | 9m50 | 15h50 | 8m50 | 4,46 | 15,14 | 68 | 103 | 5,24 | 12279 | P=(758) 1010 hPa | |
| | 4 S | | | | | | | | | | | |
| | Mi-Flot 4 F | | | | | | | | | | | |

| Novembre 2003 | | STATIONS | 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 | | | | | | | | | | | | |
| F PK 67 | 1 S | PM | 7h15 | 9m80 | 1m | 16,72 | 12,13 | 0 | 257 | 6,32 | 103 | PM à Laména 6h42 P=(768) 1024 hPa |
| | 1 F | | | 8m80 | | 19,03 | 12,23 | 7 | 182 | 6,30 | 279 | |
| | 2 S | | | | 1m | 10,80 | 12,29 | 85 | 357 | 6,21 | 622 | P=(768) 1024 hPa |
| | Mi-Jus | 2 F | 10h20 | 7m50 | 6m50 | 11,42 | 12,27 | 59 | 341 | 6,20 | 600 | |
| | 3 S | | | | 1m | 7,67 | 12,48 | 7 | 070 | 6,19 | 829 | BM à Laména 13h14 P=(768) 1024 hPa Renverse: 14h05 |
| | BM | 3 F | 13h55 | 6m10 | 5m10 | 7,83 | 12,47 | 7 | 151 | 6,17 | 1194 | |
| Coef: 77-75 | 4 S | | | | 1m | 8,43 | 12,48 | 152 | 129 | 6,24 | 469 | P=(768) 1024 hPa |
| | Mi-Flot | 4 F | 16h15 | 8m30 | 7m30 | 8,70 | 12,39 | 62 | 137 | 6,25 | 7670 | |
| E PK 52 | 1 S | Mi-Flot | 5h50 | 8m40 | 1m | 6,59 | 12,95 | 140 | 174 | 5,65 | 1322 | P=(773) 1031 hPa |
| | 1 F | | | 7m40 | | 6,83 | 12,91 | 59 | 193 | 5,63 | 2802 | |
| | 2 S | | | | 1m | 7,23 | 13,98 | 7 | 147 | 5,72 | 1019 | PM à Pauillac 8h00 P=(773) 1031 hPa Renverse: 8h40 |
| | PM | 2 F | 8h30 | 9m50 | 8m50 | 7,54 | 12,92 | 7 | 230 | 5,70 | 1579 | |
| | 3 S | | | | 1m | 5,51 | 12,80 | 103 | 025 | 5,62 | 940 | P=(773) 1031 hPa |
| | Mi-Jus | 3 F | 11h55 | 7m40 | 6m40 | 6,48 | 12,79 | 56 | 001 | 5,63 | 7398 | |
| Coef: 65-60 | 4 S | | | | 1m | 4,47 | 12,44 | 59 | 043 | 5,59 | 720 | BM à Pauillac 14h46 P=(773) 1031 hPa |
| | BM | 4 F | 14h55 | 6m00 | 5m00 | 4,33 | 12,47 | 0 | 280 | 5,57 | 2443 | |
| K PK 30 | 1 S | Mi-Flot | 5h00 | 9m00 | 1m | 2,81 | 12,36 | 134 | 132 | 5,36 | 1438 | P=(768) 1024 hPa |
| | 1 F | | | 8m00 | | 2,52 | 12,34 | 68 | 152 | 5,32 | 4962 | |
| | 2 S | | | | 1m | 3,23 | 12,40 | 13 | 135 | 5,58 | 405 | PM à La Reuille 8h10 P=(768) 1024 hPa Renverse: 9h05 |
| | PM | 2 F | 8h40 | 9m00 | 8m00 | 3,58 | 12,48 | 7 | 076 | 5,56 | 2640 | |
| | 3 S | | | | 1m | 2,32 | 12,35 | 117 | 352 | 5,43 | 2075 | P=(768) 1024 hPa |
| | Mi-Jus | 3 F | 12h05 | 6m10 | 5m10 | 2,34 | 12,34 | 88 | 335 | 5,41 | 2022 | |
| Coef: 72-69 | 4 S | | | | 1m | 0,53 | 12,10 | 13 | 018 | 5,32 | 2306 | BM à La Reuille 15h21 P=(769) 1025 hPa |
| | BM | 4 F | 16h00 | 4m80 | 3m80 | 0,54 | 12,12 | 7 | 329 | 5,32 | 3051 | |

9.3. Annexe 3 : Tableau des résultats analytiques

9.3.1. Résultats bruts de mesures de MES et COP

