

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 2003 - RST DEL/SR/03-05

ifremer

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

SURVEILLANCE ECOLOGIQUE

SITE DU BLAYAIS

RAPPORT SCIENTIFIQUE

ANNEE 2002

Commande EDF n° B8PB034

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 2003 – RST DEL/SR/03-05

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

SURVEILLANCE ECOLOGIQUE

SITE DU BLAYAIS

RAPPORT SCIENTIFIQUE

ANNEE 2002

Commande EDF n° B8PB034

FICHE DOCUMENTAIRE

Type de Rapport : RST (Rapports de résultats de recherches scientifiques et/ou techniques)	
Numéro d'identification du rapport : <i>RST DEL/SR/03-05</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 2003</i> nombre de pages : <i>186 p.</i> 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 2002</i> Titre traduit : <i>Ecological monitoring of the "Blayais" nuclear power plant – 2002</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 B8PB034 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 de la qualité du milieu marin</i> Projet : <i>I.G.A. Impact des Grands Aménagements</i> Campagne océanographique : (nom de campagne, année, nom du navire) <i>Navire Côte d'Aquitaine</i>	
Convention : <i>S62C5001</i> Autres (préciser) : <i>Le Blayais Surveillance</i>	

Résumé :

L'étude de surveillance n° 25 du site électronucléaire du BLAYAIS (département de la Gironde) concerne la période de mars à novembre 2002. Le domaine pélagique est étudié (physico-chimie, hydrobiologie, bactériologie, zooplancton, bathymétrie).
[Voir fiche résumé p. 7 - 10]

Abstract :

Monitoring n° 25 of the BLAYAIS nuclear power plant takes into account studies conducted between March and November 2002. 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.* (2003) – Surveillance écologique du site du Blayais, année 2002. Rapp. IFREMER RST DEL/SR/03-05, mars 2003, 186 p.

Référence particulière

CASTAING P., JOUANNEAU J.M., OGGIAN G., (2003). - Mesures in situ. *In* : QUINTIN J.Y. (coord.) *et al.* (2003) - Surveillance écologique du site du Blayais, année 2002. Rapp. IFREMER RST DEL/SR/03-05, mars 2003, pp. 43 – 104.

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 01 décembre 2002 au CNPE du Blayais, et qui a réuni les personnes suivantes : MM. Caubit A. 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 2002 - résumé

Les conditions climatiques de l'année 2002 présentent de faibles apports pluvieux, à l'exception de la fin mai, la mi-août et la fin novembre. L'insolation des mois de juillet, août et début septembre est déficitaire. Les températures sont douces, et les excédents, quand ils existent concernent surtout des « minimales » décadaires telles qu'en mars et novembre. Le mois d'août reste le mois le plus chaud avec une température moyenne de l'air de 22,6 °C. Les trois crues principales se situent en mars, juin, et novembre - décembre. Les débits fluviaux sont déficitaires, sauf en début juin et en fin d'année (débit maximum instantané de l'année de 2941 m³.s⁻¹ le 3 décembre 2002). Le débit décadaire moyen 1982 - 2001 s'établit à 880 m³.s⁻¹ ; il est de 659 m³.s⁻¹ en 2002, soit un déficit de 221 m³.s⁻¹. Nettement moins arrosée que 2001, l'année 2002 peut être considérée comme une année sèche surtout en début d'année : les petites crues n'ont pas pu évacuer le bouchon vaseux présent tout au long de l'année, et caractérisé par d'importantes valeurs de turbidités.

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 lever bathymétrique 2002 montre une nouvelle progression de 150 m vers l'aval.

Au point E, les températures moyennes des eaux sont supérieures à celles de la période 1976 - 2001 jusqu'à la mi-juin, et deviennent nettement déficitaires jusqu'à mi-septembre pour se recaler sur cette tendance moyenne jusqu'en fin d'année. Comparativement aux cinq dernières années, 2002 est l'année qui présente les plus basses températures mensuelles moyennes de mi-juin à mi-septembre dans la période sensible. Malgré cette fraîcheur aquatique estivale, la température maximale de 23,8 °C a été relevée en surface le 28 août 2002. En 2002, du fait de l'insolation déficitaire lors de la période sensible, la baisse de la température moyenne de l'air a induit une baisse de la température de l'eau de fond du même ordre de grandeur (0,3 °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 2002, le déficit d'apport d'eaux douces d'amont correspond à une situation d'étiage, qui se traduit par une intrusion haline plus importante d'août à octobre, avec augmentation des salinités moyennes aux 3 points. Seul le mois de juin montre des minima de salinité. L'année 2002 peut être considérée comme normale.

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 2002, les vitesses maximales des courants en surface et au fond, de flot et de jusant, sont supérieures à celles de 2001.

Les valeurs de turbidité en 2002 sont en moyennes nettement supérieures à celles de 2001. Tout au long de l'année, les turbidités sont fortes, car l'absence de forte crue en début d'année a conduit à maintenir le bouchon vaseux dans l'estuaire.

Au cours de l'année 2002, les valeurs moyennes d'oxygène dissous au point E évoluent autour de 85,5 % du taux de saturation, du même ordre de grandeur qu'en aval (84 % au point F), mais supérieures à celles d'amont (74 % au point K). Le déficit moyen est le même au point F qu'en 2001, alors qu'il est nettement supérieur aux autres points, et surtout en K. Cela prouve la présence quasi permanente du bouchon vaseux au point amont, alors que le point F a été ré oxygéné par les eaux salines.

En raison de la turbidité élevée des eaux, les teneurs en carbone organique particulaire sont importantes pour l'année 2002, pour toutes les stations de l'estuaire. Les valeurs du rapport COP/MES (E : 1,44% ; F : 1,41% ; K : 1,54%) sont inférieures à la moyenne pluriannuelle 1992-2002 (1,68%) toutes stations et niveaux confondus. Cette diminution du rapport COP/MES

est plus ressentie à la station F en surface où l'on observe une dispersion importante des valeurs.

Pour toutes les stations, les teneurs en chlorophylle (a) enregistrées en 2002 sont inférieures à la moyenne pluriannuelle 1992 - 2002 (11,6 µg/L). Sa normalisation par rapport au COP montre une diminution importante du fait des teneurs élevées en COP. Pour cette normalisation, les moyennes de l'année 2002 sont inférieures à la moyenne pluriannuelle 1992 - 2002 (0,35%), toutes stations confondues. Cependant, les valeurs enregistrées aux stations E et F (0,29%) sont très supérieures à celle de la station K (0,19%).

Les teneurs en sels nutritifs azotés ont pour principale origine le lessivage des bassins versants. En l'absence de crue printanière, les teneurs les plus élevées en nitrates ont été enregistrées lors des crues de juin et début juillet. Cependant la moyenne pour 2002 (130,2 µmol/L) est très inférieure à la moyenne pluriannuelle 1992-2002 (140,5 µmol/L). Des teneurs élevées en orthophosphates ont été enregistrées lors de la campagne du mois de novembre ; la moyenne de 2002 (3,7 µmol/L) se situe légèrement au-dessus de la moyenne pluriannuelle 1992-2002 (3,0 µmol/L).

Les apports d'eau douce de juin et début juillet semblent avoir entraîné une diminution des densités de *Vibrio* halophile. Pour les stations K et E les *Vibrio* halophile ont été fréquemment dénombrés de mai à octobre mais toujours en faible quantité ; le nombre de recherches positives a notablement diminué à la station F et les abondances y sont faibles. Pour la troisième année consécutive, à la station E, les abondances sont plus élevées à pleine mer qu'à basse mer ; ce fait est peut-être à rapprocher de l'augmentation de la température des eaux pour ce temps de marée et cette station. Les espèces les plus couramment rencontrées sont *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio cholerae* et *Vibrio vulnificus* ; notons la présence ponctuelle de *Vibrio fluvialis*, *Vibrio mimicus* et *Vibrio hollisae*. Les rares *Vibrio cholerae* ont été détectés à la station E (juin, juillet, septembre).

Dans le zooplancton, l'espèce dominante *Eurytemora affinis* représente plus de 80 % du zooplancton. Son maximum au point E (16 123 ind/m³) est apparu en avril. Ce maximum est légèrement inférieur à la moyenne des maxima enregistrée depuis 1978 (19 648 ind/m³). La moyenne des effectifs d' *E. affinis* au point E (5 112 ind/m³) et de *Neomysis integer* (43 ind/m³) est supérieure à celle des autres points K et F ; elle est intermédiaire pour *Acartia biflosa* (415 ind/m³), *Acartia tonsa* (1 048 ind/m³), *Mesopodopsis slabberi* (169 ind/m³),

La structure démographique des populations d'*Eurytemora affinis* au point E en 2002 présente un sex-ratio (rapport mâle/total adulte exprimé en pourcentage)

de 56 %, un pourcentage de femelles ovigères de 26 %, et un pourcentage de copépodites de 45 %, intermédiaires à ceux des autres points. La fécondité moyenne annuelle au point E (2,9 œufs / sac) se situe entre celles des points K et F, et reste très faible. La faible mortalité moyenne au point E (1,4 %) est identique à celles des deux années antérieures en ce même point.

En conclusion nous pouvons noter les faits marquants suivants :

L'année 2002 peut-être classée dans les années « sèches ». Le débit fluvial annuel moyen est fortement déficitaire par rapport à la moyenne pour la période 1982 - 2001. De ce fait, les eaux sont restées très salées, fortement turbides et très déficitaires en oxygène dissous, par suite de la présence continue et de la grande extension du bouchon vaseux.

Concernant les températures de l'eau, la situation a été satisfaisante (particulièrement au point E) pendant la période sensible (15 Mai – 15 Septembre), car l'insolation des mois de Juillet, Août et début Septembre a été déficitaire.

Enfin, un lever bathymétrique effectué par le DGO de Bordeaux en Février 2002 montre que le fort allongement vers l'aval du banc de Patiras, observé en 2000, se poursuit (allongement de 150 mètres). La modification de la morphologie des fonds provoque en ce moment une meilleure chenalisation des courants au point E, ce qui se traduit par une très forte augmentation des vitesses maximales moyennes, en flot et en jusant. Cette situation, actuellement favorable, peut ne pas perdurer ; il convient de surveiller l'évolution des bancs de Patiras et de Saint - Louis.

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 2002.....	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 2002.....	29
2.2. Débits fluviaux	33
3. Evolution des fonds.....	35
3.1. Evolution des fonds	35
4. Résultats des mesures in situ.....	43
4.1. Température	43
4.1.2. Variations annuelles.....	53
4.1.3. Variations pluriannuelles	56
4.2. Salinité.....	60
4.2.1. Variation dans le temps.....	60
4.3. Vitesse de courant.....	72
4.4. Turbidités.....	77
4.4.1. Variations dans le temps.....	77
4.4.2. Variations spatiales	85
4.5. Oxygène dissous	89
4.5.1. Variations dans le temps.....	89
4.5.2. Variations spatiales	101
5. Paramètres hydrobiologiques.....	105
5.1. Carbone organique particulaire	105

5.1.1. Variations saisonnières	105
5.1.2. Relation avec les paramètres hydrobiologiques	109
5.1.3. Evolution des moyennes annuelles.....	112
5.2. Chlorophylle et phéopigments	116
5.2.1. Variations saisonnières	116
5.2.2. Evolution des moyennes annuelles.....	120
5.3. Sels nutritifs	121
5.3.1. Variations saisonnières	121
5.3.2. Variation avec la salinité	123
5.3.3. Evolution des moyennes annuelles.....	124
6. Vibrio halophiles	125
6.1. Evolution spatio-temporelle	125
6.1.1. Variations saisonnières	125
6.1.2. Evolution avec la salinité et la température	127
6.1.3. Evolution des moyennes annuelles.....	128
6.2. Spéciation	128
6.2.1. Souches identifiées	128
6.2.2. Occurrence	129
7. Zooplancton	131
7.1. Evolution temporelle des principaux contingents au point E.....	131
7.1.1. Variations des densités du Copépode <i>Eurytemora affinis</i>	131
7.1.2. Variations des densités des copépodes Acartidés	133
7.1.3. Variations des densités des Mysidacés	136
7.2. Structure démographique d' <i>Eurytemora affinis</i> au point E.....	139
7.2.1. Fécondité :.....	139
7.2.2. Structure des populations	141
7.2.3. Mortalité.....	144
7.3. Comparaison de l'évolution des principaux contingents aux points F, E, K.....	146
7.3.1. Variations des densités du Copépode <i>Eurytemora affinis</i>	146
7.3.2. Variation des densités des Copépodes Acartidés	148
7.3.3. Variation des densités de Mysidacés.....	152
7.4. Structure démographique d' <i>Eurytemora affinis</i> aux points F, E, et K.	156
7.4.1. Paramètres de population	156
7.4.2. Fécondité.....	158
7.4.3. Mortalité.....	161
8. Références bibliographiques	163
9. Annexes	167
9.1. Annexe 1 : Dénombrement des divers prélèvements et mesures - 2002	167
9.2. Annexe 2 : Tableaux des résultats de mesures	171
9.3. Annexe 3 : Tableau des résultats analytiques.....	179
9.3.1. Résultats bruts de mesures de MES et COP.....	179
9.3.2. Résultats bruts de mesures de chlorophylle et phaeopigments	184
9.3.3. Résultats bruts de mesures de sels nutritifs	185
9.3.4. Résultats bruts de Vibrios halophiles	185

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 2002, étude effectuée dans le cadre de la commande EDF/IFREMER n°B8PB034. 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 (PWR), d'une puissance unitaire de 925 MW. Les mises en service industriel ont été effectuées :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.2. L'estuaire de la Gironde⁶

1.2.1. Eléments géographiques et géomorphologiques

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

Pour faciliter le positionnement géographique le long de l'estuaire, les distances d'amont vers l'aval sont exprimées en points kilométriques, dont l'origine est le pont de pierre à Bordeaux (pK 0). L'estuaire peut être divisé en quatre zones : l'estuaire fluvial, en amont du Bec d'Ambes (pK 25) où Garonne et Dordogne se présentent comme des fleuves à méandres ; l'estuaire amont, du Bec d'Ambes à Saint Christoly (pK 66) ; l'estuaire aval, davantage soumis aux effets de la marée ; l'embouchure (pK 100), sous l'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 (175 m³.s⁻¹ à plus de 5000 m³.s⁻¹)⁷ ; lorsqu'ils sont forts, ils sont source d'apports alluvionnaires importants en provenance des fleuves et 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"

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

⁷ 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 mensuelles. Il concerne les paramètres hydrobiologiques, bactériologiques, et zooplanctoniques intégrés dans le contexte des caractéristiques d'un milieu estuarien complexe et des fluctuations climatiques auxquelles ils sont soumis, dont la température en particulier. Depuis 1992, il se poursuit annuellement.

1.4. La surveillance écologique - année 2002 (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'échantillons⁸ lors des 8 campagnes mensuelles. 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 ; Oxygène 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),
- 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).

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

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 2002, 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 (1m de la surface) pour la physico-chimie (sels nutritifs, chlorophylle et phaeopigments) et la bactériologie. Jusqu'en 1991 inclus, pour la température, la salinité, les vitesses de courant, l'oxygène dissous, les moyennes sont établies à partir de 5 mesures par niveau de référence pour 9 missions 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
---------------------	----	----	----	-----	-----

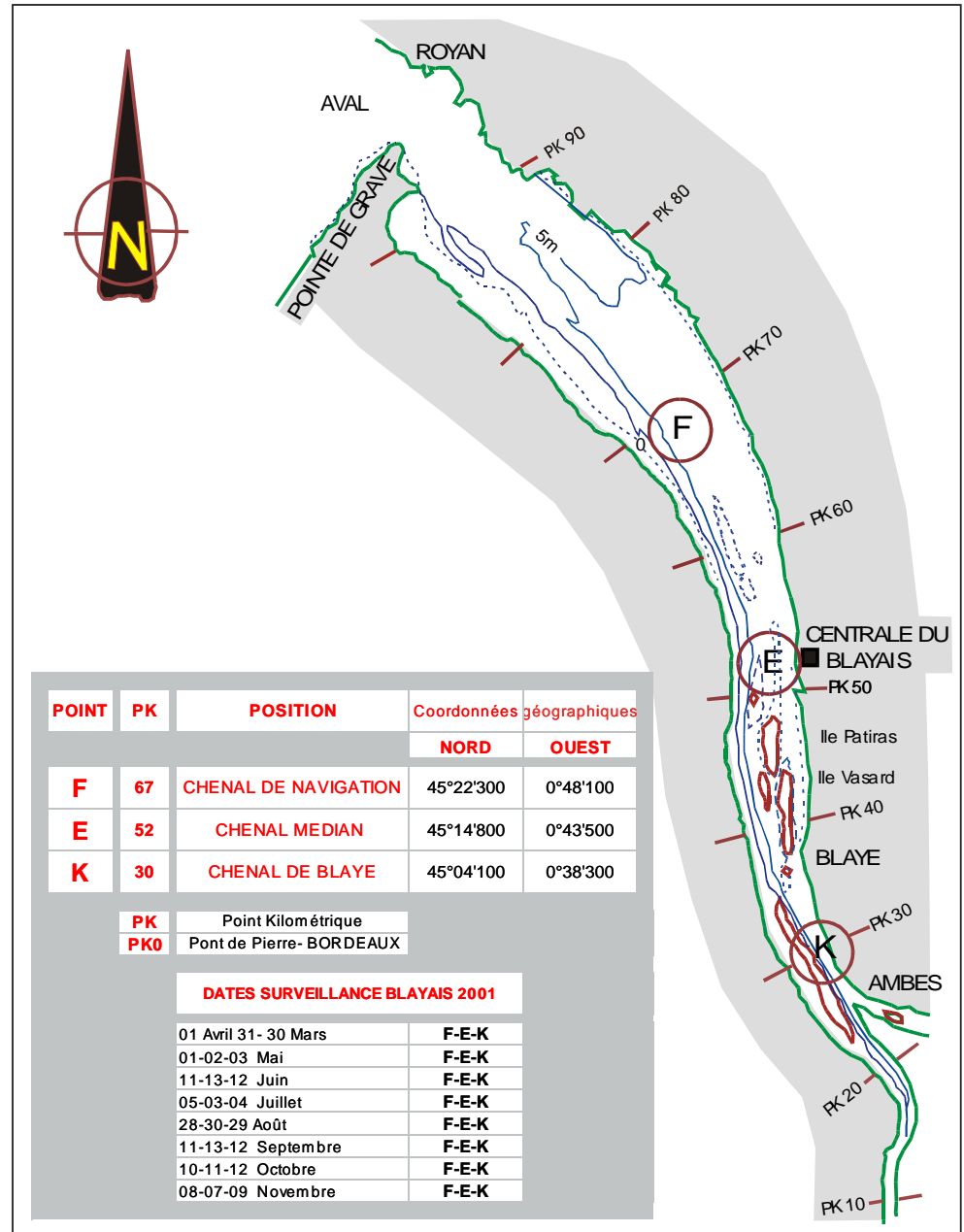


Figure 1-1 : Carte de positionnement des points.

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

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

Avec : CA : Taux de chlorophylle active

Ca : Concentration en chlorophylle (a) ($\mu\text{g.l}^{-1}$)

P : Concentration en phéopigments ($\mu\text{g.l}^{-1}$)

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

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

⁹ rose bengale : sel de potassium dérivé de la fluoresceine. Surcolorer dans une solution aqueuse à 1 pour 100 et régrosser, 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 2002

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 2002.

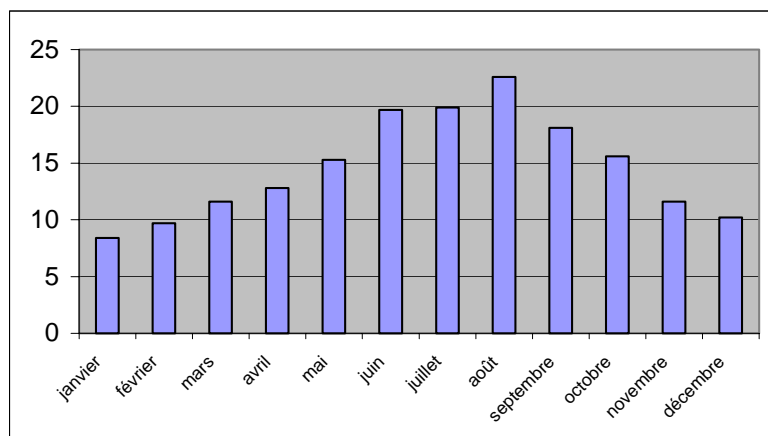


Figure 2-1 : Températures moyennes de l'air (Station de Bordeaux - Mérignac) en 2002

Janvier

T° moyenne de l'air : 8,4 °C mini : 4,2 °C maxi : 12,6 °C

Mois très sec et doux. A peine 22 mm soit le quart de la normale. Pas de précipitations significatives la première décade. Les températures sont extrêmement douces en troisième décade, proche des records avec 5.3°C de plus pour les températures maximales. Sur le mois, l'excédent atteint 2°C pour les moyennes.

Février

T° moyenne de l'air : 9,7 °C mini. : 6,0 °C maxi. : 13,3 °C

Mois faiblement pluvieux la première décade, se rapprochant des normales le reste de la période. Les températures sont très douces la première et la troisième décade, surtout les minimales. Sur le mois, l'excédent atteint 2.1°C pour les moyennes. Ensoleillement très moyen .

Mars

T° moyenne de l'air : 11,6 °C mini : 7,0 °C maxi : 16,2 °C

Mois très sec et doux. La pluviométrie est largement déficitaire avec à peine 41% de la normale en raison d'une troisième décade quasiment sèche. Les températures sont largement au dessus des normales en deuxième et troisième décades (excédent de 4.8°C pour les minimales de la deuxième décade). L'ensoleillement est légèrement déficitaire.

Avril

T° moyenne de l'air : 12,8 °C mini. : 7,6 °C maxi. : 18,0 °C

Mois sec et doux. Les précipitations, normales en première décade, sont très largement déficitaires en deuxième et troisième décades ; il n'est tombé que 40 mm dans le mois. Les températures, relativement douces en début de mois deviennent chaudes pendant deux jours en fin de mois. L'insolation est normale.

Mai

T° moyenne de l'air : 15,3 °C mini. : 10,3 °C maxi. : 20,3 °C

Mois dans les normales saisonnières. Une troisième décade très pluvieuse compense un début de mois plutôt sec. Les températures, fraîches en début et en fin de mois, sont douces en deuxième décade. La moyenne reste conforme, l'ensoleillement est normal.

Juin

T° moyenne de l'air : 19,7°C mini. : 14,7°C maxi. : 24,7°C

Mois sec et très chaud. Les précipitations, conformes aux normales en première décade, sont largement déficitaires en deuxième et troisième décades. Les températures fraîches en première décade, sont très chaudes en deuxième et troisième décades avec des écarts aux normales supérieurs à 3°C.

Juillet

T° moyenne de l'air : 19,9 °C mini. : 15,2 °C maxi. : 24,6 °C

Mois sec. La pluviométrie est largement déficitaire. Les pluies du début du mois n'ont pas compensé la deuxième et troisième décades quasiment sèches.. Il en résulte un ensoleillement plutôt déficitaire. Les températures sont fraîches en première décade avec -4.1°C pour les minimales, et globalement normales en deuxième et troisième décades.

Août

T° moyenne de l'air : 22,6 °C mini. : 17,1 °C maxi. : 28,0 °C

Mois frais et pluvieux. La pluviométrie excédentaire est due principalement à la deuxième décade, alors que la troisième est plutôt sèche.L'insolation est déficitaire particulièrement en première et troisième décades. Les températures sont fraîches en première décade (-2.2°C), et globalement proches des normales en deuxième et troisième décades.

Septembre

T° moyenne de l'air : 18,1 °C mini. : 12,6 °C maxi. : 23,5 °C

Mois plutôt sec et ensoleillé. Après un épisode pluvieux en début de mois, le temps devient sec, à l'exception d'un violent orage le 21. La pluviométrie reste déficitaire. L'ensoleillement est très bon. Les températures sont globalement normales malgré une troisième décade plutôt fraîche.

Octobre

T° moyenne de l'air : 15,6 °C mini. : 11,7 °C maxi. : 19,5 °C

Mois plutôt sec et doux. La pluviométrie est déficitaire malgré une deuxième décade bien arrosée. L'ensoleillement est plutôt faible. Les températures affichent un excédent en moyenne de $+1.5^{\circ}\text{C}$.

Novembre

T° moyenne de l'air : 11,6 °C mini. : 8,1 °C maxi. : 15,1 °C

Mois doux et perturbé. Avec une fin de mois très arrosée, la pluviométrie est faiblement excédentaire. L'ensoleillement est très moyen. Les températures sont largement au dessus des normales, surtout les minimales. Pour les moyennes l'écart est de $+2.2^{\circ}\text{C}$ sur le mois.

Décembre

T° moyenne de l'air : 10,2 °C mini. : 7,5 °C maxi. : 12,9 °C

Mois extrêmement doux. Les précipitations sont conformes aux normales. L'insolation est faible. Les températures, de saison en début de mois, deviennent très douces en deuxième décade puis extrêmement douces en troisième décade.

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

ANNEE	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	MOY.
1946-1975	5.6	6.5	9.0	11.6	14.7	17.6	19.7	19.6	17.6	13.5	8.9	6.1	12.5
1976	5.5	8.0	8.7	11.2	15.1	21.5	21.5	20.9	16.6	13.5	8.1	6.0	13.1
1977	5.9	9.7	10.9	10.8	13.5	16.6	18.9	18.4	17.2	14.9	8.7	7.6	12.8
1978	5.7	8.2	9.4	9.8	14.1	16.9	18.8	19.3	17.8	13.7	8.4	8.4	12.5
1979	5.0	7.2	9.0	10.3	13.8	17.7	20.4	18.7	17.8	15.0	8.3	7.9	12.6
1980	5.1	9.1	8.2	10.8	13.7	16.2	17.8	20.5	18.0	13.1	8.0	5.3	12.2
1981	6.6	5.1	12.0	12.2	14.3	18.0	19.3	21.3	18.6	14.3	9.3	7.8	13.2
1982	12.4	8.0	8.7	11.9	15.2	19.2	21.7	19.0	19.1	13.4	10.6	7.3	13.9
1983	7.0	5.3	9.4	11.3	13.6	19.2	23.6	20.8	18.6	14.1	11.3	6.7	13.4
1984	7.1	5.6	7.4	13.0	12.1	18.0	20.8	20.0	16.2	13.7	11.2	6.5	12.6
1985	0.7	8.3	7.4	12.3	13.8	17.7	21.2	18.6	19.6	14.8	6.2	6.1	12.2
1986	6.9	3.4	8.6	8.1	15.5	18.3	20.7	19.3	17.9	15.4	9.2	7.4	12.6
1987	0.7	6.6	8.6	13.7	13.9	17.2	20.5	20.9	20.7	14.8	9.1	7.9	12.9
1988	9.5	7.8	8.7	13.2	16.0	18.4	19.6	20.5	18.1	15.4	9.1	6.9	13.6
1989	5.3	7.9	11.7	10.5	18.8	19.7	22.6	21.5	18.4	15.6	11.1	10.1	14.4
1990	7.3	12.3	11.0	11.4	18.3	18.5	22.0	23.0	19.3	15.7	10.2	4.7	14.5
1991	6.3	5.8	11.8	11.1	14.8	17.2	21.3	23.3	20.7	12.8	9.3	5.6	13.3
1992	3.5	6.9	9.9	11.7	17.8	17.7	21.4	21.8	17.3	12.1	12.6	7.8	13.4
1993	8.1	6.5	10.0	12.0	16.1	19.5	19.6	21.1	16.7	12.9	7.8	9.4	13.3
1994	7.8	8.6	12.1	11.1	16.2	19.2	22.8	22.7	17.1	15.2	12.5	9.2	14.5
1995	7.2	9.9	9.5	12.5	16.3	19.0	23.3	22.7	16.5	17.8	10.1	8.2	14.4
1996	9.7	6.1	9.7	12.8	15.4	20.6	21.2	20.0	16.6	14.3	9.7	7.0	13.6
1997	6.0	10.4	12.2	13.6	15.3	18.5	20.9	23.8	20.0	16.0	11.4	8.3	14.7
1998	8.4	8.7	11.5	11.6	17.4	19.0	20.3	22.4	18.9	14.1	8.1	6.9	13.9
1999	7.9	7.1	11.0	12.9	18.3	18.8	22.3	21.9	20.1	15.1	8.1	8.0	14.3
2000	5.6	9.5	10.0	12.6	17.6	20.0	20.2	22.4	19.5	14.6	10.5	10.2e	14.8
2001	8.4	7.9	12.4	11.4	16.7	19.6	20.8	22.6	16.7	17.6	7.9	4.4	13.9
2002	8.4	9.7	11.6	12.8	15.3	19.7	20.0	19.9	18.1	15.6	11.6	10.2	14.4

(e) Valeur estimée.

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 :

221 m³.s⁻¹ du 21 au 31/07/2002 et
2046 m³.s⁻¹ du 01 au 10/12/2002.

Le débit instantané maxima est de 2941 m³.s⁻¹ relevé le 03/12/2002.
Un pic secondaire de 2905 m³.s⁻¹ est relevé le 04/12/2002.

La moyenne annuelle pour l'année 2002 est de 659 m³.s⁻¹, soit un déficit de 221 m³.s⁻¹ par rapport à la moyenne annuelle pour la période 1982/2001 qui s'établit à 880 m³.s⁻¹. Il s'agit donc d'une année "sèche" pour les débits.

Par rapport à la moyenne 1982/2001, les débits 2002 sont déficitaires de Janvier à la fin Mai, excédentaires début Juin (Première crue de l'année avec 2493 m³.s⁻¹, le 07/06 et 2403 m³.s⁻¹, le 08/06) déficitaires jusqu'à mi Novembre puis excédentaires jusqu'à la fin de l'année (Deuxième crue de l'année 2941 m³.s⁻¹, le 03/12 et 2905 m³.s⁻¹, le 04/12).

L'année 2002 peut être considérée comme une année « sèche », nettement moins arrosée que 2001, surtout en début d'année. Les petites crues n'ont pu évacuer le bouchon vaseux et nous avons pu constater sa présence tout au long de l'année avec d'importantes valeurs de turbidité.

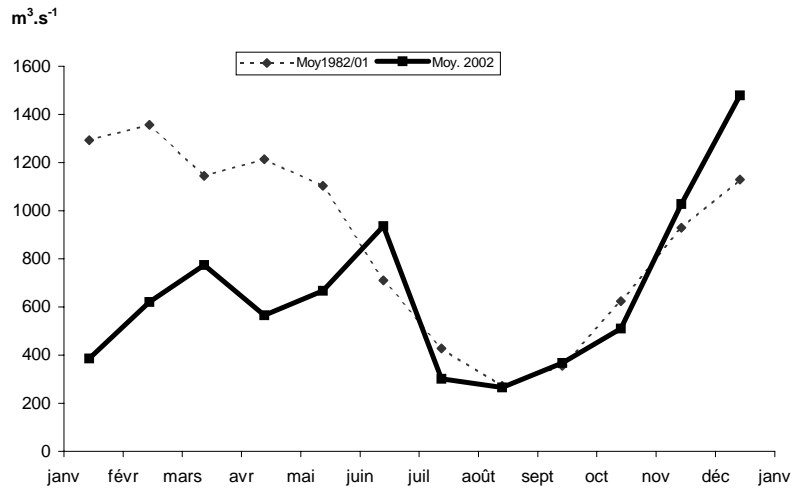


Figure 2-2 : Débits mensuels moyens de la Gironde en 2002.

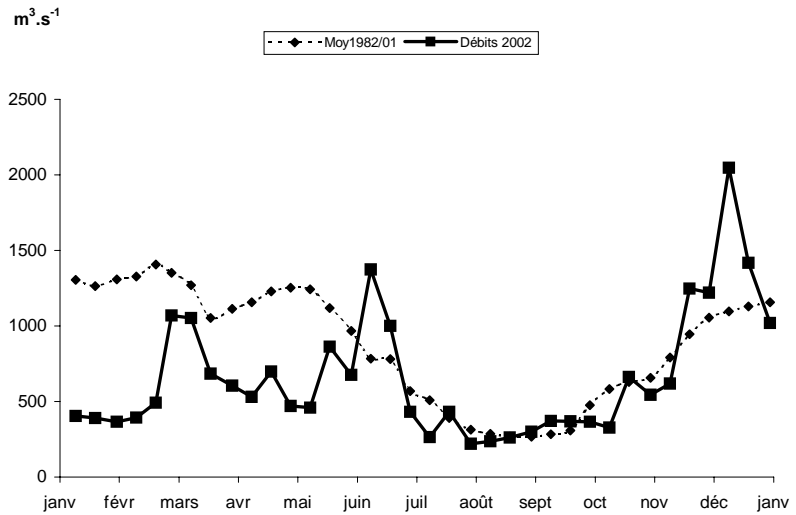


Figure 2-3: Débits moyens de la Gironde par périodes de 10 jours en 2002.

3. Evolution des fonds

3.1. Evolution des fonds

(Figure 3-1, Figure 3-2, Figure 3-3, Figure 3-4)

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

La longueur du banc de St - Louis diminue sans que sa largeur augmente. La partie située juste à l'aval des exutoires s'exhausse surtout entre 1994 et 1995 où apparaissent des fonds à + 2 m. Le même phénomène est observé à l'aval de l'île de Trompeloup. On notera enfin que les profondeurs sont en diminution entre les îles de Patiras et de Trompeloup où les fonds de 2 m et plus ont quasiment disparus. (Figure 3-1). Depuis 1995, il y a eu un lever partiel en 1998 de la zone proche des îles de Patiras et Trompeloup et du chenal de navigation. Dans cette zone, le changement significatif est une régression vers l'amont de l'isobathe 0 prouvant une érosion importante du banc situé à l'aval de l'îlot (Figure 3-2). Cet état de fait ne peut que favoriser la dispersion des eaux de rejet de la centrale et on peut penser qu'un volume croissant d'eau réchauffée pourra emprunter le chenal de la rive gauche. Cependant cette tendance sera peut-être limitée par l'exhaussement des fonds entre Trompeloup et le lieu de rejet. Cet exhaussement est observé depuis plusieurs années, mais n'a pu être chiffré en l'absence de lever bathymétrique.

Un nouveau lever a été effectué en 2000 (Figure 3-4) et par comparaison avec la bathymétrie de 1995 (Figure 3-3), 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 rejoindre 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 a encore progressé de 150 mètres vers l'aval (Figure 3-5).

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.

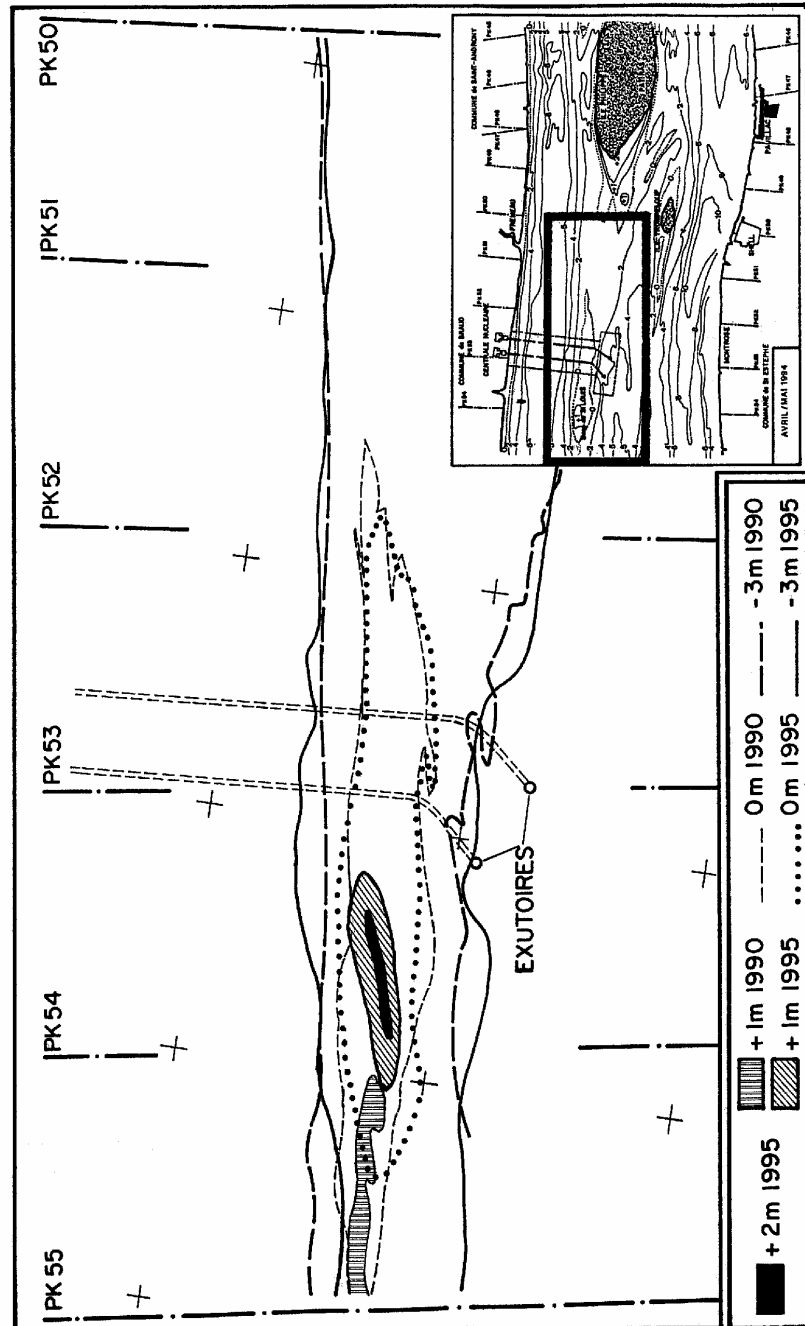


Figure 3-1 : Comparaison des fonds de 1990 et 1995.

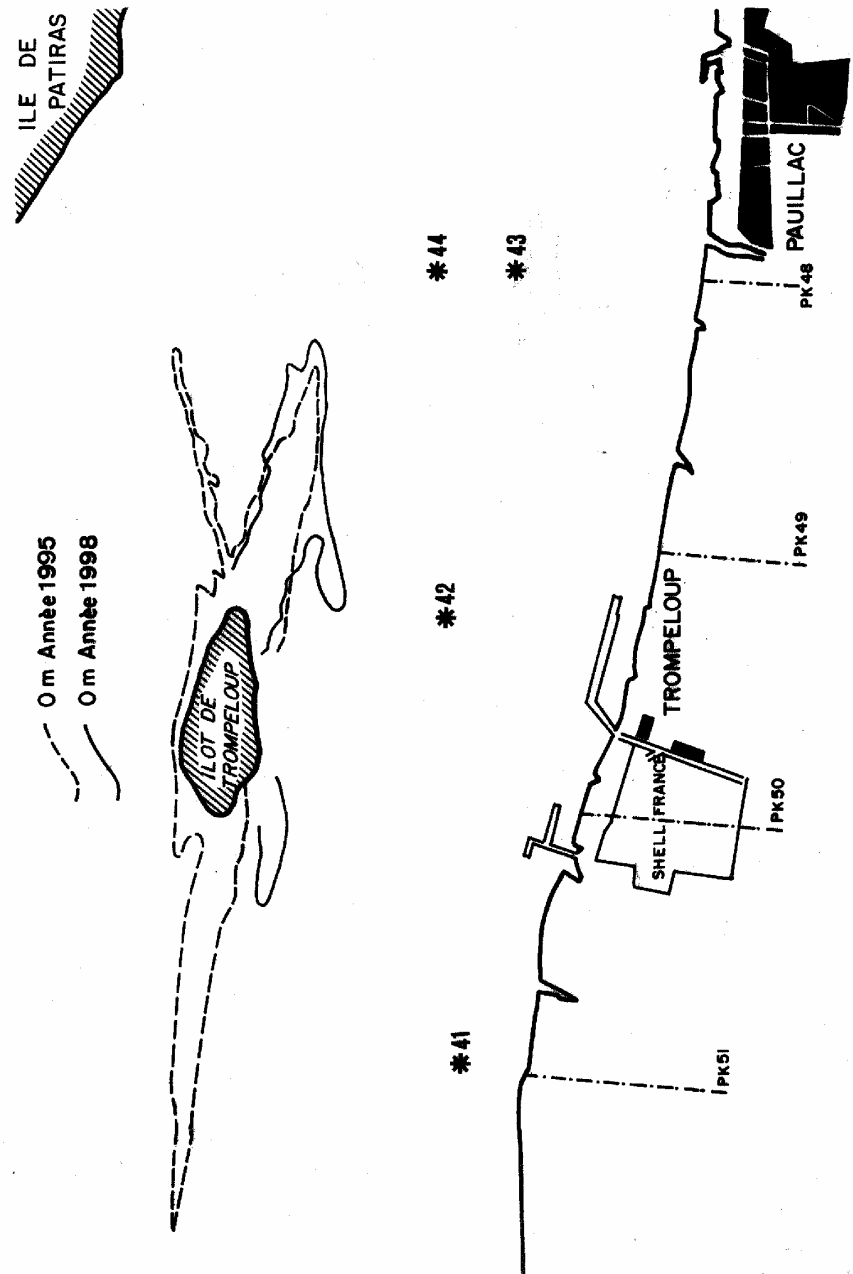


Figure 3-2 : Comparaison de l'isobathe 0 de 1995 et 1998 dans la zone de Trompeloup.

