

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 2002 - Rapport RST.DEL.SR/02.05

ifremer

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

SURVEILLANCE ECOLOGIQUE

SITE DU BLAYAIS

RAPPORT SCIENTIFIQUE

ANNEE 2001

Commande n° B8PA557

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 2002 - Rapport RST.DEL.SR/02-05

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

SURVEILLANCE ECOLOGIQUE

SITE DU BLAYAIS

RAPPORT SCIENTIFIQUE

ANNEE 2001

Commande EDF n° B8PA557

FICHE DOCUMENTAIRE

Type de Rapport : RST (Rapports de résultats de recherches scientifiques et/ou techniques)	
Numéro d'identification du rapport : <i>RST.DEL/SR/02-05</i>	date de publication : <i>mars 2002</i>
Diffusion : libre <input checked="" type="checkbox"/> restreinte <input type="checkbox"/> interdite <input type="checkbox"/>	nombre de pages : <i>184 p.</i>
Validé par : G. de Kergariou	bibliographie : <i>Oui</i>
Adresse électronique :	illustration(s) : <i>Oui</i>
- chemin UNIX :	langue du rapport :
- adresse WWW :	<i>Français</i>
Titre et sous-titre du rapport :	
<i>Surveillance Ecologique du site du "Blayais" - année 2001</i>	
Titre traduit :	
<i>Ecological monitoring of the "Blayais" nuclear power plant – 2001</i>	
Auteur(s) principal(aux) :	Organisme / Direction / Service, laboratoire :
<i>QUINTIN Jean-Yves, CASTAING Patrick, JOUANNEAU Jean-Marie, OGGIAN Georges, LECONTE Michel, PARRA René, SAUTOUR Benoît, CHAURIAL Bernard, GOURNIER Nathalie.</i>	<i>IFREMER/BREST/DEL/SR Université de Bordeaux I / BORDEAUX/DGO Université de Bordeaux I / ARCACHON/LOB IEEB / BORDEAUX</i>
Organisme commanditaire : nom développé, sigle, adresse	
<i>Electricité de France (EDF) - Production Transport - C.N.P.E. du Blayais B.P. 27 - 33820 ST-CIERS-S/GIRONDE</i>	
Titre du contrat de recherche : n° de contrat IFREMER B8PA557	
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, Université de Bordeaux I, Av. des Facultés – 33405 TALENCE CEDEX</i>	
<i>Laboratoire d'Océanographie Biologique (LOB), Station Marine d'Arcachon, Université de Bordeaux I, 2 rue du Professeur Jolyet - 33120 ARCACHON</i>	
<i>Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux (IEEB), Laboratoire d'Hygiène et Santé, 1 rue du Professeur Vézès - 33300 BORDEAUX</i>	
Responsable scientifique : <i>Jean-Yves QUINTIN - IFREMER/BREST/DEL/SR</i>	
Cadre de la recherche : Surveillance des centrales en bord de mer et en estuaire	
Programme :	Convention : <i>S 68 T 0020</i>
<i>Surveillance et évaluation de la qualité du milieu marin</i>	
Projet : <i>I.G.A.</i>	Autres (préciser) : <i>Le Blayais Surveillance</i>
<i>Impact des Grands Aménagements</i>	
Campagne océanographique : (nom de campagne, année, nom du navire)	
<i>Navire Côte d'Aquitaine, et Côte de Normandie</i>	

Résumé :

L'étude de surveillance n° 24 du site électronucléaire du BLAYAIS (département de la Gironde) concerne la période de mars à novembre 2001. Le domaine pélagique est étudié (physico-chimie, hydrobiologie, bactériologie, zooplancton, bathymétrie).
[Voir fiche résumé p. 7-10]

Abstract :

Monitoring n° 24 of the BLAYAIS nuclear power plant takes into account studies conducted between March and November 2001. 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.* (2002) – Surveillance écologique du site du Blayais, année 2001. Rapp. IFREMER RST.DEL/SR/ 02-05, mars 2002, 184 p.

Référence particulière

CASTAING P., JOUANNEAU J.M., OGGIAN G., (2002). – Résultats des mesures in situ. *In* : QUINTIN J.Y. (coord.) *et al.* (2002) - Surveillance écologique du site du Blayais, année 2001. Rapp. IFREMER RST.DEL/SR/ 02-05, mars 2002, pp. 41 – 103.

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 17 décembre 2001 au CNPE du Blayais, et qui a réuni les personnes suivantes : MM. Caubit A., Sabirou J., 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. Département de l'Environnement et de l'Aménagement Littoral.

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

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

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

Surveillance du Blayais 2001 - résumé

Les conditions climatiques de l'année 2001 présente de fortes pluies début janvier, puis de fin février à avril, avec une période de chaleur estivale en juillet - août. La température moyenne de l'air en août, mois le plus chaud de l'année, atteint 22,6 °C. Plusieurs crues se sont ainsi produites, les plus fortes se situant en janvier, mi - mars, et surtout début mai (débit maximum instantané de l'année de $3621 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ le 2 mai 2001). Le débit décadaire moyen 1982 - 2000 s'établit à $852 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$; il est de $914 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ en 2001, soit un excédent de $62 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. L'année 2001 peut être considérée comme une année humide, nettement plus arrosée que 2000, surtout en début d'année. Les crues ont évacué en quasi totalité le bouchon vaseux et nous avons pu constater tout au long de l'année de faibles 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, montre une migration de l'isobathe 0 de 2 Km vers l'aval indiquant un allongement du banc de Patiras ; cette situation, si elle perdure, pourrait devenir préoccupante pour la dispersion des eaux échauffées.

Au point E, les températures moyennes des eaux, très déficitaires en fin avril - début mai par rapport à celles de la période 1976 - 2000, devient excédentaire de la mi - mai à la fin de l'année. La température maximale de 27,3 °C a été relevée en surface le 30 août 2001 ; peut-être en lien avec les fortes chaleur de

la troisième décennie d'août. En 2001, comme cela a déjà été constaté en 1980, 1991 et 1996, une divergence apparaît entre température moyenne de l'air qui a baissé de 0,4 °C, et température de l'eau de fond au point E qui a augmenté de 1 °C par rapport à l'année 2000. Le réchauffement auprès du fond, hors effet thermique de la centrale, se poursuit.

Les résultats des mesures de salinité sont liés aux apports d'eau douce en amont (débit fluvial), et aux apports halins en aval (coefficient de marée). La situation d'étiage se traduit par une intrusion haline plus importante. Les mesures de salinité confirment cette situation avec des minima en mars - avril, des maxima en septembre - octobre ; cependant, nous notons en 2001 une diminution des salinités moyennes aux trois points par rapport à 2000, consécutif à un début d'année nettement plus arrosé.

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 2001, les vitesses maximales des courants en surface et au fond, de flot et de jusant, sont inférieures à celles de 2000.