| Date | Station | Temps Marée | Niveau | MES mg/l | COP mg/l | COP/MES % |
|-----------|---------|----------------|--------|-------------|-------------|--------------|
| 22-avr-03 | F | BM | S | 200 | 3.3 | 1.64% |
| 22-avr-03 | F | BM | F | 4970 | 74.8 | 1.51% |
| 22-avr-03 | F | MF | S | 180 | 3.4 | 1.87% |
| 22-avr-03 | F | MF | F | 5910 | 102.5 | 1.73% |
| 22-avr-03 | F | PM | S | 80 | 1.8 | 2.20% |
| 22-avr-03 | F | PM | F | 660 | 11.5 | 1.75% |
| 22-avr-03 | F | MJ | S | 210 | 0.9 | 0.44% |
| 22-avr-03 | F | MJ | F | 930 | 15.9 | 1.71% |
| 23-avr-03 | E | BM | S | 280 | 4.2 | 1.50% |
| 23-avr-03 | E | BM | F | 870 | 11.1 | 1.27% |
| 23-avr-03 | E | MF | S | 650 | 10.5 | 1.62% |
| 23-avr-03 | E | MF | F | 13950 | 231.5 | 1.66% |
| 23-avr-03 | E | PM | S | 110 | 1.6 | 1.46% |
| 23-avr-03 | E | PM | F | 300 | 4.8 | 1.61% |
| 23-avr-03 | E | MJ | S | 110 | 1.9 | 1.70% |
| 23-avr-03 | E | MJ | F | 2300 | 39.2 | 1.71% |
| 24-avr-03 | K | BM | S | 430 | 5.9 | 1.36% |
| 24-avr-03 | K | BM | F | 1100 | 17.9 | 1.62% |
| 24-avr-03 | K | MF | S | 360 | 5.6 | 1.54% |
| 24-avr-03 | K | MF | F | 1160 | 19.3 | 1.67% |
| 24-avr-03 | K | PM | S | 620 | 10.5 | 1.70% |
| 24-avr-03 | K | PM | F | 790 | 12.9 | 1.63% |
| 24-avr-03 | K | MJ | S | 160 | 2.3 | 1.46% |
| 24-avr-03 | K | MJ | F | 930 | 16.1 | 1.73% |
| 4-mai-03 | F | BM | S | 740 | 14.3 | 1.93% |
| 4-mai-03 | F | BM | F | 1360 | 23.3 | 1.72% |
| 4-mai-03 | F | MF | S | 400 | 10.6 | 2.65% |
| 4-mai-03 | F | MF | F | 2890 | 46.6 | 1.61% |
| 4-mai-03 | F | PM | S | 310 | 5.1 | 1.65% |
| 4-mai-03 | F | PM | F | 800 | 15.4 | 1.92% |
| 4-mai-03 | F | MJ | S | 790 | 13.2 | 1.68% |
| 4-mai-03 | F | MJ | F | 1540 | 24.7 | 1.60% |
| 7-mai-03 | E | BM | S | 320 | 3.5 | 1.10% |
| 7-mai-03 | E | BM | F | 310 | 4.2 | 1.37% |
| 7-mai-03 | E | MF | S | 500 | 8.3 | 1.67% |
| 7-mai-03 | E | MF | F | 2730 | 40.2 | 1.47% |
| 7-mai-03 | E | PM | S | 290 | 4.0 | 1.39% |
| 7-mai-03 | E | PM | F | 370 | 3.3 | 0.89% |
| 7-mai-03 | E | MJ | S | 390 | 4.2 | 1.07% |
| 7-mai-03 | E | MJ | F | 1120 | 14.6 | 1.31% |

| | | | | | | |
|------------|---|----|---|------|------|-------|
| 5-mai-03 | K | BM | S | 530 | 6.3 | 1.19% |
| 5-mai-03 | K | BM | F | 1210 | 19.6 | 1.62% |
| 5-mai-03 | K | MF | S | 580 | 6.4 | 1.11% |
| 5-mai-03 | K | MF | F | 1830 | 25.8 | 1.41% |
| 5-mai-03 | K | PM | S | 390 | 3.8 | 0.97% |
| 5-mai-03 | K | PM | F | 2160 | 32.6 | 1.51% |
| 5-mai-03 | K | MJ | S | 1250 | 20.7 | 1.65% |