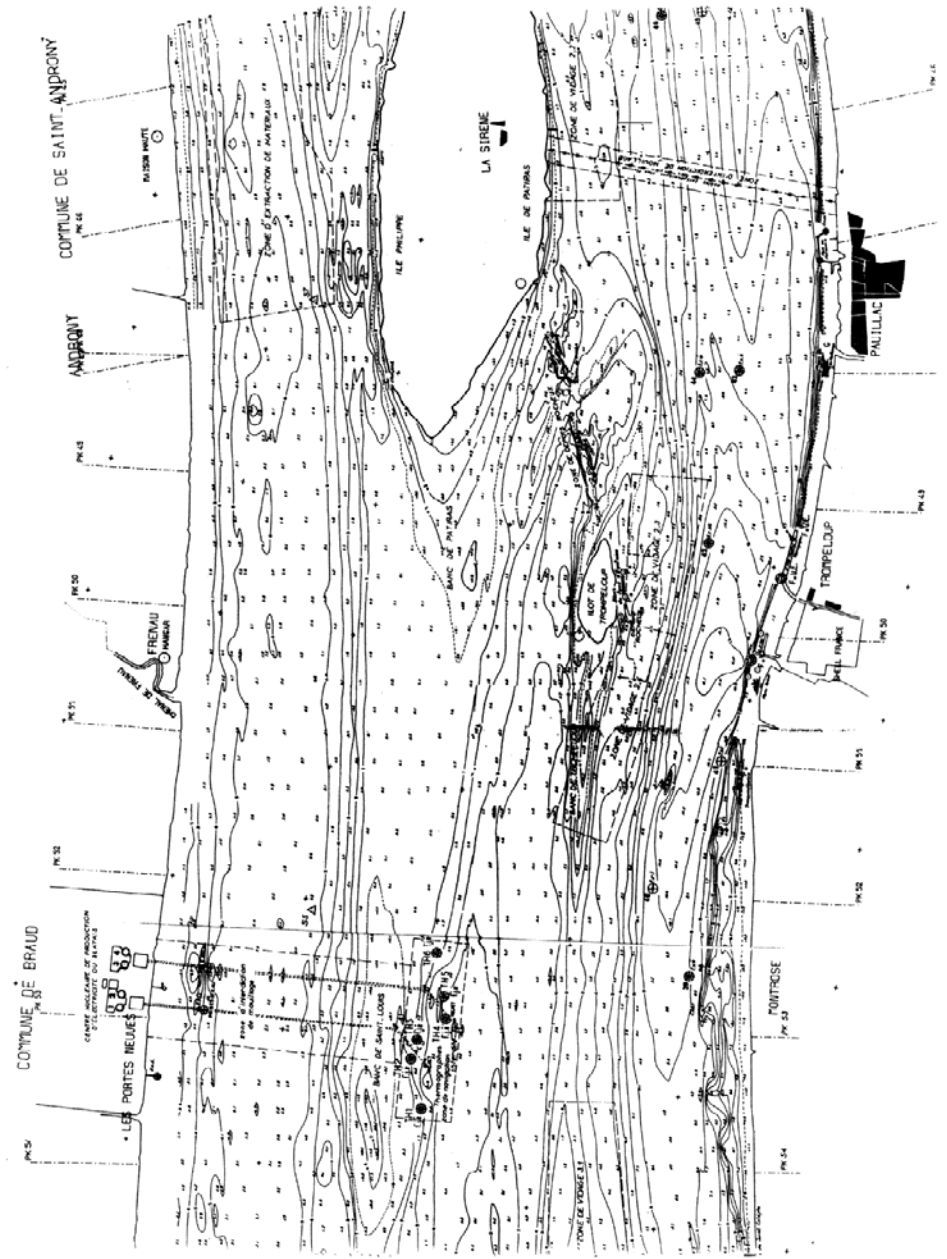


Figure 3-3: Carte des fonds en 1995.



Figure 3-4 : Carte des fonds en 2000

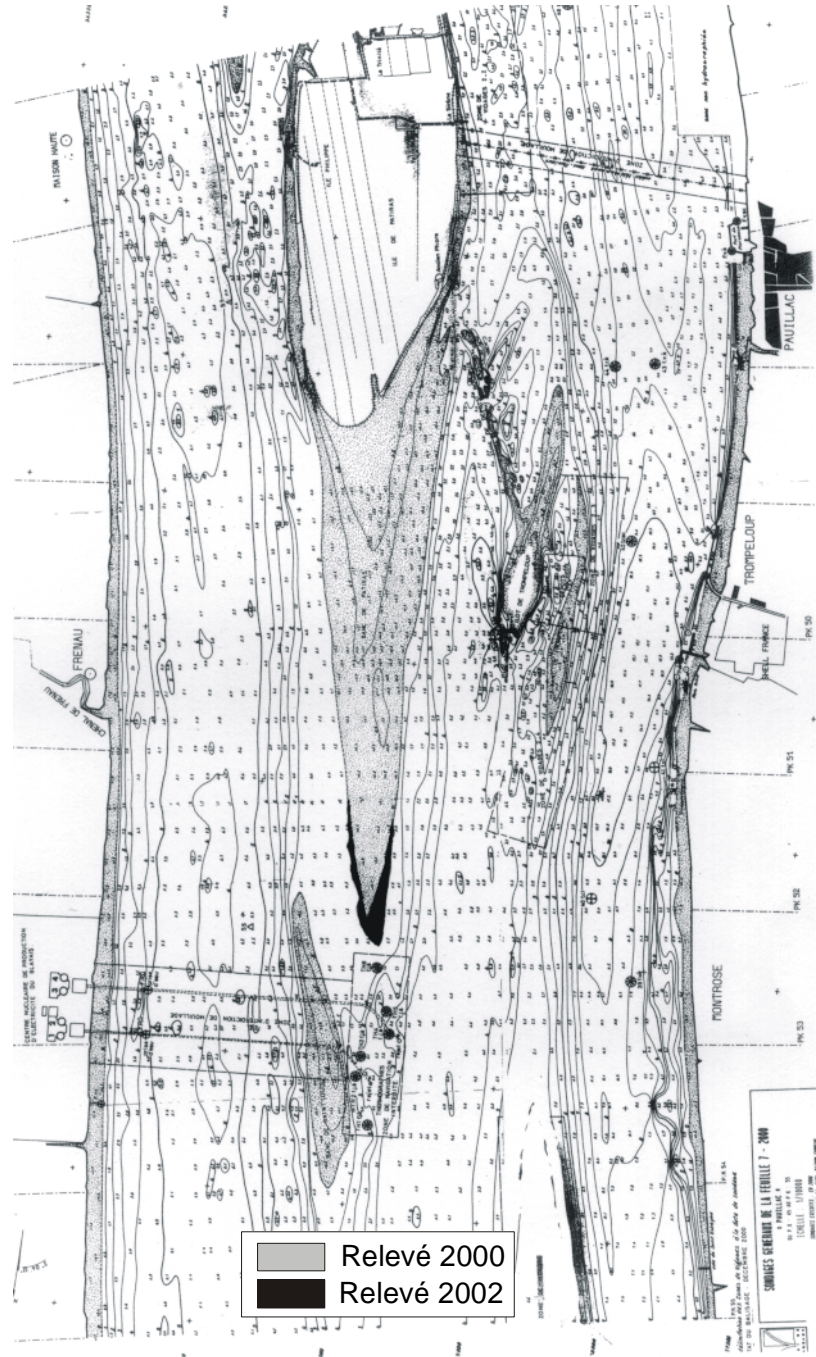


Figure 3-5 : Comparaison de l'isobathe 0 de 2000 et 2002 entre le banc de Patiras et le banc de Saint - Louis

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)

0,21 °C et 1,53 °C en surface
0,28 °C et 2,02 °C au fond.

L'écart maxima : 1,53 °C en surface le 09 Juillet, la température moyenne étant de 20,09 °C. et le débit de 286 m³.s⁻¹.
2,02 °C au fond le 16 Juin, la température moyenne étant de 19,77°C et le débit de 1739 m³.s⁻¹.

L'écart minima : 0,21°C en surface le 09 Novembre, la température moyenne étant de 14,29 °C et le débit de 527 m³.s⁻¹.
0,28°C au fond le 09 Novembre, la température moyenne étant de 14,27 °C et le débit de 527 m³.s⁻¹.

L'estuaire était alors bien mélangé.

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

que les eaux d'amont ; les mêmes phénomènes ont été constatés anciennement au point J situé à proximité du chenal de navigation (**Figure 4-1** et **Figure 4-2**).

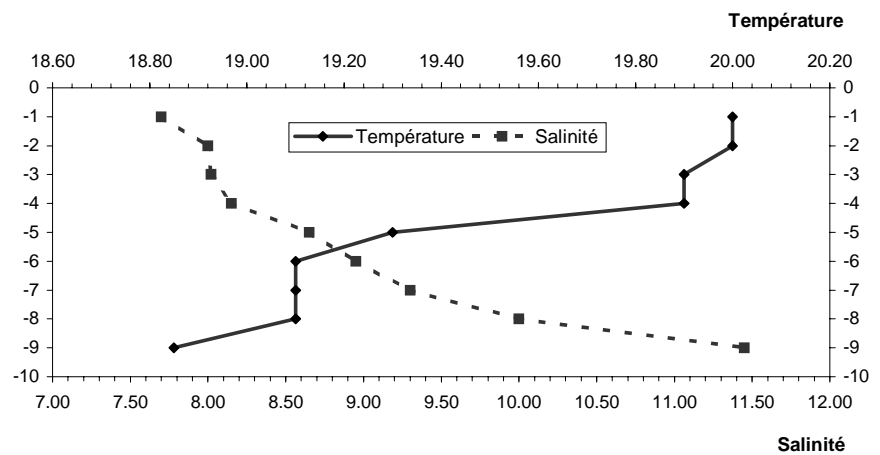


Figure 4-1: Evolution des gradients de température et de salinité au point F PK 67 le 16 Juin 2002 à 11h05 à PM

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 2002								
DATES		Minimum	Maximum	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfi m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
		absolu	absolu					
16-avr	S	12.40	13.50	1.10	12.93	0.44	80-76	710
	F	12.36	13.06	0.70	12.81			
07-mai	S	14.90	15.75	0.85	15.34	0.35	44-49	475
	F	14.81	15.90	1.09	15.25			
16-juin	S	19.40	20.51	1.11	19.95	1.15	68-65	1739
	F	18.85	20.87	2.02	19.77			
09-juil	S	19.32	20.85	1.53	20.09	0.08	70-74	286
	F	19.40	20.87	1.47	20.09			
27-août	S	20.75	21.75	1.00	21.36	0.40	75-72	231
	F	20.85	21.85	1.00	21.31			
18-sept	S	19.75	20.62	0.87	20.13	0.20	58-63	384
	F	19.71	20.42	0.71	20.03			
18-oct	S	15.93	16.38	0.45	16.19	0.07	66-70	591
	F	15.86	16.45	0.59	16.18			
09-nov	S	14.18	14.39	0.21	14.29	0.13	76-67	527
	F	14.14	14.42	0.28	14.27			

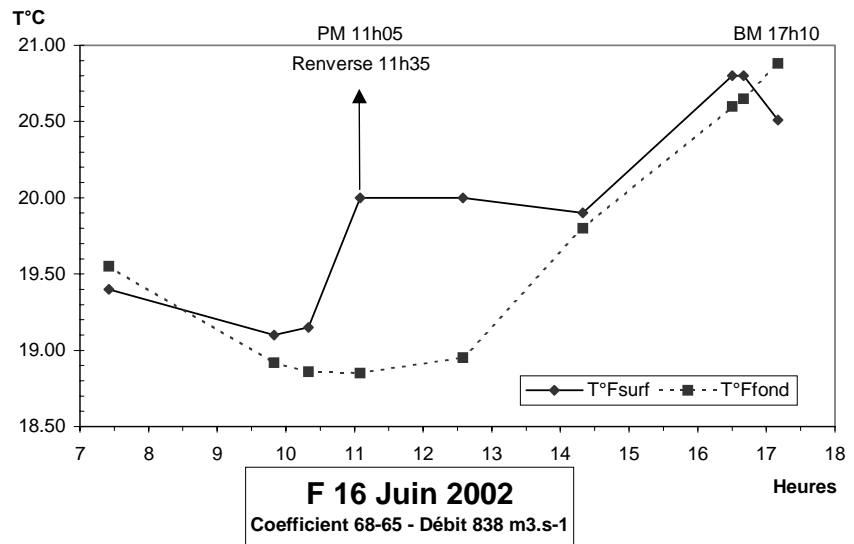
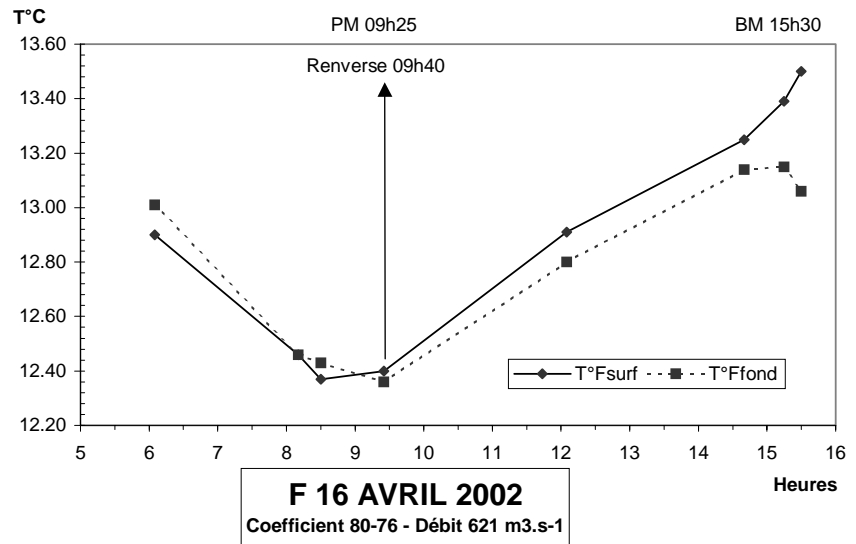


Figure 4-2 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au point F PK 67 en 2002.

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) :

-0,37 °C et 3,56 °C en surface

-0,05 °C et 1,02 °C au fond.

L'écart maxima : 3,56 °C en surface le 08 Mai la température moyenne étant de 17,22 °C. Débit de 470 m³.s⁻¹.

1,02 °C au fond le 17 Juin, la température moyenne étant 20,25 °C et le débit de 1618 m³.s⁻¹.

L'écart minima : 0,37 °C en surface le 16 Octobre, la température moyenne étant de 17,17 °C. Débit de 539 m³.s⁻¹.

0,05 °C au fond le 08 Mai la température moyenne étant de 16,26 °C, et le débit de 470 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 faibles sont observées en jusant et à l'étale de basse mer ; les plus élevées dans l'heure qui suit la basse mer donc au début du flot, et à l'étale de pleine mer donc en fin de flot.

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

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

Tableau 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 2002								
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)
17-avr	S	13.20	14.02	0.82	13.59	0.42	73-68	692
	F	13.30	13.60	0.30	13.48			
08-mai	S	16.25	19.81	3.56	17.22	3.56	54-59	470
	F	16.25	16.30	0.05	16.26			
17-juin	S	19.61	22.65	3.04	20.79	2.02	62-60	1618
	F	19.61	20.63	1.02	20.25			
10-juil	S	20.78	22.40	1.62	21.22	1.70	78-81	274
	F	20.70	20.87	0.17	20.77			
28-août	S	21.75	23.80	2.05	22.30	2.00	68-63	244
	F	21.75	21.80	0.05	21.78			
16-sept	S	20.40	21.30	0.90	20.96	0.56	38-41	412
	F	20.50	21.25	0.75	20.82			
16-oct	S	16.97	17.34	0.37	17.17	0.27	43-49	539
	F	17.16	17.35	0.19	17.29			
08-nov	S	14.34	15.89	1.55	14.83	1.22	91-83	516
	F	14.37	14.70	0.33	14.59			

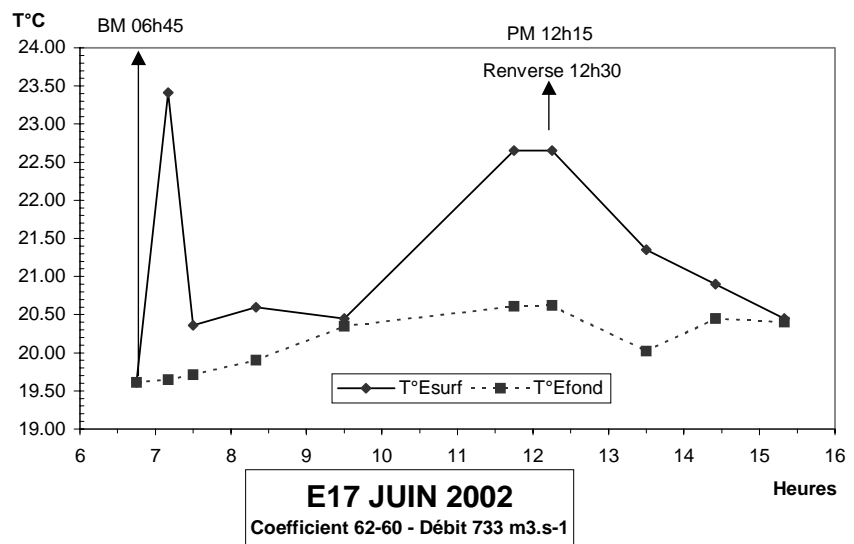
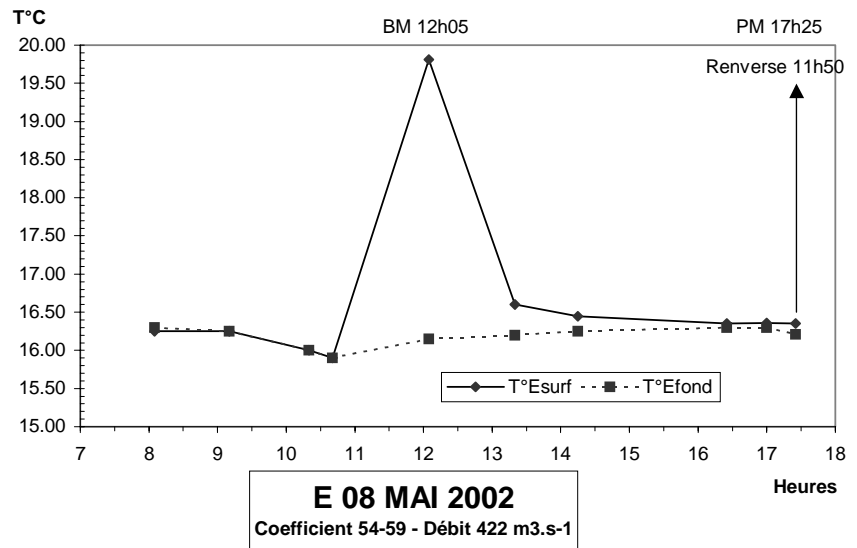


Figure 4-3 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au point E PK 52 en 2002.

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) :

0,09 °C et 0,70 °C en surface
0,11 °C et 0,85 °C au fond.

L'écart maxima : 0,70 °C en surface le 18 Avril, la température moyenne étant de 13,41 °C. Débit de 688 m³.s⁻¹ ;
0,85 °C au fond le 11 Novembre, la température moyenne étant de 13,83 °C. Débit de 617 m³.s⁻¹.

L'écart minima : 0,09 °C en surface le 18 Juin, la température moyenne étant de 20,10 °C, et les débits de 1442 m³.s⁻¹.
0,11°C au fond le 18 Juin, la température moyenne étant de 20,13 °C et les débits de 1442 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 2002								
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)
18-avr	S	13.10	13.80	0.70	13.41	0.27	63-57	688
	F	13.10	13.53	0.43	13.37			
09-mai	S	15.80	16.05	0.25	15.89	0.10	63-75	458
	F	15.80	15.95	0.15	15.86			
18-juin	S	20.05	20.14	0.09	20.10	0.05	59-59	1442
	F	20.05	20.16	0.11	20.13			
11-juil	S	20.57	20.96	0.39	20.76	0.06	84-86	263
	F	20.62	21.02	0.40	20.79			
29-août	S	21.65	21.85	0.20	21.75	0.05	58-54	263
	F	21.70	21.85	0.15	21.79			
17-sept	S	20.06	20.50	0.44	20.27	0.27	46-52	401
	F	20.00	20.62	0.62	20.32			
17-oct	S	16.15	16.60	0.45	16.35	0.04	55-60	565
	F	16.15	16.64	0.49	16.37			
11-nov	S	13.34	14.02	0.68	13.78	0.17	45-40	617
	F	13.34	14.19	0.85	13.83			

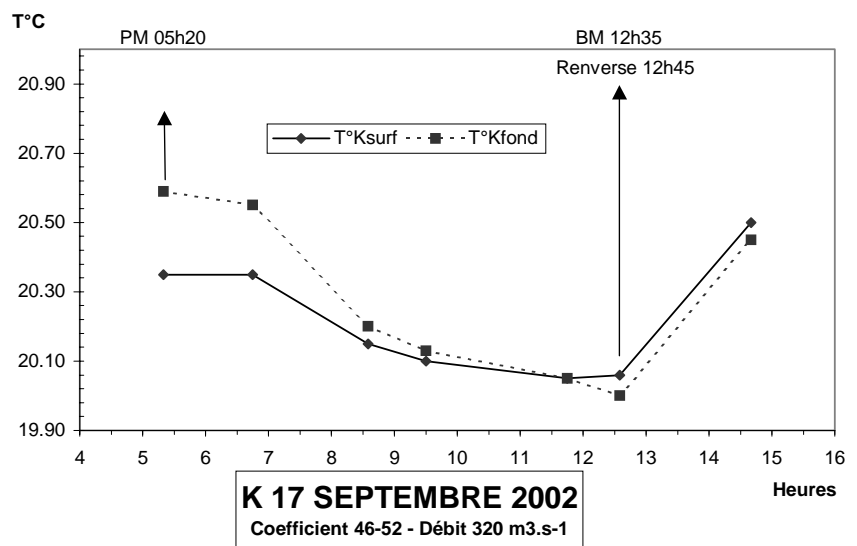
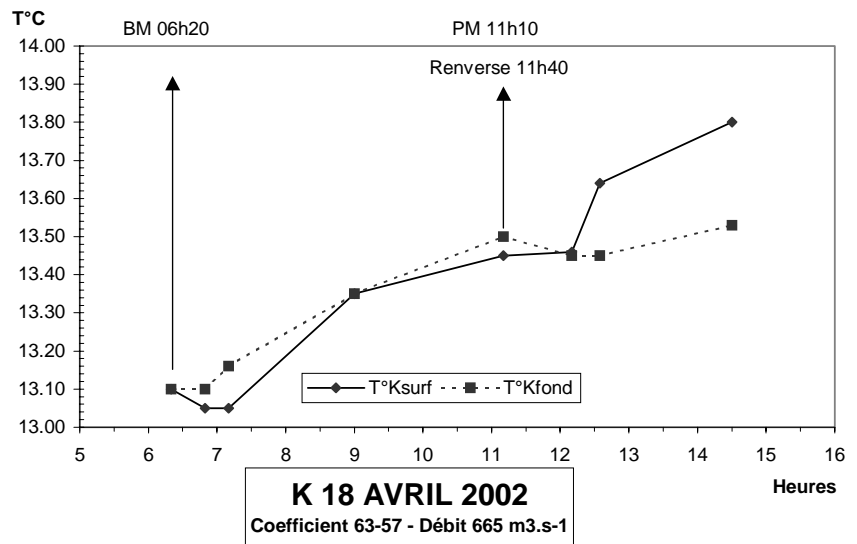


Figure 4-4 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au Point K (PK 30) en 2002.

4.1.2. Variations annuelles.

Point F - PK 67 (Figure 4-5)

Les températures moyennes, entre Avril et Novembre 2002 ont évolué :

de 12,93 °C le 16 Avril.
à 21,36 °C le 27 Août en surface.
et de 12,81 °C le 16 Avril.
à 21,31 °C le 27 Août au fond.

Les températures maximales relevées sont :

21,75 °C le 27 Août en surface
21,85 °C le 27 Août au fond.

Les températures minimales relevées sont :

12,40 °C le 16 Avril en surface
12,36 °C le 16 Avril au fond.

Point E-PK 52 (Figure 4-5)

Les températures moyennes, entre Avril et Novembre 2002 ont évolué :

de 13,59 °C le 17 Avril.
à 22,30 °C le 28 Août en surface.
et de 13,48 °C le 17 Avril.
à 21,78 °C le 28 Août au fond.

Les températures maximales relevées sont :

23,80 °C le 28 Août en surface
21,80 °C le 28 Août au fond .

Les températures minimales relevées sont:

13,20 °C le 17 Avril.
13,30 °C le 17 Avril au fond.

Point K-PK 30 (Figure 4-5)

Les températures moyennes, entre Avril et Novembre 2002 ont évolué :

De 13,41 °C le 18 Avril.
à 21,75 °C le 29 Août en surface
et de 13,37 °C le 18 Avril.
à 21,79 °C le 29 Août au fond.

Les températures maximales relevées sont :

21,85 °C le 29 Août en surface
21,85 °C le 29 Août au fond.

Les températures minimales relevées sont :

13,10 °C le 18 Avril en surface
13,10 °C le 18 Avril au fond.

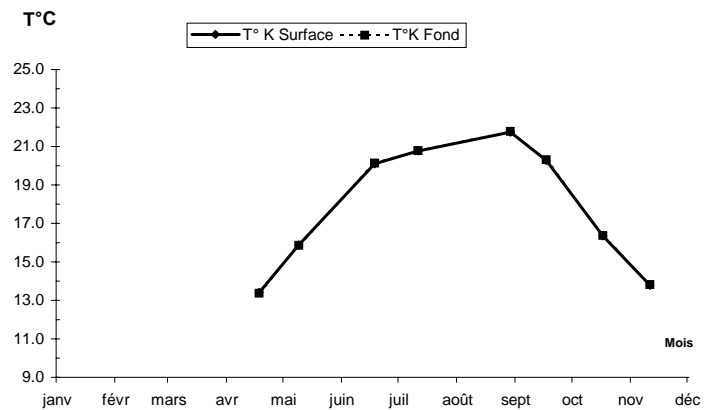
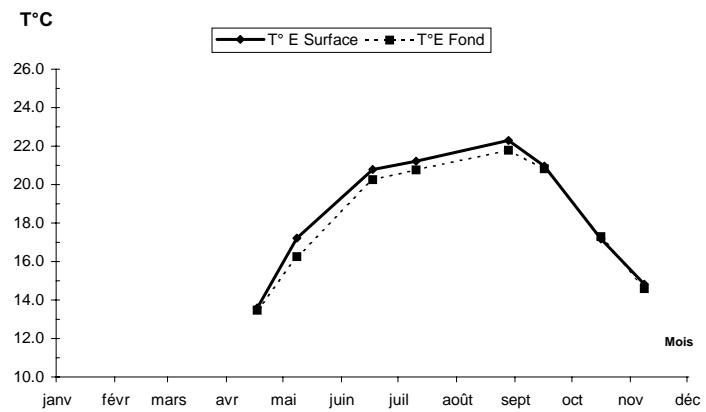
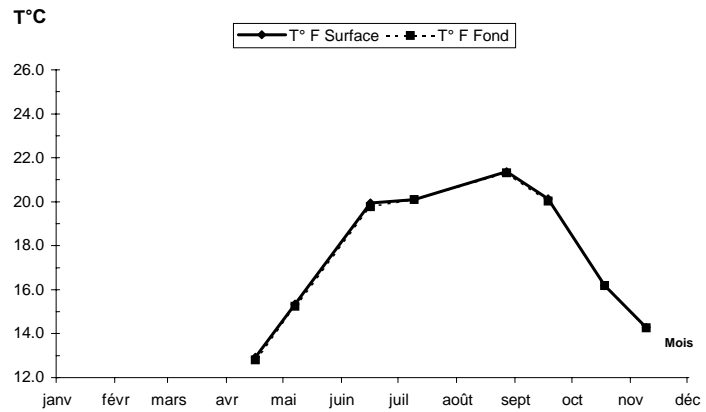
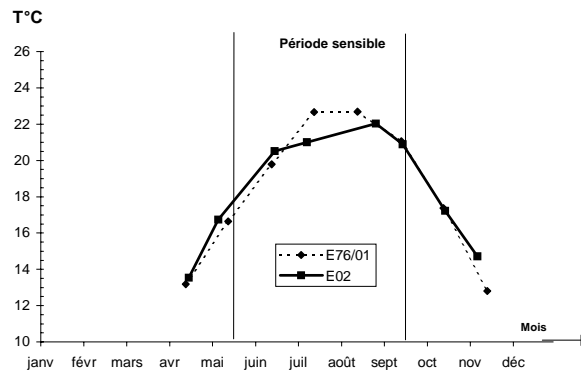


Figure 4-5 : Variations annuelles des températures moyennes de l'eau aux Points F,E,K en 2002.

Par rapport à la moyenne 1976/2001 (**Figure 4-6**) la température moyenne début Avril mi-Juin 2002 est supérieure, mais à partir de la mi- Juin et jusqu'à mi-Septembre elle est nettement déficitaire pour se quasi superposer jusqu'à la fin de l'année.

La comparaison des cinq dernières années (**Figure 4-7**), montre que 2002 est l'année où les températures mensuelles moyennes des eaux sont les plus basses de mi-Juin à mi-Septembre, dans la période sensible. L'insolation des mois de Juillet, Août et début Septembre est déficitaire (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 2001 et en 2002.

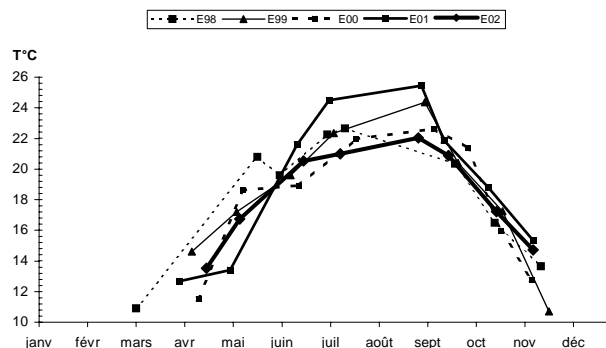


Figure 4-7 : Variations pluriannuelles des températures mensuelles moyennes de l'eau au point E (PK 52) en 1998, 1999, 2000, 2001 et 2002.

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. Rappelons que cette année la température de l'eau, et surtout en été, a été élevée (**Figure 4-6 et Figure 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.

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 1978-2002, 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.

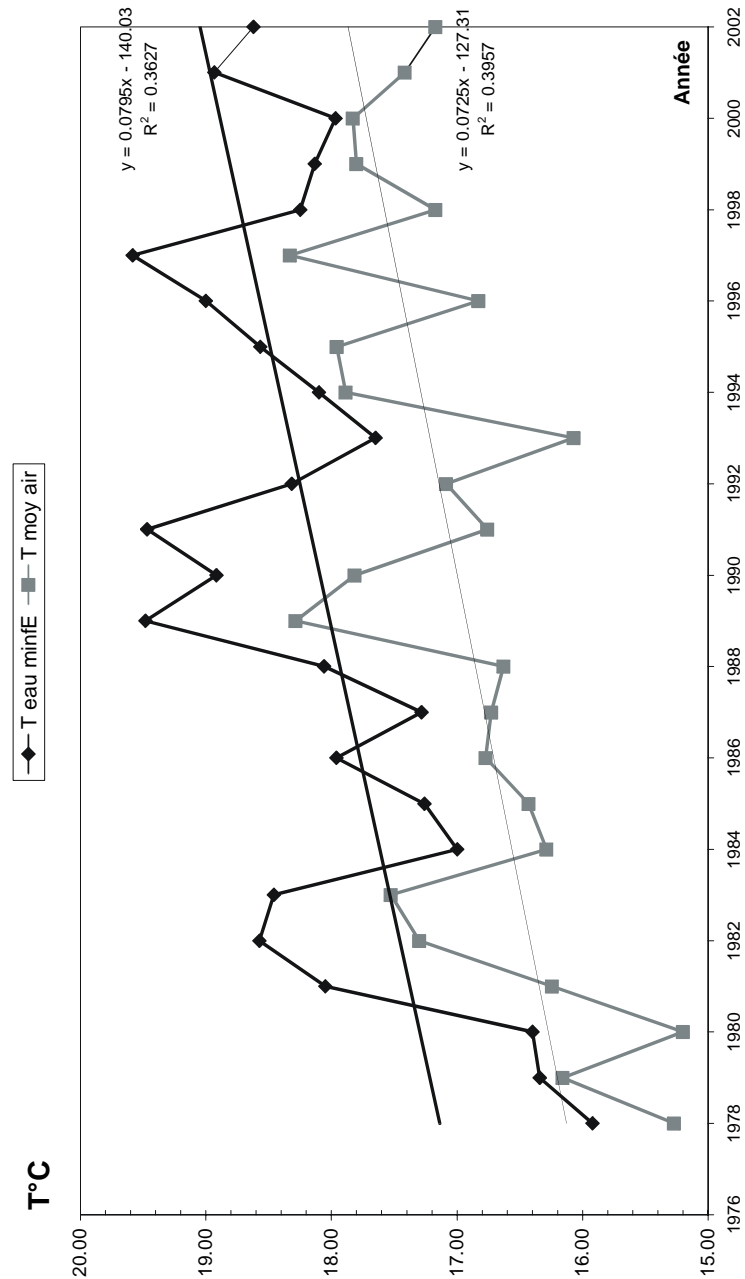


Figure 4-8 : Evolution relative des températures moyennes de l'air et de l'eau près du fond au point E PK 52 au cours de la période 1978-2002 (Mois de Mai - Juin - Juillet (2^{ème} semaine) ou Août - Septembre - Octobre - Novembre)

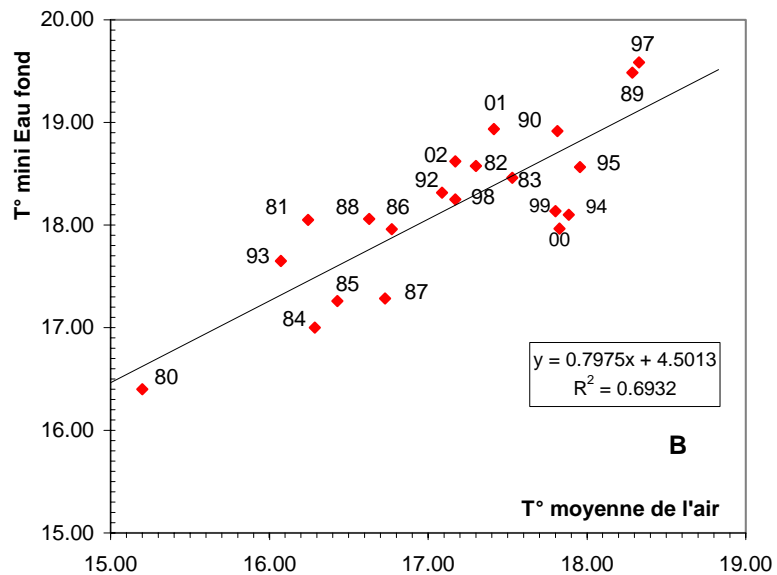
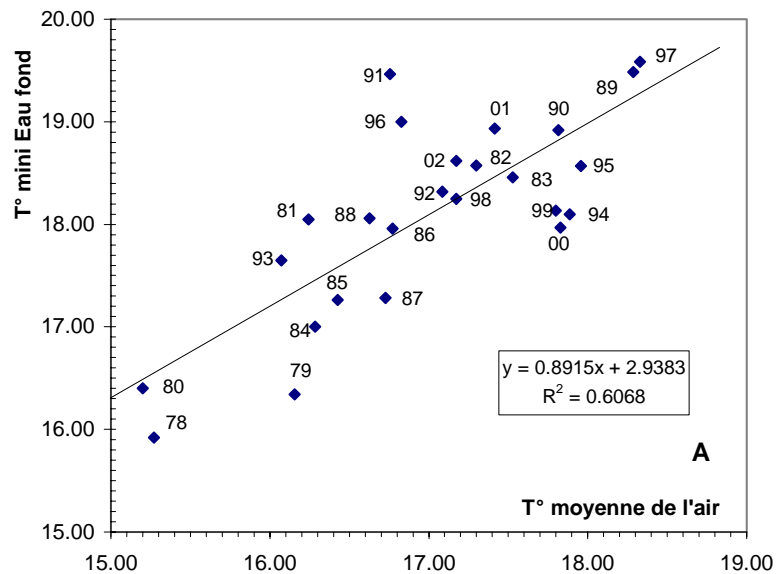


Figure 4-9 : Corrélations entre les températures moyennes annuelles de l'air et les températures minimales moyennes annuelles de l'eau au point E PK 52. (Mai à Novembre) - A (de 1978 à 2002 ; B (de 1980 à 2002 sans 1991 et 1996).

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	4,54 (16 Juin)	(Coef 68-65)	(Débit 1739 m ³ .s ⁻¹)
	et 10,04 (09 Juillet)	(Coef 70-74)	(Débit 286 m ³ .s ⁻¹)
au fond entre	7,61 (07 Mai)	(Coef 44-49)	(Débit 475 m ³ .s ⁻¹)
	et 10,83 (09 Juillet)	(Coef 70-74)	(Débit 286 m ³ .s ⁻¹)

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

en surface entre	1,90 (17 Juin)	(Coef 62-60)	(Débit 1618 m ³ .s ⁻¹)
	et 4,53 (16 Octobre)	(Coef 43-49)	(Débit 539 m ³ .s ⁻¹)
au fond entre	2,28 (17 Juin)	(Coef 62-60)	(Débit 1618 m ³ .s ⁻¹)
	et 5,14 (16 Octobre)	(Coef 43-49)	(Débit 539 m ³ .s ⁻¹)

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

en surface entre	0,13 (18 Juin)	(Coef 59-59)	(Débit 1442 m ³ .s ⁻¹)
	et 2,90 (29 Août)	(Coef 58-54)	(Débit 263 m ³ .s ⁻¹)
au fond entre	0,11 (18 Juin)	(Coef 59-59)	(Débit 1442 m ³ .s ⁻¹)
	et 3,41 (17 Septembre)	(Coef 46-52)	(Débit 401 m ³ .s ⁻¹)

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

Aux points E et K, les minima relevés sont inférieurs à 3 et correspondent à des coefficients faibles et à de forts débits.

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 2001, du fait des conditions climatiques, 2002 est une année nettement moins arrosée en début d'année et fin d'année (Sauf crue de Juin), 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 2002								
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfi m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
16-avr	S	5.80	12.30	6.50	8.09	1.76	80-76	710
	F	5.85	14.06	8.21	8.61			
07-mai	S	6.44	14.07	7.63	9.67	2.40	44-49	475
	F	7.75	15.36	7.61	11.30			
16-juin	S	3.16	7.70	4.54	4.98	3.75	68-65	1739
	F	2.66	11.45	8.79	5.99			
09-juil	S	7.47	17.51	10.04	12.56	1.23	70-74	286
	F	7.91	18.74	10.83	13.11			
27-août	S	9.20	19.20	10.00	13.40	3.65	75-72	231
	F	10.65	19.85	9.20	14.84			
18-sept	S	9.34	18.18	8.84	13.66	1.45	58-63	384
	F	9.74	19.63	9.89	14.49			
18-oct	S	9.41	17.92	8.51	13.27	2.83	66-70	591
	F	10.12	20.75	10.63	14.54			
09-nov	S	8.32	15.94	7.62	12.03	3.03	76-67	527
	F	9.44	18.97	9.53	13.65			

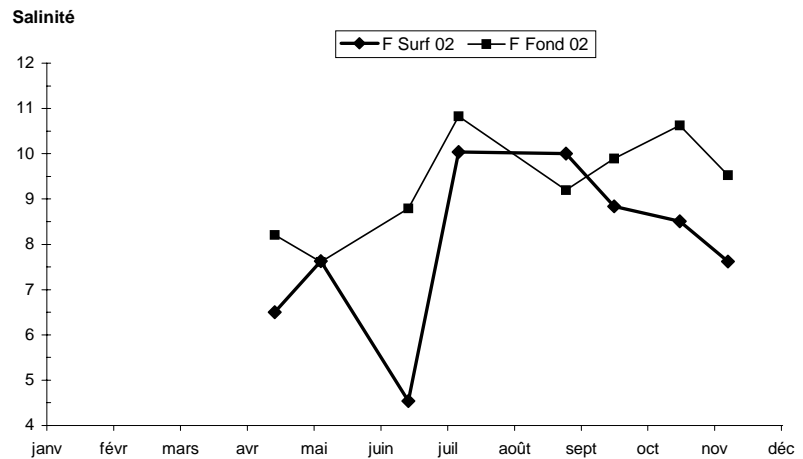


Figure 4-10 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point F PK 67 en 2002.

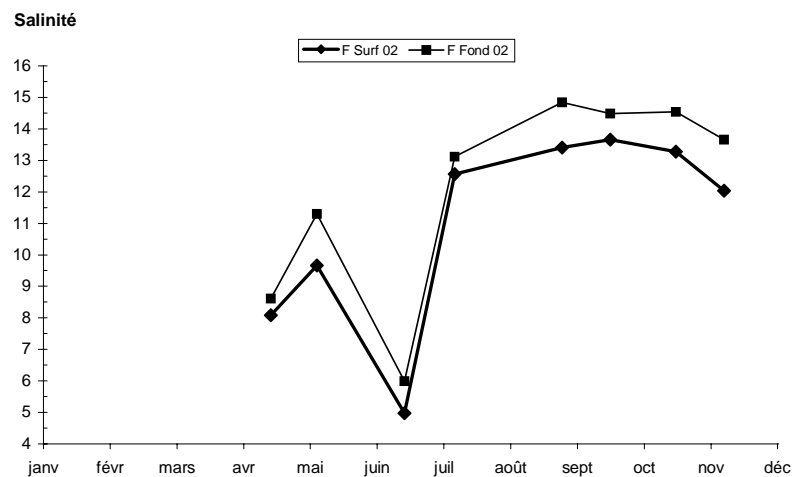


Figure 4-11 : Variations annuelles des salinités moyennes au point F PK 67 en 2002.

VI-5								
POINT E PK 52								
SALINITES								
ANNEE E 2002								
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfi m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
17-avr	S	2.71	6.37	3.66	4.79	0.42	73-68	692
	F	2.78	6.05	3.27	4.90			
08-mai	S	3.86	7.28	3.42	5.51	0.67	54-59	470
	F	3.60	7.95	4.35	5.80			
17-juin	S	0.56	2.46	1.90	1.82	0.38	62-60	1618
	F	0.56	2.84	2.28	1.86			
10-juil	S	3.45	6.85	3.40	5.47	1.45	78-81	274
	F	3.50	8.30	4.80	6.06			
28-août	S	5.73	9.05	3.32	7.56	1.20	68-63	244
	F	5.77	10.25	4.48	7.99			
16-sept	S	5.00	8.15	3.15	6.93	1.13	38-41	412
	F	5.12	9.28	4.16	7.32			
16-oct	S	4.91	9.44	4.53	7.68	0.97	43-49	539
	F	5.27	10.41	5.14	8.15			
08-nov	S	4.82	8.53	3.71	7.06	0.59	91-83	616
	F	4.79	9.12	4.33	7.24			

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

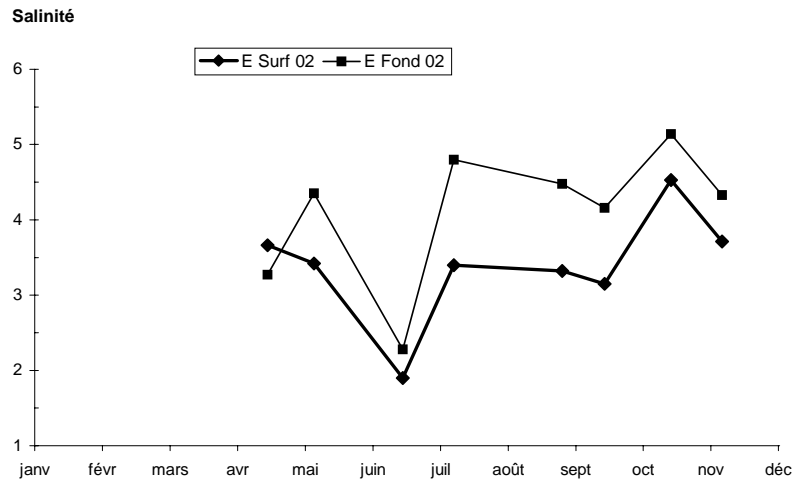


Figure 4-12 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point E PK 52 en 2002.