Les valeurs moyennes de turbidité en 2001 sont légèrement inférieures à celles de 2000. Tout au long de l'année, les turbidités sont faibles en aval (point F) et dans une moindre mesure en amont (point K) ; les crues de début d'année (janvier, mi - mars, et surtout début mai) ont éjecté la quasi - totalité du bouchon vaseux à l'océan.

Au cours de l'année 2001, les valeurs moyennes d'oxygène dissous au point E évoluent autour de 85,5 % du taux de saturation, et sont du même ordre de grandeur qu'en amont (82,65 % au point K) et en l'aval (84 % au point F). En 2001, le déficit moyen régresse nettement aux trois points ; l'estuaire a bénéficié d'un apport conséquent d'eau fraîche d'amont (fonte des neiges et glaces) qui ont fait barrage à l'intrusion haline.

En raison de la turbidité faible des eaux, les teneurs en carbone organique particulaire sont restées peu élevées au cours de l'année 2001, pour toutes les stations de l'estuaire (E : 7,2 mg/L, F : 7,4 mg/L, E : 9,4 mg/L, pour une moyenne pluriannuelle 1992-2001 de 15,6 mg/L tous niveaux et stations confondus. Cependant, les valeurs du rapport COP/MES (E : 1,60%, F : 1,68%, E : 1,59%) restent conformes à celles obtenues les années précédentes (1,50 à 2,00 %) ; la faible turbidité n'influant que sur la dispersion des valeurs en fonction surtout du temps de marée et de la saisonnalité.

Pour toutes les stations, les teneurs en chlorophylle (a) enregistrées en 2001 sont inférieures à la moyenne pluriannuelle 1992-2001 (12,04 µg/L) ; les concentrations les plus élevées sont enregistrées au mois de mai. Sa normalisation par rapport au carbone organique particulaire permet de constater une augmentation bien marquée des rapports Chlorophylle/COP lors de la campagne du mois de mai pour les trois stations de l'estuaire. Pour ce paramètre, les moyennes de l'année 2001 sont supérieures à la moyenne pluriannuelle 1992-2001 (0,36% toutes stations confondues), et la moyenne au point E (0,37 %) est dans la gamme de celle des autres points (K et F).

Les teneurs en sels nutritifs ont pour principale origine le lessivage des bassins versants. Malgré les forts débits enregistrés en début de période, les teneurs en nitrates et orthophosphates sont légèrement inférieures à celles enregistrées en 2000 (moyennes de PO₄ : 3,2 µmol/L et NO₂₊₃ : 151,7 µmol/L) ; les moyennes annuelles 2001 (PO₄ : 2,9 µmole/L et NO₂₊₃ : 132,4 µmole/L) sont proches des valeurs des moyennes pluriannuelles 1992-2001 (PO₄ : 2,9 µmole/L et NO₂₊₃ : 141,5 µmole/L). Le rapport N/P oscille autour de sa valeur moyenne (environ 50) en fonction de la saisonnalité.

Compte tenu des faibles salures, les densités en Vibrio halophiles ont été en diminution par rapport à celles des années précédentes. Cependant, le nombre de recherches positives n'a pas diminué pour les stations E et F. Il convient de noter que, sur les deux années consécutives, les dénombrements à la station E à pleine mer sont plus importants qu'à basse mer pour les trois dernières campagnes de la période d'étude. Ce fait est peut-être à rapprocher de l'accroissement des températures des eaux pour ce temps de marée et cette station. Les espèces les plus couramment rencontrées sont *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio vulnificus*, *Vibrio fluvialis*, *Vibrio mimicus*. Peu de souches n'ont pas été identifiées. Les vibrios halophiles sont apparus dès le mois de juin 2001 à la station E et F, et présentent un maximum d'abondance estival.

Dans le zooplancton, *Eurytemora affinis* reste l'espèce dominante. Son maximum au point E (25 084 ind/m³) est apparu en juin. Ce maximum est supérieur à la moyenne des maxima enregistrée depuis 1978 (19 443 ind/m³) ; l'espèce a été favorisée par les faibles salinités en 2001. La moyenne des effectifs d' *E. affinis* au point E (8 393 ind/m³) est intermédiaire à celle des autres points K et F ; il en est de même pour *Acartia bifilosa* (15 ind/m³), *Acartia tonsa* (1 541 ind/m³), *Mesopodopsis slabberi* (211 ind/m³), *Neomysis integer* (73 ind/m³).

La structure démographique des populations d'*Eurytemora affinis* au point E en 2001 présente un pourcentage de femelles ovigères de 20 %, et un sex-ratio (rapport mâle/total adulte exprimé en pourcentage) de 52 %, supérieur à ceux

des autres points. La fécondité moyenne annuelle (3,3 œufs / sac) et la mortalité moyenne (1,4 %) restent faibles, et se situent entre celles des autres points K et F.

En conclusion nous pouvons noter les faits marquants suivants :

L'année 2001 est caractérisée par un fort contraste hydrologique entre le début de la période, où les débits liquides sont élevés, et la période estivale et automnale où les débits sont faibles. De ce fait, tout au long de l'année les eaux sont restées dessalées et peu turbides, et l'oxygénation a atteint un niveau élevé, rarement observé depuis 1978, globalement favorable au bilan de santé de l'estuaire.

En revanche, au point E à partir du mois de juin et jusqu'en octobre la température mensuelle moyenne de l'eau est beaucoup plus élevée qu'en 2000 et que la moyenne calculée pour la période de 1976 à 2000. Ceci peut être le résultat des conditions climatologiques et/ou une conséquence des profonds changements observés dans la bathymétrie entre 1995 et 2000, changements qui tendraient à provoquer une moins bonne circulation des eaux dans la zone des rejets (chenal médian). Cette dernière hypothèse, à vérifier, est confortée par l'observation des vitesses de courant maximales de jusant et de flot qui sont en diminution depuis 1999.

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 2001.....	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 2001	29
2.2. Débits fluviaux	33
3. Evolution des fonds	35
3.1. Evolution des fonds	35
4. Résultats des mesures in situ	41
4.1. Température	41
4.1.2. Variations annuelles.....	51
4.1.3. Variations pluriannuelles.....	54
4.2. Salinité	58
4.2.1. Variation dans le temps	58
4.3. Vitesse de courant.....	70
4.4. Turbidités	75
4.4.1. Variations dans le temps	75
4.4.2. Variations spatiales.....	83
4.5. Oxygène dissous	87
4.5.1. Variations dans le temps	87
4.5.2. Variations spatiales.....	99
5. Paramètres hydrobiologiques	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.....	111
5.2.	Chlorophylle et phéopigments.....	115
5.2.1.	Variations saisonnières.....	115
5.2.2.	Evolution des moyennes annuelles.....	119
5.3.	Sels nutritifs.....	120
5.3.1.	Variations saisonnières.....	120
5.3.2.	Evolution des moyennes annuelles.....	122
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.....	128
6.1.3.	Evolution des moyennes annuelles.....	128
6.2.	Spéciation.....	129
6.2.1.	Souches identifiées.....	129
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.....	147
7.3.3.	Variation des densités de Mysidacés.....	150
7.4.	Structure démographique d' <i>Eurytemora affinis</i> aux points F, E, et K.....	154
7.4.1.	Paramètres de population.....	154
7.4.2.	Fécondité.....	156
7.4.3.	Mortalité.....	158
8.	Références bibliographiques.....	161
9.	Annexes.....	165
9.1.	Annexe 1 : Dénombrement des divers prélèvements et mesures - 2001 ...	165
9.2.	Annexe 2 : Tableaux des résultats de mesures.....	169
9.3.	Annexe 3 : Tableau des résultats analytiques.....	177
9.3.1.	Résultats bruts de mesures de MES et COP.....	177
9.3.2.	Résultats bruts de mesures de chlorophylle et phaeopigments.....	182
9.3.3.	Résultats bruts de mesures de sels nutritifs.....	183
9.3.4.	Résultats bruts de Vibrios halophiles.....	183

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 migrateurs.