| 5-mai-03 | K | MJ | F | 1900 | 30.0 | 1.58% |
| 10-juin-03 | F | BM | S | 210 | 4.1 | 1.93% |
| 10-juin-03 | F | BM | F | 350 | 6.4 | 1.83% |
| 10-juin-03 | F | MF | S | 68 | 2.5 | 3.68% |
| 10-juin-03 | F | MF | F | 2710 | 45.0 | 1.66% |
| 10-juin-03 | F | PM | S | 150 | 2.5 | 1.69% |
| 10-juin-03 | F | PM | F | 520 | 11.3 | 2.18% |
| 10-juin-03 | F | MJ | S | 520 | 10.2 | 1.97% |
| 10-juin-03 | F | MJ | F | 1400 | 21.8 | 1.56% |
| 12-juin-03 | E | BM | S | 140 | 2.0 | 1.43% |
| 12-juin-03 | E | BM | F | 920 | 14.2 | 1.55% |
| 12-juin-03 | E | MF | S | 720 | 11.4 | 1.58% |
| 12-juin-03 | E | MF | F | 1540 | 25.9 | 1.68% |
| 12-juin-03 | E | PM | S | 100 | 1.9 | 1.85% |
| 12-juin-03 | E | PM | F | 660 | 11.6 | 1.76% |
| 12-juin-03 | E | MJ | S | 660 | 11.6 | 1.75% |
| 12-juin-03 | E | MJ | F | 3550 | 56.0 | 1.58% |
| 11-juin-03 | K | BM | S | 430 | 4.4 | 1.02% |
| 11-juin-03 | K | BM | F | 1980 | 36.8 | 1.86% |
| 11-juin-03 | K | MF | S | 1500 | 24.8 | 1.65% |
| 11-juin-03 | K | MF | F | 3660 | 60.8 | 1.66% |
| 11-juin-03 | K | PM | S | 180 | 2.8 | 1.53% |
| 11-juin-03 | K | PM | F | 740 | 10.7 | 1.44% |
| 11-juin-03 | K | MJ | S | 790 | 14.3 | 1.81% |
| 11-juin-03 | K | MJ | F | 1720 | 27.4 | 1.59% |
| 8-juil-03 | F | BM | S | 100 | 2.0 | 1.97% |
| 8-juil-03 | F | BM | F | 150 | 2.6 | 1.72% |
| 8-juil-03 | F | MF | S | 120 | 2.4 | 1.99% |
| 8-juil-03 | F | MF | F | 2090 | 33.9 | 1.62% |
| 8-juil-03 | F | PM | S | 40 | 1.7 | 4.35% |
| 8-juil-03 | F | PM | F | 60 | 1.4 | 2.25% |
| 8-juil-03 | F | MJ | S | 40 | 0.4 | 1.00% |
| 8-juil-03 | F | MJ | F | 320 | 5.0 | 1.55% |
| 10-juil-03 | E | BM | S | 120 | 3.3 | 2.73% |
| 10-juil-03 | E | BM | F | 170 | 2.3 | 1.36% |
| 10-juil-03 | E | MF | S | 230 | 4.1 | 1.79% |
| 10-juil-03 | E | MF | F | 430 | 7.0 | 1.63% |
| 10-juil-03 | E | PM | S | 50 | 0.9 | 1.72% |
| 10-juil-03 | E | PM | F | 110 | 2.0 | 1.84% |
| 10-juil-03 | E | MJ | S | 170 | 2.7 | 1.58% |

| | | | | | | |
|------------|---|----|---|------|------|-------|
| 10-juil-03 | E | MJ | F | 1160 | 18.0 | 1.55% |
| 9-juil-03 | K | BM | S | 500 | 6.1 | 1.23% |
| 9-juil-03 | K | BM | F | 1050 | 13.5 | 1.28% |
| 9-juil-03 | K | MF | S | 1050 | 15.9 | 1.51% |
| 9-juil-03 | K | MF | F | 2200 | 33.9 | 1.54% |
| 9-juil-03 | K | PM | S | 160 | 1.8 | 1.12% |
| 9-juil-03 | K | PM | F | 1800 | 25.8 | 1.43% |
| 9-juil-03 | K | MJ | S | 1230 | 19.8 | 1.61% |
| 9-juil-03 | K | MJ | F | 2760 | 42.4 | 1.53% |
| 26-août-03 | F | BM | S | 100 | 1.6 | 1.64% |
| 26-août-03 | F | BM | F | 180 | 3.0 | 1.67% |