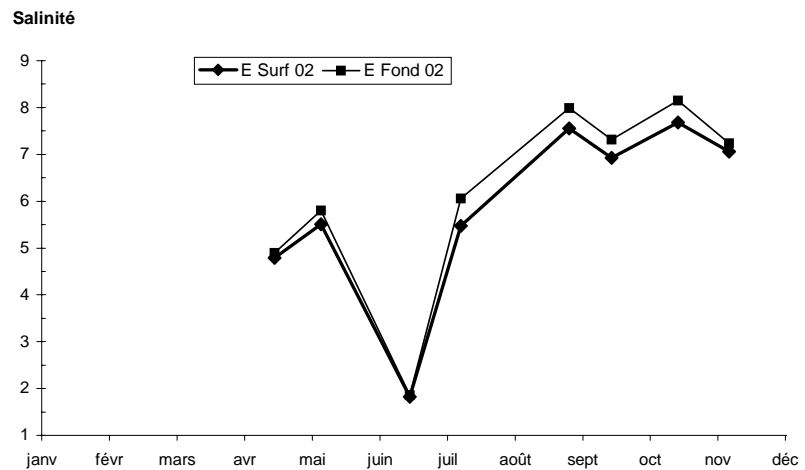


Figure 4-13 : Variations annuelles des salinités moyennes au point E PK 52 en 2002.

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

<p style="text-align: center;">VI-6 POINT K PK 30 SALINITES</p>								
<p>ANNEE K 2002</p>								
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfi m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
18-avr	S	0.23	1.77	1.54	1.08	0.08	63-57	688
	F	0.27	1.85	1.58	1.11			
09-mai	S	0.65	2.51	1.86	1.57	0.09	63-75	458
	F	0.62	2.42	1.80	1.54			
18-juin	S	0.12	0.25	0.13	0.17	0.02	59-59	1442
	F	0.12	0.23	0.11	0.17			
11-juil	S	0.45	2.66	2.21	1.50	0.02	84-86	263
	F	0.46	2.66	2.20	1.50			
29-août	S	1.60	4.50	2.90	3.30	0.35	58-54	263
	F	1.70	4.15	2.45	3.22			
17-sept	S	1.03	3.66	2.63	2.54	0.71	46-52	401
	F	0.96	4.37	3.41	2.69			
17-oct	S	1.16	3.59	2.43	2.23	0.14	55-60	565
	F	1.10	3.73	2.63	2.26			
11-nov	S	0.23	2.03	1.80	1.28	0.74	45-40	617
	F	0.26	2.77	2.51	1.48			

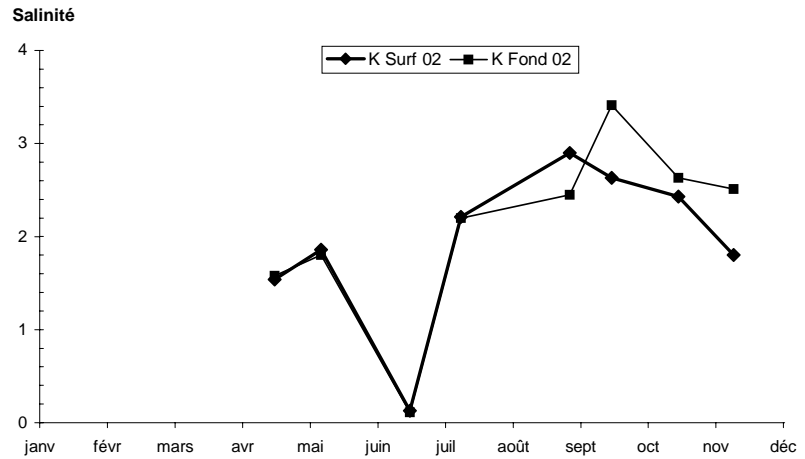


Figure 4-14 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point K PK 30 en 2002.

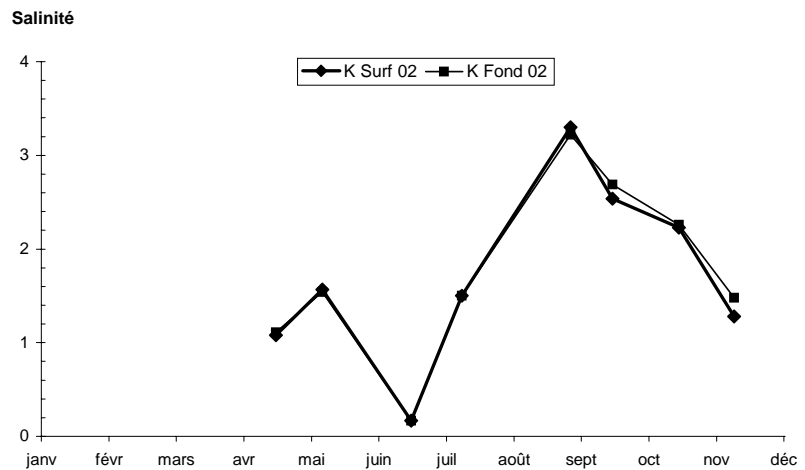


Figure 4-15 : Variations annuelles des salinités moyennes au point K PK 30 en 2002.

4.2.1.2. Les variations annuelles.

Les salinités moyennes relevées au cours de l'année 2002 ont évolué :

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

en surface entre 4,98 (16 Juin) et 13,66 (18 Septembre)

au fond entre 5,99 (16 Juin) et 14,84 (27 Août)

On relève les salinités minimales absolues le 16 Juin. :

3,16 en surface et 2,66 au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales absolues le 27 Août et le 18 Octobre :

19,20 en surface et 20,75 au fond à pleine mer.

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

en surface entre 1,82 (17 Juin) et 7,68 (16 Octobre)

au fond entre 1,86 (17 Juin) et 8,15 (16 Octobre)

On relève les salinités minimales absolues le 17 Juin:

0,56 en surface et 0,56 au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales absolues le 16 Octobre:

9,44 en surface et 10,41 au fond à pleine mer.

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

en surface entre 0,17 (18 Juin) et 3,30 (29 Août)

au fond entre 0,17 (18 Juin) et 3,22 (29 Août)

On relève les salinités minimales absolues le 18 Juin:

0,12 en surface et au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales absolues le 29 Août et le 17 Septembre:

4,50 en surface et 4,37 au fond à pleine mer.

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

En 2002, on relève aux 3 points, les grandes variations de salinités aux périodes indiquées ci-après :

	Point F	Point E	Point K
Salinités minimales	16 Juin	17 Juin	n
Salinités maximales	27Août-18Octobre	16 Octobre	29Août-17 Sept
Salinités moyennes maxi	27Août-18 Sept	16 Octobre	29 Août

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

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, 4-18**).

En 2002, la moyenne des débits est moins élevée qu'en 2001.

Nous relevons les salinités maximales en Août et Octobre au Point F, en Octobre au Point E et en Août-Septembre au Point K, au moment où les débits sont les plus faibles, ainsi que les maxima des températures moyennes.

Si nous comparons 2002 et 2001 nous noterons une nette augmentation des salinités moyennes aux 3 points, donc déficit des eaux douces d'amont.

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

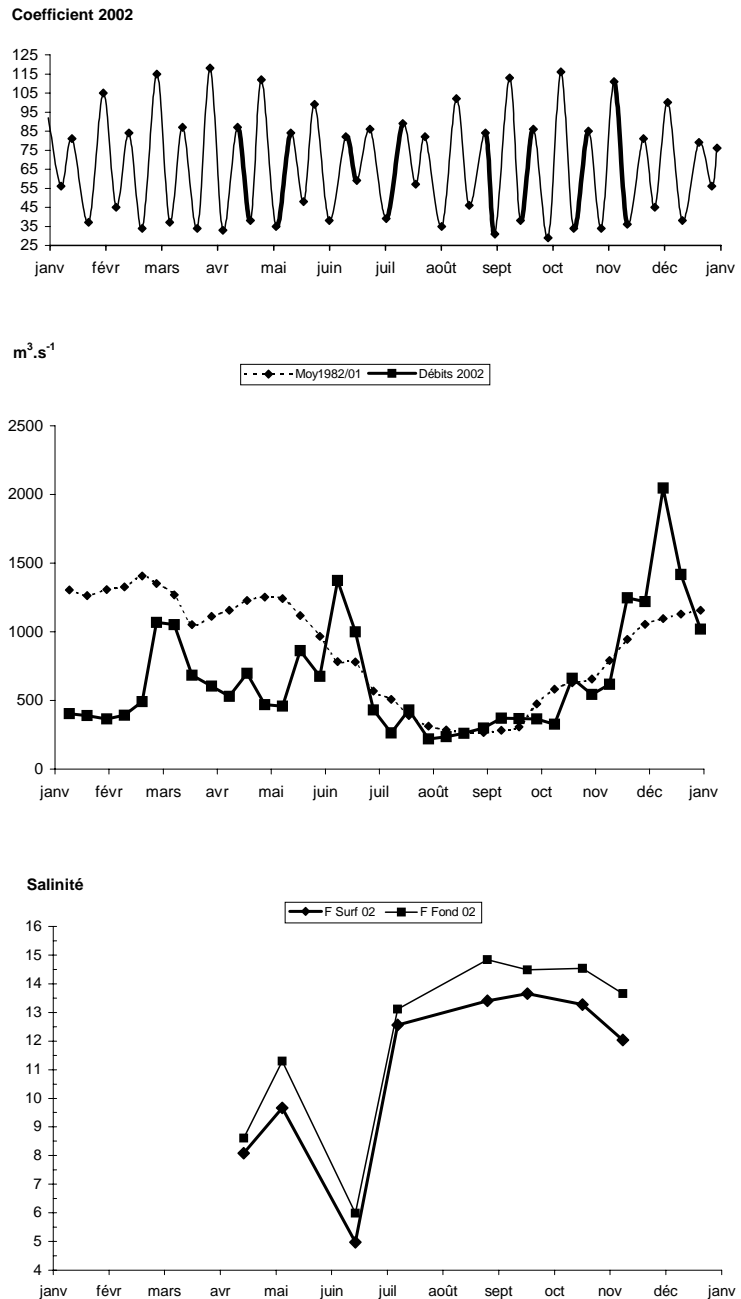


Figure 4-16 : Variations annuelles des salinités moyennes au Point F (PK 67), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2002.

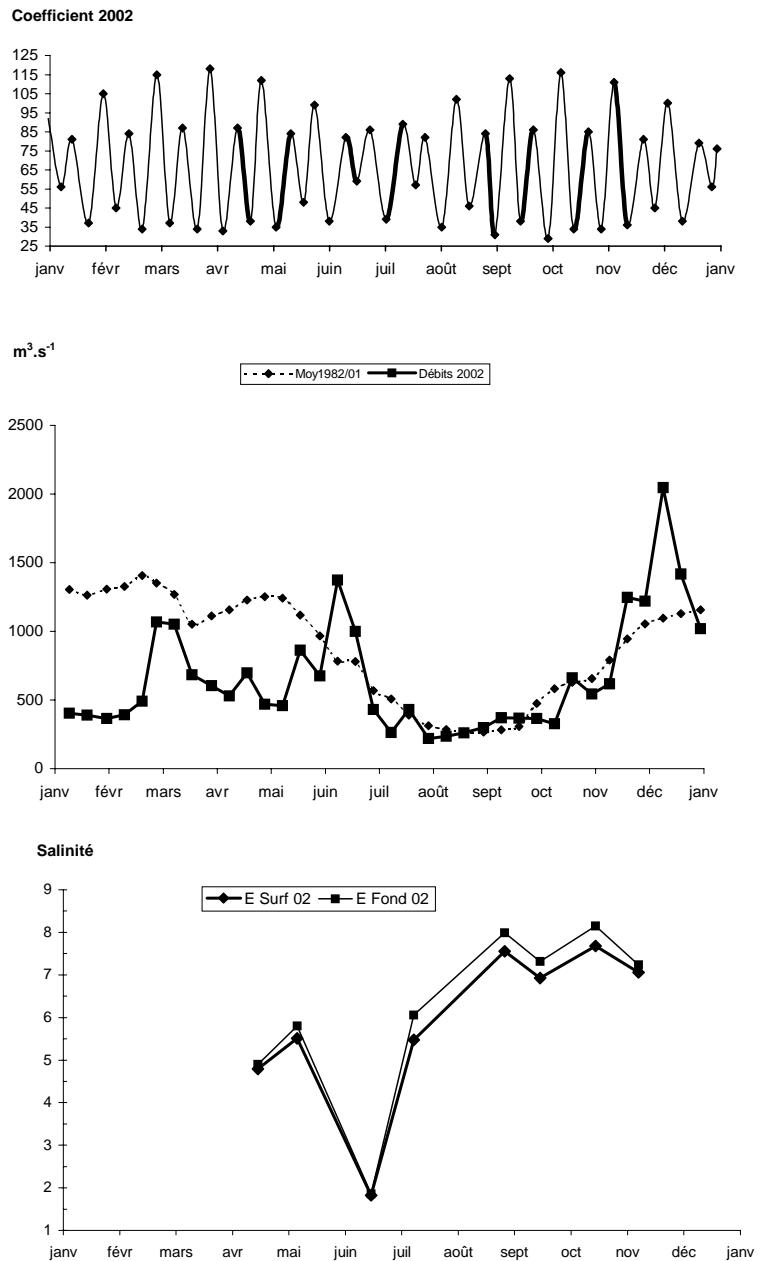


Figure 4-17 : Variations annuelles des salinités moyennes au Point E (PK 52), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2002.

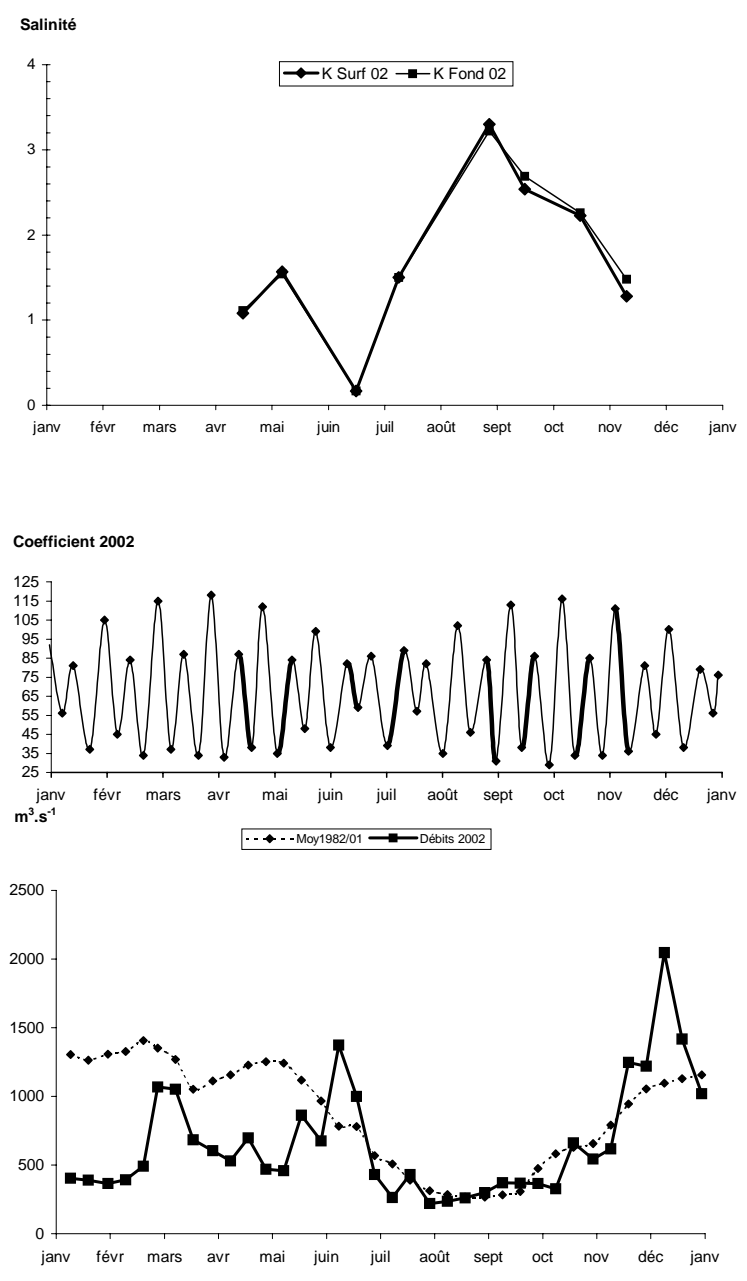


Figure 4-18 : Variations annuelles des salinités moyennes au Point K (PK 30), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2002.

4.3. Vitesse de courant

Point F

Les vitesses maximales de courant ont été relevées à égalité de 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 16 Avril : -160 cm.s^{-1} (Qfl : $710 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 80-76)
- et le 09 Novembre : -152 cm.s^{-1} (Qfl : $527 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 76-67)
- au fond le 09 Novembre : -96 cm.s^{-1} (Qfl : $527 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 76-67)
- et le 27 Août : 88 cm.s^{-1} (Qfl : $231 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 75-72)

Point E

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

Les plus élevées ont été observées :

- en surface le 17 Avril : 178 cm.s^{-1} (Qfl : $692 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 73-68)
- et le 08 Novembre : 166 cm.s^{-1} (Qfl : $616 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 91-83)
- au fond le 17 Avril : 108 cm.s^{-1} (Qfl : $692 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 73-68)
- et le 08 Novembre : 140 cm.s^{-1} (Qfl : $616 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 91-83)

Point K

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

Les plus élevées ont été observées :

- en surface le 11 Juillet : 152 cm.s^{-1} (Qfl : $263 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 84-86)
- le 29 Août : 152 cm.s^{-1} (Qfl : $263 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 58-54)
- et le 09 Mai : 134 cm.s^{-1} (Qfl : $458 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 63-75)
- au fond le 11 Juillet : -88 cm.s^{-1} (Qfl : $263 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 84-86)
- et le 17 Octobre : 85 cm.s^{-1} (Qfl : $565 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 55-60)

Au point E, les vitesses maximales en surface et au fond de flot et de jusant sont supérieures à celles de 2001 (**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 2002									VITESSES MAXIMALES DE COURANT EN cm.s^{-1} .								
DATES	COEFFICIENTS	POINT F PK 67 Vitesses Maximales		POINT E PK 52 Vitesses Maximales		POINT K PK 30 Vitesses Maximales		Qfl $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$									
		SURFACE	FOND	SURFACE	FOND	SURFACE	FOND										
16 avril	80-76	160	67					710									
17 avril	73-68			178	108			692									
18 avril	63-57					123	82	688									
7 mai	44-49	-105	-67					475									
8 mai	54-59			134	94			470									
9 mai	63-75					134	-78	458									
16 juin	68-65	105	70					1739									
17 juin	62-60			(+/-)123	-93			1618									
18 juin	59-59					(+/-)117	(+/-)76	1442									
9 juillet	70-74	111	-65					286									
10 juillet	78-81			146	117			274									
11 juillet	84-86					152	-88	263									
27 août	75-72	-143	88					231									
28 août	68-63			-120	91			244									
29 août	58-54					152	(+/-)70	263									
18 septembre	58-63	-111	-65					384									
16 septembre	38-41			(+/-)94	76			412									
17 septembre	46-52					-125	-86	401									
18 octobre	66-70	140	65					591									
16 octobre	43-49			(+/-)117	76			539									
17 octobre	55-60					126	85	565									
9 novembre	76-67	-152	-96														
8 novembre	91-83			166	140												
11 novembre	45-40					106	76										

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.

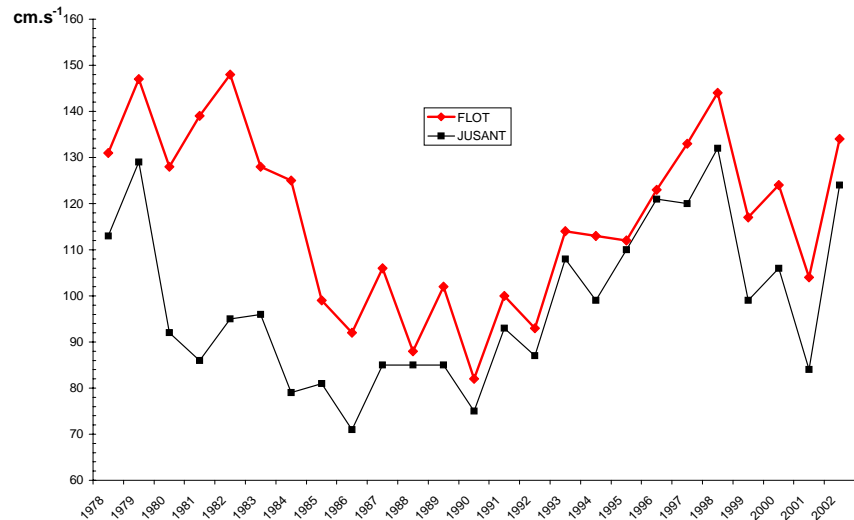


Figure 4-19 : Evolution de la vitesse maximale moyenne en surface au point E (PK52) au cours de la période 1978-2002.

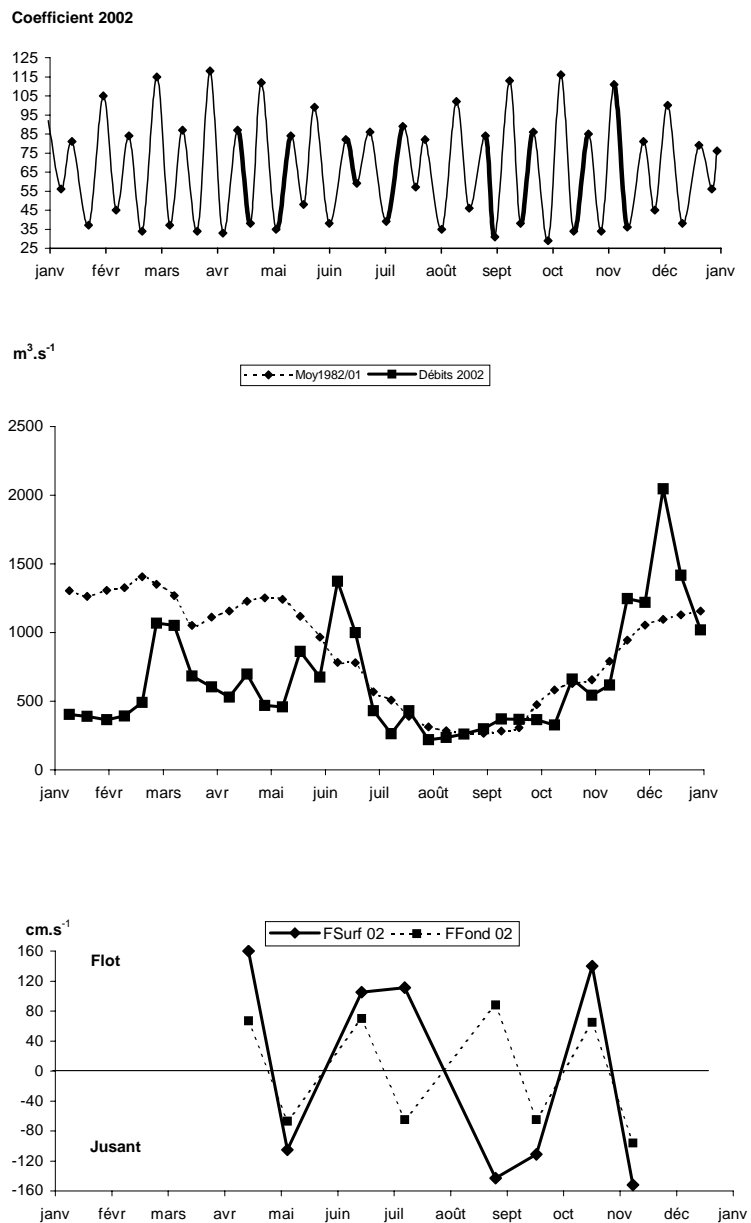


Figure 4-20 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point F (PK 67) au cours de l'année 2002, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux.

Coefficient 2002

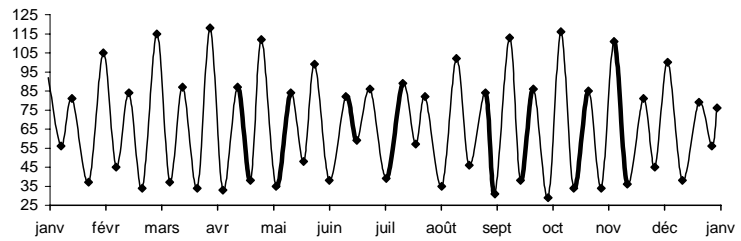
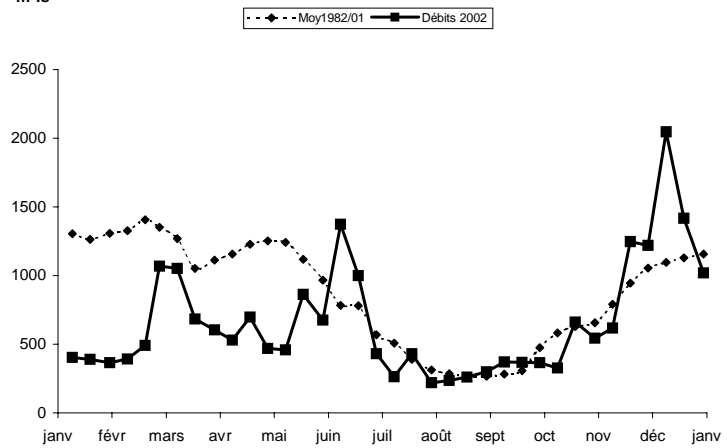
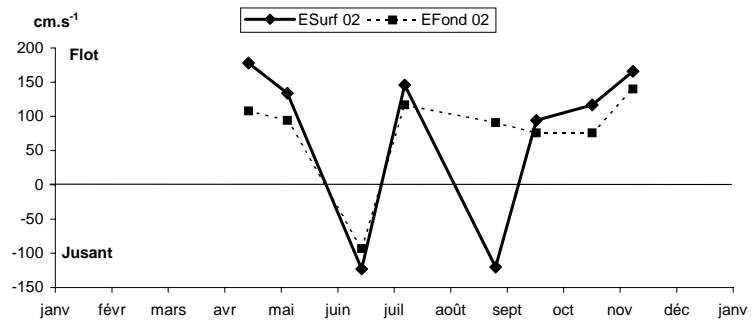
 $m^3.s^{-1}$  $cm.s^{-1}$ 

Figure 4-21 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point E (PK 52) au cours de l'année 2002, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux.

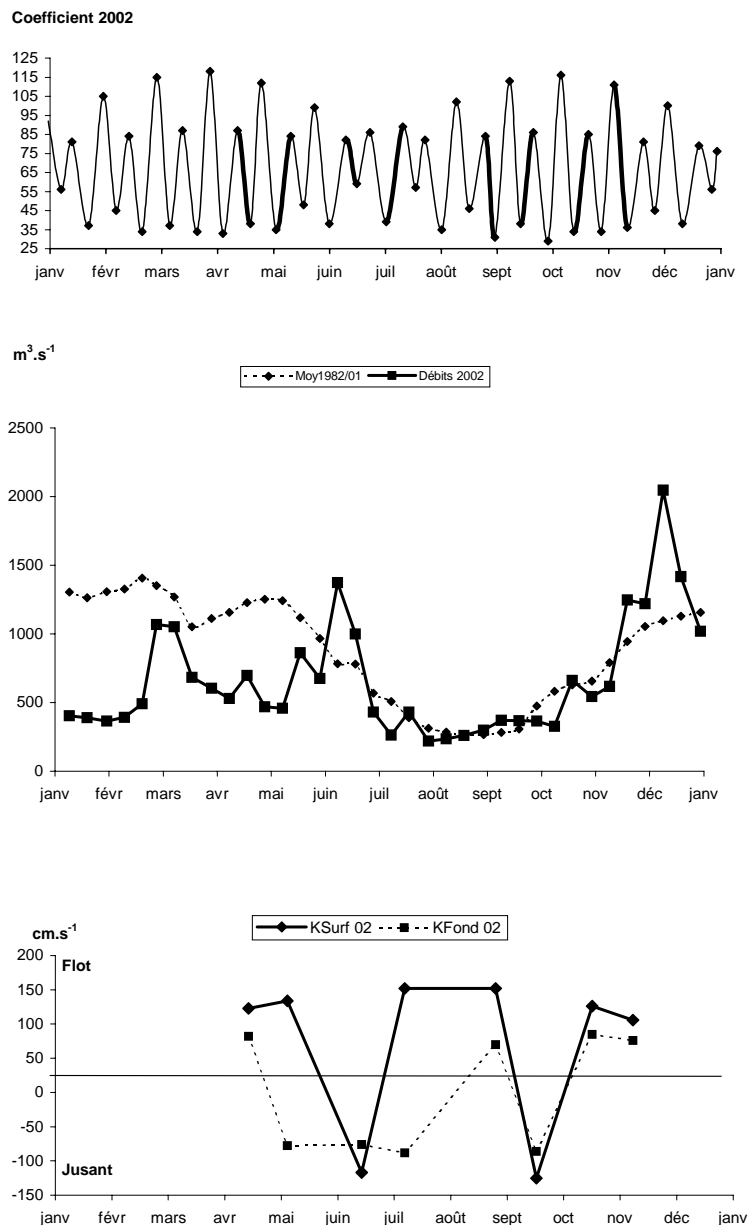


Figure 4-22 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point K (PK 30) au cours de l'année 2002, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux.

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 0,181 g/l le 09 Juillet (Qfl : 286 m³.s⁻¹ - coef. 70-74)
 et 1,731 g/l le 09 Novembre (Qfl : 527 m³.s⁻¹ - coef. 76-67)
 au fond entre 1,534 g/l le 27 Août (Qfl : 231 m³.s⁻¹ - coef. 75-72)
 et 5,771 g/l le 18 Octobre (Qfl : 591 m³.s⁻¹ - coef. 66-70)

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

en surface entre 0,227 g/l le 28 Août (Qfl : 244 m³.s⁻¹ - coef. 68-63)
 et 2,035 g/l le 17 Avril (Qfl : 692 m³.s⁻¹ - coef. 73-68)
 au fond entre 1,220 g/l le 16 Septembre (Qfl : 412 m³.s⁻¹ - coef. 38-41)
 et 6,997 g/l le 17 Avril (Qfl : 692 m³.s⁻¹ - coef. 73-68)

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

en surface entre 0,337 g/l le 09 Mai (Qfl : 458 m³.s⁻¹ - coef. 63-75)
 et 1,871 g/l le 11 Juillet (Qfl : 263 m³.s⁻¹ - coef. 84-86)
 au fond entre 0,882 g/l le 18 Juin (Qfl : 1442 m³.s⁻¹ - coef. 59-59)
 et 9,639 g/l le 29 Août (Qfl : 263 m³.s⁻¹ - coef. 58-54)

4.4.1.2. Variations annuelles.

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

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

Les turbidités moyennes ont varié :

en surface de 0,234 g/l (18 Septembre) à 0,947 g/l (09 Novembre)
 au fond de 0,919 g/l (16 Juin) à 2,715 g/l (16 Avril)

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

le 16 Juin, en surface : 0,077 g/l (Qfl : 1739 m³.s⁻¹ - coef. 68-65 à pleine mer)
 le 09 Juillet, au fond : 0,097 g/l (Qfl : 286 m³.s⁻¹ - coef. 70-74 à pleine mer).

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

le 09 Novembre, en surface : 2,085 g/l (Qfl : 527 m³.s⁻¹ - coef. 76-67 à mi-jusant).
 le 18 Octobre, au fond : 6,312 g/l (Qfl : 591 m³.s⁻¹ - coef. 66-70 à mi-flot).

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

Les turbidités moyennes ont varié :

en surface de 0,196 g/l (16 Septembre) à 0,872 g/l (17 Avril)

au fond de 0,692 g/l (16 Septembre) à 4.545 g/l (17 Avril)

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

le 16 Septembre, en surface : 0,078 g/l (Qfl : 412 m³.s⁻¹ - coef. 38-41 à basse mer).

le 16 Septembre, au fond : 0,292 g/l (Qfl : 412 m³.s⁻¹ - coef. 38-41 à pleine mer).

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

le 17 Avril, en surface : 2.368 g/l (Qfl : 692 m³.s⁻¹ - coef. 73-68 à mi- flot).

le 17 Avril, au fond : 9.111 g/l (Qfl : 692 m³.s⁻¹ - coef. 73-68 à mi- jusant).

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

Les turbidités moyennes ont varié :

en surface de 0,593 g/l (18 Juin) à 1.340 g/l (11 Juillet)

au fond de 1,036 g/l (18 Juin) à 6.524 g/l (29 Août)

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

le 29 Août en surface : 0,246 g/l (Qfl : 263 m³.s⁻¹ - coef. 58-54 à la pleine mer).

le 18 Juin au fond : 0,540 g/l (Qfl : 1442 m³.s⁻¹ - coef. 59-59 à la basse mer).

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

le 11 Juillet, en surface : 2,170 g/l (Qfl : 263 m³.s⁻¹ - coef. 84-86 à mi- flot).

le 29 Août, au fond : 12,266 g/l (Qfl : 263 m³.s⁻¹ - coef. 58-54 à mi-flot).

Les valeurs des minima et des maxima des turbidités de 2002 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.

<p style="text-align: center;">VI-T8 POINT F PK 67 TURBIDITES</p>								
<p>ANNEE F 2002</p>								
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)
16-avr	S	0.161	0.995	0.834	0.462	3.979	80-76	710
	F	0.696	4.974	4.278	2.715			
07-mai	S						44-49	475
	F							
16-juin	S	0.077	0.743	0.666	0.341	1.896	68-65	1739
	F	0.238	2.100	1.862	0.919			
09-juil	S	0.167	0.349	0.181	0.247	3.074	70-74	286
	F	0.097	3.423	3.326	1.052			
27-août	S	0.083	1.026	0.944	0.393	1.606	75-72	231
	F	0.218	1.752	1.534	0.976			
18-sept	S	0.132	0.326	0.195	0.234	2.246	58-63	384
	F	0.563	2.572	2.008	1.133			
18-oct	S	0.255	1.023	0.768	0.623	5.631	66-70	591
	F	0.541	6.312	5.771	2.104			
09-nov	S	0.354	2.085	1.731	0.947	1.450	76-67	527
	F	0.911	3.524	2.613	2.008			

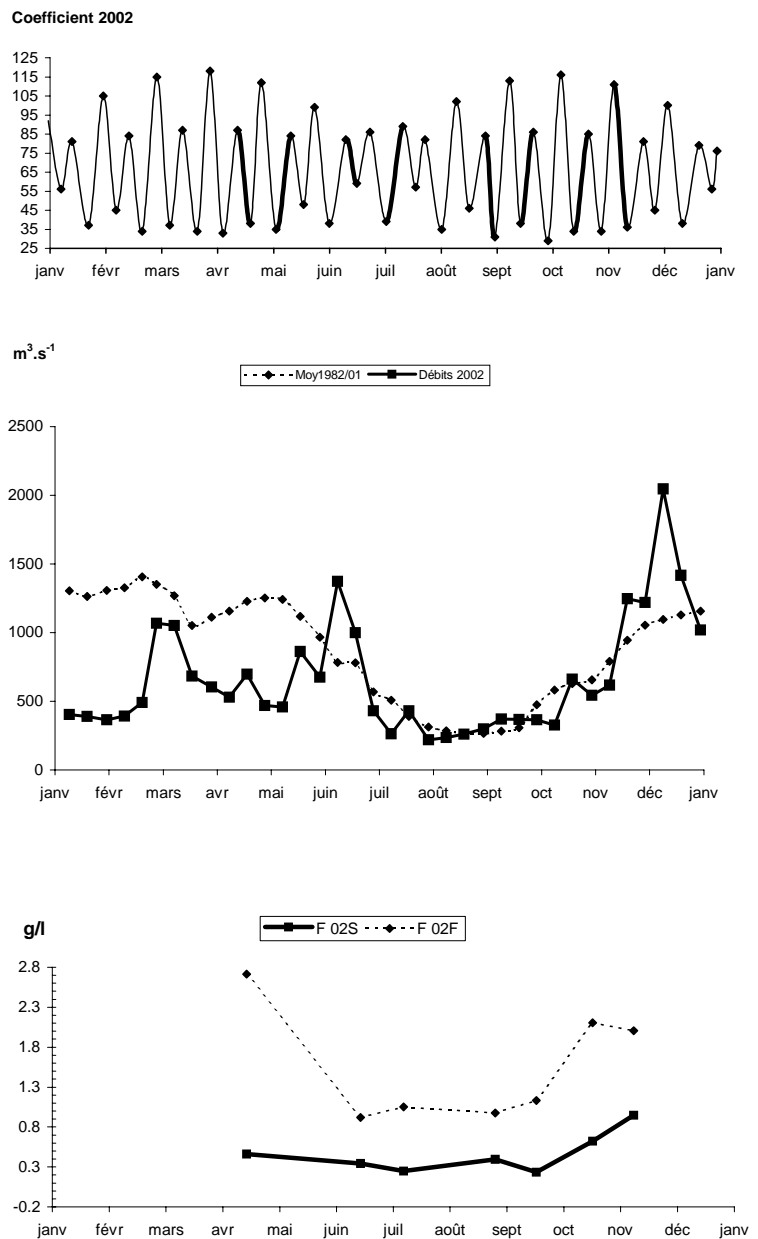
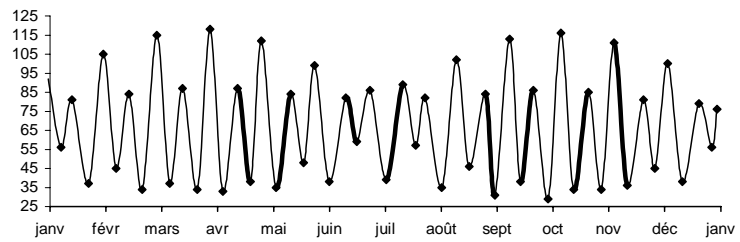
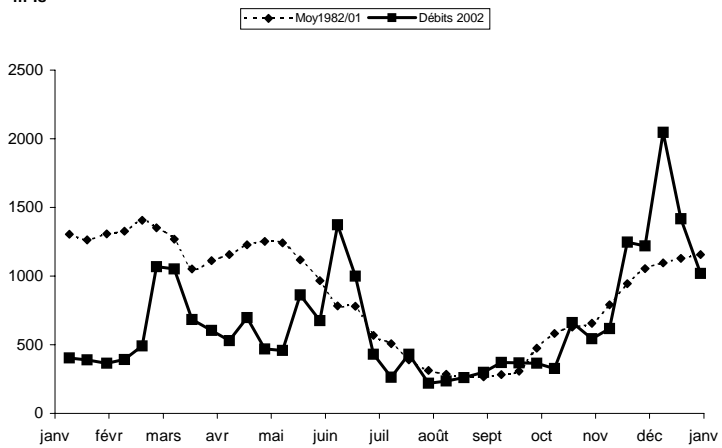


Figure 4-23 : Variations annuelles des turbidités moyennes au point F (PK 67) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2002.

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

VI-T9								
POINT E PK 52								
TURBIDITES								
ANNEE E 2002								
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)
17-avr	S	0.333	2.368	2.035	0.872		73-68	692
	F	2.113	9.111	6.997	4.545	8.761		
08-mai	S	0.168	0.604	0.437	0.315	1.613	54-59	470
	F	0.412	2.061	1.650	1.424			
17-juin	S	0.233	0.537	0.304	0.366	3.127	62-60	1618
	F	0.330	3.664	3.335	1.851			
10-juil	S	0.245	0.985	0.739	0.571	2.600	78-81	274
	F	0.297	2.846	2.549	1.273			
28-août	S	0.174	0.401	0.227	0.265	2.287	68-63	244
	F	0.387	2.556	2.168	1.258			
16-sept	S	0.078	0.308	0.230	0.196	1.314	38-41	412
	F	0.292	1.511	1.220	0.692			
16-oct	S	0.248	0.572	0.325	0.419	1.555	43-49	539
	F	0.602	1.894	1.292	1.223			
08-nov	S	0.177	1.650	1.473	0.692	3.657	91-83	616
	F	1.778	3.992	2.215	3.008			

Coefficient 2002

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

g/l

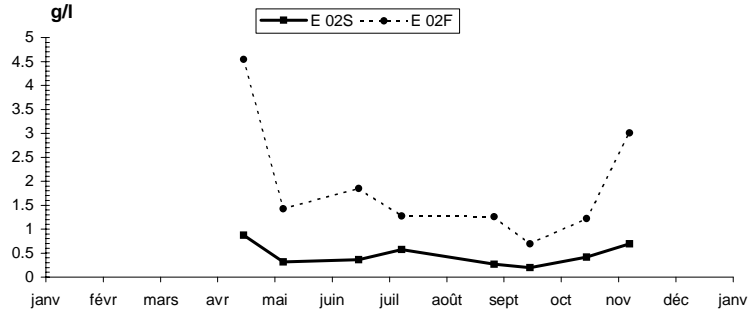


Figure 4-24 : Variations annuelles des turbidités moyennes au point E (PK 52) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2002.