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

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

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

Le chapitre 1 de ce rapport présente le site du Blayais dans le contexte estuarien particulier de la Gironde, et fait un rappel des diverses études réalisées. Les chapitres suivants présentent les résultats de l'étude de surveillance écologique du site du Blayais de l'année 2001, étude effectuée dans le cadre de la commande EDF/IFREMER n°B8PA557. 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, évoluent dans le temps et dans l'espace sous l'influence respectivement marine et continentale.

1.2.2. Aperçu du fonctionnement hydro sédimentaire de l'estuaire

L'hydrologie fluviale présente des débits très variables (175 m³.s⁻¹ à plus de 5000 m³.s⁻¹)⁷; lorsqu'ils sont forts, ils sont source d'apports alluvionnaires importants en provenance des fleuves et 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 2001 (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 2001, 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
---------------------	----	----	----	-----	-----

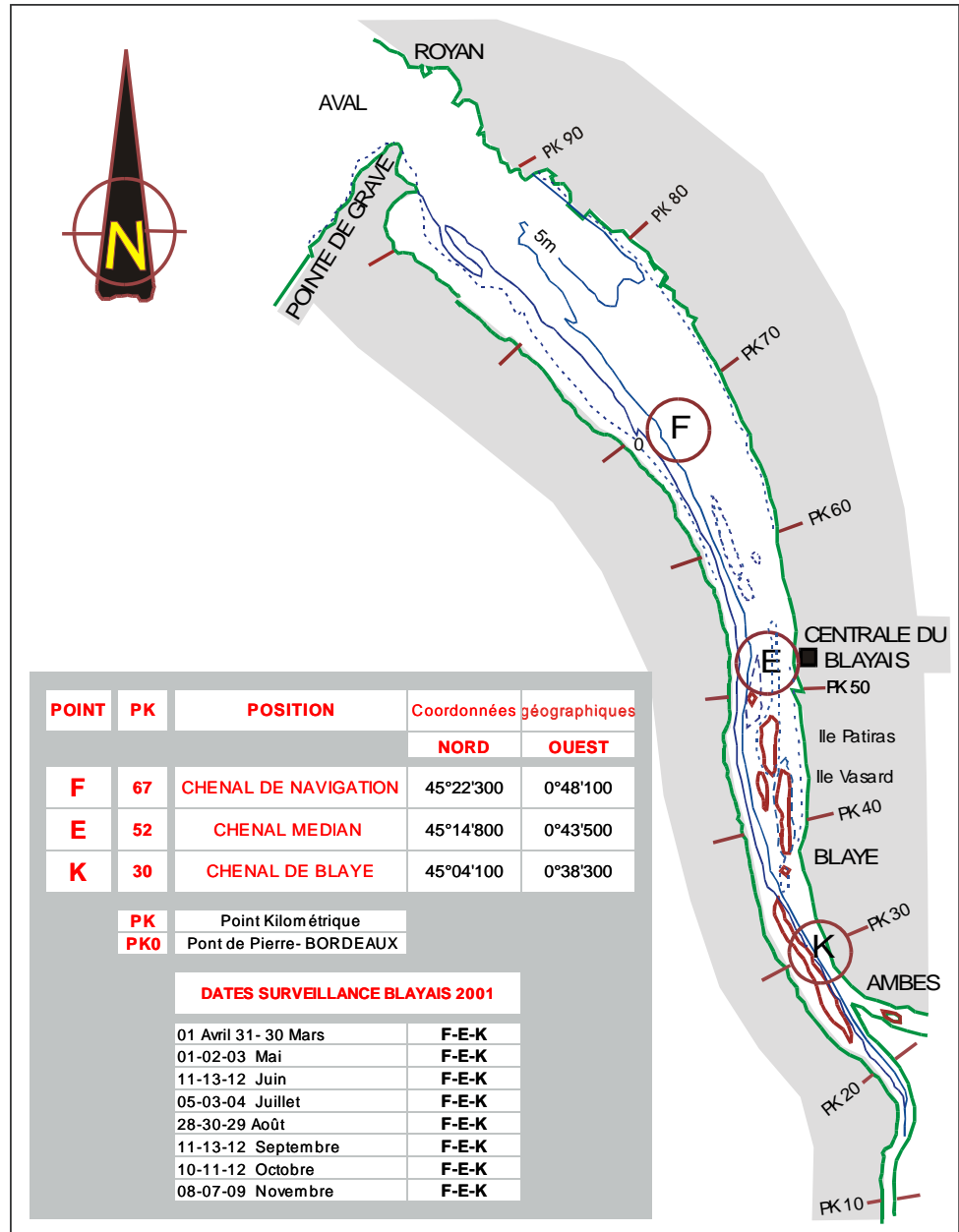


Figure 1-1 : Carte de positionnement des points.

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 = **Erreur !**

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 particule non vivantes : organiques (débris de lignine), ou inorganiques (mica, sable) qui gênent le comptage du zooplancton.

La séparation entre zooplancton et tripton s'effectue par élimination des particules les plus fines (lavage) et les plus lourdes (élutriation). Avant comptage, chaque échantillon, est lavé sur un tamis de 200 µm d'ouverture de maille. Cette manipulation a pour but d'éliminer les particules les plus fines (vase en particulier) adhérant toujours plus ou moins aux autres particules. Enfin, les plus grosses particules, qu'elles soient vivantes (macrofaune vagile : Décapodes, larves de Poissons) ou non vivantes (feuilles, algues, morceaux de bois) 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 fluorescéine. 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 2001

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 2001.