| 26-août-03 | F | MF | S | 320 | 4.7 | 1.47% |
| 26-août-03 | F | MF | F | 1190 | 16.3 | 1.37% |
| 26-août-03 | F | PM | S | 50 | 0.8 | 1.58% |
| 26-août-03 | F | PM | F | 90 | 1.5 | 1.64% |
| 26-août-03 | F | MJ | S | 170 | 3.4 | 2.01% |
| 26-août-03 | F | MJ | F | 420 | 7.9 | 1.88% |
| 28-août-03 | E | BM | S | 80 | 4.1 | 5.10% |
| 28-août-03 | E | BM | F | 280 | 7.0 | 2.51% |
| 28-août-03 | E | MF | S | 640 | 10.7 | 1.67% |
| 28-août-03 | E | MF | F | 590 | 12.0 | 2.03% |
| 28-août-03 | E | PM | S | 240 | 5.8 | 2.40% |
| 28-août-03 | E | PM | F | 460 | 9.4 | 2.05% |
| 28-août-03 | E | MJ | S | 320 | 8.8 | 2.75% |
| 28-août-03 | E | MJ | F | 1150 | 18.5 | 1.61% |
| 27-août-03 | K | BM | S | 460 | 8.9 | 1.94% |
| 27-août-03 | K | BM | F | 1610 | 26.7 | 1.66% |
| 27-août-03 | K | MF | S | 1120 | 19.6 | 1.75% |
| 27-août-03 | K | MF | F | 1220 | 22.7 | 1.86% |
| 27-août-03 | K | PM | S | 230 | 4.7 | 2.02% |
| 27-août-03 | K | PM | F | 1290 | 23.4 | 1.82% |
| 27-août-03 | K | MJ | S | 1210 | 21.4 | 1.77% |
| 27-août-03 | K | MJ | F | 1600 | 26.9 | 1.68% |
| 9-sept-03 | F | BM | S | 330 | 7.8 | 2.36% |
| 9-sept-03 | F | BM | F | 330 | 3.3 | 0.99% |
| 9-sept-03 | F | MF | S | 720 | 9.0 | 1.24% |
| 9-sept-03 | F | MF | F | 2550 | 34.0 | 1.33% |
| 9-sept-03 | F | PM | S | 180 | 2.3 | 1.27% |
| 9-sept-03 | F | PM | F | 450 | 5.9 | 1.32% |
| 9-sept-03 | F | MJ | S | 440 | 5.4 | 1.22% |
| 9-sept-03 | F | MJ | F | 400 | 3.6 | 0.91% |
| 11-sept-03 | E | BM | S | 1980 | 20.1 | 1.02% |
| 11-sept-03 | E | BM | F | 2550 | 35.5 | 1.39% |
| 11-sept-03 | E | MF | S | 300 | 4.0 | 1.34% |
| 11-sept-03 | E | MF | F | 1800 | 23.8 | 1.32% |
| 11-sept-03 | E | PM | S | 370 | 7.8 | 2.10% |
| 11-sept-03 | E | PM | F | 310 | 3.6 | 1.15% |

| | | | | | | |
|------------|---|----|---|-------|-------|-------|
| 11-sept-03 | E | MJ | S | 1060 | 7.9 | 0.74% |
| 11-sept-03 | E | MJ | F | 2000 | 20.7 | 1.03% |
| 10-sept-03 | K | BM | S | 770 | 9.4 | 1.22% |
| 10-sept-03 | K | BM | F | 3200 | 45.4 | 1.42% |
| 10-sept-03 | K | MF | S | 1730 | 24.1 | 1.39% |
| 10-sept-03 | K | MF | F | 9750 | 172.2 | 1.77% |
| 10-sept-03 | K | PM | S | 360 | 5.3 | 1.47% |
| 10-sept-03 | K | PM | F | 2960 | 38.4 | 1.30% |
| 10-sept-03 | K | MJ | S | 1390 | 12.7 | 0.91% |
| 10-sept-03 | K | MJ | F | 1990 | 26.5 | 1.33% |
| 22-oct-03 | F | BM | S | 140 | 2.1 | 1.46% |
| 22-oct-03 | F | BM | F | 230 | 2.5 | 1.07% |
| 22-oct-03 | F | MF | S | 290 | 3.4 | 1.18% |
| 22-oct-03 | F | MF | F | 310 | 5.6 | 1.80% |