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

<p style="text-align: center;">VI-T10 K PK 30 TURBIDITES</p>								
<p>ANNEE K 2002</p>								
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)
18-avr	S	0.605	1.229	0.624	0.925	4.639	63-57	688
	F	1.797	5.554	3.757	3.184			
09-mai	S	0.836	1.173	0.337	0.956	2.155	63-75	458
	F	1.653	2.991	1.338	2.424			
18-juin	S	0.331	0.987	0.656	0.593	1.011	59-59	1442
	F	0.540	1.422	0.882	1.036			
11-juil	S	0.299	2.170	1.871	1.340	3.034	84-86	263
	F	0.760	5.204	4.444	3.419			
29-août	S	0.246	1.047	0.800	0.610	11.744	58-54	263
	F	2.627	12.266	9.639	6.524			
17-sept	S	0.397	0.994	0.597	0.647	2.917	46-52	401
	F	1.248	3.382	2.134	2.522			
17-oct	S	0.341	2.126	1.785	1.134	1.428	55-60	565
	F	1.304	2.224	0.921	1.808			
11-nov	S	0.297	1.719	1.422	1.075	1.756	45-40	617
	F	1.494	3.475	1.981	2.311			

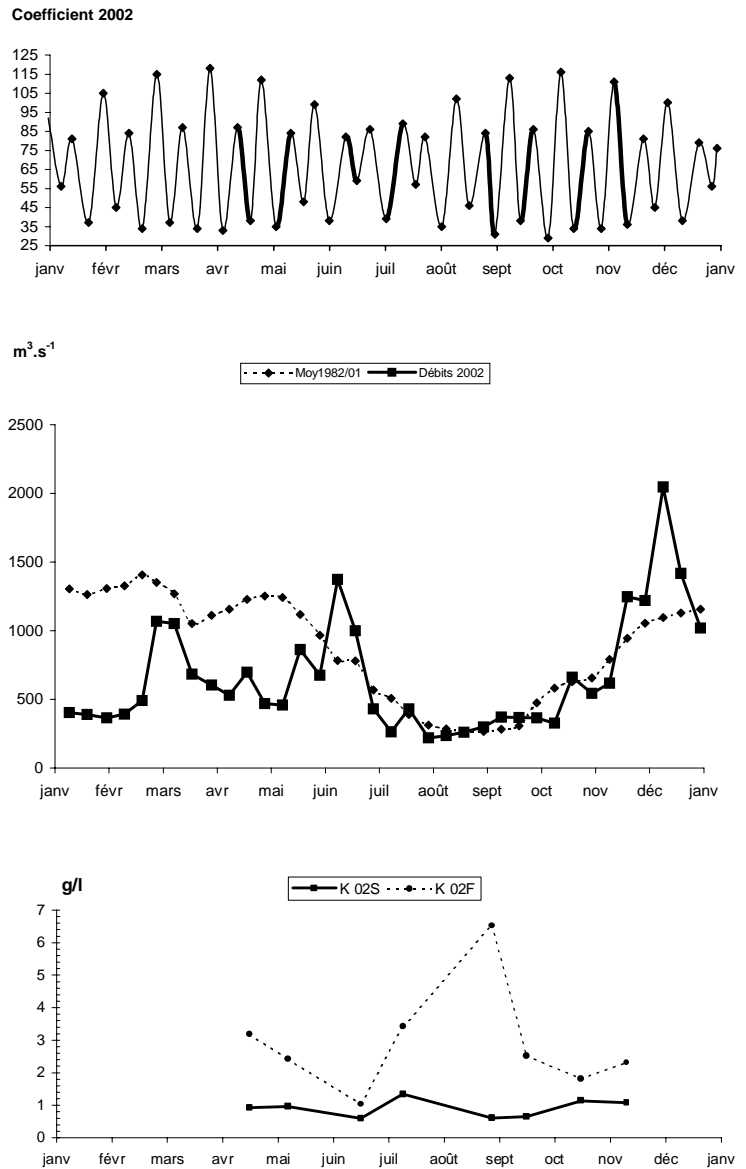


Figure 4-25 : Variations annuelles des turbidités moyennes au point K (PK 30) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2002

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 Novembre et mi-October au PK 67, mi-Avril au PK52, début Juillet et fin Août au PK 30 :

au PK 67 : 2.085 g/l en surface et 6.312 g/l au fond

au PK 52 : 2.368 g/l en surface et 9.111 g/l au fond

au PK 30 : 2.170 g/l en surface et 12.266 g/l au fond

Les turbidités minimales sont relevées mi Juin et début Juillet au PK 67, mi-Septembre au PK 52, fi Août et mi Juin au PK 30 :

au PK 67 : 0,077 g/l en surface et 0,097 g/l au fond

au PK 52 : 0,078 g/l en surface et 0,292 g/l au fond

au PK 30 : 0,246 g/l en surface et 0,540 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 1.450 g/l (09 Novembre.) à 5.311 g/l (18 Octobre)

au Point E : de 0,314 g/l (16 Septembre) à 8.761 g/l (17 Avril)

au Point K: de 4.639 g/l (18 Avril). à 11.744 g/l (29 Août)

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

au Point F : de 0,181 g/l (09 Juillet) à 5.771 g/l (18 Octobre)

au Point E : de 0,227 g/l (28 Août) à 6.997 g/l (17 Avril)

au Point K : de 0,337 g/l (09 Mai) à 9.639 g/l (29 Août)

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

Par rapport à 2001, les valeurs des concentrations de 2002 sont en moyenne, nettement supérieures du fait des conditions climatiques.

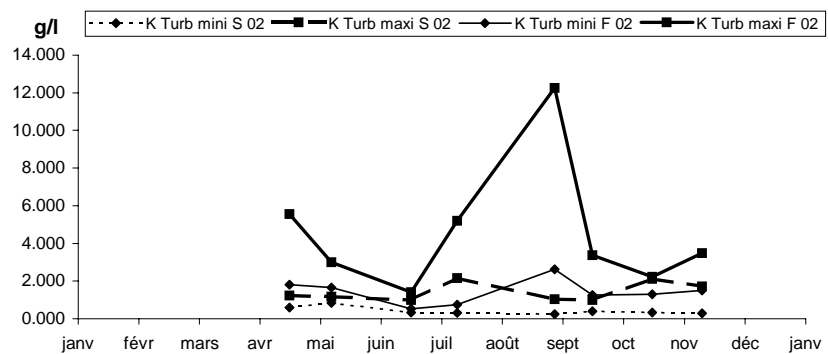
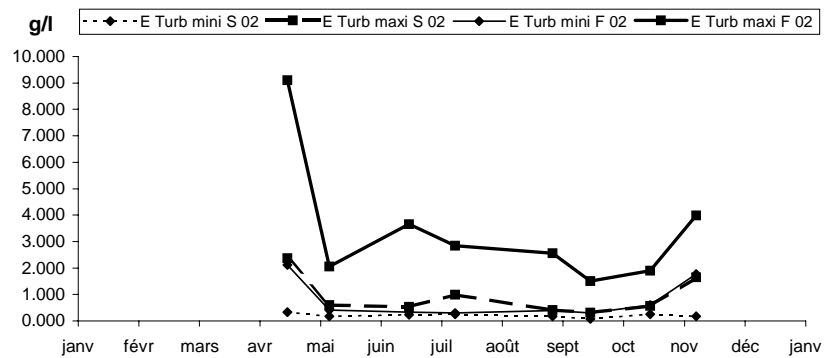
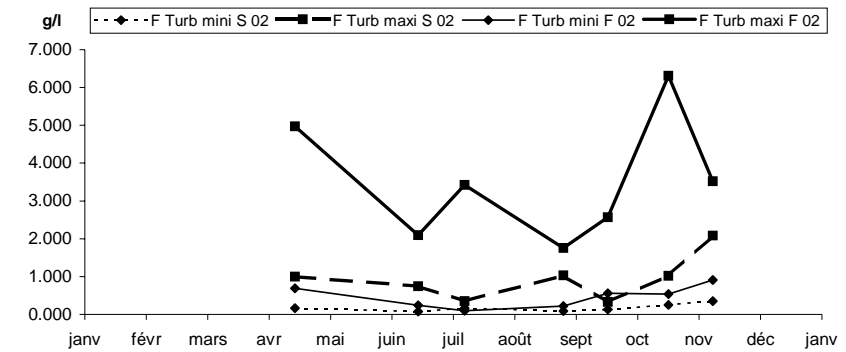


Figure 4-26 : Variations annuelles des turbidités minimales et maximales aux points F-E-K en 2002.

Tableau 4-11 : Maximum et minimum de turbidité observés au cours des années 1978 à 2002.

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

(*) Moyenne des 10 jours précédents.

Tableau 4-12 Maximum et minimum de turbidité observés au cours des années 1978 à 2002.

Point E-PK 52 FOND

Année	g/l	Date	Débits (*)	Coefficients	Vitesses max de courant (cm.s ⁻¹)	
1978	mini.	0,136	29.08	177	43-47	90
	maxi.	3,340	18.07	524	76-82	120
1979	mini.	0,080	6.06	1814	52-56	95
	maxi.	5,470	12.03	685	73-77	130
1980	mini.	13,340	25.09	115	83-80	125
	maxi.	76	20.11	556	89-90	120
1981	mini.	0,090	12.02	1580	44-48	-65
	maxi.	2,720	17.06	400	72-67	115
1982	mini.	2,860	22.04	480	48-43	110
	maxi.	0,058	11.08	263	41-44	75
1983	mini.	38,810	7.07	327	66-62	105
	maxi.	0,408	6.07	372	72-73	150
1984	mini.	50,880	15.06	481	48-50	80
	maxi.	44,920	27.07	270	81-56	110
1985	mini.	40,980	10.08	249	75-72	90
	maxi.	0,164	7.06	1471	56-51	-100
1986	mini.	41,960	21.06	838	63-65	-100
	maxi.	0,324	7.08	275	49-50	85
1987	mini.	31,310	10.01	686	51-48	135
	maxi.	0,102	24.09	260	41-47	-55
1988	mini.	7,168	12.03	1422	80-71	145
	maxi.	0,124	13.05	2146	62-58	65
1989	mini.	3,090	26.08	222	57-51	70
	maxi.	0,174	18.08	438	33	50
1990	mini.	8,250	19.05	700	58-54	110
	maxi.	0,145	26.04	1301	36-40	-55
1991	mini.	3,580	23.08	327	36-40	95
	maxi.	0,164	10.07	205	54-50	80
1992	mini.	9,574	14.03	1340	50-42	108
	maxi.	0,190	3.07	487	43-44	90
1993	mini	5,940	03-janv	474	40	82
	maxi	0,060	04-janv	695	51-49	86
1994	mini	3,178	13-janv	308	44-40	-79
	maxi	0,082	24-janv	1657	46-46	-78
1995	mini	9,956	23-janv	410	50-44	-90
	maxi	0,213	28-juil	456	51-45	-10
1996	mini	3,978	14-avr	650	40-37	-96
	maxi	0,144	18-mai	1473	51-50	BM
1997	mini	5,978	04-mai	1784	46	BM
	maxi	0,147	18-oct	378	33	Etale BM
1998	mini	2,453	23-mai	800	53	-82
	maxi	0,174	24-juil	265	49-48	BM
1999	mini	6,216	24-avr	731	52-46	86
	maxi	0,196	11-juin	475	58-53	BM
2000	mini	0.179	20-juil	408	75-73	BM
	maxi	5.007	12-avr	1161	49	-53
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

(*) 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 0,10 ml/l (09 Juillet) et 0,53 ml/l (16 Juin)
au fond entre 0,10 ml/l (27 Août) et 0,53 ml/l (09 Novembre)

Au Point E PK 52 (Tableau 4-14)

en surface entre 0,21 ml/l (08 Mai) et 0,70 ml/l (28 Août)
au fond entre 0,04 ml/l (17 Juin) et 0,53 ml/l (08 Mai)

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

en surface entre 0,25 ml/l (11 Nov) et 0,54 ml/l (17 Sept)
au fond entre 0,23 ml/l (18 Avril) et 0,97 ml/l (17 Sept)

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

Les écarts minima correspondent à des eaux plus homogènes.

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 : 0,68 ml/l (10,19 %) le 09 Nov et 1,36 ml/l (23,65 %) le 27 Août.
au fond : 0,64 ml/l (10,14 %) le 18 Oct et 1,32 ml/l (23,05 %) le 27 Août.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées :

le 09 Nov en surface : 5,97 ml/l (89,81 %) (Qfl : $527 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 76-67)
le 09 Nov au fond : 5,95 ml/l (90,19 %) (Qfl : $527 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 76-67)

Les déficits moyens correspondants:

en surface : 0,68 ml/l (10,19 %)
au fond : 0,65 ml/l (9,81 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 27 Août en surface : 4,40 ml/l (76,35 %) (Qfl : $231 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 75-72)

le 27 Août en fond, 40 ml/l (76,95 %) (Qfl : 231 m³.s⁻¹ - coef. 75.72)

Les déficits moyens correspondants :

en surface : 1,36 ml/l (23,65 %)

au fond : 1,32 ml/l (23,05 %)

Les déficits minimum de l'année ont été relevés :

le 11 Sept en surface : 0,35 ml/l (05,98 %) (Qfl : 223 m³.s⁻¹ - coef. 41-48)

le 11 Sept au fond : 0,32 ml/l (05,55 %) (Qfl : 223 m³.s⁻¹ - coef. 41-48)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 07 Nov. en surface : 1,45 ml/l (22,12 %) (Qfl : 283 m³.s⁻¹ - coef. 56-51)

le 01 Avril au fond : 1,48 ml/l (20,19 %) (Qfl : 2118 m³.s⁻¹ - coef. 49.45)

Les valeurs moyennes évoluent autour de 84 % du taux de saturation au cours de l'année (+3 % par rapport à 2000). Le déficit moyen annuel est évalué à 1,00 ml/l (15,84 %). En 2000 il était évalué à 1,20 ml/l (18,98 %). (**Tableau 4-13** et **Tableau 4-16**)

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

ANNEE F 2002		VI-13 - OXYGENE DISSOUS POINT F PK 67												Qfl: m ³ .s ⁻¹ (moy. 10 jours précédents)
		TAUX DE SATURATION		MOY DE LA MAREE		MOYEN		DEFICIT		ECART MAXI TRANCHE D'EAU		COEFFICIENT		
DATES	ml/l	ml/l	%	ml/l	%	ml/l	%	Minimum ml/l	%	Maximum ml/l	%		ml/l	%
16-avr	S	7.07	83.38	1.18	16.62%	1.04	14.94%	1.27	17.94%	0.12	2.74	80-76	710	
	F	7.06	83.10	1.20	16.90%	0.95	13.83%	1.36	19.05%					
07-mai	S	6.65	86.23	0.92	13.77%	0.73	11.20%	1.07	15.76%	0.06	2.92	44-49	475	
	F	6.57	87.87	0.80	12.13%	0.62	9.58%	0.99	15.00%					
16-juin	S	6.23	78.52	1.34	21.48%	1.13	18.43%	1.66	26.14%	0.12	2.37	68-65	1739	
	F	6.21	79.55	1.27	20.45%	1.12	18.30%	1.50	23.77%					
09-juil	S	5.90	79.05	1.24	20.95%	1.17	20.11%	1.27	21.53%	0.05	0.37	70-74	286	
	F	5.87	79.14	1.23	20.86%	1.16	20.07%	1.27	21.53%					
27-août	S	5.76	76.35	1.36	23.65%	1.26	21.73%	1.49	25.40%	0.09	2.40	75-72	231	
	F	5.71	76.95	1.32	23.05%	1.26	21.73%	1.36	23.90%					
18-sept	S	5.84	85.27	0.86	14.73%	0.63	11.05%	1.06	17.91%	0.06	0.88	58-63	384	
	F	5.82	85.18	0.86	14.82%	0.61	10.78%	1.06	17.84%					
18-oct	S	6.36	88.20	0.75	11.80%	0.59	9.52%	0.89	13.65%	0.13	3.77	66-70	591	
	F	6.31	89.86	0.64	10.14%	0.35	5.75%	0.83	12.87%					
09-nov	S	6.65	89.81	0.68	10.19%	0.44	6.74%	0.81	12.04%	0.06	2.00	76-67	527	
	F	6.65	89.81	0.68	10.19%	0.44	6.74%	0.81	12.04%					
Moyennes	S	6.31	83.35	1.04	16.65%	0.87	14.22%	1.19	18.80%					
	F	6.27	83.98	1.00	16.02%	0.80	13.10%	1.15	18.29%					
	G	6.29	83.66	1.02	16.34%	0.84	13.66%	1.17	18.54%					

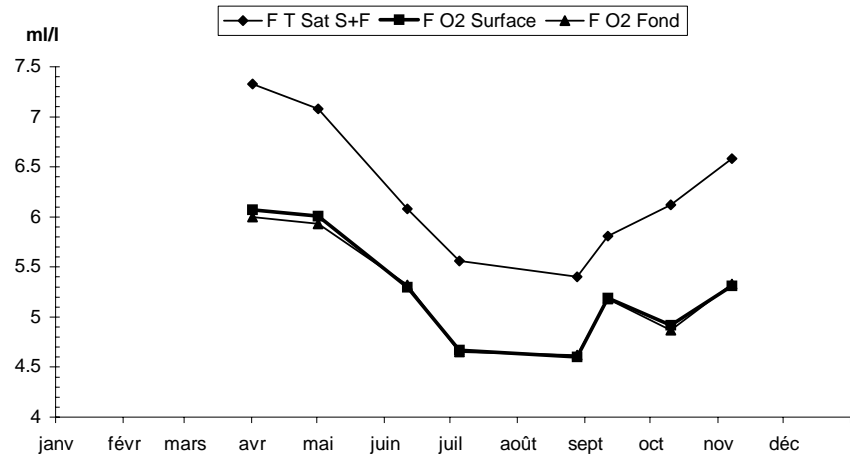


Figure 4-27: Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml/l au Point F (PK 67) en 2002.

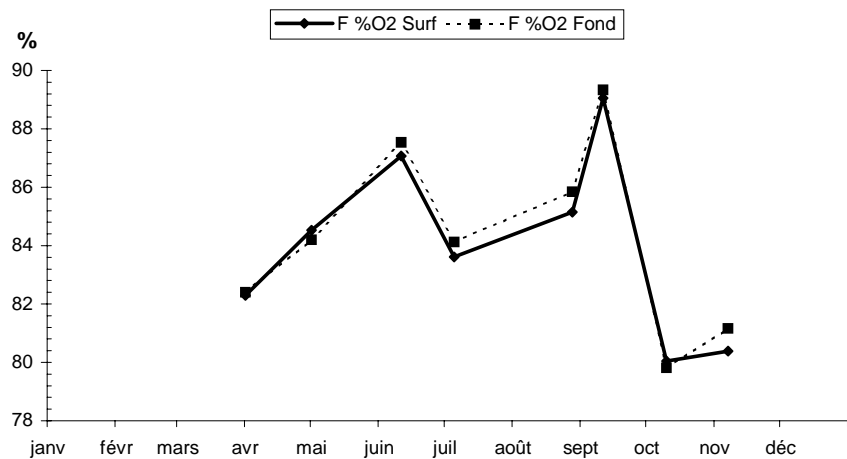


Figure 4-28 Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % au Point F (PK 67) en 2002.

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

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

en surface : 0.54 ml/l (08.95 %) le 13 Sept et 1,43 ml/l (22.45 %) le 11 Oct.
 au fond : 0.54 ml/l (08.99 %) le 13 Sept et 1,47 ml/l (23.15 %) le 11 Oct.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées

le 02 Mai en surface : 6.52 ml/l (89.60 %) (Qfl : $1468 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 53)

le 02 Mai au fond : 6.49 ml/l (88.20 %) (Qfl : $1468 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 53)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de:

en surface : 0.76 ml/l (10.40 %)

au fond : 0.87 ml/l (11.80 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 30 Août en surface : 4,69 ml/l (85.92 %) (Qfl : $236 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 50-55)

le 30 Août au fond : 4.83 ml/l (87.82 %) (Qfl : $236 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 50-55)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 0.77 ml/l (14.08 %)

au fond : 0.67 ml/l (12.18 %)

Les déficits minimum de l'année ont été observés :

le 13 Sept en surface : 0,14 ml/l (02.44 %) (Qfl : $222 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 41-46)

le 03 Juillet au fond : 0,14 ml/l (02.43 %) (Qfl : $312 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 68-71)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 11 Oct en surface : 1,72 ml/l (26.30 %) (Qfl : $305 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 39)

le 11 Oct au fond : 1.69 ml/l (25.88 %) (Qfl : $305 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 39)

Les valeurs moyennes de l'année évoluent autour de 85.5 % du taux de saturation, (+7.9 % par rapport à 2000). Les déficits moyens qui régressaient depuis 1985 se sont accrus en 1987, 1988, régressent en 1989 et 1990, se stabilisent en 1991, s'accroissent à nouveau en 1992 et 1993 régressent nettement en 1994, régressent encore en 1995 et tendent à s'accroître en 1996, 1997, 1998, 1999 et 2000. Très nette régression en 2001.

Le déficit moyen annuel était évalué en 1992 à 1,259 ml/l en 1993 à 1,42 ml/l et en 1994 il est de 1,10 ml/l, en 1995 à 0,99 ml/l, en 1996 à 1,09 ml/l, en 1997 à 1,06 ml/l, en 1998 à 1.15 ml/l, en 1999 à 1.16 ml/l, en 2000 il est de 1.46 ml/l et 0.94ml/l en 2001 (**Tableau 4-14**) (**Tableau 4-16**)

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

ANNEE E 2002		VI-14 - OXYGENE DISSOUS POINT E PK 52													
		TAUX DE SATURATION		MOYEN DE LA MAREE		Moyen		DEFICIT		Maximum		EGART MAXI		Qfi: m3 s-1	
DATES		ml/l	%	m/l	%	m/l	%	m/l	%	m/l	%	m/l	%	COEFFICIENT	(moy. 10 jours précédents)
17-avr	S	7.10	82.51	1.24	17.49%	1.05	14.81%	1.39	19.47%	0.15	2.23	0.15	2.23	73-68	692
	F	7.12	81.74	1.30	18.26%	1.06	14.95%	1.42	20.00%						
08-mai	S	6.51	88.16	0.77	11.84%	0.68	10.30%	0.89	13.36%	0.15	4.02	0.15	4.02	54-59	470
	F	6.62	87.44	0.83	12.56%	0.58	8.90%	1.11	16.54%						
17-juin	S	6.22	77.84	1.38	22.16%	1.04	17.42%	1.55	24.18%	0.24	6.93	0.24	6.93	62-60	1618
	F	6.28	75.57	1.54	24.43%	1.51	24.18%	1.55	24.76%						
10-juil	S	6.03	74.32	1.55	25.68%	1.22	20.86%	1.76	28.62%	0.07	2.36	0.07	2.36	78-81	274
	F	6.06	73.93	1.58	26.07%	1.39	23.22%	1.82	29.60%						
28-août	S	5.85	76.77	1.36	23.23%	0.92	16.27%	1.62	27.17%	0.37	8.84	0.37	8.84	68-63	244
	F	5.89	74.42	1.51	25.58%	1.43	24.26%	1.57	26.64%						
16-sept	S	6.00	84.26	0.95	15.74%	0.73	12.24%	1.06	17.64%	0.15	2.25	0.15	2.25	38-41	412
	F	6.00	83.39	1.00	16.61%	0.84	14.15%	1.17	19.13%						
16-oct	S	6.40	87.49	0.80	12.51%	0.68	10.64%	0.92	14.16%	0.11	1.74	0.11	1.74	43-49	539
	F	6.36	87.65	0.79	12.35%	0.64	10.14%	0.99	15.64%						
08-nov	S	6.87	84.11	1.09	15.89%	0.86	12.91%	1.32	18.72%	0.05	1.65	0.05	1.65	91-83	616
	F	6.87	84.11	1.09	15.89%	0.86	12.91%	1.32	18.72%						
Moyennes	S	6.37	81.93	1.14	18.07%	0.90	14.43%	1.31	20.42%						
	F	6.40	80.96	1.21	19.04%	1.05	16.65%	1.37	21.46%						
	G	6.39	81.44	1.18	18.56%	0.97	15.54%	1.34	20.94%						

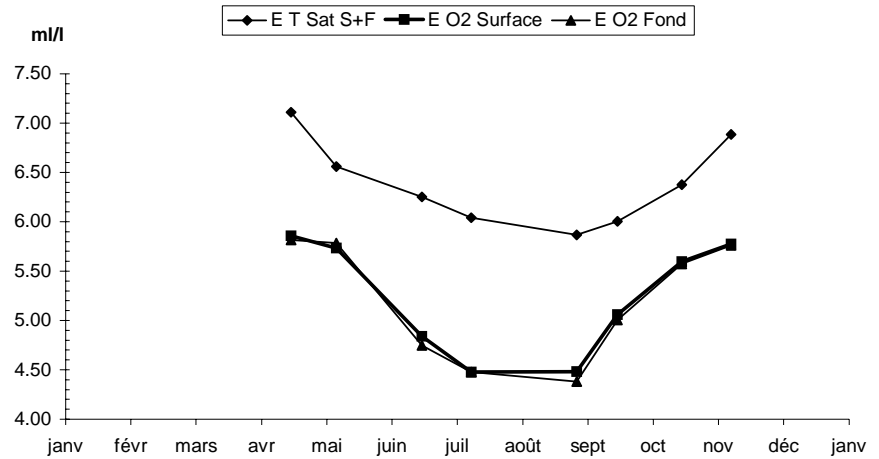


Figure 4-29 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en m/l au Point E (PK 52) en 2002.

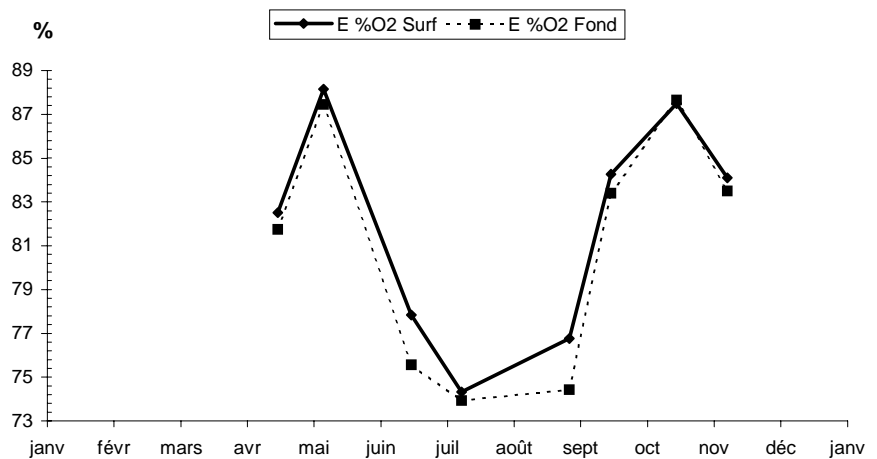


Figure 4-30 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % au Point E (PK 52) en 2002.

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

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

en surface : 1.43 ml/l (21.15 %) le 17 Oct. et 1.95 ml/l (32.08 %) le 29 Août.
 au fond : 1.45 ml/l (21.51 %) le 17 Oct. et 2.02 ml/l (33.22 %) le 29 Août.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées

le 18 Avril en surface : 5.63 ml/l (77.02 %) (Qfl : $688 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 63-57)

le 18 Avril au fond : 5.63 ml/l (76.90 %) (Qfl : $688 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 63-57)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 1.68 ml/l (22.98 %)

au fond : 1.69 ml/l (23.10 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 29 Août en surface : 4,13 ml/l (67.92 %) (Qfl : $263 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 58-54)

le 29 Août au fond : 4.06 ml/l (66.78 %) (Qfl : $263 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 58-54)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 1,95 ml/l (32.08 %)

au fond : 2.02 ml/l (33.22 %)

Les déficits minimum de l'année ont été observés :

le 17 Oct. en surface : 1.30 ml/l (19.20 %) (Qfl : $565 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 55-60)

le 17 Oct. au fond : 1.25 ml/l (18.83 %) (Qfl : $565 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 55-60)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 29 Août en surface : 2.19 ml/l (35.63 %) (Qfl : $263 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 58-54)

le 17 Sept. au fond : 2.23 ml/l (35.27 %) (Qfl : $401 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 46-52)

Les valeurs moyennes de 2002 se situent autour de 74 % du taux de saturation au cours de l'année (-8.65 % par rapport à 2001). Le déficit moyen annuel était évalué en 1992 à 1,59 ml/l, en 1993 à 1,90 ml/l., en 1994 à 1,14 ml/l., en 1995 à 1,47 ml/l., en 1996 à 1,56 ml/l. en 1997 à 1,68 ml/l, en 1998 à 1.51ml/l, en 1999 à 1.54, en 2000 à 1.71 ml/l, en 2001 à 1.12 ml/l et en 2002 à 1.71ml/l.(Tableau 4-15,Tableau 4-17).

En 2001 le déficit moyen régresse nettement aux trois points.

En 2002 le déficit moyen est le même au point F PK 67 qu'en 2001, alors qu'aux autres points il est nettement supérieur. Les valeurs maximum des déficits, elles, n'ont pas augmenté, alors que les valeurs minimum des déficits sont très nettement supérieures, surtout au point K PK 30 ce qui prouve bien la présence quasi permanente du bouchon vaseux au point amont alors que le point F a été ré oxygéné par les eaux salines.

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

ANNÉE K 2002		VI-15 - OXYGENE DISSOUS POINT K PK 30													
		DATES	TAUX DE SATURATION		MOY DE LA MAREE		Moyen	DEFICIT		Maximum	ECART MAXI		Qfi: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents)		
m/l	%		m/l	%	m/l	%		m/l	%		m/l	%		COEFFICIENT	
18-avr	S	7.31	77.02	5.63	22.98%	1.68	1.56	21.43%	1.83	24.76%	0.06	1.22	688		
	F	7.32	76.90	5.63	23.10%	1.69	1.54	21.18%	1.77	24.28%					
09-mai	S	6.83	78.70	5.38	21.30%	1.46	1.34	19.59%	1.62	23.62%	0.05	0.95	458		
	F	6.84	78.32	5.35	21.68%	1.48	1.35	19.74%	1.69	24.56%					
18-juin	S	6.39	72.71	4.63	27.29%	1.76	1.62	25.43%	1.88	29.38%	0.08	1.25	1442		
	F	6.38	73.18	4.64	26.82%	1.74	1.57	24.65%	1.83	28.73%					
11-juil	S	6.23	69.29	4.32	30.71%	1.91	1.68	27.02%	2.06	33.17%	0.04	1.30	263		
	F	6.25	69.32	4.33	30.68%	1.92	1.65	26.54%	2.04	32.85%					
29-août	S	6.07	67.92	4.13	32.08%	1.95	1.83	30.33%	2.19	35.63%	0.15	2.36	263		
	F	6.08	66.78	4.06	33.22%	2.02	1.86	30.67%	2.17	35.47%					
17-sept	S	6.22	74.01	4.61	25.99%	1.62	1.43	23.08%	1.97	31.20%	0.25	4.07	401		
	F	6.21	73.56	4.57	26.44%	1.65	1.26	20.62%	2.23	35.27%					
17-oct	S	6.74	78.85	5.32	21.15%	1.43	1.30	19.20%	1.64	24.10%	0.15	2.22	565		
	F	6.74	78.49	5.29	21.51%	1.45	1.25	18.83%	1.66	24.40%					
11-nov	S	7.20	74.86	5.39	25.14%	1.81	1.69	23.66%	1.93	26.96%	0.14	1.91	617		
	F							22.36%	2.23	26.68%					
Moyennes	S	6.63	74.17	4.92	25.83%	1.70	1.56	23.72%	1.89	28.60%					
	F	6.62	73.90	4.90	26.10%	1.72	1.51	23.07%	1.91	29.03%					
	G	6.62	74.03	4.91	25.97%	1.71	1.53	23.40%	1.90	28.82%					

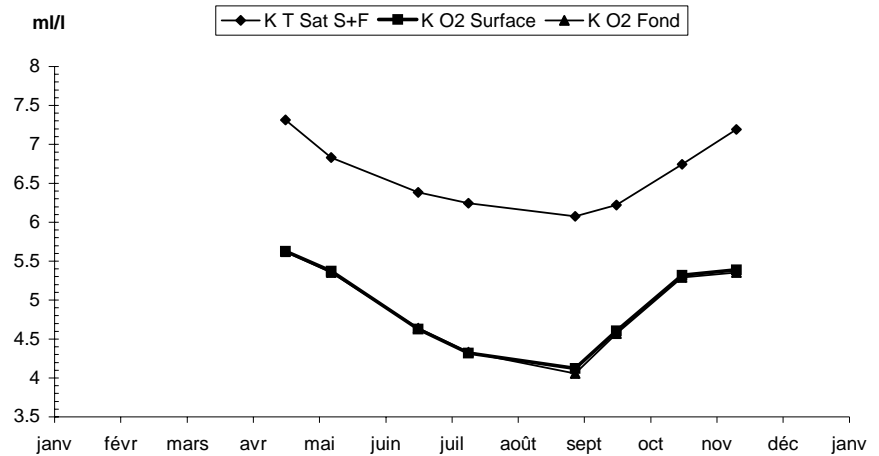


Figure 4-31 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml/l au Point K (PK 30) en 2002.

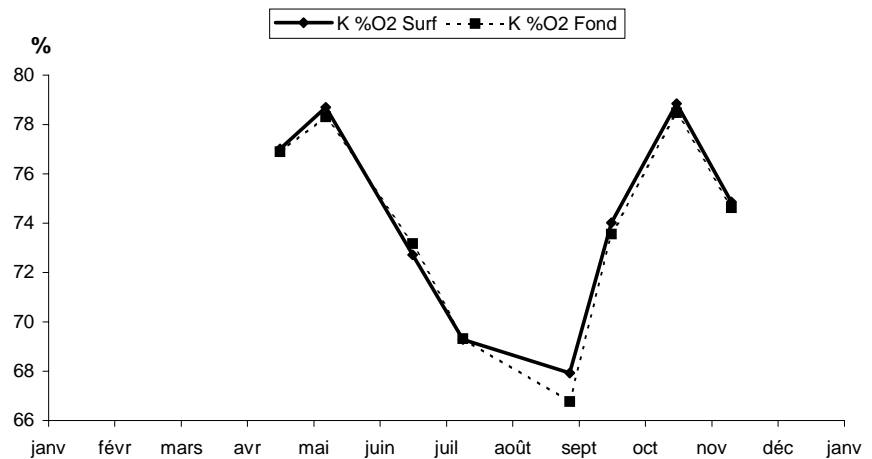


Figure 4-32 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % au Point K (PK 30) en 2002.

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
Point E	1978	124	0.499	0.1766	1.186
	1979	157	0.420	0.0611	0.463
	1980	163	0.496	0.0599	0.462
	1981	168	0.820	0.0526	0.412
	1982	162	0.843	0.0499	0.384
	1983	168	1.165	0.0444	0.348
	1984	100	1.337	0.0461	0.278
	1985	90	1.312	0.0599	0.342
	1986	90	1.175	0.0536	0.306
	1987	90	1.301	0.0554	0.316
	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	

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	

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 2002 est de :

En surface :

Au Point F :

5,27 ml/l (83,35 %) pour une valeur de saturation de 6,31 ml/l, d'où un déficit de 1,04 ml/l (16,65 %).

Au Point E :

5,23 ml/l (81,93 %) pour une valeur de saturation de 6,37 ml/l, d'où un déficit de 1,14 ml/l (18,07 %)

Au Point K :

4,92 ml/l (74,17 %) pour une valeur de saturation de 6,63 ml/l, d'où un déficit de 1,70 ml/l (25,83 %).

Au fond :

Au point F :

5,27 ml/l (83,98 %) pour une valeur de saturation de 6,27 ml/l, d'où un déficit de 1,00 ml/l (16,02 %)

Au point E :

5,19 ml/l (80,96 %) pour une valeur de saturation de 6,40 ml/l, d'où un déficit de 1,21 ml/l (19,04 %)

Au Point K :

4,90 ml/l (73,90 %) pour une valeur de saturation de 6,62 ml/l, d'où un déficit de 1,72 ml/l (26,10 %)

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

Au Point F :

entre 0,67 ml/l (10,00 %) le 09 Nov. et 1,34 ml/l (23,35 %) le 27 Août.

Au Point E :

entre 0,79 ml/l (12,43 %) le 16 Oct. et 1,57 ml/l (25,88 %) le 10 Juillet.

Au Point K :

entre 1,44 ml/l (21,33 %) le 17 Oct. et 1,98 ml/l (32,65 %) le 29 Août.

Pour l'année 2002 la comparaison des déficits aux trois points est représentée dans la Figure 4-36.

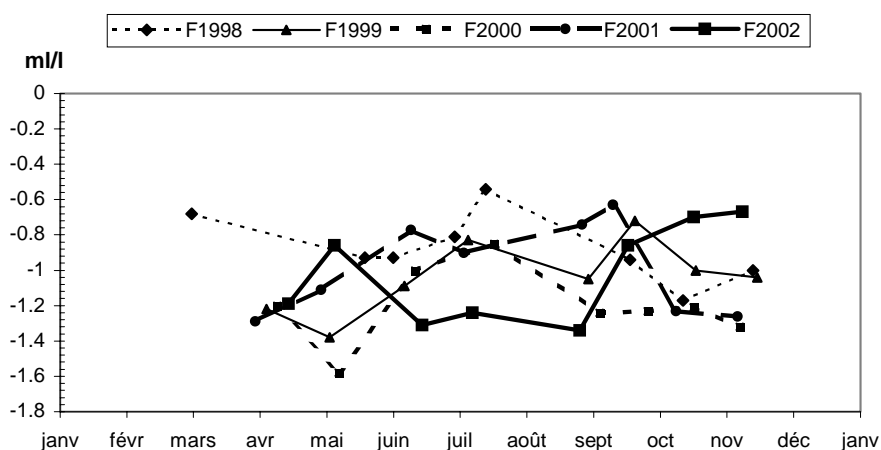


Figure 4-33 : Variations annuelles du déficit en oxygène dissous au Point F (PK 67) (Valeurs moyennes) de 1997 à 2002.

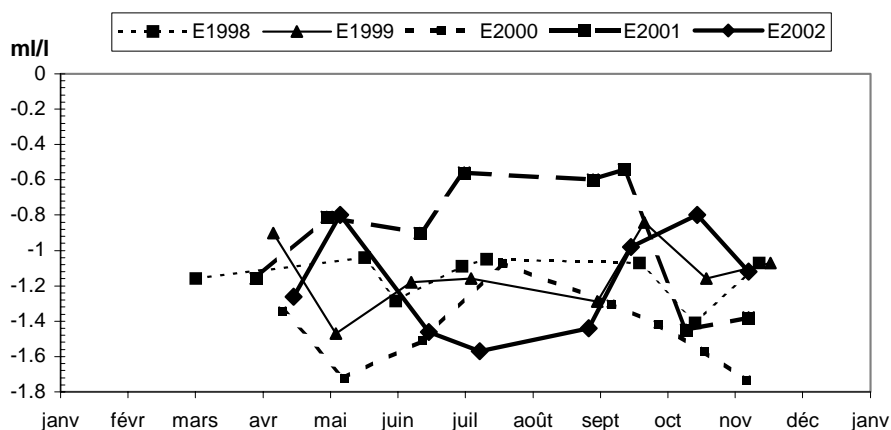


Figure 4-34 : Variations annuelles du déficit en oxygène dissous au Point E (PK 52) (Valeurs moyennes) de 1997 à 2002.

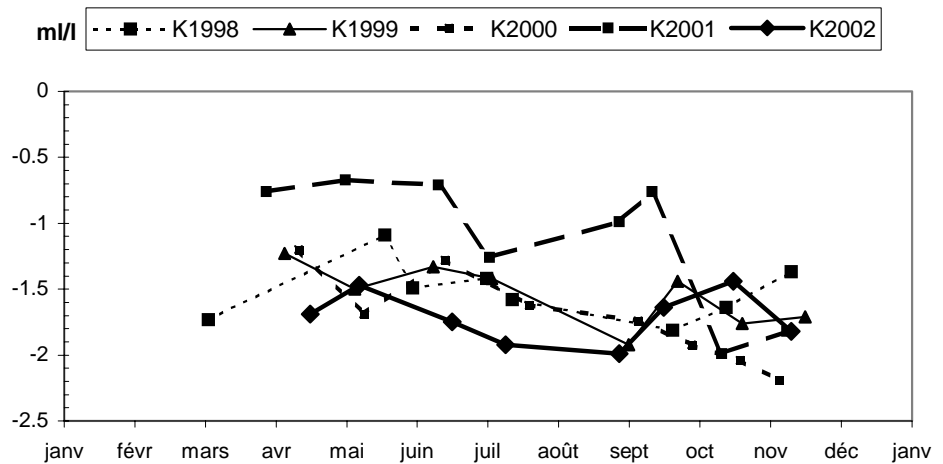


Figure 4-35 Variations annuelles du déficit en oxygène dissous au Point K (PK 30) (Valeurs moyennes) de 1997 à 2002.

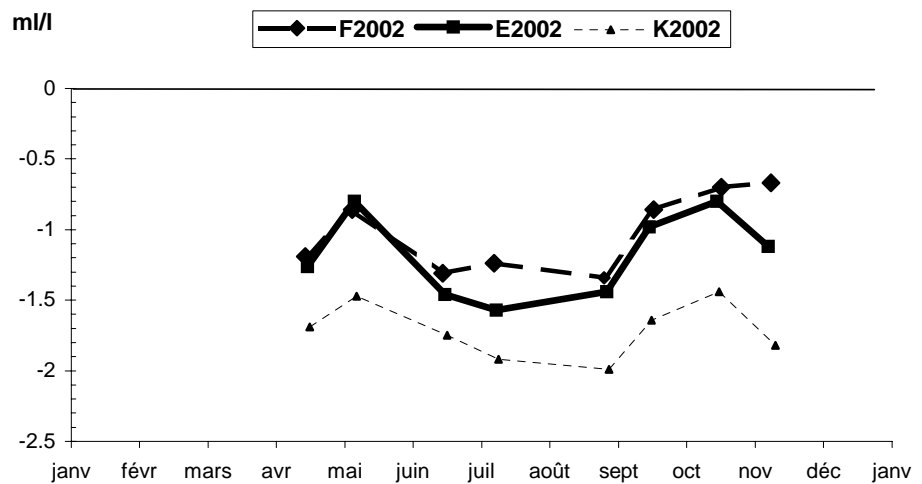


Figure 4-36 Variations du déficit en oxygène dissous au Point F E K (Valeurs moyennes) en 2002.

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 0,05 ml/l (0.37 %) le 09 Juillet et 0,13 ml/l (3.77 %) le 18 Octobre. Cette dernière valeur a été observée à la pleine mer et correspond à des eaux ayant une température de 15.93° C en surface et 15.86° C au fond, et de turbidité : 0,255 g/l en surface et 0.541g/l au fond.

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

Entre 0,05 ml/l (01.65 %) le 08 Novembre et 0,37 ml/l (08.84 %) le 28 Août. Cette dernière valeur a été observée à pleine mer et correspond à des eaux ayant une température de 23.80° C en surface et 21.80°C au fond, et de turbidité : 0,174 g/l en surface et 0,387 g/l au fond.

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

Entre 0,04 ml/l (01.30 %) le 11 Juillet et 0,25 ml/l (04.07 %) le 17 Sept. Cette dernière valeur a été observée à la basse mer et correspond à des eaux ayant une température de 20.06° C en surface et 20.00°C au fond, et de turbidité : 0,464 g/l en surface et 3.382 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. Nous présentons les variations saisonnières de ces deux paramètres pour les trois stations et tous les niveaux dans les **Figures 5-1 et 5-2**.

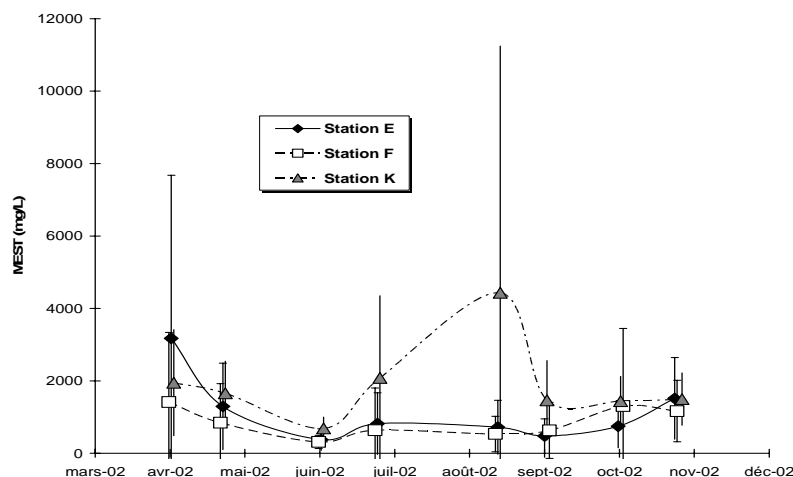


Figure 5-1 : Variations saisonnières des teneurs en matières en suspension.