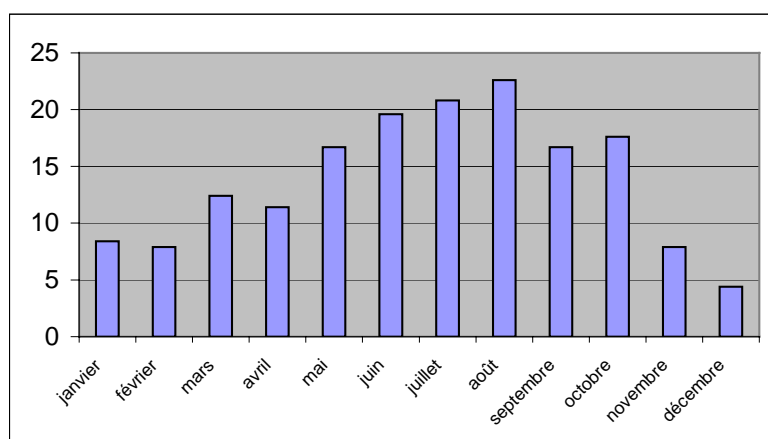


Figure 2-1 : Températures moyennes de l'air (Station de Bordeaux - Mérignac) en 2001

Janvier

T° moyenne de l'air : 8,4 °C mini : 5,6° C maxi : 11,3 °C
 Mois très pluvieux et très doux. Il a beaucoup plu lors des 1^{ère} et 3^{ème} décades. Sur le mois, l'exédent est de 46 %. La moyenne des températures est supérieure de 2 °C à la normale, en raison de minimales particulièrement douces (seulement deux jours de gel).

Février

T° moyenne de l'air : 7,9 °C mini. : 4,0 °C maxi. : 11,9 °C
 Mois peu arrosé (70 % de la normale) en raison d'une deuxième décade sèche et malgré beaucoup de pluie en fin de période. Les températures froides de la troisième décade (-2,6 °C) viennent compenser une première décade plutôt douce.

Mars

T° moyenne de l'air : 12,4 °C mini : 8,8 °C maxi : 15,9 °C
 Mois très doux, très pluvieux et venteux. Près du double de précipitations de la normale. Les températures minimales sont extrêmement douces (+4,2 °C aux normales) les températures moyennes étant supérieures de 2,8 °C. L'ensoleillement est très faible (52 %).

Avril

T° moyenne de l'air : 11,4 °C mini. : 7,5 °C maxi. : 15,4 °C
 Mois peu ensoleillé et pluvieux. Avec près de 60 mm, la troisième décade recueille les 2/3 des précipitations du mois (118 % de la normale). Les températures sont plutôt douces en début de mois, plutôt froides en deuxième et troisième décades.

Mai

T° moyenne de l'air : 16,7 °C mini. : 11,4 °C maxi. : 22,0 °C
 Mois sec et contrasté. Début froid, deuxième quinzaine ensoleillée et chaude. La pluviométrie est très largement déficitaire avec 24 % de la normale. Les températures, basses en première décade, deviennent caniculaires en fin de mois (record le 30 avec 34,6 °C).

Juin

T° moyenne de l'air : 19,6°C mini. : 14,1°C maxi. : 25,2°C
 Mois sec et ensoleillé. A peine 29.8 mm de précipitations (soit 47% de la normale) , tombées pour l'essentiel le 16 et le 17 L'ensoleillement est bon, les températures, normales en première et deuxième décade, chaudes en troisième décade, avec 5 jours de forte chaleur dont un jour à 36,4 °C, le 25.

Juillet

T° moyenne de l'air : 20,8 °C mini. : 15,8 °C maxi. : 25,7 °C

Mois pluvieux ; les deux premières décades sont très arrosées avec le double de la normale, la troisième est sèche. Il en résulte un ensoleillement plutôt faible (84% de la normale). Les températures sont un peu fraîches en début de mois, plus chaudes les dix derniers jours, mais restent globalement dans les normales saisonnières.

Août

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

Mois chaud et sec. Seulement 40 mm de précipitations, principalement en deuxième et troisième décades. L'insolation est conforme à la normale. Les températures sont largement supérieures aux normales en troisième décade (+5,2 °C pour les maximales) en raison de 8 jours de forte chaleur.

Septembre

T° moyenne de l'air : 16,7 °C mini. : 11,6 °C maxi. : 21,9 °C

Mois peu arrosé et frais. Les deux premières décades sont peu pluvieuses, ainsi la pluviométrie mensuelle est largement déficitaire avec 57%. L'insolation est presque normale avec 91%. Les températures sont particulièrement fraîches, en moyenne -1,4 °C sur le mois .

Octobre

T° moyenne de l'air : 17,6 °C mini. : 12,7 °C maxi. : 22,4 °C

Mois extrêmement doux. Les températures minimales et maximales sont très élevées : en moyenne +3.4 °C par rapport aux normales. En raison d'une troisième décade quasiment sèche, les précipitations sont plutôt faibles (87%). L'insolation est bonne avec 113% de la normale ; à noter 5 jours de chaleur >25 °C.

Novembre

T° moyenne de l'air : 7,9 °C mini. : 4,2 °C maxi. : 11,5 °C

Mois froid et sec, en raison de conditions anticycloniques. La pluviométrie est particulièrement faible, notamment en deuxième décade. L'insolation est normale. Les températures sont froides en première et deuxième décades (elles accusent un déficit de 2 à 3 °C), deviennent plus conformes en troisième décade.

Décembre

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

Mois très froid ,sec et très ensoleillé. Après quelques jours doux, le froid s'installe (-7,9 °C en moyenne), à la faveur de conditions anticycloniques. La pluviométrie est largement déficitaire. L'ensoleillement est exceptionnel.

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

(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 2001.

Les débits moyens (établis par périodes de 10 jours) évoluent entre :
 $223 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ du 01.09 au 10.09 et
 $2405 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ du 01.05 au 10.05.

Le débit instantané maxima est de $3621 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ relevé le 02.05-01
 Un pic secondaire de $3223 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ est relevé le 14.03.01.

La moyenne annuelle pour l'année 2001 est de $914 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, soit un excédent de $62 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ par rapport à la moyenne annuelle pour la période 1982/2000 qui s'établit à $852 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Il s'agit donc d'une année "normale" pour les débits.

Par rapport à la moyenne 1982/2000, les débits 2001 sont excédentaires début Janvier (première crue de l'année), puis déficitaires en Février.
 Du fait d'une pluviosité excédentaire fin Février, Mars et Avril, une seconde crue apparaît mi-Mars ($3223 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ le 14.03.01), puis une troisième crue début Mai (avec un débit maximum instantané de l'année de $3621 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ le 02.05.01). Les débits reviennent déficitaires fin Mai et Juin, à nouveau excédentaires début Juillet et redeviennent déficitaires jusqu'à fin Décembre.

L'année 2001 peut être considérée comme une année humide, nettement plus arrosée que 2000, surtout en début d'année. Les crues ont évacué en quasi totalité le bouchon vaseux et nous avons pu constater tout au long de l'année de faibles turbidités.