| 22-oct-03 | F | PM | S | 280 | 5.1 | 1.83% |
| 22-oct-03 | F | PM | F | 410 | 8.5 | 2.07% |
| 22-oct-03 | F | MJ | S | 480 | 7.2 | 1.50% |
| 22-oct-03 | F | MJ | F | 560 | 8.0 | 1.43% |
| 24-oct-03 | E | BM | S | 420 | 5.8 | 1.37% |
| 24-oct-03 | E | BM | F | 1370 | 18.5 | 1.35% |
| 24-oct-03 | E | MF | S | 1050 | 16.7 | 1.59% |
| 24-oct-03 | E | MF | F | 1520 | 35.7 | 2.35% |
| 24-oct-03 | E | PM | S | 450 | 6.0 | 1.32% |
| 24-oct-03 | E | PM | F | 1050 | 14.4 | 1.37% |
| 24-oct-03 | E | MJ | S | 930 | 15.7 | 1.69% |
| 24-oct-03 | E | MJ | F | 1790 | 25.1 | 1.40% |
| 23-oct-03 | K | BM | S | 920 | 13.2 | 1.43% |
| 23-oct-03 | K | BM | F | 4810 | 71.1 | 1.48% |
| 23-oct-03 | K | MF | S | 1230 | 20.6 | 1.68% |
| 23-oct-03 | K | MF | F | 12280 | 134.6 | 1.10% |
| 23-oct-03 | K | PM | S | 260 | 2.3 | 0.89% |
| 23-oct-03 | K | PM | F | 1780 | 26.9 | 1.51% |
| 23-oct-03 | K | MJ | S | 2510 | 40.3 | 1.60% |
| 23-oct-03 | K | MJ | F | 2110 | 26.8 | 1.27% |
| 11-nov-03 | F | BM | S | 870 | 6.3 | 0.73% |
| 11-nov-03 | F | BM | F | 1320 | 14.6 | 1.11% |
| 11-nov-03 | F | MF | S | 320 | 4.2 | 1.33% |
| 11-nov-03 | F | MF | F | 7720 | 107.0 | 1.39% |
| 11-nov-03 | F | PM | S | 100 | 0.7 | 0.72% |
| 11-nov-03 | F | PM | F | 270 | 2.7 | 1.01% |
| 11-nov-03 | F | MJ | S | 650 | 8.6 | 1.32% |
| 11-nov-03 | F | MJ | F | 690 | 4.9 | 0.71% |
| 13-nov-03 | E | BM | S | 1030 | 13.8 | 1.34% |
| 13-nov-03 | E | BM | F | 3180 | 41.0 | 1.29% |
| 13-nov-03 | E | MF | S | 1150 | 11.8 | 1.03% |
| 13-nov-03 | E | MF | F | 4950 | 58.0 | 1.17% |
| 13-nov-03 | E | PM | S | 1020 | 13.7 | 1.34% |

| | | | | | | |
|-----------|---|----|---|------|-------|-------|
| 13-nov-03 | E | PM | F | 1580 | 15.7 | 0.99% |
| 13-nov-03 | E | MJ | S | 670 | 7.0 | 1.05% |
| 13-nov-03 | E | MJ | F | 9420 | 107.4 | 1.14% |
| 12-nov-03 | K | BM | S | 2480 | 30.0 | 1.21% |
| 12-nov-03 | K | BM | F | 3390 | 36.7 | 1.08% |
| 12-nov-03 | K | MF | S | 1370 | 16.2 | 1.18% |
| 12-nov-03 | K | MF | F | 5380 | 56.3 | 1.05% |
| 12-nov-03 | K | PM | S | 350 | 4.3 | 1.22% |
| 12-nov-03 | K | PM | F | 4050 | 51.3 | 1.27% |
| 12-nov-03 | K | MJ | S | 2080 | 21.6 | 1.04% |
| 12-nov-03 | K | MJ | F | 3630 | 48.6 | 1.34% |

9.3.2. Résultats bruts de mesures de chlorophylle et phaeopigments

| Date | Station | Temps Marée | Niveau | Chlo a µg/l | Phaeo µg/l | Chlo a / COP | Pig/MES ppm | Taux Ca |
|------------|---------|----------------|--------|----------------|---------------|-----------------|----------------|------------|