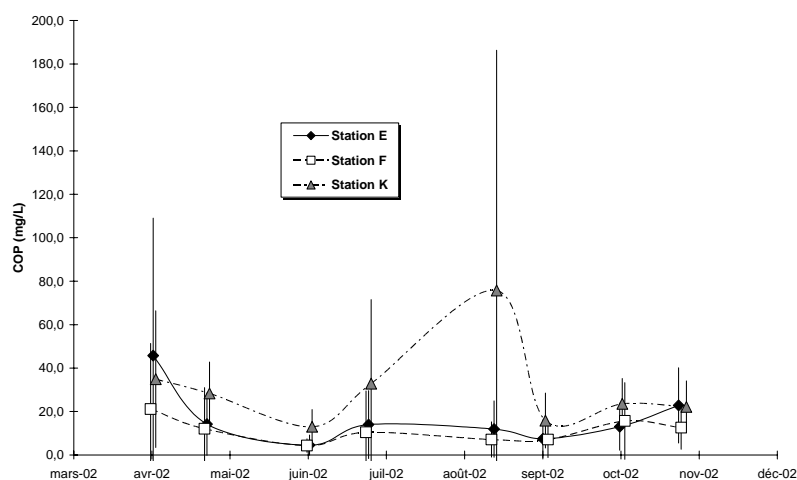


Figure 5-2 : Variations saisonnières des teneurs carbone organique particulaire.

En raison de l'absence de crues hivernales, les matières en suspension se sont accumulées dans l'estuaire, entraînant une augmentation notable des valeurs de ces paramètres – environ quadruplées par rapport à 2001. On note que le point K se situe toujours à un niveau supérieur par rapport aux deux autres stations ; le maximum est enregistré lors de la campagne de fin août et a probablement pour origine un accroissement des débits en période estivale (forte pluviosité).

Cependant, 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 en celles en MES (**Figure 5-3**) est caractéristique de l'estuaire.

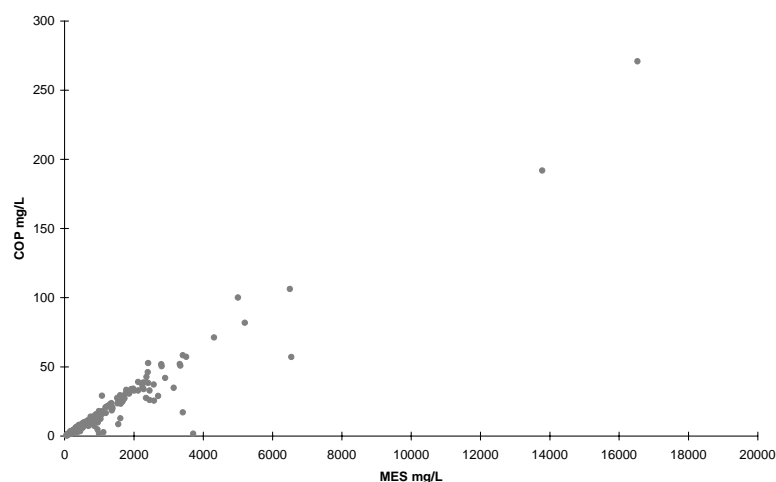


Figure 5-3 : Répartition des concentrations en COP par rapport à celles de MES.

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

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

	Nb	Pente	Ordonnée	r	RV10	α_{11}
Toute stations	185	1,52	-0,26	0,98	3698	3.10^{-123}
Station E	64	1,41	-0,26	0,98	1253	8.10^{-43}
Station E fond	32	1,39	1,73	0,98	625	1.10^{-21}
Station E surface	32	1,41	-0,03	0,99	1441	6.10^{-27}
Station F	61	1,24	0,83	0,94	418	2.10^{-28}
Station F fond	29	1,21	2,45	0,93	178	2.10^{-13}
Station F surface	32	0,48	2,40	0,50	10	4.10^{-03}
Station K	60	1,66	-0,96	0,99	2882	4.10^{-51}
Station K fond	30	1,65	0,02	0,99	1255	8.10^{-25}
Station K surface	30	1,69	-1,81	0,96	348	3.10^{-17}

¹⁰ Rapport des variances établies à partir des écarts quadratiques.

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

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 la validité des régressions diminue de l'amont vers l'aval de l'estuaire.

5.1.1.2. Variations du rapport COP/MES

Tout niveau confondu, nous constatons que les variations saisonnières du rapport COP/MES est a peu près similaire aux trois stations considérés a partir de la campagne du mois de juillet jusqu'à la fin de la période d'étude (**Figure 5-4**). Pour les campagnes des mois de mai et juin, et en l'absence de crue, les rapports les plus élevés sont enregistrés à la station K.

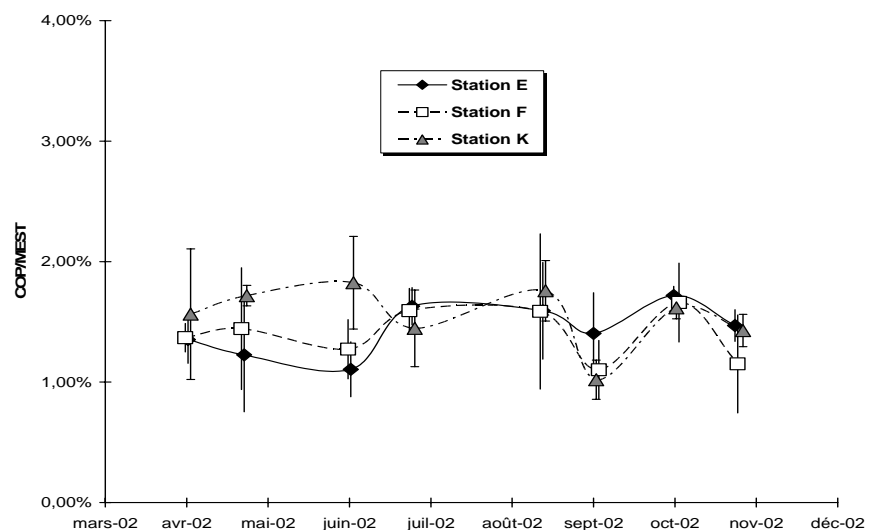


Figure 5-4 : Variations saisonnières du rapport COP/MES au niveau du fond.

En séparant les niveaux (**Figures 5-5 et 5-6**), il apparaît que l'augmentation des valeurs en début de période à la station K est plus marquée en surface qu'au fond. En outre, on constate des écarts de valeurs importants pour la station F en surface ; ces écarts sont aussi caractérisés par les paramètres des droites de régressions (**Tableau 5-1**).

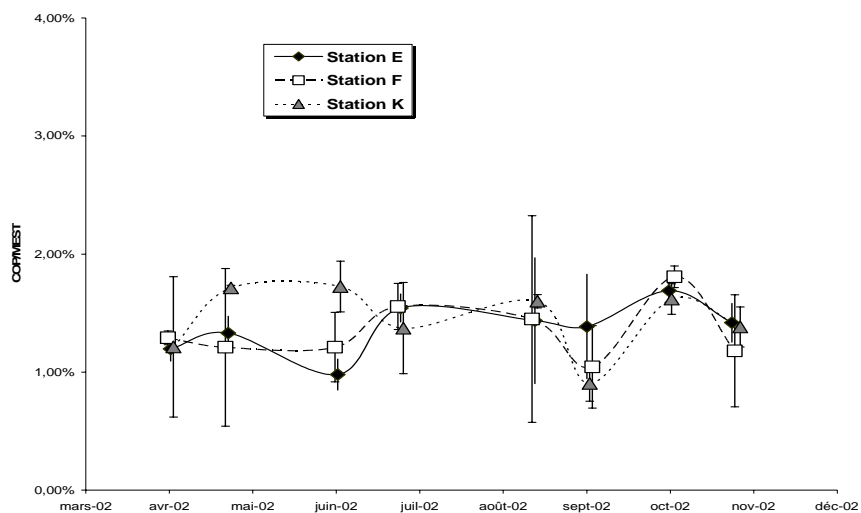


Figure 5-5 : Variations saisonnières du rapport COP/MES en surface.

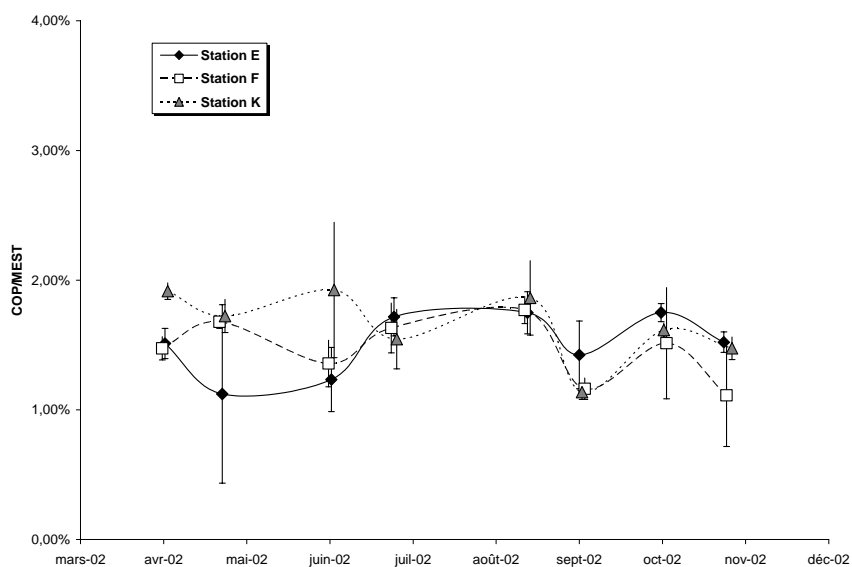


Figure 5-6 : Variations saisonnières du rapport COP/MES au fond.

5.1.2. Relation avec les paramètres hydrobiologiques

5.1.2.1. Relation avec la salinité

Si on considère l'ensemble des mesures réalisées sur l'année 2002 (**Figure 5-7**), aucune relation n'a pu être dégagée entre le rapport COP/MES et

la salinité, et ce malgré l'intrusion des eaux halines qui a suivi le bref épisode de crues du mois de juin. Cependant, ce graphe met en évidence une très grande dispersion des valeurs pour la station F.

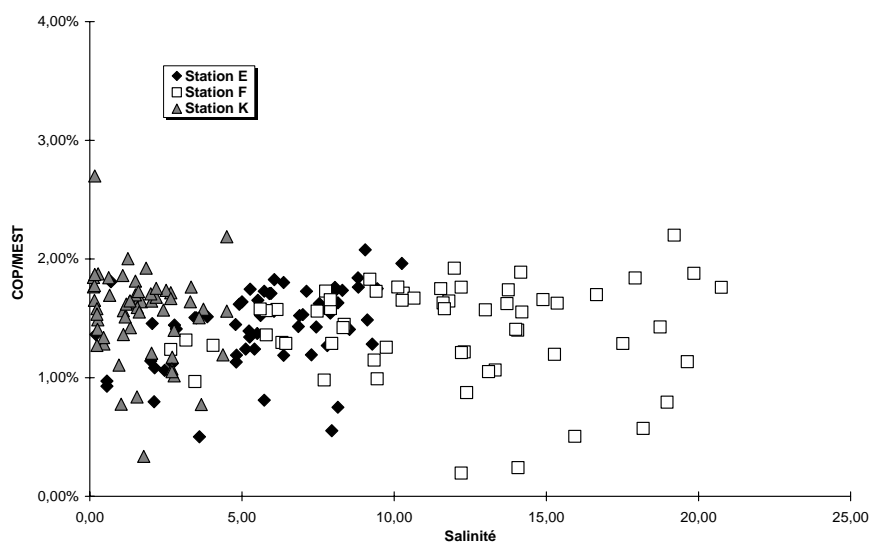


Figure 5-7 : Répartition des valeurs du rapport COP/MES avec la salinité, toutes stations et niveau confondus.

Cependant, pour la station E dont la situation est médiane sur l'estuaire, en surface, il est possible de noter une tendance à l'augmentation de la valeur du rapport COP/MES avec la salinité (**Figure 5-8**).

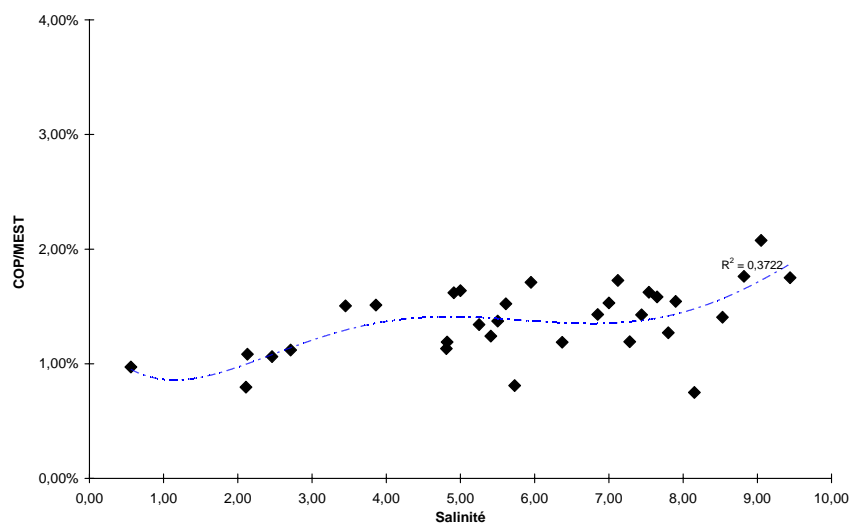


Figure 5-8 : Répartition des valeurs du rapport COP/MES avec la salinité, station E en surface.

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 5-9**), ne permet pas d'observer de relation.

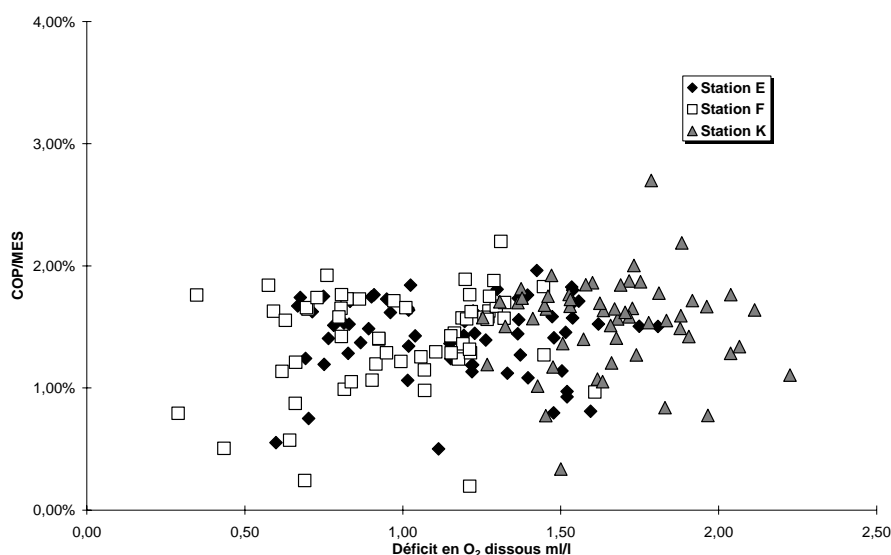


Figure 5-9 : Répartition des valeurs du rapport COP/MES avec les teneurs en matières en suspension, toutes stations et niveau confondus.

5.1.2.3. Relation avec les matières en suspension

Compte tenu des turbidités importantes enregistrées au cours de la période d'étude – près de 36% des teneurs en MES sont supérieures à 1g/L, la répartition du rapport COP/MES en fonction des MES (**Figure 5-10**) est différente de celles enregistrées les années précédentes.

En effet, précédemment, le graphe de répartition formait un « entonnoir », des variations importantes du rapport COP/MES étaient enregistrées pour des teneurs en MES faibles. En 2002, la répartition est ovoïde, indiquant une variabilité importante du rapport COP/MES avec les MES. Les teneurs en MES importantes et l'évolution du stock de matières organiques en l'absence de crues hivernales sont probablement à l'origine de cette répartition.

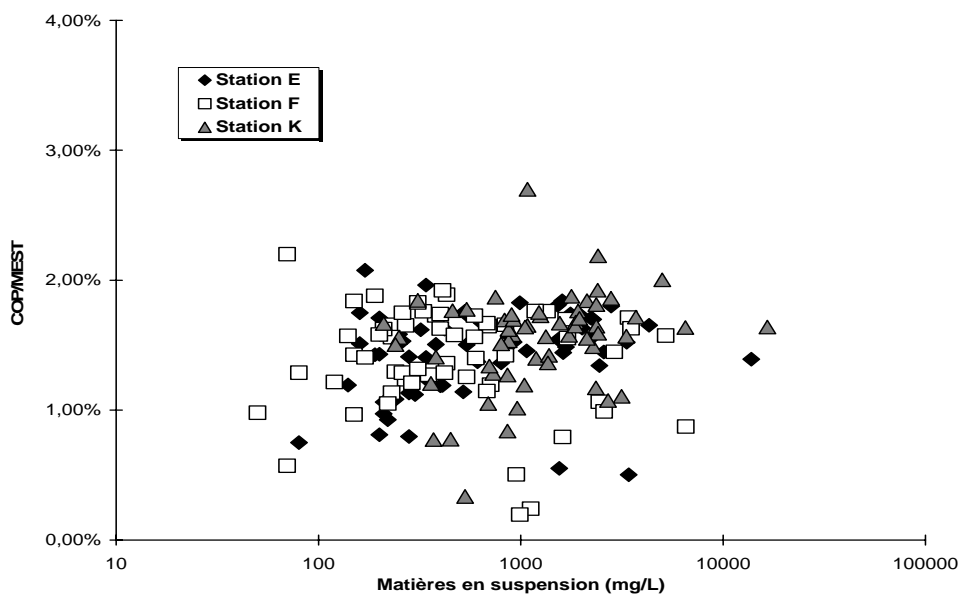


Figure 5-10 : Répartition des valeurs du rapport COP/MES avec les teneurs en matières en suspension, toutes stations et niveau confondus.

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.

En 2002, pour les trois stations, les teneurs moyennes annuelles sont en nette augmentation par rapport à celles des trois dernières années (**Figures 5-11 à 5-13**). Pour la station K l'augmentation est constatée en surface comme au fond ; pour les stations E et F, l'augmentation n'est nette que pour les valeurs relevées au fond.

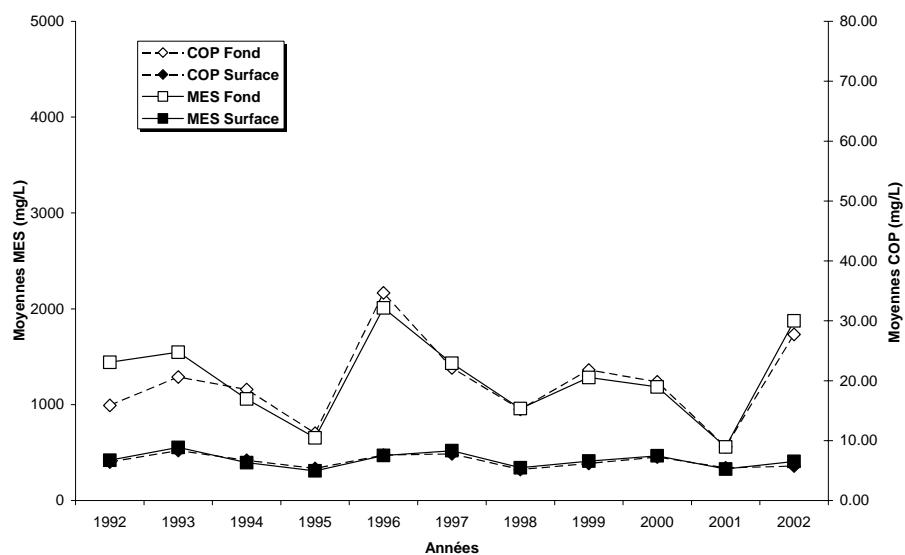


Figure 5-11 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et en COP à la station E.

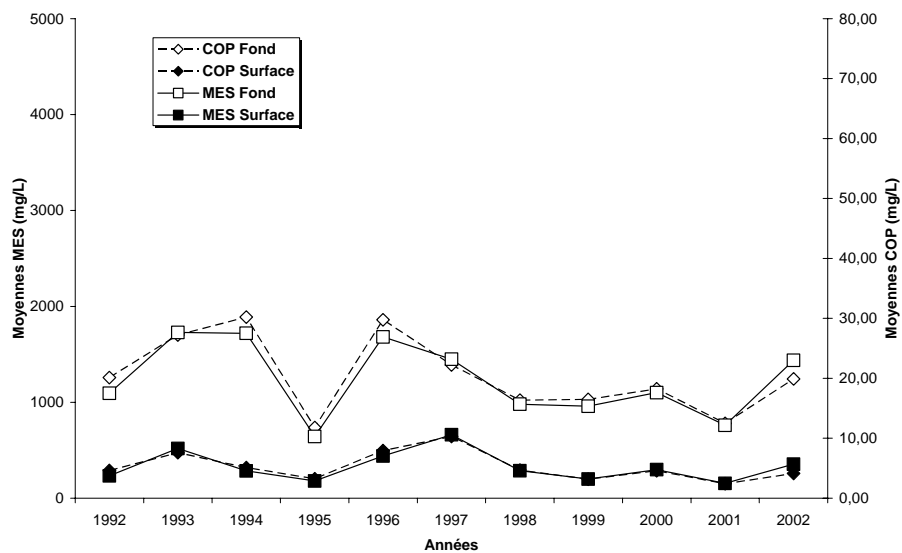


Figure 5-12 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et en COP à la station F.

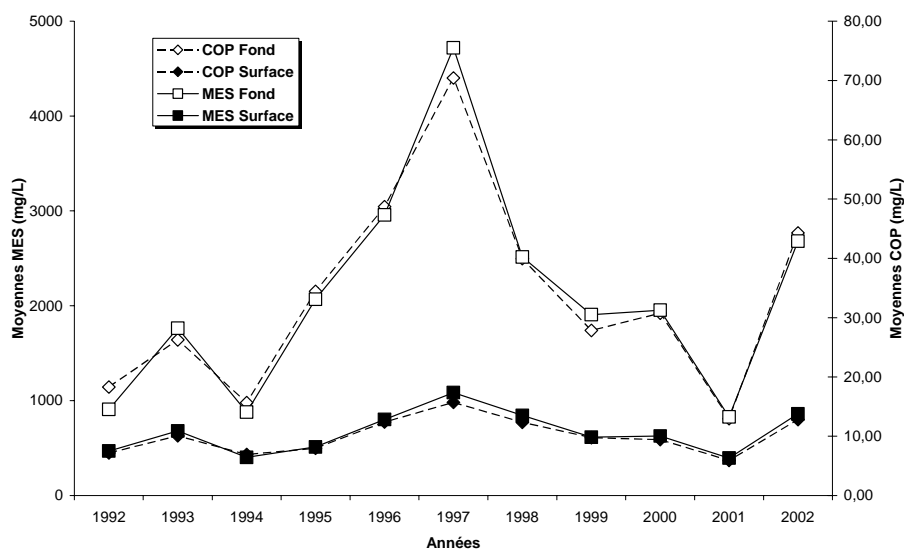


Figure 5-13 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et en COP à la station K.

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. Les valeurs montrent une augmentation de la dispersion des valeurs – augmentation du risque (α), associé à une diminution notable de la valeur de la moyenne annuelle, qui est la plus faible enregistrée depuis 1993.

	Nb	Pente	Ordonnée	r	RV	α	COP/MES
1993	188	1,36%	1,2	0,94	1421	$5 \cdot 10^{-89}$	1,56 %
1994	192	1,77%	-0,1	1,00	60809	$4 \cdot 10^{-240}$	1,86 %
1995	168	1,67%	0,2	0,98	4076	$1 \cdot 10^{-118}$	1,72 %
1996	192	1,77%	-1,1	1,00	24225	$3 \cdot 10^{-202}$	1,68 %
1997	192	1,48%	0,4	0,99	10389	$8 \cdot 10^{-168}$	1,51 %
1998	168	1,62%	-0,4	1,00	26682	$3 \cdot 10^{-185}$	1,59 %
1999	191	1,62%	-0,3	0,97	2873	$3 \cdot 10^{-116}$	1,64 %
2000	189	1,63%	-0,3	1,00	18679	$3 \cdot 10^{-189}$	1,61 %
2001	192	1,61%	-0,1	0,99	8907	$1 \cdot 10^{-161}$	1,62 %
2002	191	1,50%	-0,3	0,97	2662	$3 \cdot 10^{-113}$	1,46 %

Tableau 5-2 : Paramètre des droites de régressions entre les concentrations en COP (mg/L) et celles des MES (mg/L) pour la période 1993-2002.

5.1.3.2. Rapport COP/MES

Bien que la différenciation surface – fond soit faible pour ce paramètre, on constate que la diminution du rapport COP/MES est plus importante en surface qu’au fond (Figures 5-14 à 5-16). Cette constatation est particulièrement valable pour la station F. On peut aisément attribuer ce phénomène à l’absence de crue hivernale diminuant les apports de matière organique allochtone.

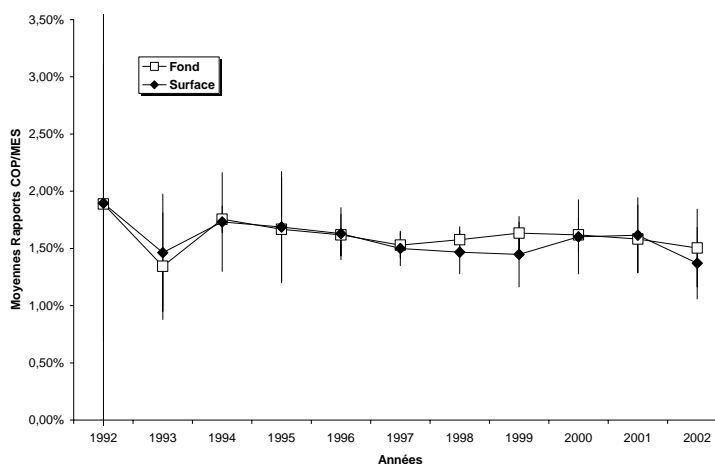


Figure 5-14 : Evolution des moyennes annuelles du rapport COP/MES à la station E.

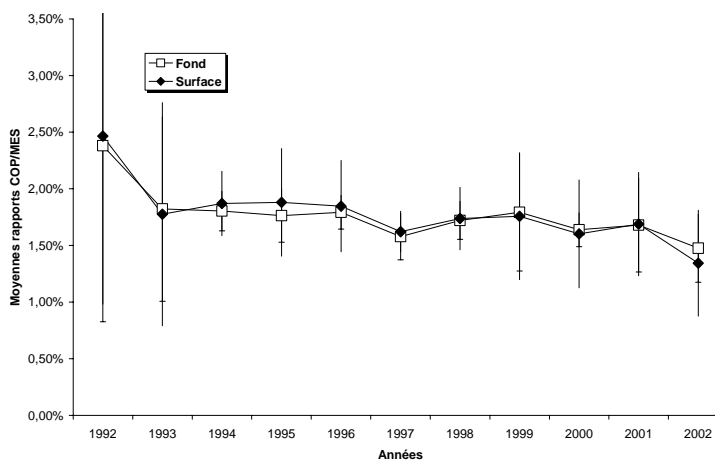


Figure 5-15 : Evolution des moyennes annuelles du rapport COP/MES à la station F.

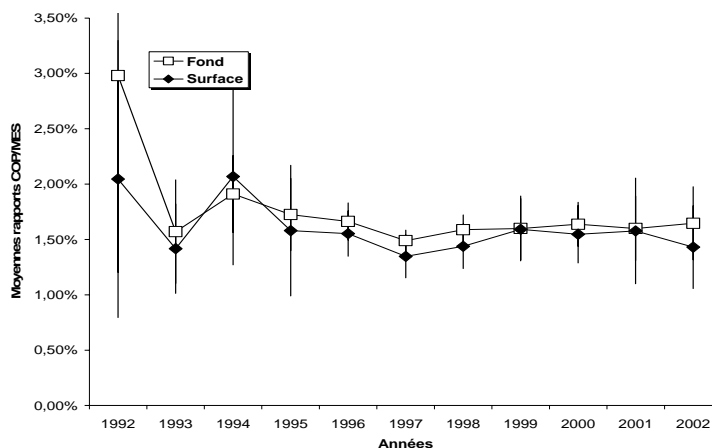


Figure 5-16 : Evolution des moyennes annuelles du rapport COP/MES à la station K.

5.2. Chlorophylle et phéopigments

5.2.1. Variations saisonnières

5.2.1.1. Concentration en chlorophylle (a)

Pour les stations E et F, à basse mer, les teneurs en chlorophylle (a) varient de façon importantes (**Figure 5-17 et 5-18**). A la station K (**Figure 5-19**), jusqu'à la campagne de la fin du mois d'août, les valeurs de pleine et de basse mer sont très proches et les variations sont importantes ; par la suite, les variations se suivent, mais les teneurs à pleine mer sont toujours supérieures à celles de basse mer.

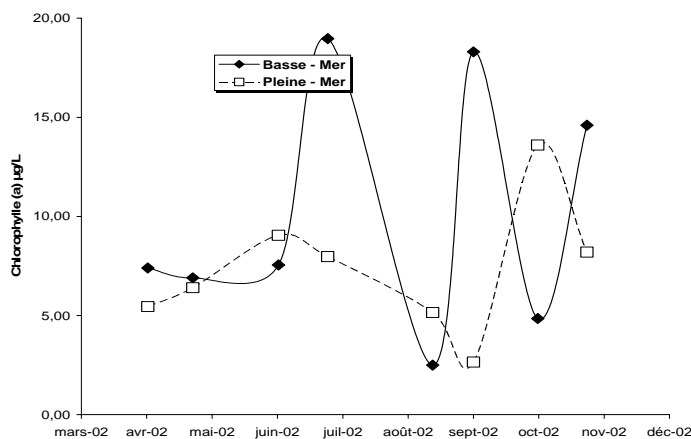


Figure 5-17 : Variations saisonnières des concentrations en chlorophylle (a) à la station E.

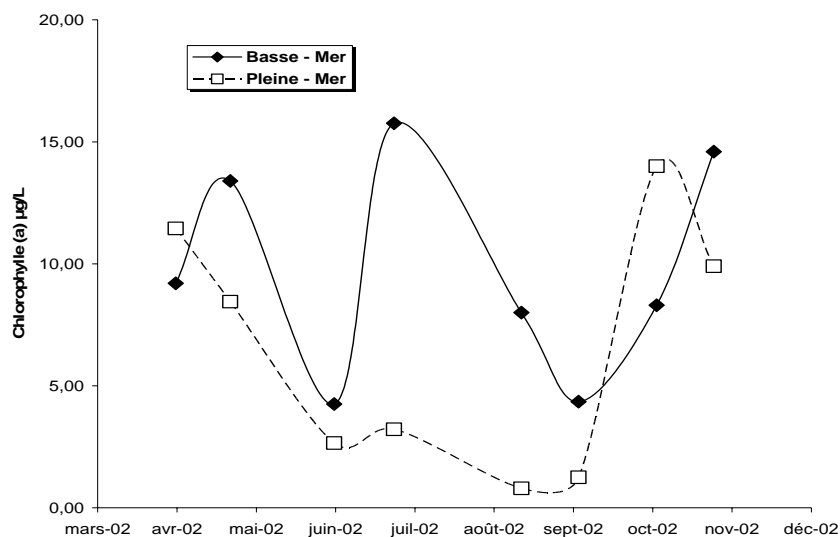


Figure 5-18 : Variations saisonnières des concentrations en chlorophylle (a) à la station F.

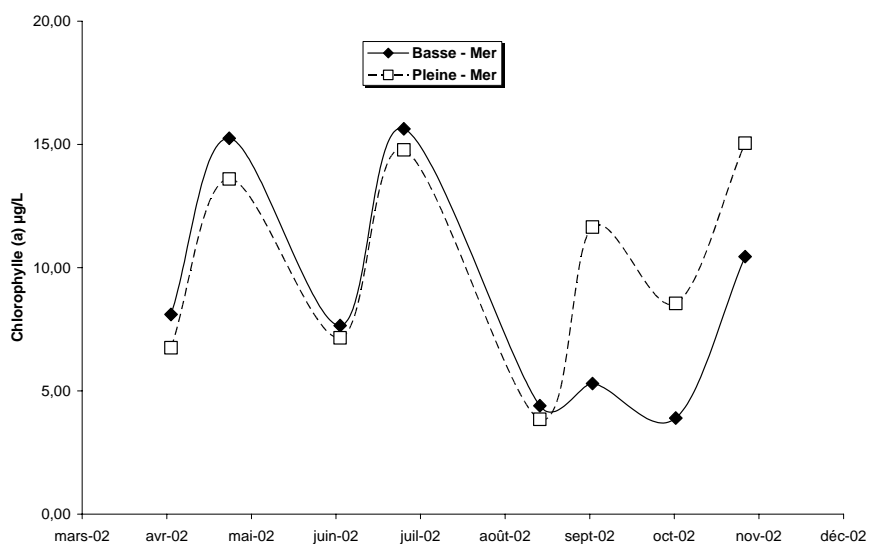


Figure 5-19 : Variations saisonnières des concentrations en chlorophylle (a) à la station K.

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 particulière, exprimées dans les mêmes unités.

Pour les trois stations, en raison des teneurs élevées en COP, cette normalisation montre des valeurs très faibles et, contrairement à 2001, ne permet pas de mettre en évidence une augmentation notable de la production primaire.

A la station E, les valeurs de basse et de pleine mer sont proches, les maxima, faibles, sont enregistrés lors de la campagne du mois septembre pour la basse mer et, pour la pleine mer lors des campagnes de septembre et d'octobre.

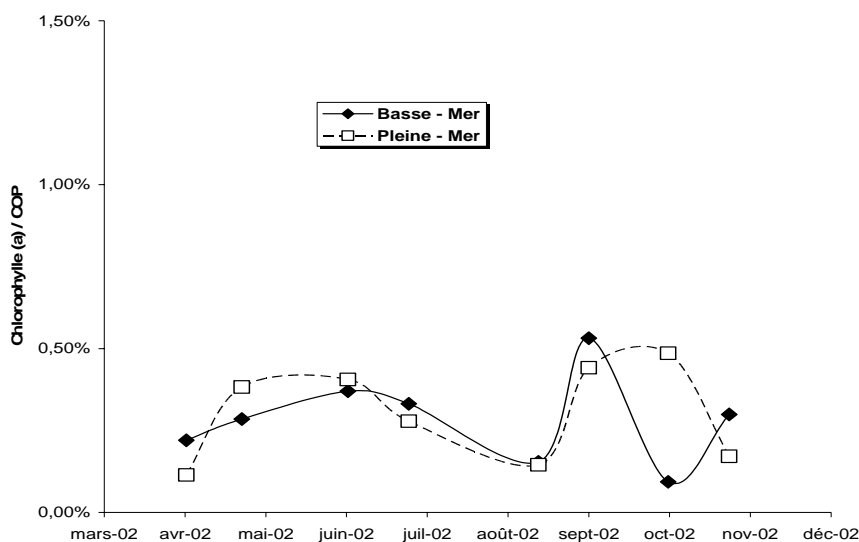


Figure 5-20 : Variations saisonnières du rapport entre la chlorophylle (a) et le COP à la station E.

A la station F, la valeur maximale est enregistrée à pleine mer lors de la première campagne de la période d'étude (mi-avril). Les valeurs de basse mer sont faibles, notamment lors des trois dernières campagnes ; le maximum (0,44%) est enregistré lors de la campagne de début juillet.

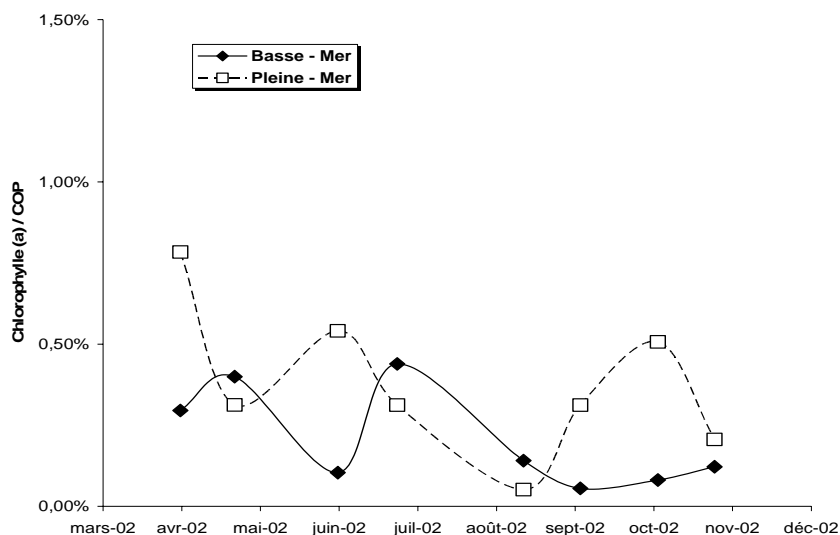


Figure 5-21 : Variations saisonnières du rapport entre la chlorophylle (a) et le COP à la station F.

A la station K, les valeurs sont également faibles ; d'une manière générale, les valeurs de pleine mer sont supérieures à celles de basse mer.

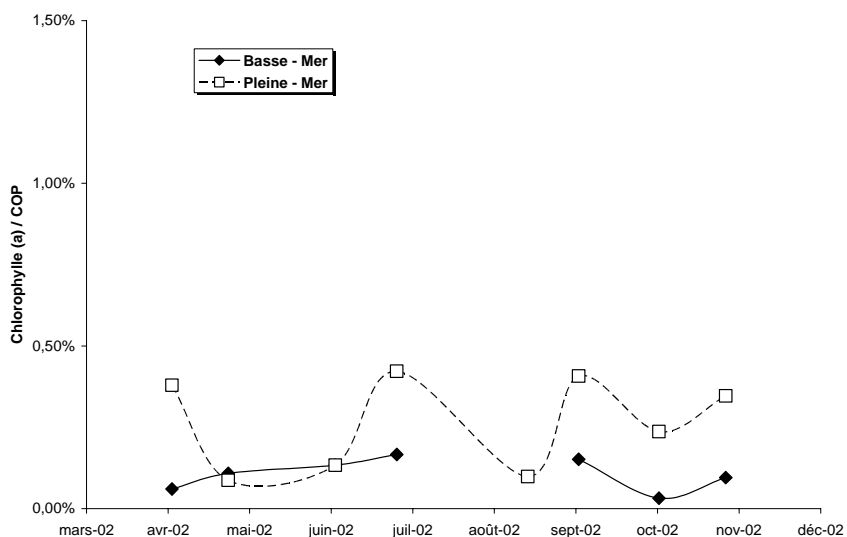


Figure 5-22 : Variations saisonnières du rapport entre la chlorophylle (a) et le COP à la station K.

5.2.2. Evolution des moyennes annuelles

5.2.2.1. Concentrations en chlorophylle (a)

Pour les trois stations, les concentrations moyennes annuelles sont inférieures à la moyenne pluriannuelle (11,6 µg/L toutes stations et temps de marée confondus). Elles sont en très légère augmentation par rapport à celle enregistrée en 2001 (**Figure 5-23**).

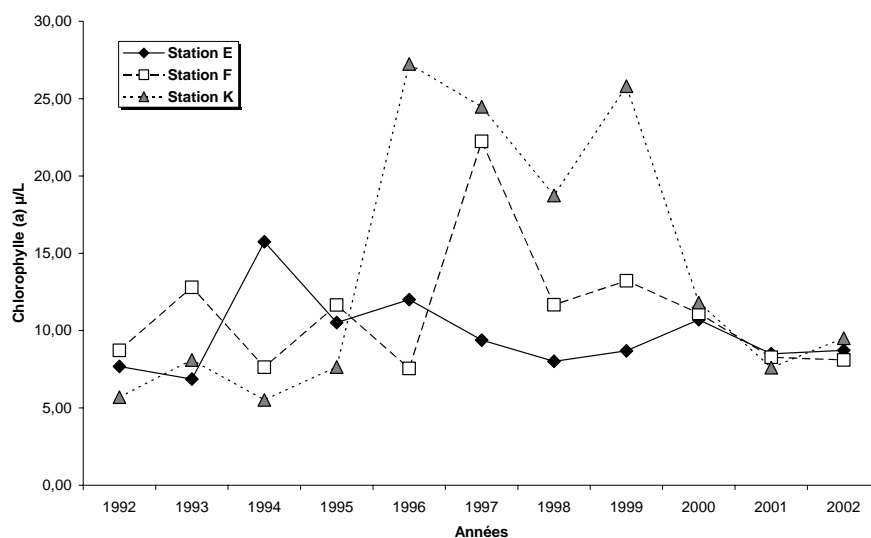


Figure 5-23 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en chlorophylle (a) µg/L.

5.2.2.2. Normalisation au COP

En raison des teneurs élevées en carbone organique particulaire, la normalisation au COP montre des valeurs particulièrement faibles (**Figure 5-24**) ; pour les trois stations, les valeurs sont inférieures à la moyenne pluriannuelle (0,35 %, toutes stations et temps de marée confondus). On note que depuis 1998, les valeurs les plus faibles sont enregistrées à la station K.

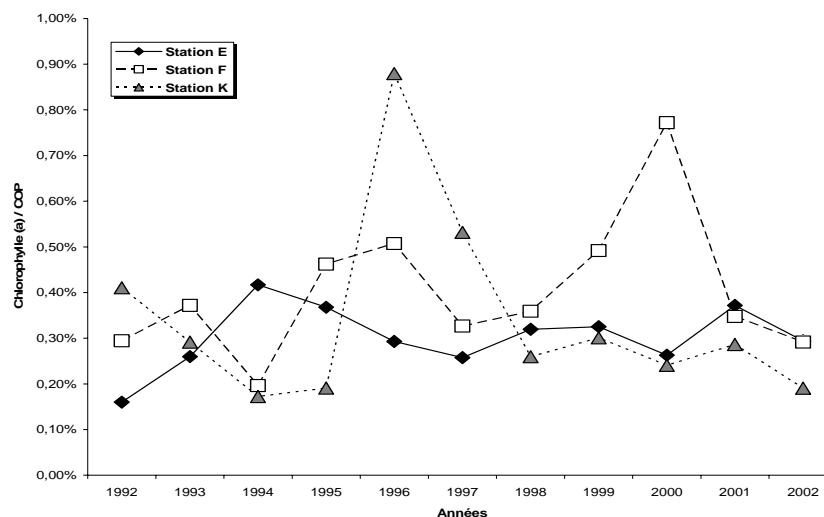


Figure 5-24 : Evolution des moyennes annuelles des rapports chlorophylle (a) / COP.

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 2002, l'augmentation importante des valeurs lors de la campagne du mois juin a pour origine les précipitations importantes enregistrées en fin de printemps ; les teneurs enregistrées sont des valeurs record pour l'estuaire de la Gironde. Sous l'effet de ces apports, les teneurs sont restées élevées lors de la campagne du mois de juillet. Le minimum est enregistré au cours de la période d'étiage, octobre 2002. Comme par le passé, les concentrations enregistrées à basse mer sont toujours plus élevées que celle de pleine mer. Cependant, pour cette année, les écarts entre basse mer et pleine mer ont été très faibles ; en juin, les valeurs étaient très proches (BM : 201,2 $\mu\text{mol/L}$, PM : 200,8 $\mu\text{mol/L}$).