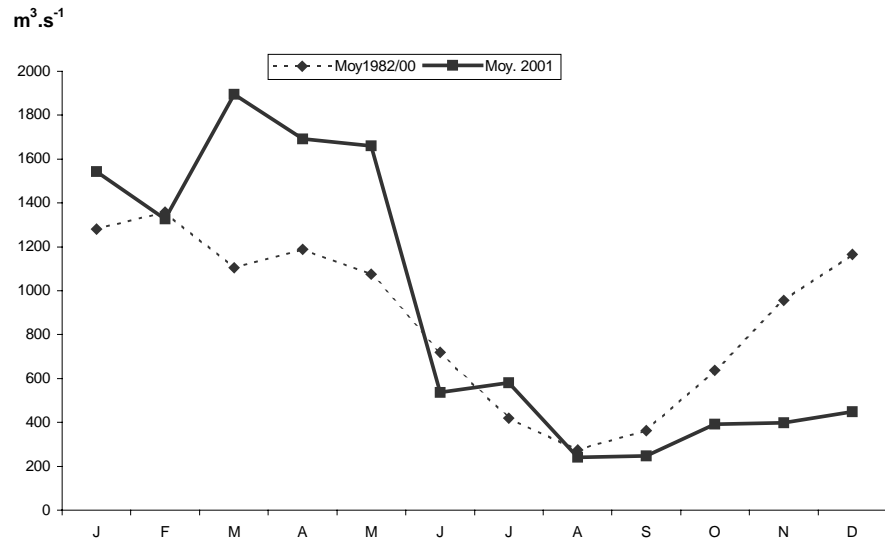


Figure 2-2 : Débits mensuels moyens de la Gironde en 2001.

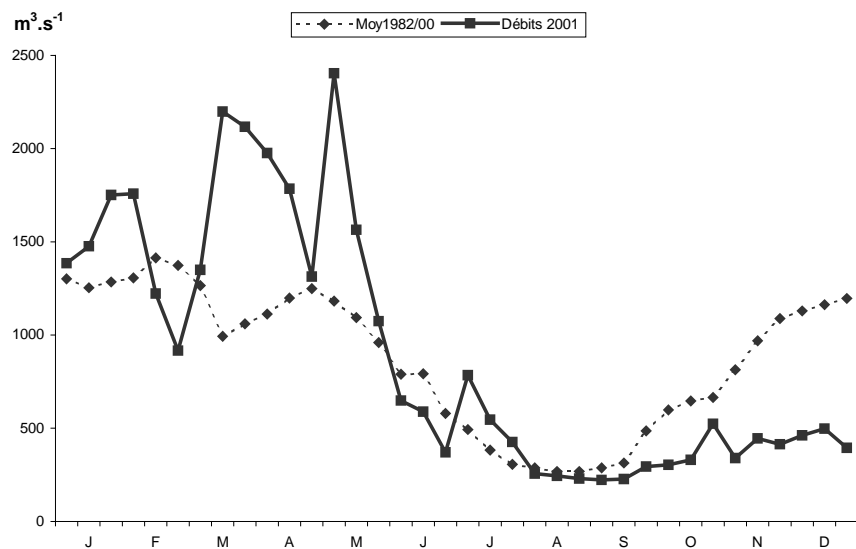


Figure 2-3: Débits moyens de la Gironde par périodes de 10 jours en 2001.

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 StLouis diminue sans que sa largeur augmente. La partie située juste à l'aval des exutoires s'exhausse surtout entre 1994 et 1995 où apparaissent des fonds à + 2 m . Le même phénomène est observé à l'aval de l'île de Trompeloup. On notera enfin que les profondeurs sont en diminution entre les îles de Patiras et de Trompeloup où les fonds de 2 m et plus ont quasiment disparus. (Figure 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 et il est nécessaire de lever la bathymétrie au début de l'année 2002, car il n'y a pas eu de suivi depuis 1 an et demi.

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.

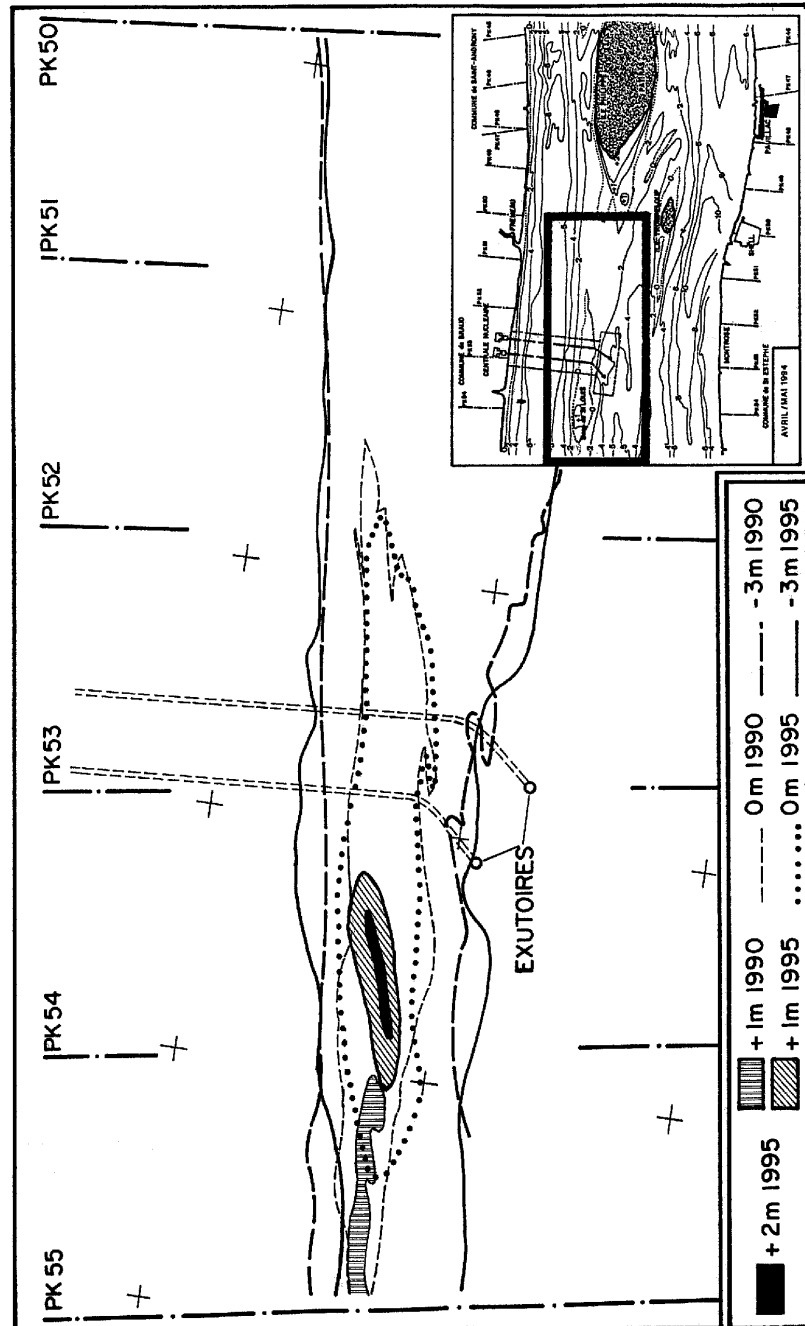


Figure 3-1 : Comparaison des fonds de 1990 et 1995.