| 22-avr-03 | F | BM | S | 4.60 | 9.15 | 0.14% | 69 | 0.33 |
| 22-avr-03 | F | PM | S | 6.65 | 9.45 | 0.38% | 201 | 0.41 |
| 23-avr-03 | E | BM | S | 4.55 | 5.85 | 0.11% | 37 | 0.44 |
| 23-avr-03 | E | PM | S | 14.25 | 12.75 | 0.89% | 245 | 0.53 |
| 24-avr-03 | K | BM | S | 6.20 | 8.65 | 0.11% | 35 | 0.42 |
| 24-avr-03 | K | PM | S | 7.15 | 10.50 | 0.07% | 28 | 0.41 |
| 4-mai-03 | F | BM | S | 23.05 | 24.15 | 0.16% | 64 | 0.49 |
| 4-mai-03 | F | PM | S | 5.55 | 6.95 | 0.11% | 40 | 0.44 |
| 7-mai-03 | E | BM | S | 5.85 | 7.75 | 0.17% | 43 | 0.43 |
| 7-mai-03 | E | PM | S | 7.50 | 9.30 | 0.19% | 58 | 0.45 |
| 5-mai-03 | K | BM | S | 11.45 | 23.30 | 0.18% | 66 | 0.33 |
| 5-mai-03 | K | PM | S | 14.90 | 16.70 | 0.39% | 81 | 0.47 |
| 10-juin-03 | F | BM | S | 6.20 | 10.90 | 0.15% | 81 | 0.36 |
| 10-juin-03 | F | PM | S | 7.45 | 6.75 | 0.29% | 95 | 0.52 |
| 12-juin-03 | E | BM | S | 7.70 | 13.65 | 0.39% | 153 | 0.36 |
| 12-juin-03 | E | PM | S | 4.45 | 6.85 | 0.24% | 113 | 0.39 |
| 11-juin-03 | K | BM | S | 32.10 | 42.40 | 0.73% | 173 | 0.43 |
| 11-juin-03 | K | PM | S | 17.40 | 22.30 | 0.63% | 221 | 0.44 |
| 8-juil-03 | F | BM | S | 14.45 | 5.00 | 0.73% | 195 | 0.74 |
| 8-juil-03 | F | PM | S | 89.70 | 12.80 | 5.16% | 2563 | 0.88 |
| 10-juil-03 | E | BM | S | 9.55 | 8.80 | 0.29% | 153 | 0.52 |
| 10-juil-03 | E | PM | S | 7.20 | 7.80 | 0.84% | 300 | 0.48 |
| 9-juil-03 | K | BM | S | 6.65 | 13.95 | 0.11% | 41 | 0.32 |
| 9-juil-03 | K | PM | S | 3.75 | 6.55 | 0.21% | 64 | 0.36 |
| 26-août-03 | F | BM | S | 9.15 | 8.00 | 0.56% | 172 | 0.53 |
| 26-août-03 | F | PM | S | 11.35 | 11.75 | 1.44% | 462 | 0.49 |
| 28-août-03 | E | BM | S | 10.50 | 11.70 | 0.26% | 278 | 0.47 |
| 28-août-03 | E | PM | S | 16.50 | 16.40 | 0.29% | 137 | 0.50 |
| 27-août-03 | K | BM | S | 8.15 | 5.55 | 0.09% | 30 | 0.59 |
| 27-août-03 | K | PM | S | 14.20 | 7.50 | 0.31% | 94 | 0.65 |
| 9-sept-03 | F | BM | S | 7.55 | 6.25 | 0.10% | 42 | 0.55 |
| 9-sept-03 | F | PM | S | 10.60 | 10.25 | 0.46% | 116 | 0.51 |

| | | | | | | | | |
|------------|---|----|---|-------|-------|-------|----|------|
| 11-sept-03 | E | BM | S | 16.40 | 20.55 | 0.08% | 19 | 0.44 |
| 11-sept-03 | E | PM | S | 8.65 | 5.85 | 0.11% | 39 | 0.60 |
| 10-sept-03 | K | BM | S | 7.25 | 9.00 | 0.08% | 21 | 0.45 |
| 10-sept-03 | K | PM | S | 5.50 | 5.85 | 0.10% | 32 | 0.48 |
| 22-oct-03 | F | BM | S | 3.40 | 5.05 | 0.17% | 60 | 0.40 |
| 22-oct-03 | F | PM | S | 4.00 | 5.10 | 0.08% | 33 | 0.44 |