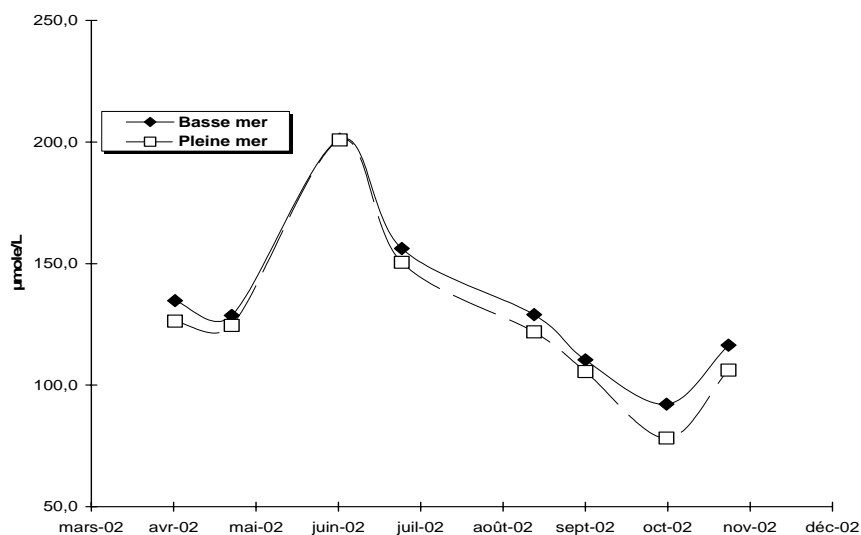


Figure 5-25 : Variations saisonnières des concentrations en NO_{2+3} à la station E.

Les variations saisonnières des teneurs en orthophosphates sont caractérisées par des valeurs exceptionnellement élevées lors de la campagne de novembre (**Figure 5-26**). Les valeurs mesurées à pleine mer comme à basse mer ont été confirmées. En dehors de ce phénomène, les teneurs sont faibles en période hivernale. Sous l'effet du réchauffement des eaux les valeurs augmentent en été ; pour cette période, les valeurs de pleine mer sont toujours supérieures à celles de basse mer. Cependant, pour cette année, les écarts entre basse mer et pleine mer ont été faibles.

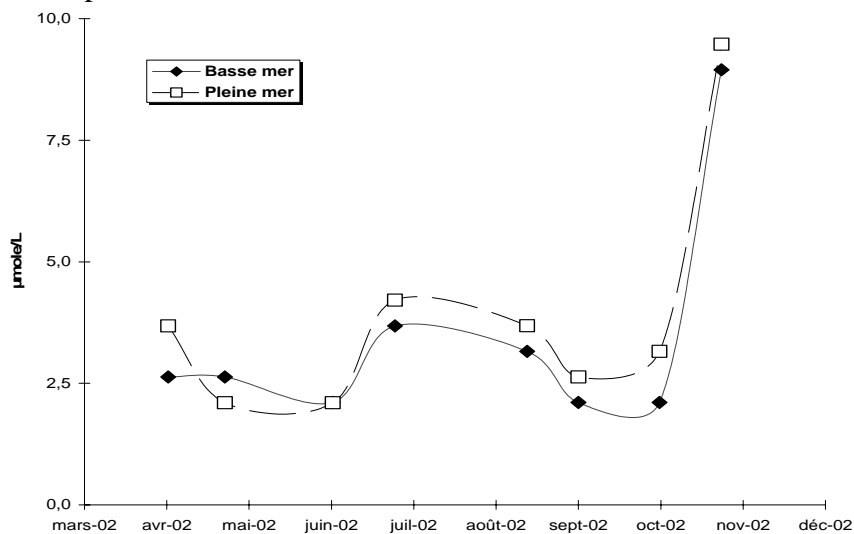


Figure 5-26 : Variations saisonnières des concentrations en PO_4 à la station E.

En conséquence, les variations saisonnières du rapport molaire N/P sont à peu près identiques pour les deux temps de marée (**Figure 5-27**). Sous l'effet des apports en nitrates le maximum est enregistré lors de la campagne du mois de juin ; le minimum a été enregistré lors de la campagne de novembre, en raison des teneurs élevées en orthophosphates.

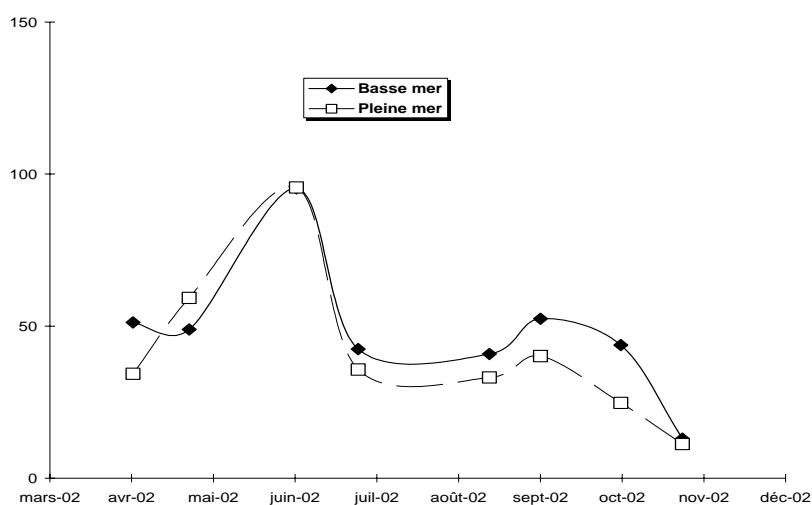


Figure 5-27 : Variations saisonnières du rapport N/P à la station E.

5.3.2. Variation avec la salinité

Compte tenu des éléments présentés ci-dessus et des variations saisonnières de la salinité, pour 2002, il semble que le rapport molaire N/P décroît lorsque la salinité augmente (**Figure 5-28**).

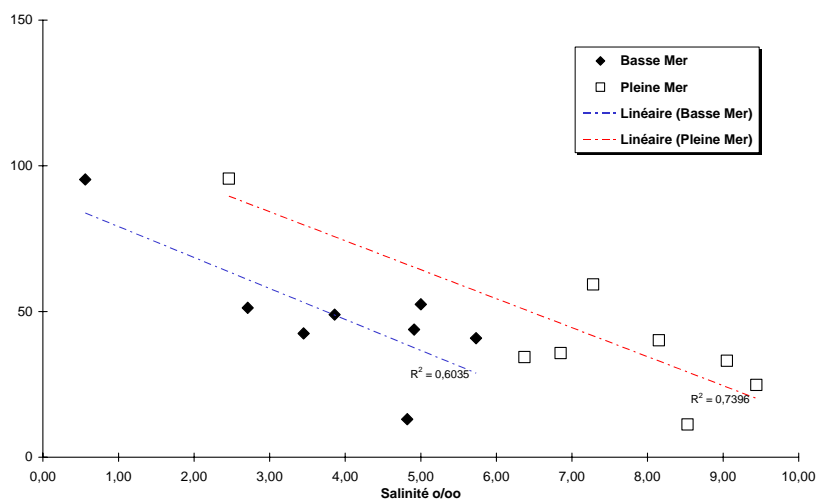


Figure 5-28 : Variation du rapport N/P avec la salinité à la station E

5.3.3. Evolution des moyennes annuelles

En raison des faibles apports fluviaux, la moyenne annuelle des teneurs en NO_{2+3} est en légère diminution par rapport à celle de 2001 (**Figure 5-29**). La valeur enregistrée ($130,2 \mu\text{mol/L}$) est nettement inférieure à la moyenne pluriannuelle 1992-2002 ($140,5 \mu\text{mol/L}$).

En raison des teneurs importantes enregistrées au mois de novembre, la moyenne annuelle des teneurs en orthophosphates est en nette augmentation par rapport à celle des deux années précédentes (**Figure 5-29**). La valeur enregistrée ($3,7 \mu\text{mol/L}$) est supérieure à la moyenne pluriannuelle ($3,0 \mu\text{mol/L}$).

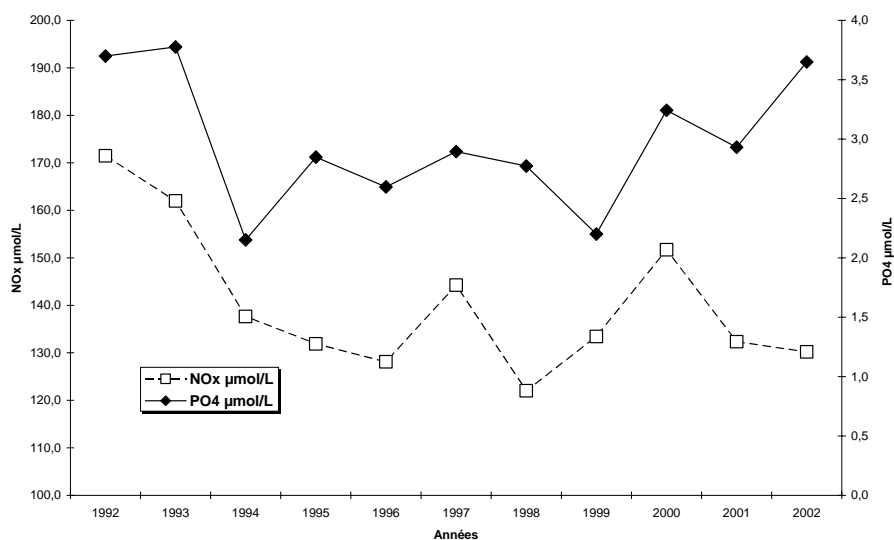


Figure 5-29 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en NO_x et en PO_4 à la station E.

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

Les débits importants enregistrés en début d'été ont eu pour effet de retarder l'apparition des *Vibrio* sur l'estuaire de la Gironde. En outre les dénombrements sont restés très faibles par rapport à ceux enregistrés en 2001.

A la station E (**Figure 6-1**), les *Vibrio* apparaissent lors de la campagne du mois de juillet et persistent, à pleine mer comme à basse mer, jusqu'à la dernière campagne de la période d'étude. Les abondances sont faibles ; d'une manière générale elles sont plus importantes à pleine mer qu'à basse mer.

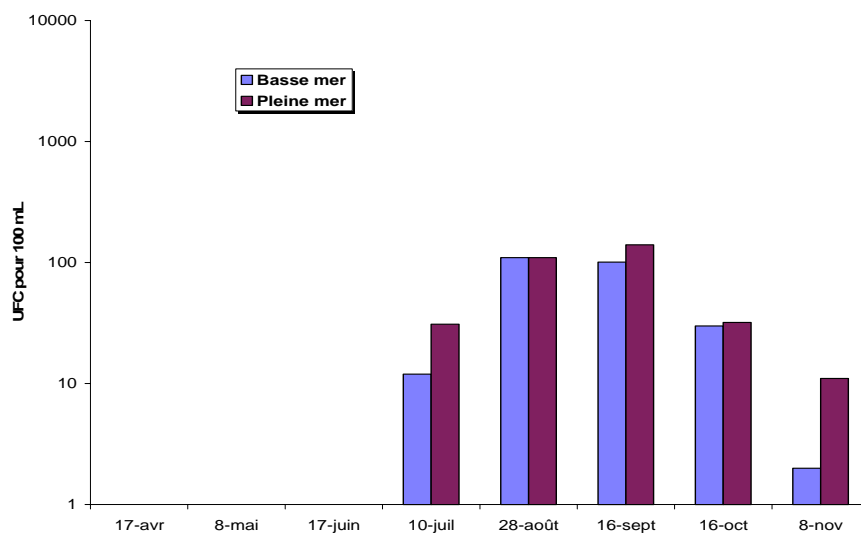


Figure 6-1 : Variations saisonnières des teneurs en Vibrio halophiles à la station E.

A la station F (**Figure 6-2**), les Vibrio apparaissent dès la campagne du mois de mai à pleine mer. Le maximum est enregistré lors de la campagne de fin août à basse mer. Les abondances y sont plus importantes qu'à la station E.

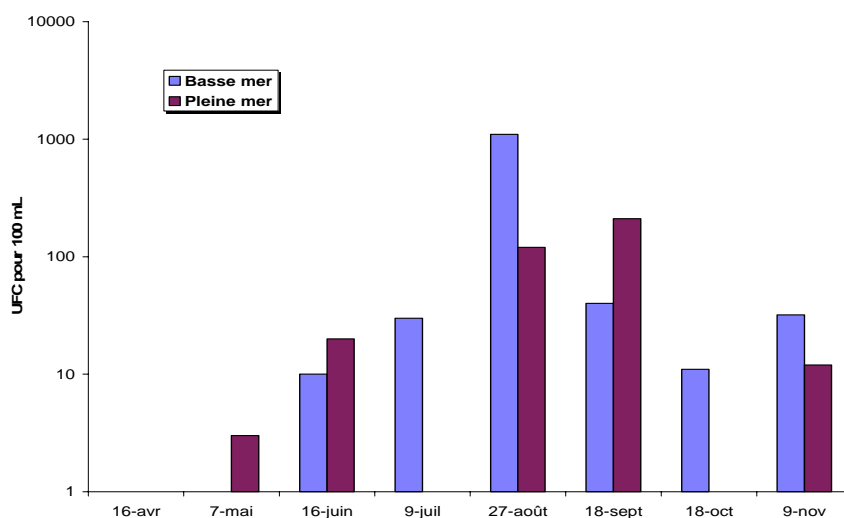


Figure 6-2 : Variations saisonnières des teneurs en Vibrio halophiles à la station F.

A la station K (**Figure 6-3**), les Vibrio apparaissent également lors de la Campagne du mois de mai, à pleine mer. Cependant, au cours de l'été les abondances restent faibles.

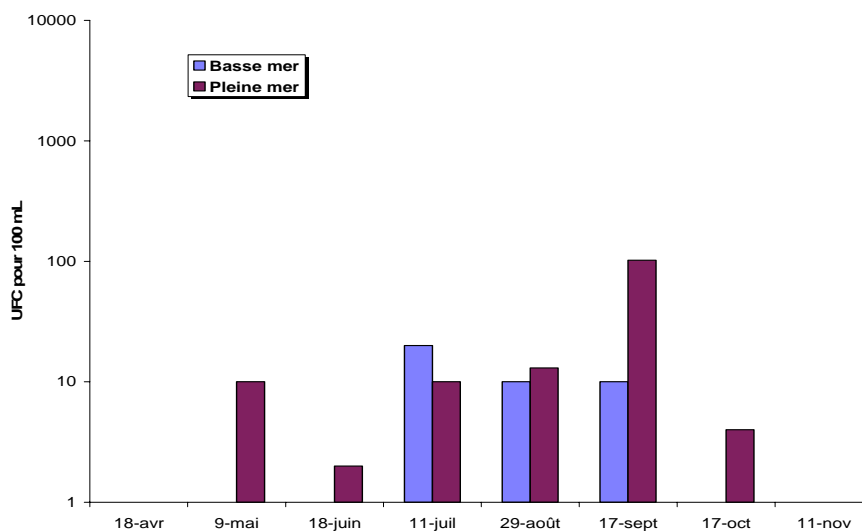


Figure 6-3 : Variations saisonnières des teneurs en *Vibrio halophiles* à la station K.

6.1.2. Evolution avec la salinité et la température

Compte tenu des abondances particulièrement faibles, le pic d'abondance maximum est enregistrée pour une salinité d'environ 8 et des températures supérieures à 16 °C (**Figure 6-4**). Cependant, comme pour les années précédentes, il semble que la température ait plus d'influence que la salinité sur l'abondance de ces germes.

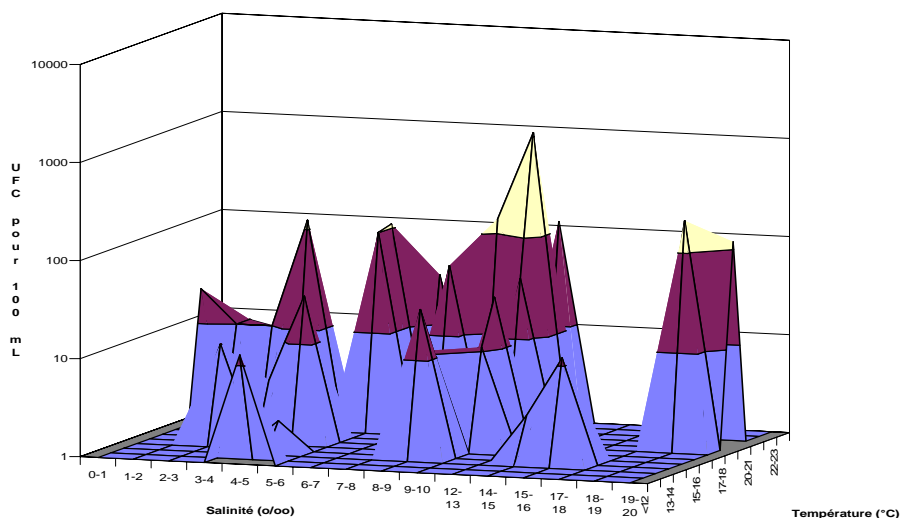


Figure 6-4 : Evolution des dénombrements des *Vibrio halophiles* avec la salinité et la température, toutes stations confondues.

6.1.3. Evolution des moyennes annuelles

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

Contrairement aux années précédentes, c'est à la station E que le nombre de recherches positives est le plus important. Cependant, il faut noter que les abondances ont été particulièrement faibles.

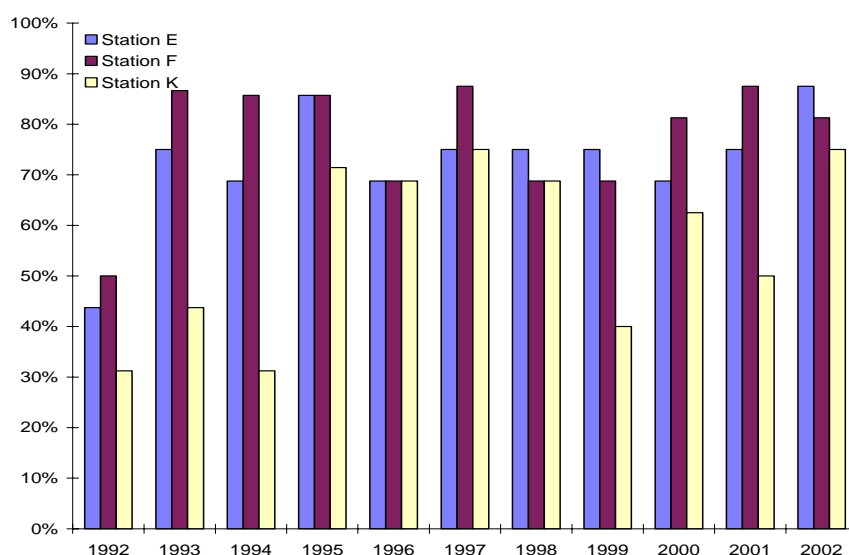


Figure 6-5 : Evolution des dénombrements du pourcentage de dénombrements positifs de *Vibrio halophiles*.

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 :

- 46 % des souches sont des *Vibrio parahaemolyticus* ;
- 38 % des souches sont des *Vibrio alginolyticus* ;
- 5 % des souches sont des *Vibrio vulnificus* ;

- 5 % des souches sont des *Vibrio cholerae* ;
- 2 % des souches sont des *Vibrio fluvialis* ;
- 2 % des souches sont des *Vibrio mimicus* ;
- 2 % des souches sont *Vibrio hollisae* ;

Les *Vibrio cholerae* ont été tous trouvés à la station E, au cours de la période estivale.

6.2.2. Occurrence

Vibrio parahaemolyticus et *alginolyticus* 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 2002.

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 2002 ($5\,112 \pm 1\,896$ ind./m³) est légèrement inférieure à la moyenne générale calculée sur 24 ans ($5\,877 \pm 434$ ind./m³).

Les différences de densité entre la surface et le fond ne sont pas statistiquement significatives (Test de Mann-Whitney, $n = 32$; $p = 0,489$).

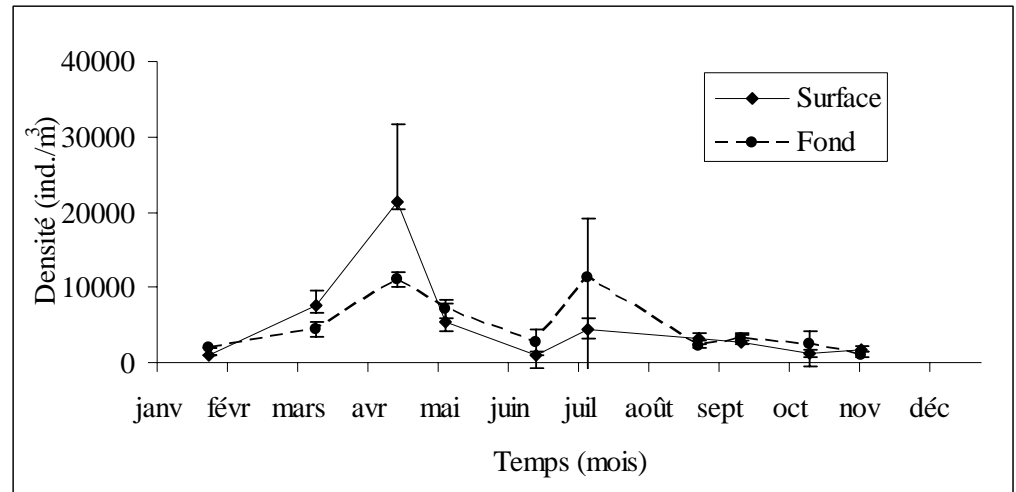


Figure 7-1 : Evolution mensuelle de la densité du copépode *Eurytemora affinis* en surface et au fond au point E (pk 52) en 2002. Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée.

En 2002, le maximum de densité (moyenne surface-fond) s'observe le 17 avril. Ce maximum correspond à des températures comprises entre 13,3 et 14,1 °C et à des salinités comprises entre 2,9.10⁻³ et 6,2 10⁻³ psu. La gamme de températures est légèrement 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 10⁻³). La valeur du maximum de densité en 2002 (16 123 ind./m³ \pm 5 476 ind./m³) est légèrement inférieure à la moyenne générale des maxima établie sur les vingt quatre précédentes années de prélèvements (19 678 \pm 1 744 ind./m³).

Après le maximum annuel, les densités diminuent d'avril à novembre. Le minimum est atteint le 8 novembre (1 361 \pm 332 ind./m³).

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.

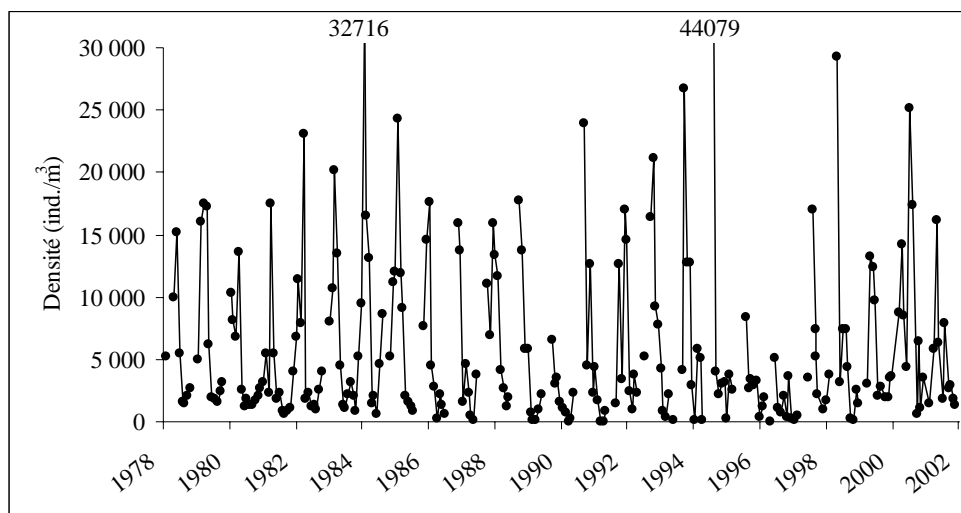


Figure 7-2 : Variation mensuelle des densités du copépode *Eurytemora affinis* au point E entre l'année 1978 et 2002. Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond).

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 2001 s'est poursuivie en 2002.

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**).

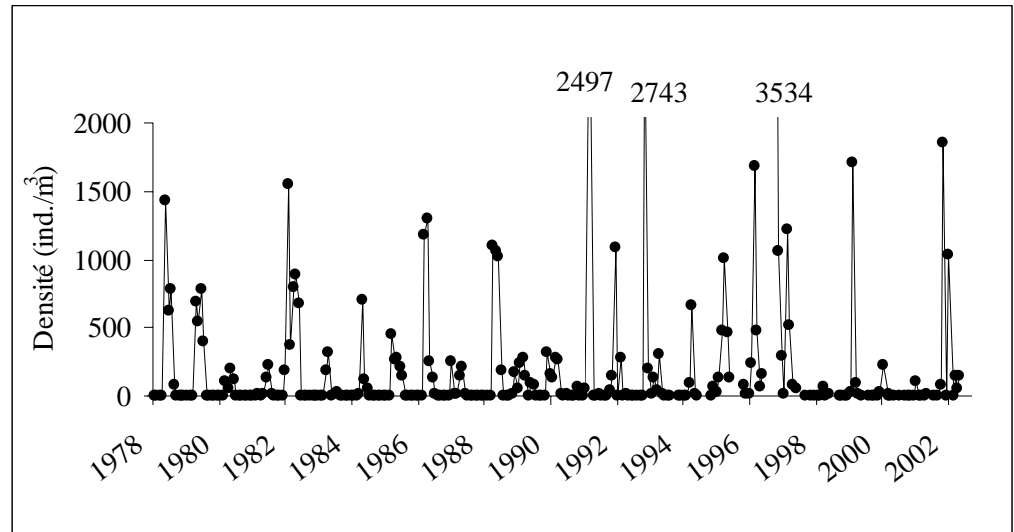


Figure 7-3 : Variations mensuelles de densités du copépode *Acartia bifilosa* au point E entre 1978 et 2002 (densités mensuelles moyennes entre surface et fond). Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond).

En 2002, le maximum de densité (moyenne surface et fond) est observé le 8 mai (**Figure7-3**). La valeur du maximum en 2002 ($1\,853 \pm 1\,128$ ind./m³) est proche de la moyenne enregistrée entre les années 1978 et 2001 ($1\,010 \pm 192$ ind./m³). Curieusement, il ne correspond pas au mois au cours duquel les conditions hydrologiques ont été proches de celles considérées comme étant les plus favorables à l'espèce (température moyenne de mai : 16,4; salinité moyenne de mai : $5,5 \cdot 10^{-3}$). 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 (415 ± 255 ind./m³) est supérieure à la moyenne générale établie sur les vingt quatre précédentes années de prélèvements (288 ± 77 ind./m³).

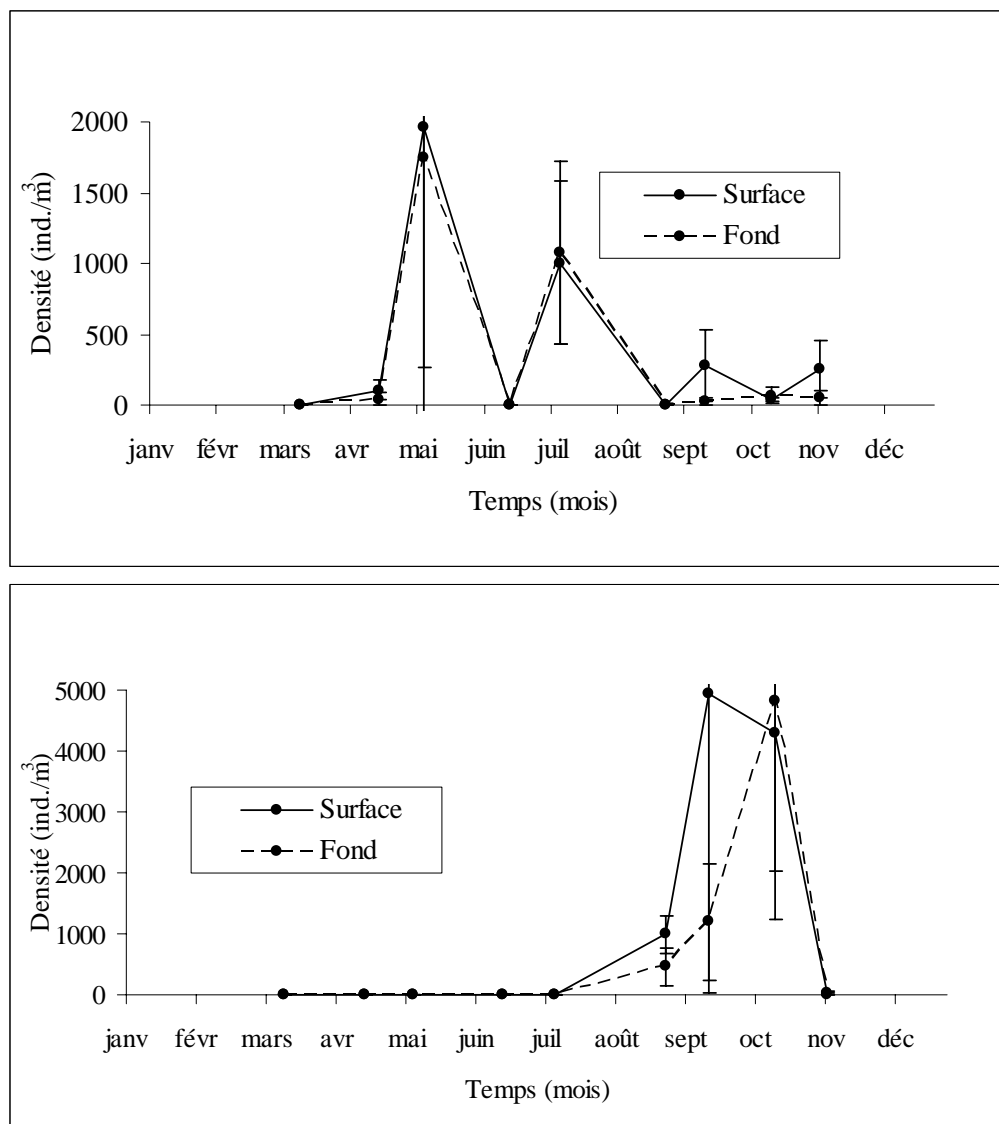


Figure 7-4 : Evolution mensuelle de la densité des copépodes *Acartia bifilosa* (en haut) et *Acartia tonsa* (en bas) en surface et au fond au point E (pk 52) en 2002. Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée.

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 densités sont également réparties entre la surface et le fond. Les différences observées ne sont jamais statistiquement significatives. La densité annuelle moyenne observée au point E ($1\,048 \pm 670$ ind./m³) est

supérieure à la moyenne des années précédentes (1984-2001 : $412 \text{ ind./m}^3 \pm 82 \text{ ind./m}^3$). En 2002, elle présente un maximum de densité le 16 octobre (**Figure7-4**) conforme aux observations habituelles (septembre à début octobre selon les années). Le maximum observé en 2002 ($4\,563 \pm 1\,825 \text{ ind./m}^3$) est comparable à la moyenne des maxima enregistrés depuis 1984 ($4\,509 \pm 1\,419 \text{ ind./m}^3$). Le décalage temporel des pics de densité de ces deux espèces d'Acartidés observé au point E en 1997 et en 2000 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 $22,0 \cdot 10^{-3}$.

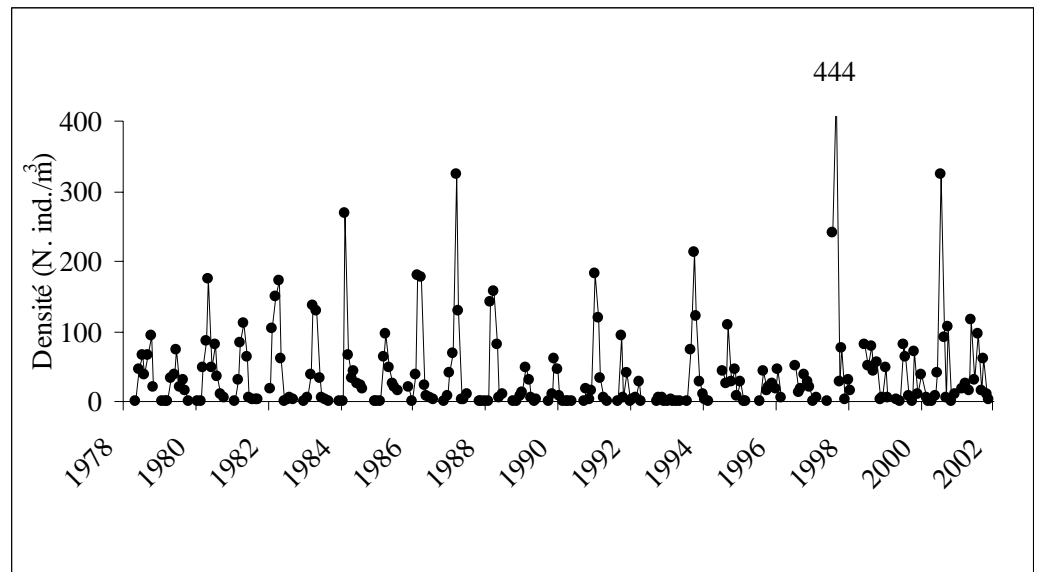


Figure 7-5 : Variations mensuelles de densités du Mysidacé *Neomysis integer* au point E entre 1978 et 2002. Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond).

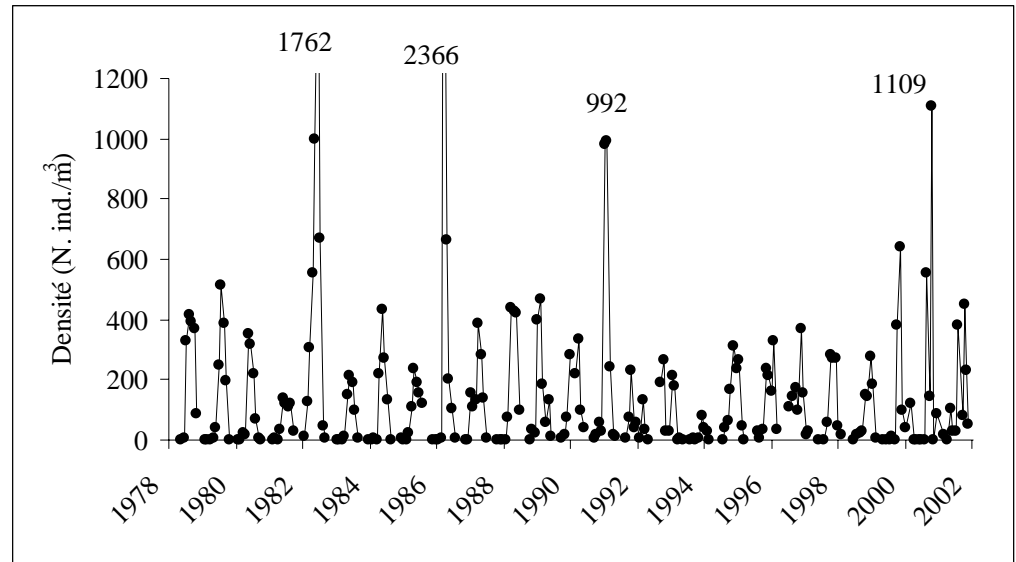


Figure 7-6 : Variations mensuelles de densités du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* au point E entre 1978 et 2002. Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond).

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 2002, le maximum de densité de *N. integer* s'observe le 08 mai (**Figures 7-5 et 7-7**). La valeur du pic ($116 \pm 61 \text{ ind./m}^3$) est légèrement inférieure à la moyenne des pics enregistrés depuis 1978 ($147 \pm 7 \text{ ind./m}^3$). La densité moyenne annuelle de *N. integer* en 2002 ($43 \pm 16 \text{ ind./m}^3$) est légèrement supérieure à la moyenne générale des densités observées depuis 1978 ($39 \pm 4 \text{ ind./m}^3$).

Mesopodopsis slabberi présente des densités plus importantes que celles de l'espèce précédente (**Figures 7-6 et 7-7**). En 2002 sa densité moyenne ($169 \pm 58 \text{ ind./m}^3$) est conforme à la moyenne générale des observations effectuées entre 1978 et 2001 ($151 \pm 18 \text{ ind./m}^3$). En 2002 *M. slabberi* a été récolté au point E sur toute la période et les densités ont augmenté par palliers d'avril à septembre. Le maximum d'effectif (qui s'observe cette année le 16 septembre lorsque les températures sont supérieures à $20 \text{ }^\circ\text{C}$), est conforme aux observations enregistrées depuis 1978. Le maximum de densité ($448 \pm 87 \text{ ind./m}^3$) est conforme à la moyenne générale des densités observées depuis 1978 ($514 \pm 109 \text{ ind./m}^3$).

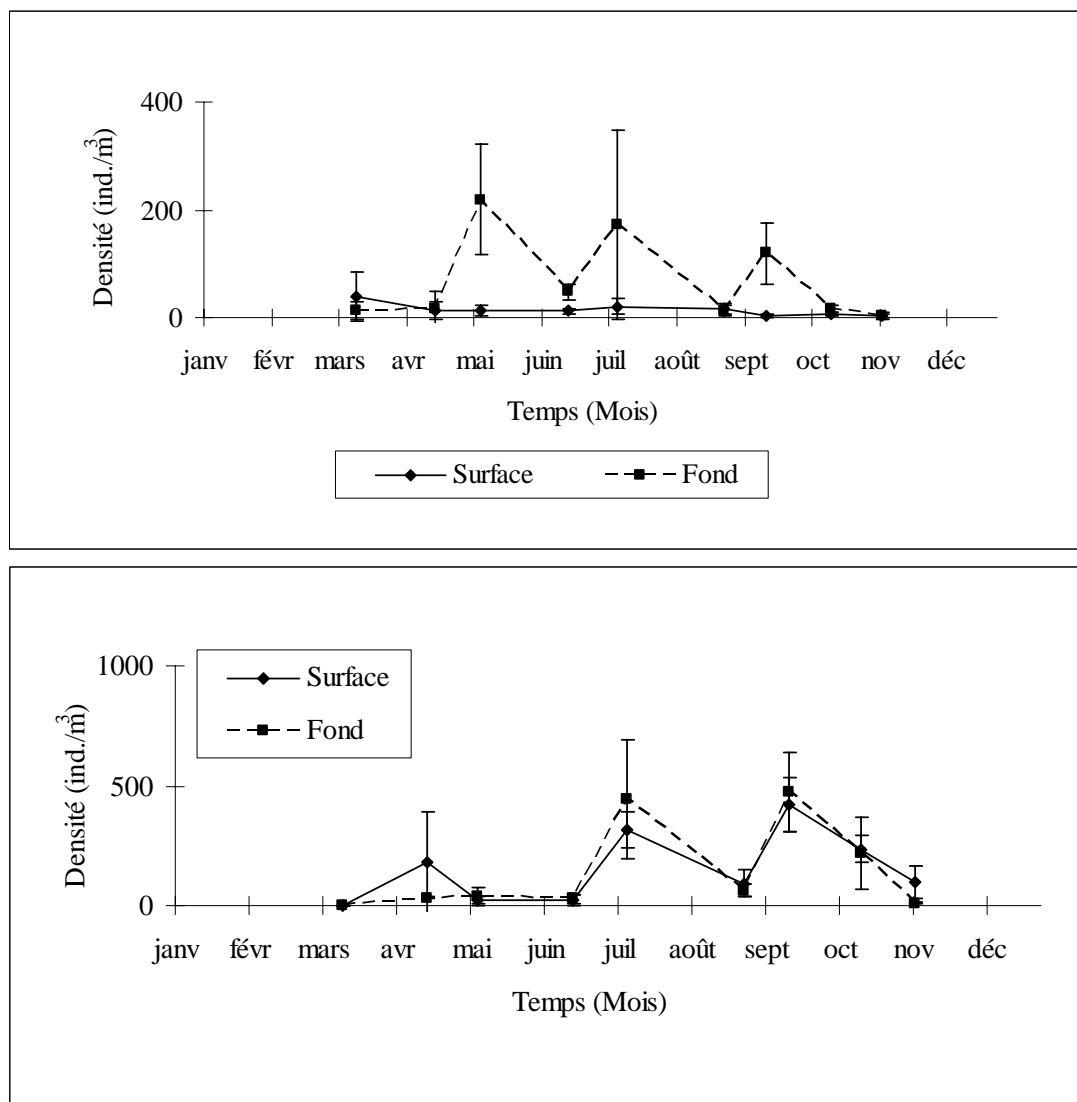


Figure 7-7 : Evolution mensuelle de la densité des Mysidacés *Neomysis integer* (en haut) et *Mesopodopsis slabberi* (en bas) au point E (pk 52), en surface et au fond au cours de l'année 2002. Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un 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 2002 (**Figure 7-8**) sont conformes aux observations habituelles : les valeurs les plus élevées s'observent au printemps lorsque la densité de la population est importante. On note une tendance à la baisse de mars à novembre.

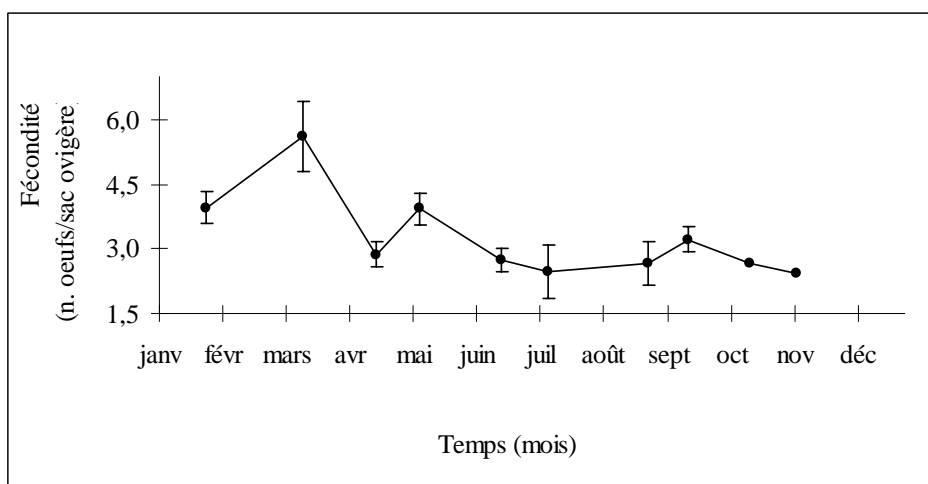


Figure 7-8 : Evolution du nombre moyen d'œufs par sac ovigère chez *Eurytemora affinis* au point E au cours de l'année 2002. Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs observées au cours d'un demi - cycle de marée.

En 2002, la fécondité moyenne ($2,88 \pm 0,6$ 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 (**Figure7-9**) et semble liée à l'évolution des températures (CASTEL, 1995) (**Figure7-10**).