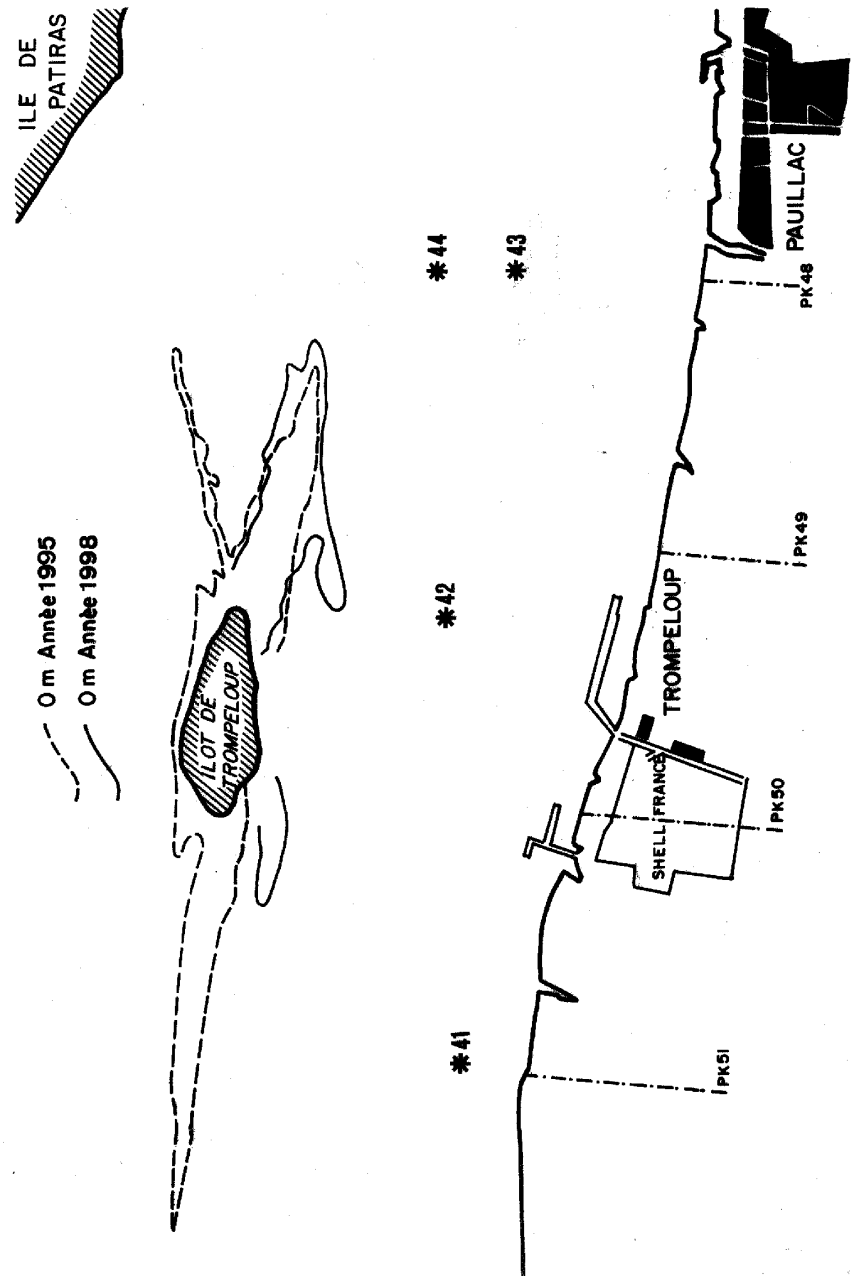


Figure 3-2 : Comparaison de l'isobathe 0 de 1995 et 1998 dans la zone de Trompeloup.

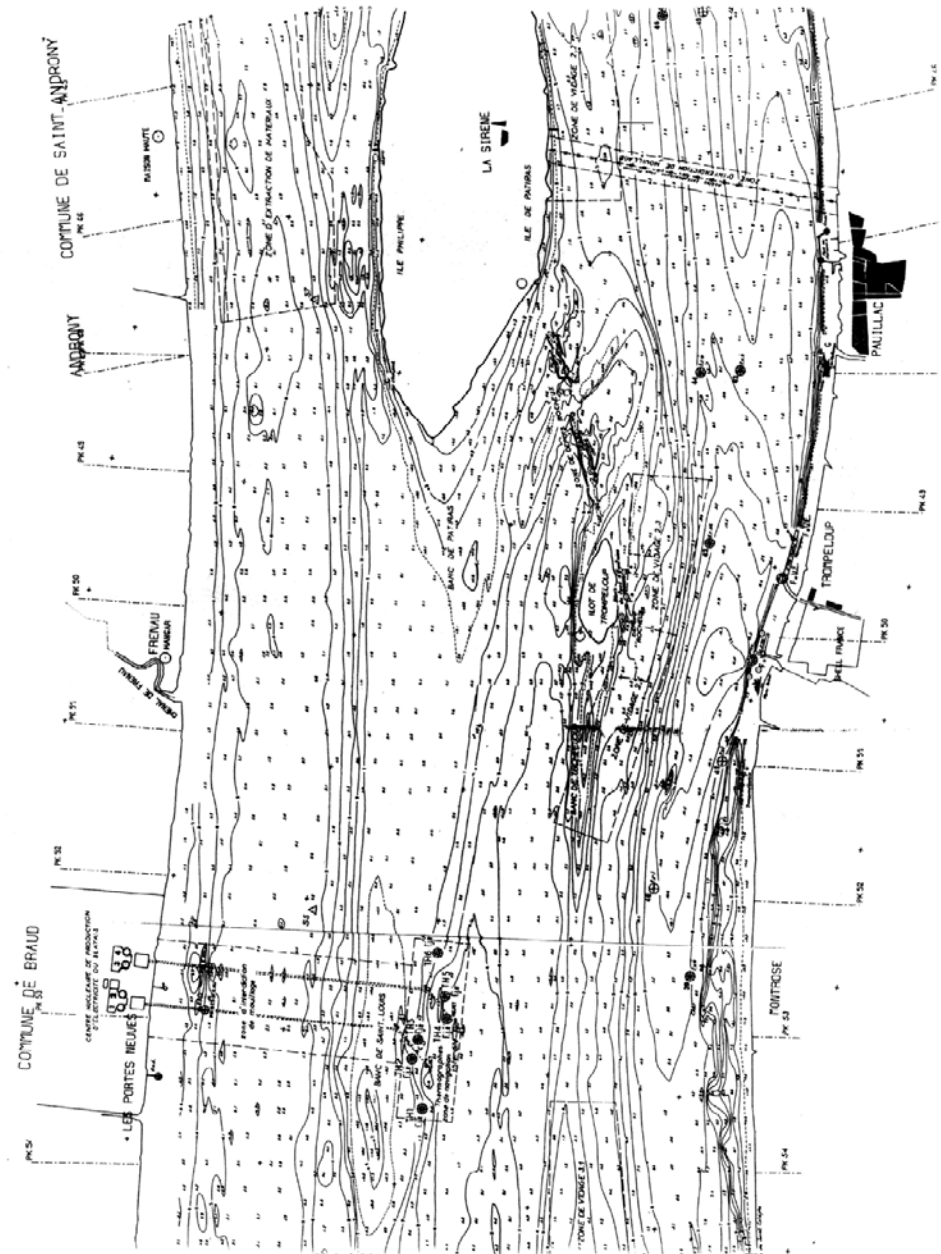


Figure 3-3: Carte des fonds en 1995.