| 24-oct-03 | E | BM | S | 11.55 | 17.20 | 0.20% | 68 | 0.40 |
| 24-oct-03 | E | PM | S | 11.90 | 16.50 | 0.20% | 63 | 0.42 |
| 23-oct-03 | K | BM | S | 22.10 | 34.05 | 0.17% | 61 | 0.39 |
| 23-oct-03 | K | PM | S | 9.05 | 5.80 | 0.39% | 57 | 0.61 |
| 11-nov-03 | F | BM | S | 13.10 | 24.30 | 0.21% | 43 | 0.35 |
| 11-nov-03 | F | PM | S | 3.73 | 2.83 | 0.52% | 66 | 0.57 |
| 13-nov-03 | E | BM | S | 24.65 | 13.15 | 0.18% | 37 | 0.65 |
| 13-nov-03 | E | PM | S | 39.50 | 31.45 | 0.29% | 70 | 0.56 |
| 12-nov-03 | K | BM | S | 63.65 | 38.25 | 0.21% | 41 | 0.62 |
| 12-nov-03 | K | PM | S | 10.80 | 1.27 | 0.25% | 34 | 0.89 |

9.3.3. Résultats bruts de mesures de sels nutritifs

| Date | Station | Temps Marée | Niveau | NH4 µmol/l | NOx µmol/l | PO4 µmol/l | N/P |
|------------|---------|----------------|--------|---------------|---------------|---------------|-----|
| 23-avr-03 | E | BM | S | 1.1 | 135.4 | 4.2 | 32 |
| 23-avr-03 | E | PM | S | <0,5 | 160.2 | 3.7 | 43 |
| 7-mai-03 | E | BM | S | <0,5 | 135.7 | 2.6 | 52 |
| 7-mai-03 | E | PM | S | 1.1 | 124.1 | 3.2 | 39 |
| 12-juin-03 | E | BM | S | 0.5 | 140.9 | 2.6 | 54 |
| 12-juin-03 | E | PM | S | 0.5 | 137.4 | 3.2 | 44 |
| 10-juil-03 | E | BM | S | 1.1 | 118.2 | 2.6 | 45 |
| 10-juil-03 | E | PM | S | 1.1 | 149.0 | 3.7 | 40 |
| 28-août-03 | E | BM | S | | 127.4 | < 0,5 | |
| 28-août-03 | E | PM | S | | 94.2 | 2.1 | 45 |
| 11-sept-03 | E | BM | S | 1.1 | 143.2 | 2.6 | 54 |
| 11-sept-03 | E | PM | S | 1.1 | 109.1 | 2.1 | 52 |
| 24-oct-03 | E | BM | S | <0,5 | 124.8 | 4.7 | 26 |
| 24-oct-03 | E | PM | S | <0,5 | 105.1 | 5.3 | 20 |
| 13-nov-03 | E | BM | S | <0,5 | 133.0 | 4.2 | 32 |
| 13-nov-03 | E | PM | S | <0,5 | 127.4 | 4.7 | 27 |

9.3.4. 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 |
|-----------|----|----|-----|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 22-avr-03 | F | BM | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22-avr-03 | F | PM | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23-avr-03 | E | BM | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23-avr-03 | E | PM | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | |
|------------|---|----|---|-----|------|------|-----|-----|