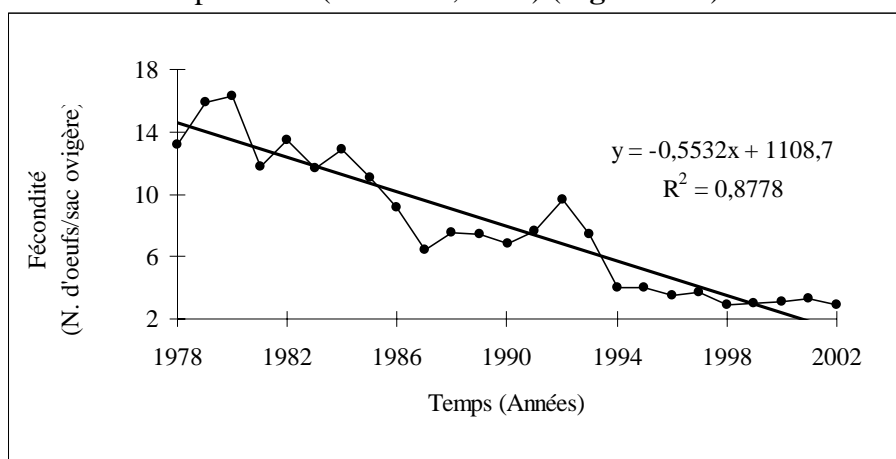


Figure 7-9 : Evolution annuelle de la fécondité (nombre moyen d'œufs par sac ovigère/an) du Copépode *Eurytemora affinis* au point E et de la température de l'eau entre 1978 et 2002. Chaque point représente la moyenne des valeurs mensuelles calculées entre avril et novembre.

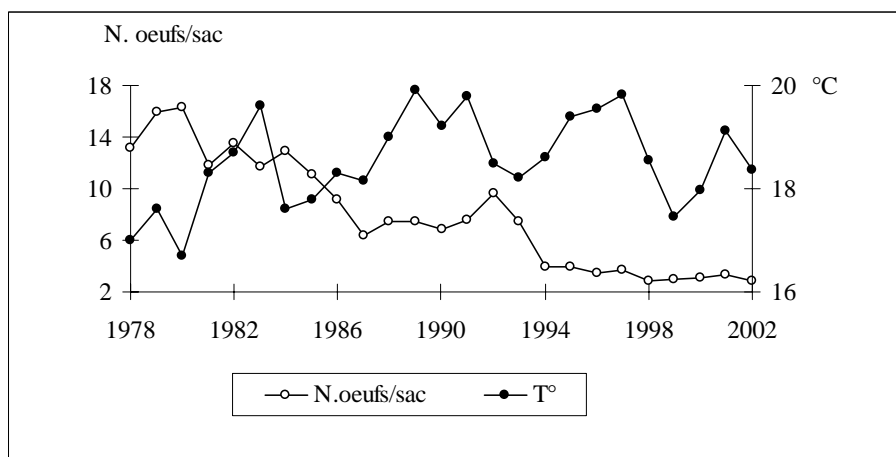


Figure 7-10 : Evolution de la fécondité (nombre moyen d'œufs par sac ovigère/an) du copépode *Eurytemora affinis* au point E et de la température de l'eau entre 1978 et 2002. Chaque point représente la moyenne des valeurs mensuelles calculées entre avril et novembre.

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 se vérifie encore en 2002 avec 55,8 % de mâles en moyenne. Un sex-ratio déséquilibré en faveur des femelles avait été observé en 1983, 1990, 1991, 1994, 1995, 1996 et 2000.

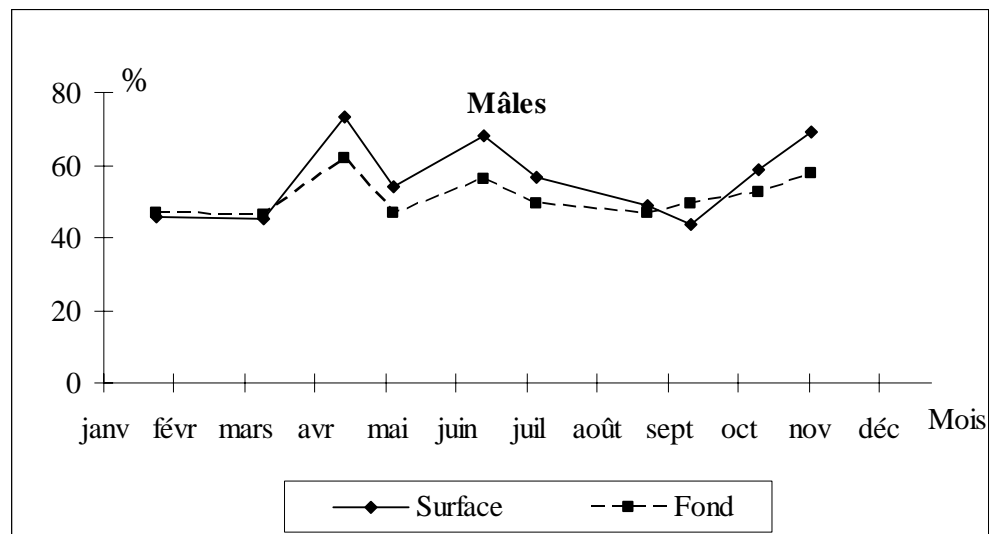


Figure 7.11 : Evolution mensuelle du pourcentage de mâles dans la population adulte du copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface et au fond au cours de l'année 2002. Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée.

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 2002 (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 sont statistiquement significatives (test t, $n = 32$; $t = 1,568$).

L'évolution du sex-ratio (moyennes annuelles) -qui de 1978 à 1995 semblait inversement liée à l'évolution des températures- ne suit plus cette tendance depuis 1996 (**Figure7-12**).

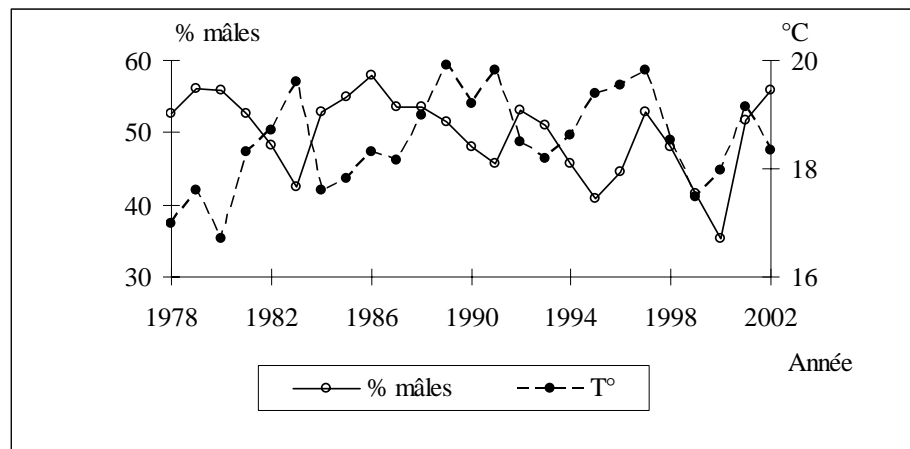


Figure 7-12 : Evolution du pourcentage de mâles sur le total des adultes du copépode *Eurytemora affinis* et de la température des eaux au point E (pk 52) entre 1978 et 2002. Chaque point représente la moyenne des valeurs mensuelles calculées entre avril et novembre.

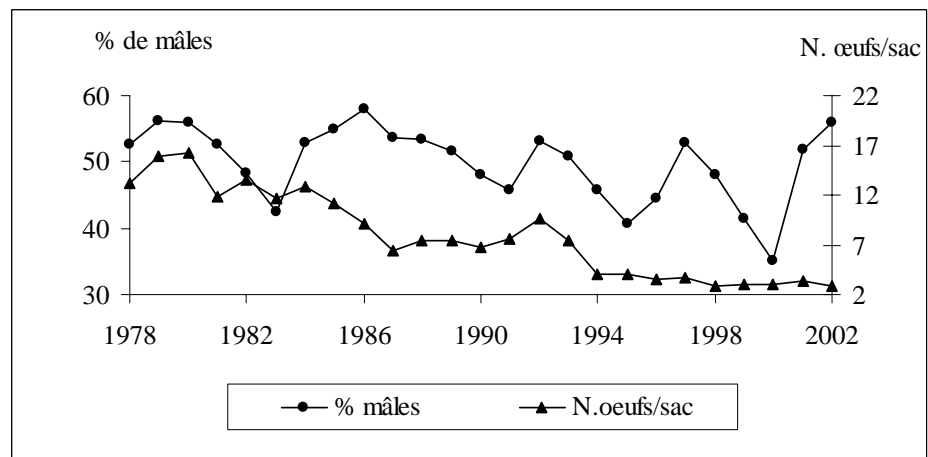


Figure 7-13 : Evolution du pourcentage de mâles sur le total des adultes et de la fécondité (nombre moyen d'œufs par sac ovigère/an) du copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52) entre 1978 et 2002. Chaque point représente la moyenne des valeurs mensuelles entre avril et novembre.

De la même façon, l'évolution du sex-ratio ne suit plus la tendance de la fécondité observée depuis 1996. Ce qui ne permet pas de vérifier cette année l'hypothèse qu'un excès de mâle favoriserait la fertilité des femelles (GREEN et al. 1993 in SAUTOUR & CASTEL, 1995) (**Figure7-13**).

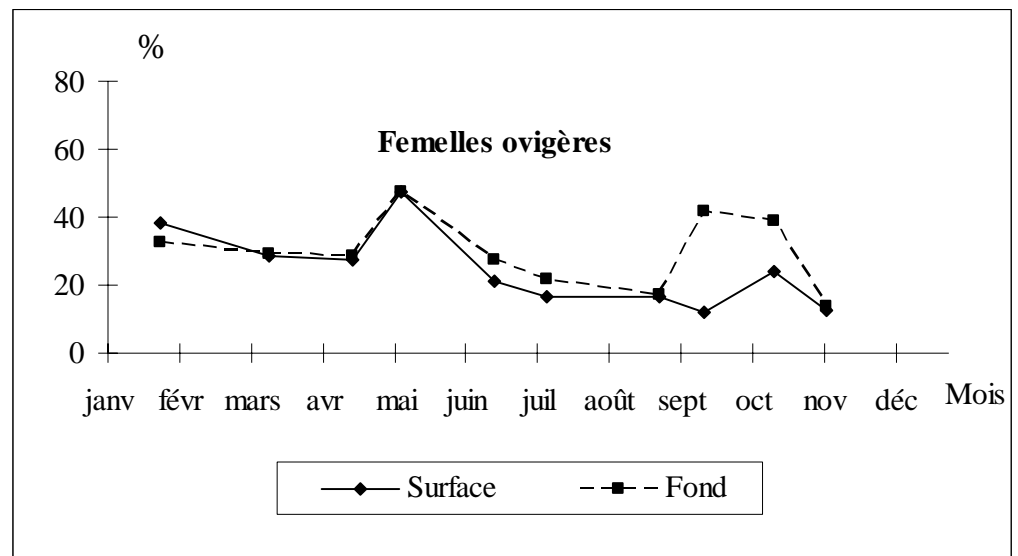


Figure 7-14 : Evolution mensuelle du pourcentage de femelles ovigères chez le copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface et au fond au cours de l'année 2002. Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée.

Les variations du pourcentage de femelles ovigères au cours de l'année sont peu marquées (**Figure7-14**). En 2002 les différences observées entre les échantillons prélevés en surface et ceux prélevés au fond sont statistiquement significatives (test t, n = 32 ; t = 2,116). On notera que les valeurs les plus fortes sont observées en mai après l'apparition du maximum d'effectifs. L'accroissement du % de femelles ovigères automnal se produit en 2002 qu'au fond à la différence des autres années. Ce phénomène automnal périodique pourrait correspondre à une plus forte accession des femelles à la reproduction. Le pourcentage moyen annuel de femelles ovigères (dont la densité est plus élevée que les autres femelles) est plus élevé au fond qu'en surface (31,1 % et 26,9 % respectivement), ce qui est conforme aux observations antérieures (**Figure7-14**). En 2002 elles sont sensiblement différentes aux moyennes calculées à partir des valeurs des précédentes années de surveillance (25,5 % en surface et 31,2 % au fond).

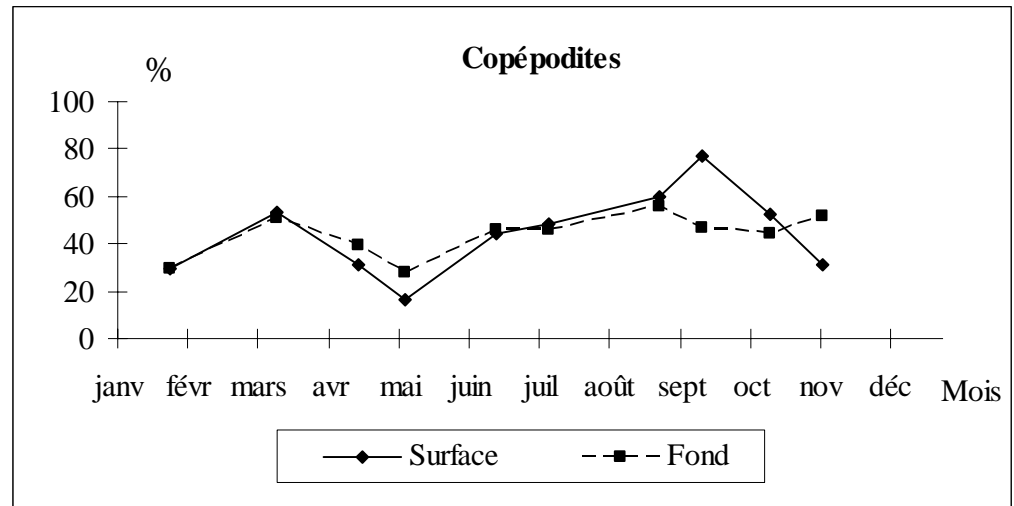


Figure 7-15 : Evolution mensuelle du pourcentage de copépodites dans la population totale du Copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface et au fond au cours de l'année 2001. Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée.

La proportion moyenne de copépodites (= stades juvéniles) en 2002 est plus importante en surface qu'au fond (39,7 en surface et 43,6 % au fond), ce qui est très inférieur à la moyenne des observations des années antérieures (66,7 % en surface et 60,4 % pour le fond). Les plus forts pourcentages sont notés en septembre (**Figure7-15**).

7.2.3. Mortalité

Les résultats sont présentés en pourcentages de mortalité, tous stades confondus. La mortalité annuelle moyenne en 2002 est de 1,44 %.

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).

.

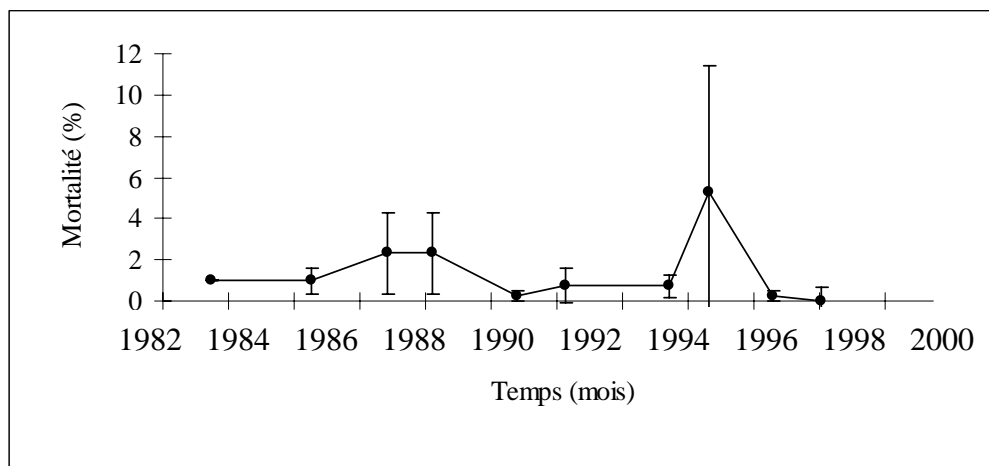


Figure 7-16 : Evolution mensuel du pourcentage de mortalité du Copépode *Eurytemora affinis* au point E, entre 1984 et 2002. Chaque point sur le graphique représente la valeur moyenne annuelle (\pm erreur standard) calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée (2 en surface et 2 au fond).

La valeur observée en 2002 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

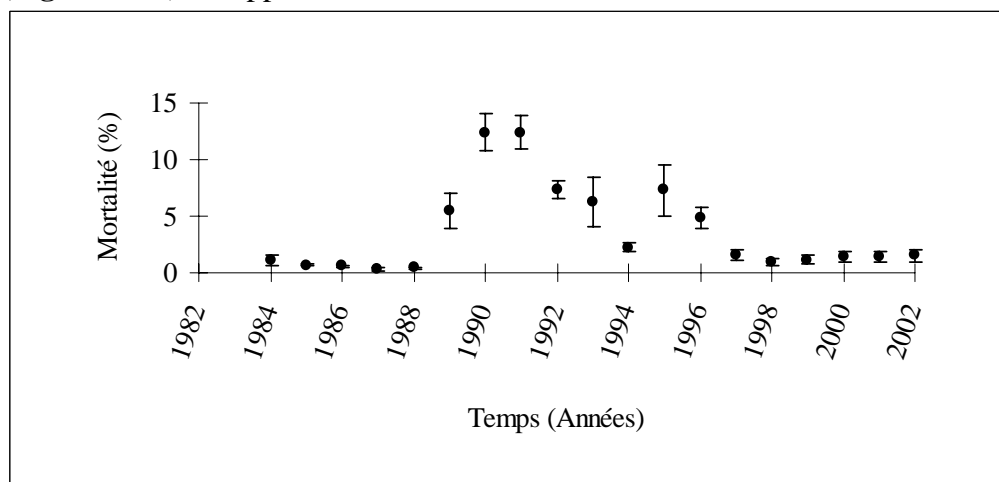


Figure 7-17 : Evolution du pourcentage de mortalité du Copépode *Eurytemora affinis* au point E, entre 1984 et 2002. Chaque point sur le graphique représente la valeur moyenne annuelle (\pm erreur standard) calculée sur l'ensemble des prélèvements.

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 2002, comme en 2000, 1999 et 1996, la densité moyenne annuelle de cette espèce (**Figure 7-18**) au point E ($5\,112 \pm 1\,896$ ind./m³) est supérieure à celle du point K ($3\,978 \pm 1\,324$ ind./m³) et supérieure à celle du point F ($3\,470 \pm 518$ ind./m³).

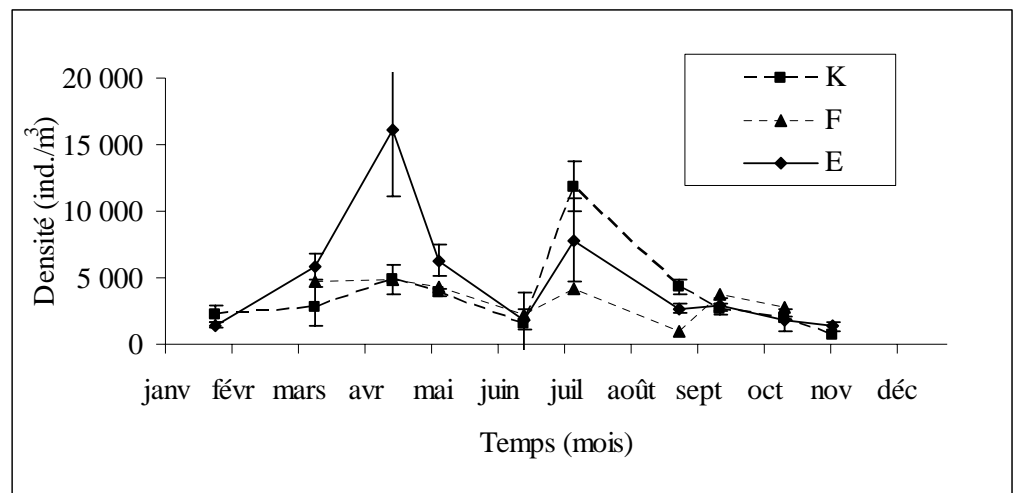


Figure 7-18 : Evolution mensuelle de la densité du copépode *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52) et K (pk 30) au cours de l'année 2002. Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard).

Les différences entre les points E et K sont significatives en avril, et juillet (test de Dunnet ; $p < 0,005$). Le pic de densité étant toujours situé juste en amont du maximum de turbidité, là où les copépodes sont piégés (CASTEL, 1995), ils se concentrent plus en amont (au point K) en juillet et août. En été, les copépodes sont plus concentrés dans la partie amont de l'estuaire (point K) là où les valeurs de salinités estuariennes sont inférieures à $1 \cdot 10^{-3}$.

Tableau 7-1 : Evolution des densités moyennes annuelles (ind./m³) du copépode *Eurytemora affinis* observées au cours de la période 1984-2002. 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

La comparaison des densités moyennes inter-annuelle (**Tableau 7-1**) entre 1984 et 2002 montre que la densité est souvent plus élevée au point E qu'au point K sauf les années caractérisées par une absence de crues (notamment printanières) ou une forte turbidité ce qui est le cas en 2002. 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 ($16\,123 \pm 5\,069$ ind./m³) est plus élevée que celle enregistrée au point K ($11\,872 \pm 2\,353$ ind./m³), le pic du point F ($4\,821 \pm 1\,857$ 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.

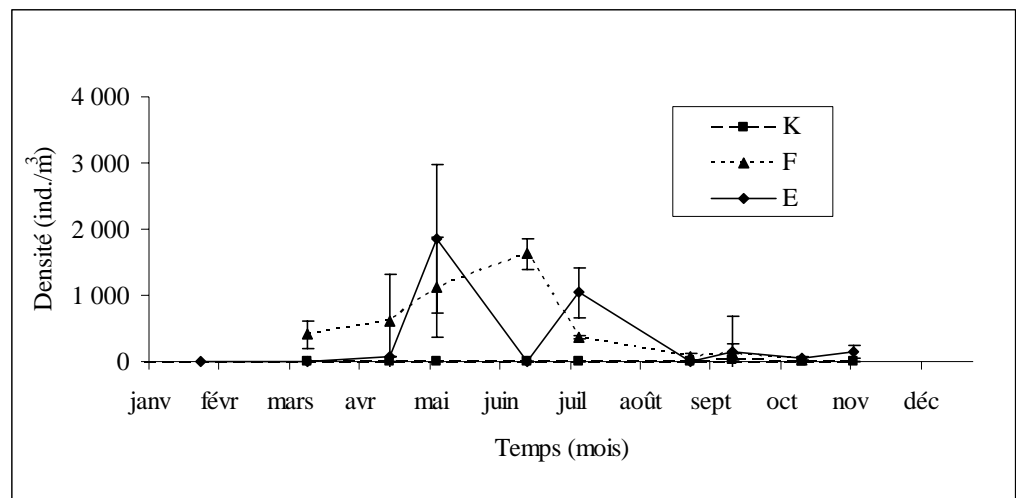


Figure 7-19 : Evolution mensuelle de la densité du Copépode *Acartia bifilosa* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2002. Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard).

Les densités moyennes du copépode *Acartia bifilosa* (**Tableau 7-2**) n'ont été fortes cette année qu'au point F (moyenne annuelle : 544 ± 213 ind./m³). Le caractère polyhalin de l'espèce se confirme encore une fois. *A. bifilosa* vit dans la partie aval de la Gironde et ne colonise l'estuaire amont qu'à la faveur de la remontée de l'intrusion saline. Celle-ci ayant été prononcée en 2002, les valeurs de densité au point E sont importantes par rapport aux années précédentes. Le pic de fin de printemps du 8 mai 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 1984-2002. 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

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**).

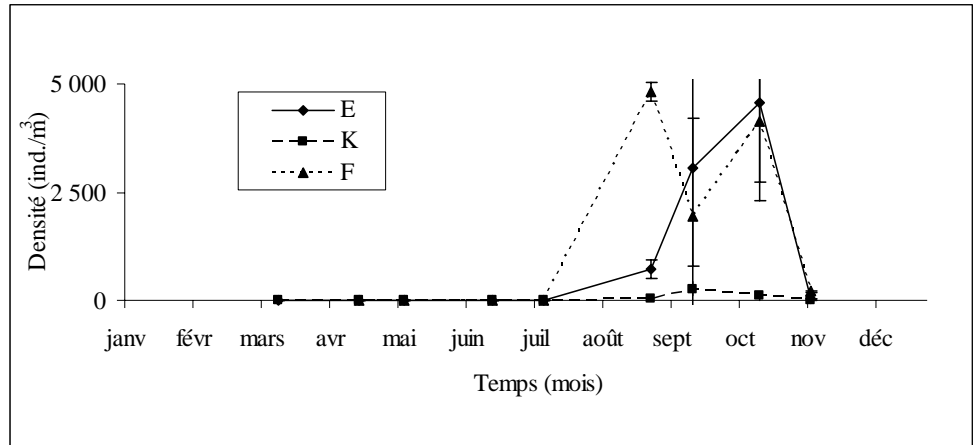


Figure 7-20 : Evolution mensuelle des densités du copépode *Acartia tonsa* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2002. Chaque point du graphique représente la moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard).

Il n'a été récolté que de août à novembre au point F (moyenne annuelle : $1\,386 \pm 766$ ind./m³), et au point E (moyenne annuelle : $1\,048 \pm 670$ ind./m³) et de août à octobre au point K (moyenne annuelle : 42 ± 33 ind./m³) (**Figure 7-20**). L'espèce a présenté en 2002 un pic de densité fin août au point F lorsque les températures furent importantes (20,8-21,7 °C) mais pas les salinités. L'espèce présente des abondances fortes et similaires aux points E et F en octobre.

Différents travaux tendent à montrer que la disparition d'*A. 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 1984-2002. 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

7.3.3. Variation des densités de Mysidacés

La distribution de *Neomysis integer* en 2002 (**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 (43 ± 16 ind./m³) et F (21 ± 10 ind./m³) qu'au point K (9 ± 3 ind./m³) où l'espèce est peu représentée. Son centre de distribution était donc probablement situé au niveau du pk 52.

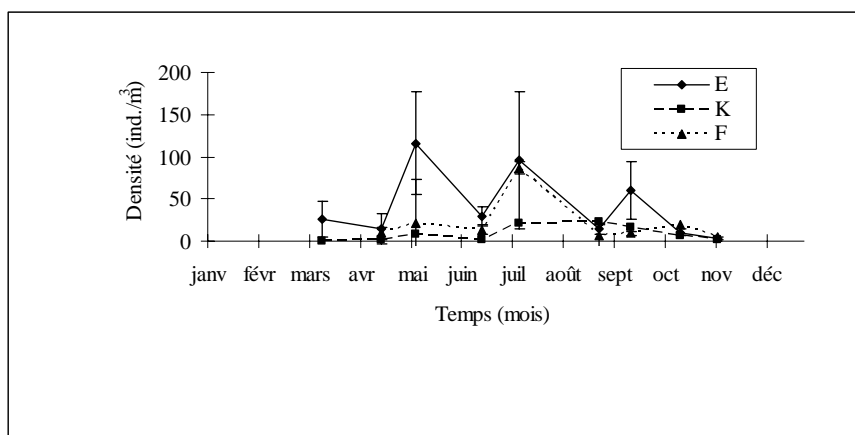


Figure 7-21 : Evolution mensuelle de la densité du Mysidacé *Neomysis integer* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30), au cours de l'année 2002. Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 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 1984-2002. 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

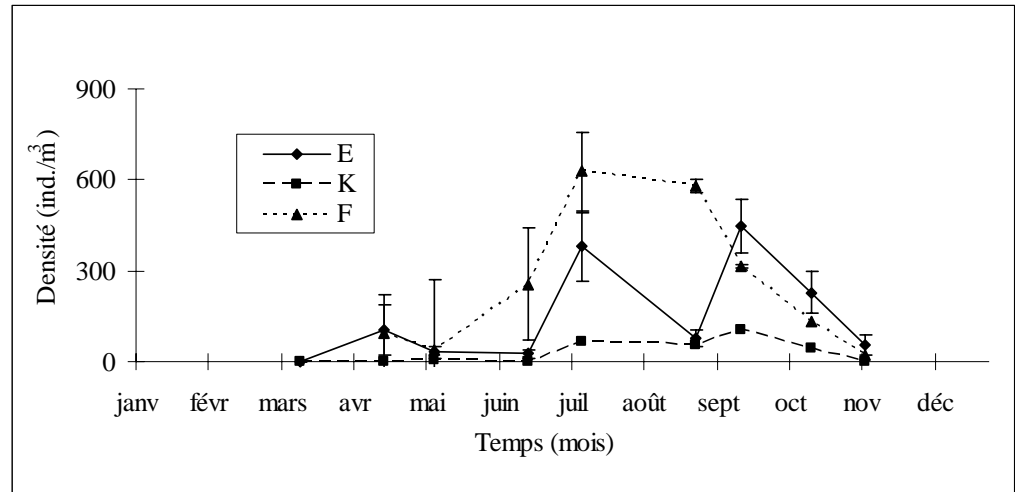


Figure 7-22 : Evolution mensuelle de la densité du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30), au cours de l'année 2002. Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 8 prélèvements au cours d'un demi cycle de marée (4 en surface 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 en moyenne des densités plus élevées au point F (258 ± 89 ind./m³) qu'au point E (169 ± 58 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 généralement en aval du pk 67 et qui a pu coloniser le point E à partir de juillet à la faveur des faibles débits fluviaux. La distribution de *M. slabberi* en 2002 est donc 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 1984-2002. 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

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 1984-2002. 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

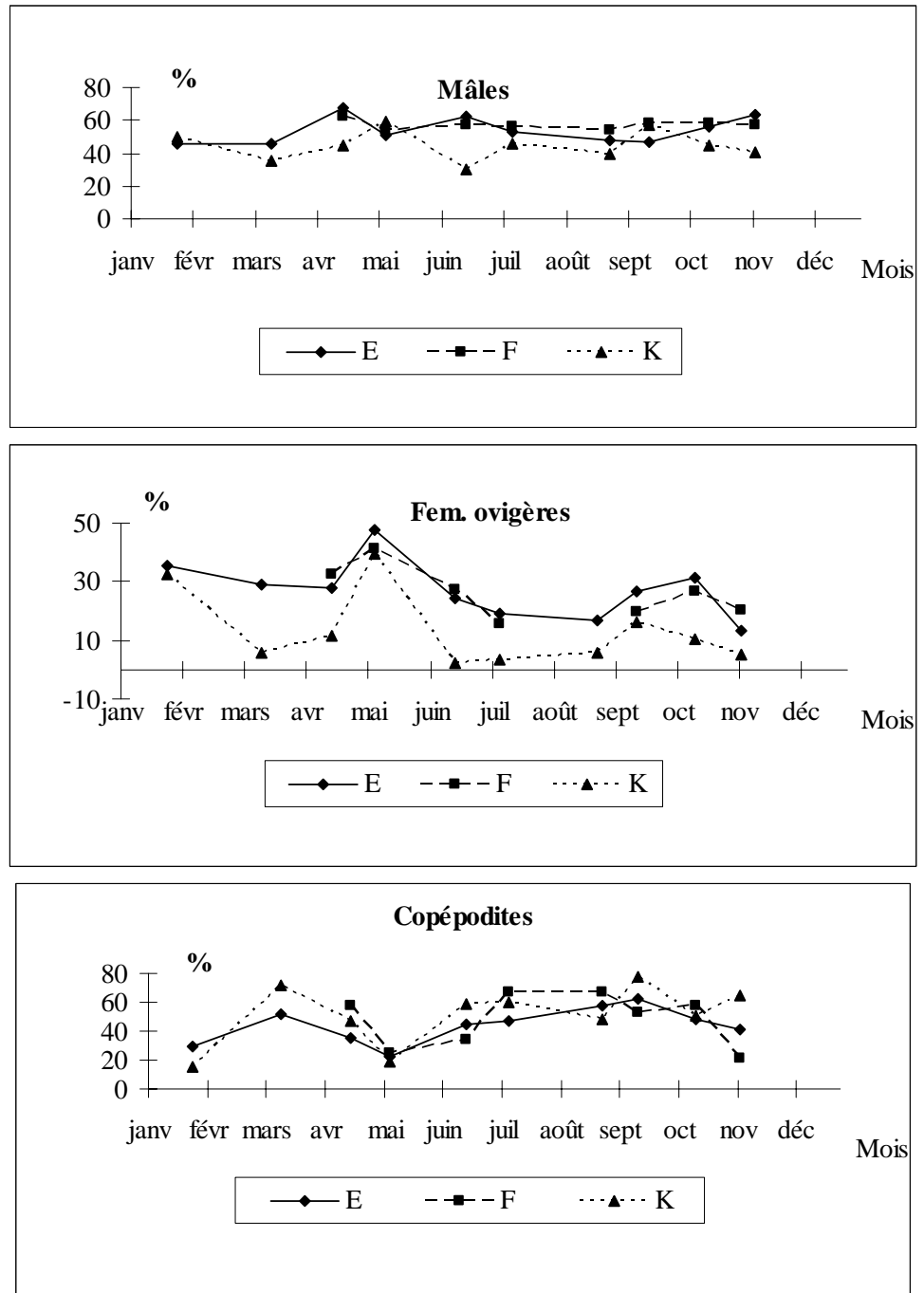


Figure 7-23 : Evolution mensuelle de la structure démographique du copépode *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2002 : % mâles, % femelles ovigères, % copépodites.

Au cours de l'année 2002 le sex-ratio ne présente pas de tendance générale du point F au point K. Des différences significatives apparaissent cependant 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 7-6**).

Le sex-ratio est significativement plus important en K/E ou F en avril et plus fort en F/K en octobre.

La proportion de femelles ovigères est nettement plus importante au point E/K en juin et octobre et au point E/F en juillet.

Le pourcentage de copépodites est plus élevé au point F/E en juillet, au point F/K en août, au point K/F en septembre et plus important en K/F ou E/F en novembre.

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

7.4.2. Fécondité

En 2002 les fécondités enregistrées aux points K, E et F (**Figure7-24**) ne diffèrent pas significativement (les analyses de variance sont effectuées après un test de normalité et d'homogénéité des variances) sauf en mars entre les points E et K ($t = 3.969$; $ddl = 11$; $p < 0.002$).

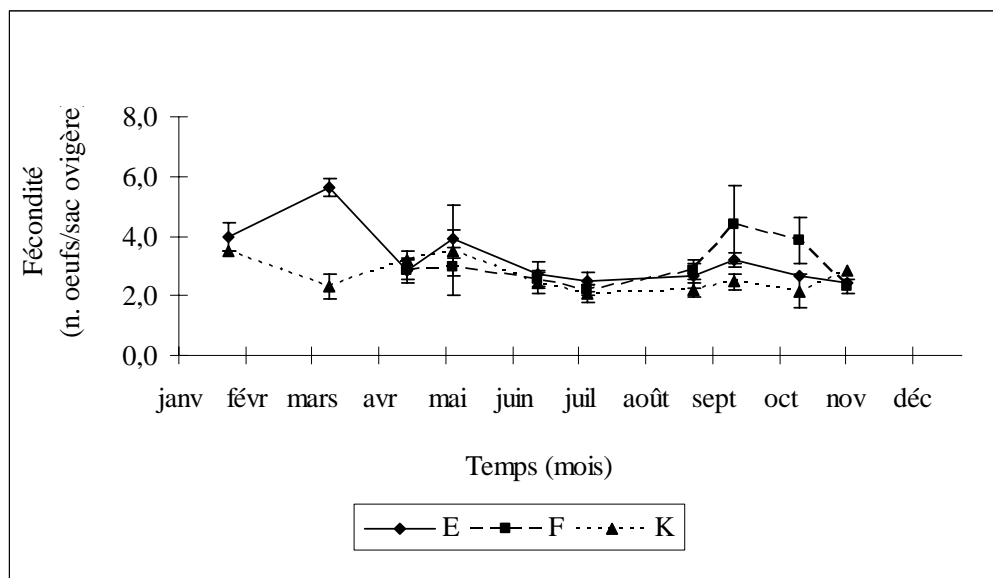


Figure 7-24 : Evolution mensuelle de la fécondité (nombre d'œufs moyen/sac ovigère) des femelles du copéptide *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2002. Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours 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 1984-2002. 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

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 température 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 (**Figure7-25**).

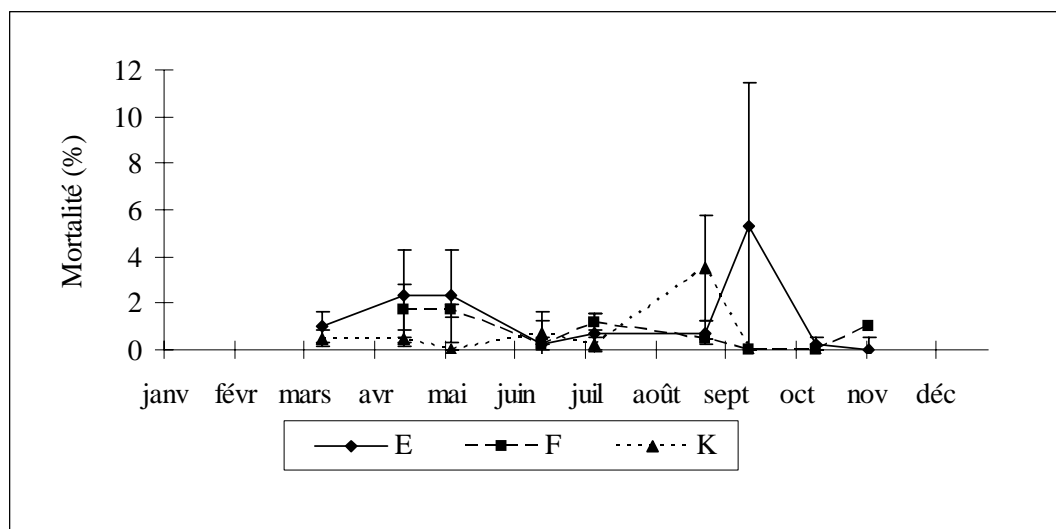


Figure 7-25: Evolution mensuelle de la mortalité du copépode *Eurytemora affinis* aux points E (pk 52, rejet), F (pk 67) et K (pk 30) au cours de l'année 2002. Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 4 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard).

Elle n'est pas non plus cette année significativement plus importante (test de Mann-Whitney) en E, F ou K (**Tableau 7-8**). Les fortes mortalités de 1990-1991 avaient été attribuées à des salinités inhabituelles élevées dans la zone d'étude, assorties à de fortes températures. Une hausse de température pouvant provoquer une mortalité du zooplancton (cf. § 7.2.3) et être néfaste à *Eurytemora affinis*. Les faibles valeurs de mortalité observées en 2002 comme depuis 1997 nous amènent à reconsidérer cette opinion. La technique utilisée n'est pas en mesure de vérifier si les rejets thermiques de la centrale engendrent un phénomène de surmortalité.

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 1984-2002. 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

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 tonsda* 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 elongatus* off Plymouth. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 73 : 109-122 .

Hirche H.J. (1992). Egg production of *Eurytemora affinis* effect of K-strategy. *Estuar.Coast.Shelf.Sci.*, 35: 395-407.