Figure 3-4 : Carte des fonds en 2000.

4. Résultats des mesures in situ

4.1. Température

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)

0,2 °C et 2,0 °C en surface
0,3 °C et 2,1 °C au fond.

L'écart maxima : 2,0 °C en surface le 05 Juillet, la température moyenne étant de 22,9 °C. et le débit de 257 m³.s⁻¹.

2,1 °C au fond le 05 Juillet, la température moyenne étant de 22,9 °C et le débit de 257 m³.s⁻¹.

L'écart minima : 0,2 °C en surface le 01 Mai, la température moyenne étant de 13 °C et le débit de 1314 m³.s⁻¹.

0,3 °C au fond le 01 Mai, la température moyenne étant de 13 °C et le débit de 1314 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)

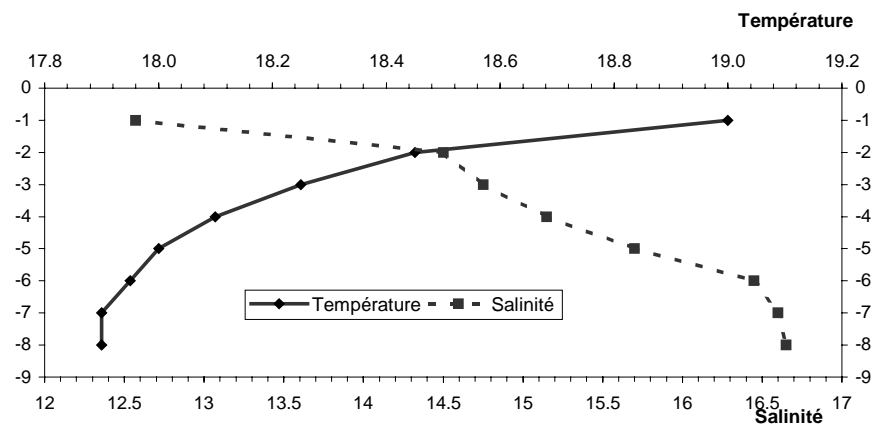


Figure 4-1: Evolution des gradients de température et de salinité au point F PK 67 le 10 Octobre 2001 à 15h15.

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

POINT F PK 67								
TEMPERATURES de l'eau en surface (S) et au fond (F)								
ANNEE 2001								
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfl m ³ /s-1 (moyenne des 10j.précédents)
01-avr	S	12.6	13.5	0.9	13.0	0.3	49-45	2118
	F	12.6	13.3	0.7	12.9			
01-mai	S	12.9	13.1	0.2	13.0	0.2	48-49	1314
	F	12.8	13.1	0.3	13.0			
11-juin	S	19.7	21.2	1.5	20.7	0.6	59-55	649
	F	19.1	21.1	2.0	20.2			
05-juil	S	21.8	23.8	2.0	22.9	0.1	76-77	257
	F	21.7	23.8	2.1	22.9			
28-août	S	24.4	24.8	0.4	24.6	0.4	38-39	280
	F	24.1	24.7	0.6	24.3			
11-sept	S	20.5	21.4	0.9	21.0	0.7	41-38	223
	F	20.3	21.2	0.9	20.8			
10-oct	S	18.0	19.0	1.0	18.6	1.1	41-38	300
	F	17.9	18.7	0.8	18.2			
07-nov	S	14.8	15.3	0.5	15.0	0.1	56-51	283
	F	14.8	15.4	0.6	15.0			

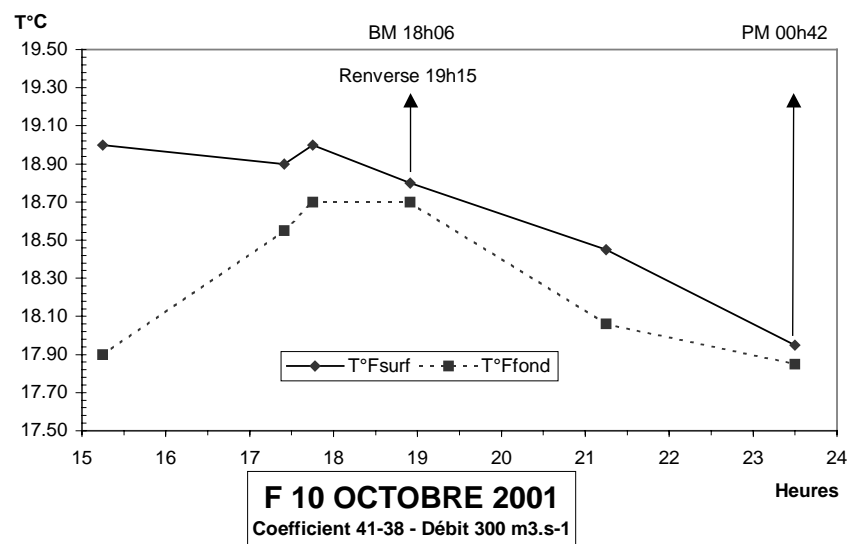
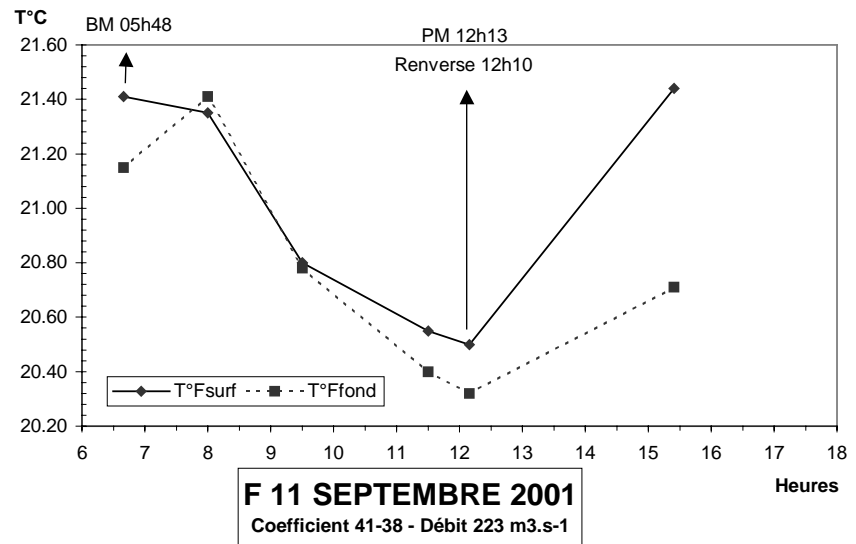


Figure 4-2 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au point F PK 67 en 2001.