| 24-avr-03 | K | BM | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24-avr-03 | K | PM | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4-mai-03 | F | BM | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 4-mai-03 | F | PM | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7-mai-03 | E | BM | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7-mai-03 | E | PM | S | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 5-mai-03 | K | BM | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5-mai-03 | K | PM | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 10-juin-03 | F | BM | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10-juin-03 | F | PM | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12-juin-03 | E | BM | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12-juin-03 | E | PM | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11-juin-03 | K | BM | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11-juin-03 | K | PM | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8-juil-03 | F | BM | S | 10 | 300 | 0 | 0 | 0 |
| 8-juil-03 | F | PM | S | 100 | 200 | 0 | 0 | 0 |
| 10-juil-03 | E | BM | S | 10 | 20 | 0 | 0 | 0 |
| 10-juil-03 | E | PM | S | 10 | 20 | 0 | 0 | 0 |
| 9-juil-03 | K | BM | S | 10 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 9-juil-03 | K | PM | S | 10 | 20 | 1000 | 0 | 0 |
| 26-août-03 | F | BM | S | 10 | 200 | 0 | 0 | 100 |
| 26-août-03 | F | PM | S | 100 | 1000 | 0 | 0 | 0 |
| 28-août-03 | E | BM | S | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| 28-août-03 | E | PM | S | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| 27-août-03 | K | BM | S | 100 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| 27-août-03 | K | PM | S | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| 9-sept-03 | F | BM | S | | | | | |
| 9-sept-03 | F | PM | S | | | | | |
| 11-sept-03 | E | BM | S | 100 | 20 | 0 | 0 | 0 |
| 11-sept-03 | E | PM | S | 200 | 20 | 0 | 0 | 0 |
| 10-sept-03 | K | BM | S | 100 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| 10-sept-03 | K | PM | S | 100 | 100 | 1000 | 0 | 0 |
| 22-oct-03 | F | BM | S | 10 | 20 | 0 | 0 | 0 |
| 22-oct-03 | F | PM | S | 20 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| 24-oct-03 | E | BM | S | | | | | |
| 24-oct-03 | E | PM | S | | | | | |
| 23-oct-03 | K | BM | S | 100 | 100 | 0 | 100 | 1 |
| 23-oct-03 | K | PM | S | 1 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| 11-nov-03 | F | BM | S | 10 | 200 | 10 | 0 | 0 |
| 11-nov-03 | F | PM | S | 100 | 0 | 0 | 10 | 0 |
| 13-nov-03 | E | BM | S | 0 | 200 | 0 | 1 | 0 |
| 13-nov-03 | E | PM | S | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| 12-nov-03 | K | BM | S | 1 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| 12-nov-03 | K | PM | S | 10 | 2 | 0 | 0 | 0 |