Irigoiien 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 - 2002

Nombre de mesures réalisées in situ

DATES	Profondeur	Température	Salinité	Direction et Vitesse de Courant	Points
16-avr	4	8	8	8	F
17-avr	4	8	8	8	E
18-avr	4	8	8	8	K
07-mai	4	8	8	8	F
08-mai	4	8	8	8	E
09-mai	4	8	8	8	K
16-juin	4	8	8	8	F
17-juin	4	8	8	8	E
18-juin	4	8	8	8	K
09-juil	4	8	8	8	F
10-juil	4	8	8	8	E
11-juil	4	8	8	8	K
27-août	4	8	8	8	F
28-août	4	8	8	8	E
29-août	4	8	8	8	K
18-sept	4	8	8	8	F
16-sept	4	8	8	8	E
17-sept	4	8	8	8	K
18-oct	4	8	8	8	F
16-oct	4	8	8	8	E
17-oct	4	8	8	8	K
09-nov	4	8	8	8	F
08-nov	4	8	8	8	E
11-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
16-avr	8	2	0	2	F
17-avr	8	2	2	2	E
18-avr	8	2	0	2	K
07-mai	8	2	0	2	F
08-mai	8	2	2	2	E
09-mai	8	2	0	2	K
16-juin	8	2	0	2	F
17-juin	8	2	2	2	E
18-juin	8	2	0	2	K
09-juil	8	2	0	2	F
10-juil	8	2	2	2	E
11-juil	8	2	0	2	K
27-août	8	2	0	2	F
28-août	8	2	2	2	E
29-août	8	2	0	2	K
18-sept	8	2	0	2	F
16-sept	8	2	2	2	E
17-sept	8	2	0	2	K
18-oct	8	2	0	2	F
16-oct	8	2	2	2	E
17-oct	8	2	0	2	K
09-nov	8	2	0	2	F
08-nov	8	2	2	2	E
11-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	
16-avr	4	4	4	4	F
17-avr	4	4	4	4	E
18-avr	4	4	4	4	K
07-mai	4	4	4	4	F
08-mai	4	4	4	4	E
09-mai	4	4	4	4	K
16-juin	4	4	4	4	F
17-juin	4	4	4	4	E
18-juin	4	4	4	4	K
09-juil	4	4	4	4	F
10-juil	4	4	4	4	E
11-juil	4	4	4	4	K
27-août	4	4	4	4	F
28-août	4	4	4	4	E
29-août	4	4	4	4	K
18-sept	4	4	4	4	F
16-sept	4	4	4	4	E
17-sept	4	4	4	4	K
18-oct	4	4	4	4	F
16-oct	4	4	4	4	E
17-oct	4	4	4	4	K
09-nov	4	4	4	4	F
08-nov	4	4	4	4	E
11-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
16-avr	4	4	F
17-avr	4	4	E
18-avr	4	4	K
07-mai	4	4	F
08-mai	4	4	E
09-mai	4	4	K
16-juin	4	4	F
17-juin	4	4	E
18-juin	4	4	K
09-juil	4	4	F
10-juil	4	4	E
11-juil	4	4	K
27-août	4	4	F
28-août	4	4	E
29-août	4	4	K
18-sept	4	4	F
16-sept	4	4	E
17-sept	4	4	K
18-oct	4	4	F
16-oct	4	4	E
17-oct	4	4	K
09-nov	4	4	E
08-nov	4	4	J
11-nov	4	4	K
TOTAL	96	96	

9.2. Annexe 2 : Tableaux des résultats de mesures

Avril 2002		Heure Légale (TU+2)	Profondeur Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	SALINITE	TEMP. (°C)	VITESSE (cm/s)	Direction (/Nord)	OXYGENE DISSOUS (ml/l)	TURBIDITE (mg/l)	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS										
F PK 67	1 S	6h05	8m00	1m00	5.80	12.90	160	124	5.93	267	P=(766) 1021 hPa
	Mi-Flot			7m00	6.15	13.01	67	140	5.90	2948	PM à Laména 8h41
	1 F	9h25	9m70	1m00	12.30	12.40	13	262	5.92	995	P=(766) 1021 hPa
	2 S			8m70	14.06	12.36	0	035	5.92	4974	Renverse: 9h40
16/04/02 Coef: 80-76	2 F			1m00	7.95	12.91	82	007	5.81	161	P=(766.5) 1022 hPa
	3 S	12h05	8m00	7m00	8.36	12.80	47	340	5.86	696	BM à Laména 15h22
	Mi-Jus			1m00	6.31	13.50	13	245	5.90	425	P=(766.5) 1022 hPa
	3 F	15h30	6m00	5m00	5.85	13.06	0	195	5.78	2240	
E PK 52	1 S	7h05	7m90	1m00	5.25	13.45	178	180	6.04	2368	P=(766) 1021 hPa
	Mi-Flot			6m90	5.52	13.45	108	182	6.03	4439	PM à Pauillac 9h30
	1 F	10h15	9m20	1m00	6.37	13.20	7	248	5.83	439	P=(766) 1021 hPa
	2 S			8m20	6.05	13.30	13	016	5.68	2518	10h25
17/04/02 Coef: 73_68	2 F			1m00	4.81	13.70	146	023	5.82	350	P=(766) 1021 hPa
	3 S	13h10	7m40	6m40	5.23	13.56	59	354	5.78	9111	BM à Pauillac 16h33
	Mi-Jus			1m00	2.71	14.02	13	039	5.75	333	P=(765) 1020 hPa
	3 F	16h40	5m60	4m60	2.78	13.60	7	038	5.78	2113	
K PK 30	1 S	6h20	6m60	1m00	0.23	13.10	18	105	5.56	916	BM à La Reuille 5h46
	BM			5m60	0.27	13.10	13	168	5.62	5554	P=(766.5) 1022 hPa
	1 F	9h00	9m20	1m00	1.20	13.35	93	115	5.55	605	P=(766.5) 1022 hPa
	2 S			8m20	1.25	13.35	41	142	5.52	1798	PM à La Reuille 10h47
18/04/02 Coef: 63-57	Mi-Flot			1m00	1.77	13.40	13	147	5.72	1229	P=(767.5) 1023 hPa
	2 F	11h10	10m00	9m00	1.85	13.50	0	092	5.73	3587	Renverse: 11h40
	3 S			1m00	1.10	13.80	111	007	5.68	952	P=(768) 1024 hPa
	Mi-Jus	14h30	8m30	7m30	1.08	13.53	79	326	5.63	1797	

Mai 2002		Heure Légale (TU+2)	Profondeur Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	SALINITE	TEMP. (°C)	VITESSE (cm/s)	Direction (°Nord)	OXYGENE DISSOUS (ml/l)	TURBIDITE (mg/l)	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS										
F PK 67	1 S	6h45	7m70	1m00	10.26	15.10	105	010	5.80		P=(764) hPa 1019 BM à Laména 9h45 P=(764) hPa 1019 Renverse: 11h00 P=(763.5) 1018 hPa PM à Laména 15h56 P=(762.5) 1016.5 hPa
	Mi-Jus 1 F			6m70	11.80	15.05	67	322	5.85		
	2 S	10h25	6m50	1m00	6.44	15.75	7	338	5.72		
	BM				7.75	15.90	13	274	5.77		
	2 F				7.90	15.60	88	120	5.62		
07/05/02	3 S	13h00	7m60	1m00	10.30	15.25	64	135	5.61		
	Mi-Flot 3 F			6m60	14.07	14.90	7	163	5.79		
	4 S	16h30	9m00	1m00	15.36	14.81	7	144	5.85		
	PM 4 F			8m00							
E PK 52	1 S	8h05	7m60	1m00	5.50	16.25	108	021	5.77	604	P=(760) 1013 hPa BM à Pauillac 11h19 P=(760) 1013 hPa Renverse: 11h50 P=(759) 1012 hPa PM à Pauillac 16h54 P=(759) 1012 hPa
	Mi-Jus 1 F			6m60	5.90	16.30	62	359	5.78	2061	
	2 S	12h05	6m20	1m00	3.86	19.81	13	171	5.45	168	
	BM				3.60	16.25	7	153	5.60	1336	
	2 F				5.41	16.45	100	164	5.92	272	
08/05/02	3 S	14h15	7m50	1m00	5.73	16.25	88	169	5.81	1885	
	Mi-Flot 3 F			6m50	7.28	16.35	18	150	5.80	214	
	4 S	17h25	9m10	1m00	7.95	16.25	13	182	5.94	412	
	PM 4 F			8m10							
K PK 30	1 S	3h40	8m50	1m00	1.50	15.80	134	121	5.50	974	P=(758) 1011 hPa PM à La Reuille 6h01 P=(757.5) 1010 hPa Renverse:6h50 P=(758) 1011 hPa BM à La Reuille 13h06 P=(759) 1012 hPa
	Mi-Flot 1 F			7m50	1.50	15.80	50	117	5.49	2541	
	2 S	6h20	9m80	1m00	2.51	15.90	13	114	5.43	836	
	PM				2.42	15.90	0	044	5.40	2991	
	2 F				1.60	15.80	73	012	5.33	1173	
09/05/02	3 S	9h50	7m20	1m00	1.62	15.80	62	304	5.33	1653	
	Mi-Jus 3 F			6m20	0.65	16.05	13	358	5.24	841	
	4 S	13h20	5m60	1m00	0.62	15.95	7	223	5.19	2512	
	BM 4 F			4m60							

Juin 2002		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	1 S		7h25	7m50	1m00	3.45	19.40	105	123	4.69	204	P=(766.5) 1022 hPa
	Mi-Flot				6m50	4.05	19.55	70	122	4.81	2100	PM à Laména 10h30
	1 F				1m00	7.70	20.00	13	108	5.00	77	P=(766.5) 1022 hPa
	2 S		11h05	9m30								Renverse: 11h35
	2 F					8m30	11.45	18.85	13	207	5.00	238
16/06/02	3 S		14h20	7m20	1m00	5.60	19.90	88	007	4.90	743	P=(766.5) 1022 hPa
	Mi-Flot				6m20	5.80	19.80	65	333	4.96	521	
	3 F				1m00	3.16	20.51	13	359	4.96	341	BM à Laména 17h00
	4 S		17h10	6m00								P=(765) 1020 hPa
	4 F					5m00	2.66	20.87	7	274	817	
E PK 52	1 S		6h45	5m60	1m00	0.56	19.61	13	154	4.86	413	BM à Pauillac 6h13
	BM				4m60	0.56	19.61	13	167	4.86	467	P=(763.5) 1018 hPa
	1 F				1m00	2.11	20.45	123	189	4.74	537	
	2 S		9h30	7m70								P=(763.5) 1018 hPa
	Mi-Flot					6m70	2.00	20.35	88	180	4.73	3664
17/06/02	2 F				1m00	2.46	22.65	7	304	4.93	283	PM à Pauillac 11h47
	3 S		12h15	9m00								P=(763.5) 1018 hPa
	PM				8m00	2.84	20.63	7	173	4.69	330	Renverse: 12h30
	3 F				1m00	2.13	20.45	123	024	4.82	233	
	4 S		15h20	7m00								P=(763.5) 1018 hPa
K PK 30	Mi-Flot				6m00	2.05	20.40	93	354	4.71	2942	
	1 S		4h30	8m00	1m00	0.16	20.10	117	001	4.58	987	P=(763.5) 1018 hPa
	Mi-Jus				7m00	0.16	20.15	76	075	4.54	1072	BM à La Renille 8h13
	1 F				1m00	0.12	20.14	0	093	4.75	331	P=(763.5) 1018 hPa
	2 S		8h45	7m00								Renverse: 8h30
18/06/02	BM				6m00	0.12	20.16	7	075	4.80	540	
	2 F				1m00	0.15	20.12	117	120	4.52	641	P=(763.5) 1018 hPa
	3 S		11h00	9m00								
	Mi-Flot				8m00	0.15	20.15	53	150	4.60	1108	
	3 F				1m00	0.25	20.05	18	115	4.66	411	PM à La Renille 13h35
Coef: 59-59	4 S		13h45	10m10								P=(763.5) 1018 hPa
	PM				9m10	0.23	20.05	0	127	4.62	1422	
	4 F											

Juillet 2002		Heure Légale (TU+2)	Profondeur Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	SALINITE	TEMP. (°C)	VITESSE (cm/s)	Direction (/Nord)	OXYGENE DISSOUS (ml/l)	TURBIDITE (mg/l)	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS										
F PK 67	1 S	06h30	9m50	1m00	17.51	19.32	7	128	4.65	167	PM à Laména 5h48 P=(762) 1016 hPa P=(762) 1016 hPa BM à Laména 12h24 P=(760) 1013 hPa Renverse: 13h10 P=(760) 1013 hPa
	PM			8m50	18.74	19.40	7	102	4.60	97	
	1 F			1m00	13.71	19.92	93	010	4.65	232	
	2 S			7m80							
09/07/02	Mi-Flot	09h10	7m80	6m80	14.16	19.86	64	328	4.66	465	P=(762) 1016 hPa BM à Laména 12h24 P=(760) 1013 hPa Renverse: 13h10 P=(760) 1013 hPa
	2 F			1m00	7.47	20.85	18	090	4.71	241	
	3 S			5m70			30	157	4.69	223	
	BM	13h05	5m70	4m70	7.91	20.87	30	157	4.69	223	
Coef. 70-74	3 F			1m00	11.53	20.25	111	115	4.63	349	P=(760) 1013 hPa
	4 S			8m20			59	131	4.63	3423	
	Mi-Flot	15h20	8m20	7m20	11.61	20.24					
	4 F										
E PK 52	1 S	07h35	9m60	1m00	6.85	22.40	13	357	4.63	638	PM à Pauillac 06h49 P=(763.5) 1018 hPa P=(763.5) 1018 hPa BM à Pauillac P=(762) 1016 hPa Renverse: 14h15 P=(762) 1016 hPa
	PM			8m60	8.30	20.70	35	120	4.60	297	
	1 F			1m00	5.95	20.80	140	024	4.48	245	
	2 S			7m40							
10/07/02	Mi-Flot	10h25	7m40	6m40	6.37	20.75	70	008	4.49	2846	P=(763.5) 1018 hPa BM à Pauillac P=(762) 1016 hPa Renverse: 14h15 P=(762) 1016 hPa
	2 F			1m00	3.45	20.78	13	025	4.38	415	
	3 S			5m70			7	138	4.32	662	
	BM	14h10	5m70	4m70	3.50	20.77	7	138	4.32	662	
Coef. 78-81	3 F			1m00	5.61	20.88	146	167	4.42	985	P=(762) 1016 hPa
	4 S			8m00			117	181	4.49	1288	
	Mi-Flot	16h35	8m00	7m00	6.06	20.87					
	4 F										
K PK 30	1 S	03h55	6m70	1m00	0.45	20.96	0	240	4.15	1506	BM à La Reuille 03h21 P=(760) 1013 hPa P=(763) 1017 hPa PM à La Reuille P=(767) 1022 hPa Renverse: 09h10 P=(767) 1022 hPa
	BM			5m70	0.46	21.02	13	227	4.17	760	
	1 F			1m00	1.32	20.66	123	119	4.55	2170	
	2 S			8m70							
11/07/02	Mi-Flot	05h50	8m70	7m70	1.30	20.71	64	122	4.58	5204	P=(763) 1017 hPa PM à La Reuille P=(767) 1022 hPa Renverse: 09h10 P=(767) 1022 hPa
	2 F			1m00	2.66	20.57	0	075	4.22	299	
	3 S			10m70			13	076	4.26	3301	
	PM	09h00	10m70	9m70	2.66	20.62	13	076	4.26	3301	
Coef. 84-86	3 F			1m00	1.55	20.84	100	010	4.36	1387	P=(767) 1022 hPa Renverse: 09h10 P=(767) 1022 hPa
	4 S			7m60			88	343	4.32	4412	
	Mi-Flot	12h00	7m60	6m60	1.57	20.80					
	4 F										

Aout - 2002		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										
	1 S	Mi-Flot	1 F	2 S	PM	2 F	3 S	Mi-Jus	3 F	4 S	BM
F PK 67 27/09/02 Coef: 75-72	1m00	7m80	06h25	12.20	21.50	100	117	4.53	1026	P=(765) 1020 hPa	
	6m80	7m80	06h25	12.20	21.50	88	142	4.53	1223	PM à Laména 9h07	
	1m00	9m30	09h40	19.20	20.75	13	110	4.28	83	P=(765) 1020 hPa Reverse: 9h50	
	8m30	9m30	09h40	19.85	20.85	7	156	4.27	218		
	1m00	7m90	12h10	13.00	21.45	143	008	4.40	146	P=(765) 1020 hPa	
	6m90	7m90	12h10	16.65	21.05	65	315	4.32	1752		
	1m00	5m90	15h00	9.20	21.75	13	021	4.37	319	BM à Laména 15h33	
	4m90	5m90	15h00	10.65	21.85	7	314	4.46	712	P=(765) 1020 hPa	
	1m00	7m80	07h25	7.80	21.85	117	167	4.48	401	P=(765) 1020 hPa	
	6m80	7m80	07h25	8.05	21.75	91	178	4.46	1277	PM à Pauillac 9h56	
	1m00	9m40	10h40	9.05	23.80	13	325	4.72	174	P=(765) 1020 hPa Reverse: 10h50	
	8m40	9m40	10h40	10.25	21.80	7	120	4.35	387		
1m00	6m90	13h50	7.65	21.80	120	021	4.39	268	P=(765) 1020 hPa		
3 S	6m90	13h50	7.90	21.75	88	358	4.32	2556			
3 F	6m90	13h50	7.90	21.75	13	033	4.34	215	BM à Pauillac 16h41		
4 S	5m60	16h50	5.73	21.75	13	002	4.39	814	P=(765) 1020 hPa		
4 F	5m60	16h50	5.77	21.80	7	002	4.39	814			
K PK 30 29/09/02 Coef: 58-54	1m00	7m00	06h40	1.60	21.80	13	182	3.95	624	BM à La Reuille 05h56	
	6m00	7m00	06h40	1.70	21.85	7	198	3.95	8344	P=(767) 1022 hPa	
	1m00	8m50	08h45	3.30	21.70	125	120	4.13	522	P=(767) 1022 hPa	
	7m50	8m50	08h45	3.33	21.75	70	126	3.98	12266		
	1m00	9m80	11h40	4.50	21.65	13	094	4.21	246	PM à La Reuille 11h11	
	8m80	9m80	11h40	4.15	21.70	0	178	4.10	2859	P=(767.5) 1023 hPa	
	1m00	7m70	14h40	3.80	21.85	100	003	4.21	1047	Reverse: 11h50	
	6m70	7m70	14h40	3.70	21.85	70	340	4.20	2627	P=(768) 1024 hPa	
	1m00	7m00	06h40	1.60	21.80	13	182	3.95	624	BM à La Reuille 05h56	
	6m00	7m00	06h40	1.70	21.85	7	198	3.95	8344	P=(767) 1022 hPa	
	1m00	8m50	08h45	3.30	21.70	125	120	4.13	522	P=(767) 1022 hPa	
	7m50	8m50	08h45	3.33	21.75	70	126	3.98	12266		
1m00	9m80	11h40	4.50	21.65	13	094	4.21	246	PM à La Reuille 11h11		
8m80	9m80	11h40	4.15	21.70	0	178	4.10	2859	P=(767.5) 1023 hPa		
1m00	7m70	14h40	3.80	21.85	100	003	4.21	1047	Reverse: 11h50		
6m70	7m70	14h40	3.70	21.85	70	340	4.20	2627	P=(768) 1024 hPa		

Septembre - 2002		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										
	1 S	PM	1 F	2 S	Mi-Flot	2 F	3 S	BM	3 F	4 S	Mi-Flot
F PK 67 18/09/02 Coef. 58-63	1m00	05h20	9m50	1m00	18.18	19.75	0	272	5.09	132	PM à Laména 04h46 P=(759)1012 hPa
	8m50			8m50	19.63	19.71	13	141	5.07	733	
	1m00			1m00	14.00	19.94	111	009	4.93	251	
	6m80	08h10	7m80	6m80	15.27	19.90	65	331	4.90	664	P=(759)1012 hPa
	1m00			1m00	9.34	20.62	30	355	4.87	226	BM à Laména 11h08 P=(759)1012 hPa Renverse: 11h30
	5m50	11h40	6m50	5m50	9.74	20.42	13	262	4.89	563	
	1m00			1m00	13.10	20.19	99	132	5.02	326	
	7m30	14h25	8m30	7m30	13.32	20.07	47	108	4.96	2572	P=(759)1012 hPa
	1m00	10h00	6m60	1m00	5.00	20.40	0	230	5.10	78	BM à Pauillac 9h30 P=(762)1017 hPa
	5m60			5m60	5.12	20.50	13	241	4.95	365	
	1m00			1m00	7.44	20.93	94	173	4.93	198	
	6m80	12h55	7m80	6m80	7.69	20.78	76	175	4.93	1511	P=(762)1017 hPa
1m00			1m00	8.15	21.30	13	120	5.20	201	PM à Pauillac 15h41 P=(761.5)1015 hPa Renverse: 16h05	
3 S	15h55	8m80	7m80	9.28	20.74	13	232	5.10	292		
PM			1m00	7.12	21.20	94	020	5.00	308		
3 F			6m20	7.20	21.25	70	005	5.04	601	P=(761.5)1015 hPa	
4 S	19h05	7m20	1m00								
Mi-Flot											
4 F											
K PK 30 17/09/02 Coef. 46-52	1m00	05h20	9m70	1m00	3.66	20.35	19	101	4.72	397	PM à La Reuille 04h58 P=(760)1013 hPa
	8m70			8m70	4.37	20.62	7	252	4.85	1248	
	1m00			1m00	2.70	20.15	125	006	4.60	732	
	7m00	8h35	8m00	7m00	2.70	20.20	86	350	4.61	2676	P=(760)1013 hPa
	1m00			1m00	1.03	20.06	0	134	4.34	464	BM à La Reuille 11h45 P=(760.5)1014 hPa Renverse: 12h45
	6m30	12h35	7m30	6m30	0.96	20.00	0	168	4.09	3382	
	1m00			1m00	2.77	20.50	88	115	4.76	994	
	7m30	14h40	8m30	7m30	2.71	20.45	53	130	4.72	2782	P=(760.5)1014 hPa
	1m00										
	8m70										
	1m00										

Octobre 2002		Heure Légale (TU+2)	Profondeur Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	SALINITE	TEMP. (°C)	VITESSE (cm/s)	Direction (/Nord)	OXYGENE DISSOUS (ml/l)	TURBIDITE (mg/l)	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS										
F PK 67	1 S	05h40	9m30	1m00	17.92	15.93	24	204	5.62	255	PM à Laména 04h59 P=(762) 1016 hPa P=(762) 1016 hPa BM à Laména 11h26 P=(763) 1017 hPa Renverse: 12h20 P=(763) 1017 hPa
	PM			8m30	20.75	15.86	19	106	5.75	541	
	1 F			1m00	13.75	16.12	111	002	5.60	531	
	2 S	08h35	7m70	6m70	14.89	16.12	59	323	5.59	843	
	Mi-Jus			1m00	9.41	16.38	18	124	5.60	719	
	2 F			5m30	10.12	16.45	24	127	5.62	1023	
18/10/02	3 S	12h30	6m30	1m00	11.98	16.33	140	122	5.61	681	Coef: 66-70
	BM			1m00	11.98	16.33	140	122	5.61	681	
	3 F			1m00	11.98	16.33	140	122	5.61	681	
	4 S	14h30	8m00	7m00	12.38	16.29	65	127	5.70	631.2	
	Mi-Flot										
	4 F										
E PK 52	1 S	10h45	6m10	1m00	4.91	16.97	13	114	5.60	572	BM à Pauillac 10h24 P=(757) 1019 hPa P=(757) 1019 hPa P=(757) 1019 hPa PM à Pauillac 16h18 P=(757) 1019 hPa Renverse: 16h45 P=(757) 1019 hPa
	BM			5m10	5.27	17.16	19	231	5.62	1670	
	1 F			1m00	8.82	17.34	117	164	5.45	339	
	2 S	13h35	7m90	6m90	8.81	17.30	76	166	5.34	1894	
	Mi-Flot			1m00	9.44	17.08	7	353	5.62	248	
	2 F			8m20	10.41	17.35	19	168	5.63	726	
	3 S	16h35	9m20	1m00	7.54	17.30	117	018	5.71	515	
	PM			1m00	7.54	17.30	117	018	5.71	515	
	3 F			6m40	8.09	17.35	65	003	5.70	602	
	4 S	19h45	7m40								
	Mi-Jus										
	4 F										
K PK 30	1 S	05h55	9m20	1m00	3.59	16.60	7	025	5.34	341	PM à La Reuille 05h26 P=(758) 1011 hPa P=(758) 1011 hPa P=(758) 1011 hPa BM à La Reuille 12h16 P=(758) 1011 hPa Renverse: 12h50 P=(758) 1011 hPa
	PM			8m20	3.73	16.64	13	106	5.40	1769	
	1 F			1m00	2.18	16.33	76	356	5.30	1212	
	2 S	9h10	7m30	6m30	2.18	16.34	65	334	5.31	1933	
	Mi-Jus			1m00	1.16	16.15	126	125	5.17	854	
	2 F			5m40	1.10	16.15	85	140	5.15	1304	
	3 S	13h00	6m40	1m00	2.00	16.33	117	128	5.46	2126	
	BM			7m60	2.03	16.34	76	134	5.31	2224	
	3 F										
	4 S	15h10	8m60								
	Mi-Flot										
	4 F										

Novembre 2002		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 09/11/02 Coef. 76-67	1 S	1m00	03h35	5m90	1m00	8.32	14.39	24	072	5.98	972	BM à Laména 02h52 P=(761) 1015 hPa P=(761) 1015 hPa PM à Laména 08h34 P=(761) 1015 hPa Renverse: 10h15 P=(761) 1015 hPa
	BM	4m90			4m90	9.44	14.42	36	108	5.92	1792	
	1 F	1m00			1m00	11.65	14.25	152	120	5.87	354	
	2 S											
	Mi-Flot	8m00			7m00	12.00	14.30	96	141	5.83	1804	
	2 F				1m00	15.94	14.18	13	092	6.07	377	
	3 S				8m50	18.97	14.14	19	055	6.10	911	
	PM	9m50			1m00	12.21	14.35	111	012	5.97	2085	
	3 F				7m00	14.20	14.22	65	325	5.94	3524	
	4 S	11h40										
Mi-Jus	8m00											
4 F												
E PK 52 08/11/02 Coef. 91-83	1 S	1m00	09h20	9m40	1m00	8.53	15.89	47	016	5.80	177	PM à Pauillac 08h08 P=(771) 1028 hPa P=(771) 1028 hPa BM à Pauillac 15h24 P=(771) 1028 hPa Renverse: 15h45 P=(771) 1028 hPa
	PM	8m40			8m40	9.12	14.67	53	003	5.82	1778	
	1 F	1m00			1m00	7.00	14.44	140	018	6.02	336	
	2 S											
	Mi-Jus	6m90			5m90	6.89	14.70	82	002	5.97	3992	
	2 F				1m00	4.82	14.34	53	145	5.72	606	
	3 S				4m50	4.79	14.37	71	162	5.71	3089	
	BM	5m50			1m00	7.90	14.65	166	169	5.57	1650	
	3 F				6m50	8.15	14.60	140	176	5.54	3172	
	4 S	18h10										
Mi-Flot	7m50											
4 F												
K PK 30 11/11/02 Coef. 45-40	1 S	1m00	02h55	7m60	1m00	1.25	13.85	82	006	5.24	1314	P=(762) 1016 hPa BM à La Reuille 05h56 P=(762) 1016 hPa Renverse: 06h40 P=(762) 1016 hPa PM à La Reuille P=(762) 1016 hPa
	Mi-Jus	6m60			6m60	1.33	13.87	65	324	5.26	1494	
	1 F	1m00			1m00	0.23	13.34	24	004	5.36	969	
	2 S											
	BM	6m50			5m50	0.26	13.34	19	299	5.42	2719	
	2 F				1m00	1.62	13.92	100	140	5.31	1719	
	3 S				7m80	1.56	13.90	47	118	5.27	3475	
	Mi-Flot	8m80			1m00	2.03	14.02	13	004	5.45	297	
	3 F				8m60	2.77	14.19	24	341	5.48	1557	
	4 S	11h35										
PM	9m60											
4 F												

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 %
16-avr-02	F	BM	S	240	3.1	1.30
16-avr-02	F	BM	F	4700		
16-avr-02	F	MF	S	430	5.9	1.36
16-avr-02	F	MF	F	5200	81.8	1.57
16-avr-02	F	PM	S	120	1.5	1.22
16-avr-02	F	PM	F	600	8.4	1.40
16-avr-02	F	MJ	S	420	5.4	1.29
16-avr-02	F	MJ	F	2900	42.0	1.45
17-avr-02	E	BM	S	300	3.4	1.12
17-avr-02	E	BM	F	1620	23.4	1.44
17-avr-02	E	MF	S	2450	32.9	1.34
17-avr-02	E	MF	F	4310	71.2	1.65
17-avr-02	E	PM	S	400	4.8	1.19
17-avr-02	E	PM	F	2250	35.1	1.56
17-avr-02	E	MJ	S	280	3.2	1.13
17-avr-02	E	MJ	F	13780	191.9	1.39
18-avr-02	K	BM	S	870	13.4	1.53
18-avr-02	K	BM	F	1780	33.4	1.88
18-avr-02	K	MF	S	870	14.1	1.62
18-avr-02	K	MF	F	5000	100.1	2.00
18-avr-02	K	PM	S	530	1.8	0.34
18-avr-02	K	PM	F	2400	46.1	1.92
18-avr-02	K	MJ	S	1360	18.5	1.36
18-avr-02	K	MJ	F	2790	51.9	1.86
7-mai-02	F	BM	S	260	3.4	1.29
7-mai-02	F	BM	F	380	6.6	1.73
7-mai-02	F	MF	S	230	3.8	1.66
7-mai-02	F	MF	F	3410	58.4	1.71
7-mai-02	F	PM	S	1120	2.7	0.24
7-mai-02	F	PM	F	400	6.5	1.63
7-mai-02	F	MJ	S	270	4.5	1.65
7-mai-02	F	MJ	F	690	11.4	1.64
8-mai-02	E	BM	S	160	2.4	1.51
8-mai-02	E	BM	F	3410	17.1	0.50
8-mai-02	E	MF	S	290	3.6	1.24
8-mai-02	E	MF	F	1980	34.2	1.73
8-mai-02	E	PM	S	140	1.7	1.19
8-mai-02	E	PM	F	1550	8.6	0.55
8-mai-02	E	MJ	S	610	8.4	1.37
8-mai-02	E	MJ	F	2220	37.9	1.71

9-mai-02	K	BM	S	830	14.1	1.69
9-mai-02	K	BM	F	2120	39.1	1.84
9-mai-02	K	MF	S	920	15.6	1.70
9-mai-02	K	MF	F	2360	42.8	1.81
9-mai-02	K	PM	S	900	15.6	1.74
9-mai-02	K	PM	F	3320	52.1	1.57
9-mai-02	K	MJ	S	1250	21.6	1.73
9-mai-02	K	MJ	F	1560	26.0	1.67
16-juin-02	F	BM	S	310	4.1	1.32
16-juin-02	F	BM	F	270	3.3	1.24
16-juin-02	F	MF	S	150	1.5	0.97
16-juin-02	F	MF	F	350	4.5	1.27
16-juin-02	F	PM	S	50	0.5	0.98
16-juin-02	F	PM	F	270		
16-juin-02	F	MJ	S	470	7.4	1.58
16-juin-02	F	MJ	F	590	9.2	1.56
17-juin-02	E	BM	S	210	2.0	0.97
17-juin-02	E	BM	F	220	2.0	0.93
17-juin-02	E	MF	S	280	2.2	0.80
17-juin-02	E	MF	F	520	5.9	1.14
17-juin-02	E	PM	S	210	2.2	1.06
17-juin-02	E	PM	F	280	4.0	1.41
17-juin-02	E	MJ	S	240	2.6	1.08
17-juin-02	E	MJ	F	1070	15.6	1.46
18-juin-02	K	BM	S	310	5.7	1.85
18-juin-02	K	BM	F	460	8.1	1.77
18-juin-02	K	MF	S	540	9.6	1.78
18-juin-02	K	MF	F	1080	17.8	1.65
18-juin-02	K	PM	S	380	5.4	1.41
18-juin-02	K	PM	F	910	14.4	1.58
18-juin-02	K	MJ	S	750	14.0	1.87
18-juin-02	K	MJ	F	1080	29.2	2.70
9-juil-02	F	BM	S	230	3.6	1.56
9-juil-02	F	BM	F	220	3.5	1.58
9-juil-02	F	MF	S	260	4.6	1.75
9-juil-02	F	MF	F	3510	57.2	1.63
9-juil-02	F	PM	S	80	1.0	1.29
9-juil-02	F	PM	F	150	2.1	1.43
9-juil-02	F	MJ	S	210	3.4	1.62
9-juil-02	F	MJ	F	430	8.1	1.89
10-juil-02	E	BM	S	380	5.7	1.51
10-juil-02	E	BM	F	540	8.1	1.50
10-juil-02	E	MF	S	920	14.0	1.52
10-juil-02	E	MF	F	990	18.1	1.83
10-juil-02	E	PM	S	200	2.9	1.43
10-juil-02	E	PM	F	540	9.4	1.74
10-juil-02	E	MJ	S	200	3.4	1.71

10-juil-02	E	MJ	F	2800	50.5	1.80
11-juil-02	K	BM	S	700	9.4	1.34
11-juil-02	K	BM	F	730	9.4	1.28
11-juil-02	K	MF	S	1860	30.6	1.65
11-juil-02	K	MF	F	6500	106.3	1.64
11-juil-02	K	PM	S	210	3.5	1.67
11-juil-02	K	PM	F	3710	63.7	1.72
11-juil-02	K	MJ	S	860	7.2	0.84
11-juil-02	K	MJ	F	5100		
27-août-02	F	BM	S	310	5.7	1.83
27-août-02	F	BM	F	680	11.4	1.67
27-août-02	F	MF	S	990	1.9	0.20
27-août-02	F	MF	F	1350	23.8	1.76
27-août-02	F	PM	S	70	1.5	2.20
27-août-02	F	PM	F	190	3.6	1.88
27-août-02	F	MJ	S	140	2.2	1.57
27-août-02	F	MJ	F	1680	28.6	1.70
28-août-02	E	BM	S	200	1.6	0.81
28-août-02	E	BM	F	870	13.7	1.57
28-août-02	E	MF	S	340	4.3	1.27
28-août-02	E	MF	F	1310	23.1	1.76
28-août-02	E	PM	S	170	3.5	2.08
28-août-02	E	PM	F	340	6.7	1.96
28-août-02	E	MJ	S	250	4.0	1.58
28-août-02	E	MJ	F	2280	38.7	1.70
29-août-02	K	BM	S	560		
29-août-02	K	BM	F	16530	270.9	1.64
29-août-02	K	MF	S	1050	17.2	1.64
29-août-02	K	MF	F	1920	33.9	1.76
29-août-02	K	PM	S	250	3.9	1.56
29-août-02	K	PM	F	2410	52.7	2.19
29-août-02	K	MJ	S	510		
29-août-02	K	MJ	F	18280		
18-sept-02	F	BM	S	680	7.8	1.15
18-sept-02	F	BM	F	540	6.8	1.26
18-sept-02	F	MF	S	220	2.3	1.05
18-sept-02	F	MF	F	2450	26.1	1.06
18-sept-02	F	PM	S	70	0.4	0.57
18-sept-02	F	PM	F	230	2.6	1.13
18-sept-02	F	MJ	S	170	2.4	1.41
18-sept-02	F	MJ	F	710	8.5	1.20
16-sept-02	E	BM	S	210	3.4	1.64
16-sept-02	E	BM	F	340	4.2	1.24
16-sept-02	E	MF	S	190	2.7	1.43
16-sept-02	E	MF	F	1520	27.5	1.81
16-sept-02	E	PM	S	80	0.6	0.75
16-sept-02	E	PM	F	290	3.7	1.28

16-sept-02	E	MJ	S	400	6.9	1.73
16-sept-02	E	MJ	F	800	10.9	1.36
17-sept-02	K	BM	S	450	3.5	0.78
17-sept-02	K	BM	F	3150	34.9	1.11
17-sept-02	K	MF	S	960	9.7	1.01
17-sept-02	K	MF	F	2350	27.5	1.17
17-sept-02	K	PM	S	370	2.9	0.77
17-sept-02	K	PM	F	1040	12.4	1.19
17-sept-02	K	MJ	S	690	7.3	1.05
17-sept-02	K	MJ	F	2700	29.0	1.07
18-oct-02	F	BM	S	590	10.2	1.73
18-oct-02	F	BM	F	1180	20.8	1.76
18-oct-02	F	MF	S	410	7.9	1.92
18-oct-02	F	MF	F	6540	57.2	0.87
18-oct-02	F	PM	S	150	2.8	1.84
18-oct-02	F	PM	F	330	5.8	1.76
18-oct-02	F	MJ	S	400	7.0	1.74
18-oct-02	F	MJ	F	840	13.9	1.66
16-oct-02	E	BM	S	320	5.2	1.62
16-oct-02	E	BM	F	550	9.6	1.75
16-oct-02	E	MF	S	530	9.3	1.76
16-oct-02	E	MF	F	1600	29.5	1.84
16-oct-02	E	PM	S	160	2.8	1.75
16-oct-02	E	PM	F	640	10.7	1.67
16-oct-02	E	MJ	S	420	6.8	1.62
16-oct-02	E	MJ	F	1760	30.6	1.74
17-oct-02	K	BM	S	800	12.1	1.51
17-oct-02	K	BM	F	1330	20.8	1.56
17-oct-02	K	MF	S	1950	33.3	1.71
17-oct-02	K	MF	F	2360	38.8	1.65
17-oct-02	K	PM	S	240	3.6	1.50
17-oct-02	K	PM	F	1730	27.3	1.58
17-oct-02	K	MJ	S	1230	21.6	1.75
17-oct-02	K	MJ	F	1870	31.4	1.68
9-nov-02	F	BM	S	840	11.9	1.42
9-nov-02	F	BM	F	2580	25.5	0.99
9-nov-02	F	MF	S	200	3.2	1.58
9-nov-02	F	MF	F			
9-nov-02	F	PM	S	950	4.8	0.51
9-nov-02	F	PM	F	1610	12.8	0.79
9-nov-02	F	MJ	S	290	3.5	1.21
9-nov-02	F	MJ	F	1700	26.4	1.55
8-nov-02	E	BM	S	410	4.9	1.19
8-nov-02	E	BM	F	2570	37.2	1.45
8-nov-02	E	MF	S	1530	23.6	1.54
8-nov-02	E	MF	F	2010	32.8	1.63
8-nov-02	E	PM	S	340	4.8	1.41

8-nov-02	E	PM	F	1670	24.8	1.49
8-nov-02	E	MJ	S	260	4.0	1.53
8-nov-02	E	MJ	F	3340	50.9	1.52
11-nov-02	K	BM	S	860	10.9	1.27
11-nov-02	K	BM	F	2280	33.9	1.49
11-nov-02	K	MF	S	2120	32.9	1.55
11-nov-02	K	MF	F	2410	38.4	1.59
11-nov-02	K	PM	S	360	4.3	1.21
11-nov-02	K	PM	F	1190	16.6	1.40
11-nov-02	K	MJ	S	1380	20.7	1.50
11-nov-02	K	MJ	F	1380	19.6	1.42

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
16-avr-02	F	BM	S	9.20	12.70	0.30%	91	0.42
16-avr-02	F	PM	S	11.45	4.50	0.78%	133	0.72
17-avr-02	E	BM	S	7.40	7.35	0.22%	49	0.50
17-avr-02	E	PM	S	5.45	16.55	0.11%	55	0.25
18-avr-02	K	BM	S	8.10	16.55	0.06%	28	0.33
18-avr-02	K	PM	S	6.75	12.70	0.38%	37	0.35
7-mai-02	F	BM	S	13.40	30.40	0.40%	168	0.31
7-mai-02	F	PM	S	8.45	12.00	0.31%	18	0.41
8-mai-02	E	BM	S	6.90	17.35	0.29%	152	0.28
8-mai-02	E	PM	S	6.40	8.05	0.38%	103	0.44
9-mai-02	K	BM	S	15.25	77.55	0.11%	112	0.16
9-mai-02	K	PM	S	13.60	27.50	0.09%	46	0.33
16-juin-02	F	BM	S	4.25	3.25	0.10%	24	0.57
16-juin-02	F	PM	S	2.65	1.25	0.54%	78	0.68
17-juin-02	E	BM	S	7.55	2.20	0.37%	46	0.77
17-juin-02	E	PM	S	9.05	12.30	0.41%	102	0.42
18-juin-02	K	BM	S	7.65	4.60	0.13%	40	0.62
18-juin-02	K	PM	S	7.15	9.00	0.13%	43	0.44
9-juil-02	F	BM	S	15.76	15.42	0.44%	136	0.51
9-juil-02	F	PM	S	3.22	3.96	0.31%	90	0.45
10-juil-02	E	BM	S	18.97	35.11	0.33%	142	0.35
10-juil-02	E	PM	S	7.97	1.54	0.28%	48	0.84
11-juil-02	K	BM	S	15.63	10.81	0.17%	38	0.59
11-juil-02	K	PM	S	14.78	13.28	0.42%	134	0.53
27-août-02	F	BM	S	8.00	4.60	0.14%	41	0.63
27-août-02	F	PM	S	0.80	1.40	0.05%	31	0.36
28-août-02	E	BM	S	2.50	4.57	0.15%	35	0.35
28-août-02	E	PM	S	5.15	1.40	0.15%	39	0.79
29-août-02	K	BM	S	4.40	4.60		16	0.49
29-août-02	K	PM	S	3.85	4.60	0.10%	34	0.46
18-sept-02	F	BM	S	4.35	7.50	0.06%	17	0.37
18-sept-02	F	PM	S	1.25	1.40	0.31%	38	0.47
16-sept-02	E	BM	S	18.30	23.25	0.53%	198	0.44
16-sept-02	E	PM	S	2.65	2.85	0.44%	69	0.48
17-sept-02	K	BM	S	5.30	15.00	0.15%	45	0.26
17-sept-02	K	PM	S	11.65	6.75	0.41%	50	0.63
18-oct-02	F	BM	S	8.30	10.60	0.08%	32	0.44
18-oct-02	F	PM	S	14.00	14.40	0.51%	189	0.49
16-oct-02	E	BM	S	4.85	4.60	0.09%	30	0.51
16-oct-02	E	PM	S	13.60	20.05	0.49%	210	0.40
17-oct-02	K	BM	S	3.90	5.40	0.03%	12	0.42
17-oct-02	K	PM	S	8.55	13.60	0.24%	92	0.39
9-nov-02	F	BM	S	14.60	5.95	0.12%	24	0.71

9-nov-02	F	PM	S	9.90	8.00	0.21%	19	0.55
8-nov-02	E	BM	S	14.60	2.20	0.30%	41	0.87
8-nov-02	E	PM	S	8.20	28.50	0.17%	108	0.22
11-nov-02	K	BM	S	10.45	11.55	0.10%	26	0.48
11-nov-02	K	PM	S	15.05	16.00	0.35%	86	0.48

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
17-avr-02	E	BM	S	1.1	134.8	2.6	51
17-avr-02	E	PM	S	0.6	126.4	3.7	34
8-mai-02	E	BM	S	0.6	128.7	2.6	49
8-mai-02	E	PM	S	0.6	124.6	2.1	59
17-juin-02	E	BM	S	<0,5	201.2	2.1	95
17-juin-02	E	PM	S	1.1	200.8	2.1	96
10-juil-02	E	BM	S	1.1	156.2	3.7	42
10-juil-02	E	PM	S	<0,5	150.5	4.2	36
28-août-02	E	BM	S	0.6	129.0	3.2	41
28-août-02	E	PM	S	1.1	121.9	3.7	33
16-sept-02	E	BM	S	<0,5	110.4	2.1	52
16-sept-02	E	PM	S	<0,5	105.6	2.6	40
16-oct-02	E	BM	S	2.2	92.2	2.1	44
16-oct-02	E	PM	S	1.1	78.2	3.2	25
8-nov-02	E	BM	S	1.1	116.4	8.9	13
8-nov-02	E	PM	S	1.1	106.2	9.5	11

9.3.4. Résultats bruts de Vibrios halophiles

Date	St	TM	Niv	V. parah G/100ml	V. algin G/100ml	V. vulni G/100ml	V. chol G/100ml	V. halo G/100ml
16-avr-02	F	BM	S	0	0	0	0	0
16-avr-02	F	PM	S	0	0	0	0	0
17-avr-02	E	BM	S	0	0	0	0	0
17-avr-02	E	PM	S	0	0	0	0	0
18-avr-02	K	BM	S	0	0	0	0	0
18-avr-02	K	PM	S	0	0	0	0	0
7-mai-02	F	BM	S	0	0	0	0	0
7-mai-02	F	PM	S	0	1	2	0	0
8-mai-02	E	BM	S	0	0	0	0	0
8-mai-02	E	PM	S	0	0	0	0	0
9-mai-02	K	BM	S	0	1	0	0	0
9-mai-02	K	PM	S	0	10	0	0	0
16-juin-02	F	BM	S	0	10	0	0	0
16-juin-02	F	PM	S	0	20	0	0	0
17-juin-02	E	BM	S	1	0	0	0	0
17-juin-02	E	PM	S	0	0	0	1	0
18-juin-02	K	BM	S	0	0	0	0	0

18-juin-02	K	PM	S	0	0	0	0	2
9-juil-02	F	BM	S	0	30	0	0	0
9-juil-02	F	PM	S	1	0	0	0	0
10-juil-02	E	BM	S	10	2	0	0	0
10-juil-02	E	PM	S	10	20	0	1	0
11-juil-02	K	BM	S	10	0	0	0	10
11-juil-02	K	PM	S	10	0	0	0	0
27-août-02	F	BM	S	1000	100	0	0	0
27-août-02	F	PM	S	100	20	0	0	0
28-août-02	E	BM	S	100	10	0	0	0
28-août-02	E	PM	S	100	10	0	0	0
29-août-02	K	BM	S	10	0	0	0	0
29-août-02	K	PM	S	10	3	0	0	0
18-sept-02	F	BM	S	20	20	0	0	0
18-sept-02	F	PM	S	100	100	0	0	10
16-sept-02	E	BM	S	100	0	0	1	0
16-sept-02	E	PM	S	100	30	10	0	0
17-sept-02	K	BM	S	10	0	0	0	0
17-sept-02	K	PM	S	100	2	0	0	0
18-oct-02	F	BM	S	10	1	0	0	0
18-oct-02	F	PM	S	1	0	0	0	0
16-oct-02	E	BM	S	10	20	0	0	0
16-oct-02	E	PM	S	1	30	1	0	0
17-oct-02	K	BM	S	0	0	0	0	0
17-oct-02	K	PM	S	1	3	0	0	0
9-nov-02	F	BM	S	2	30	0	0	0
9-nov-02	F	PM	S	2	10	0	0	0
8-nov-02	E	BM	S	2	0	0	0	0
8-nov-02	E	PM	S	1	10	0	0	0
11-nov-02	K	BM	S	1	0	0	0	0
11-nov-02	K	PM	S	1	0	0	0	0