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) :

-0,2 °C et 2,8 °C en surface

-0,1 °C et 1,7 °C au fond.

L'écart maxima : 2,8 °C en surface le 13 Juin la température moyenne étant de 22 °C. Débit de 615 m³.s⁻¹.

1,7 °C au fond le 31 Mars, la température moyenne étant 12,6 °C et le débit de 2043 m³.s⁻¹.

L'écart minima : 0,2 °C en surface le 03 Juillet, la température moyenne étant de 24,5 °C. Débit de 312 m³.s⁻¹.

0,1 °C au fond le 03 Juillet la température moyenne étant de 24,5 °C, et le débit de 312 m³.s⁻¹.

La figure établie avec les mesures principales et les mesures complémentaires 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.

POINT E PK 52								
TEMPERATURES de l'eau en surface(S)et au fond(F)								
ANNEE 2001								
DATES		Minimum	Maximum	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfl m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
		absolu	absolu					
31-mars	S	12.1	13.8	1.7	12.8	0.0	61-65	2043
	F	12.1	13.8	1.7	12.6			
02-mai	S	13.0	15.1	2.1	13.7	1.7	53	1468
	F	13.0	13.4	0.4	13.2			
13-juin	S	21.0	23.8	2.8	22.0	2.5	44-41	615
	F	21.0	21.6	0.6	21.3			
03-juil	S	24.4	24.6	0.2	24.5	0.1	68-71	312
	F	24.4	24.5	0.1	24.5			
30-août	S	25.0	27.3	2.3	25.7	1.9	50-55	236
	F	25.0	25.4	0.4	25.2			
13-sept	S	21.5	23.3	1.8	22.1	1.6	41-46	222
	F	21.5	21.8	0.3	21.6			
11-oct	S	18.2	20.9	2.7	19.1	2.2	39	305
	F	18.3	18.7	0.4	18.5			
08-nov	S	14.7	17.1	2.4	15.5	1.5	47-45	275
	F	14.8	15.6	0.8	15.2			

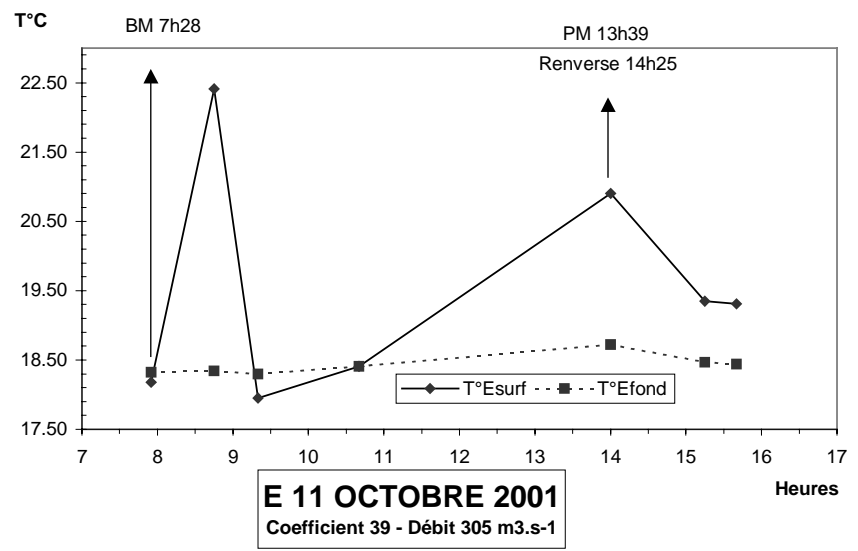
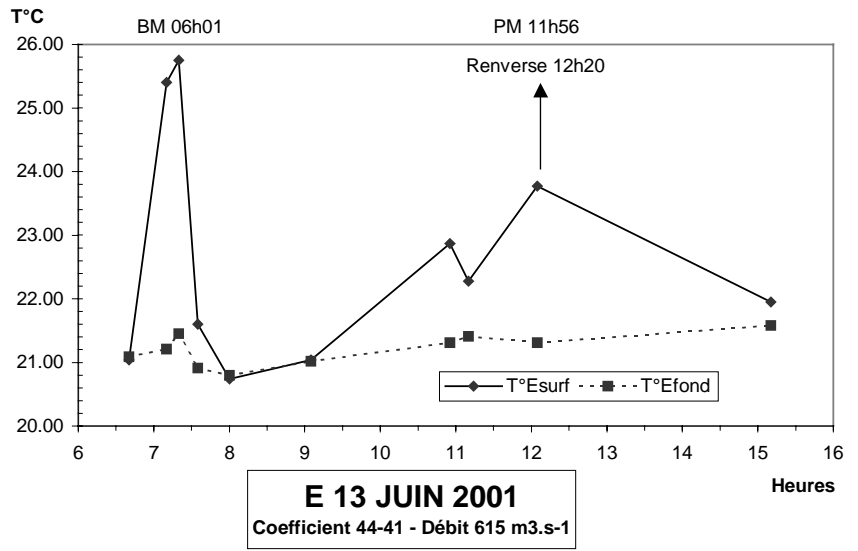


Figure 4-3 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au point E PK 52 en 2001.

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) :

0,2 °C et 0,8 °C en surface
0,1 °C et 0,7 °C au fond.

L'écart maxima : 0,8 °C en surface le 09 Novembre, la température moyenne étant de 13,5 °C. Débit de 291 m³.s⁻¹ ;
0,7 °C au fond le 09 Novembre, la température moyenne étant de 13,6 °C. Débit de 291 m³.s⁻¹.

L'écart minima : 0,2 °C en surface le 29 Août, la température moyenne étant de 25,1 °C, et les débits de 242 m³.s⁻¹.
0,1 °C au fond le 29 Août, la température moyenne étant de 25,1 °C et les débits de 242 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.

POINT K PK 30								
TEMPERATURES de l'eau en surface(S)et au fond(F)								
ANNEE 2001								
DATES		Minimum	Maximum	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfl m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
		absolu	absolu					
30-mars	S	11.0	11.6	0.6	11.3	0.0	73-68	1993
	F	11.0	11.6	0.6	11.3			
03-mai	S	12.0	12.5	0.5	12.3	0.0	58-65	1695
	F	12.0	12.5	0.5	12.3			
12-juin	S	20.8	21.2	0.4	21.0	0.1	51-47	619
	F	20.9	21.1	0.2	21.0			
04-juil	S	24.3	24.6	0.3	24.4	0.1	73-74	257
	F	24.4	24.6	0.2	24.5			
29-août	S	25.0	25.2	0.2	25.1	0.1	41-45	242
	F	25.1	25.2	0.1	25.1			
12-sept	S	20.9	21.4	0.5	21.1	0.1	38	222
	F	20.8	21.3	0.5	21.1			
12-oct	S	17.9	18.5	0.6	18.2	0.1	42-48	323
	F	17.9	18.4	0.5	18.2			
09-nov	S	13.0	13.8	0.8	13.5	0.1	45	291
	F	13.1	13.8	0.7	13.6			

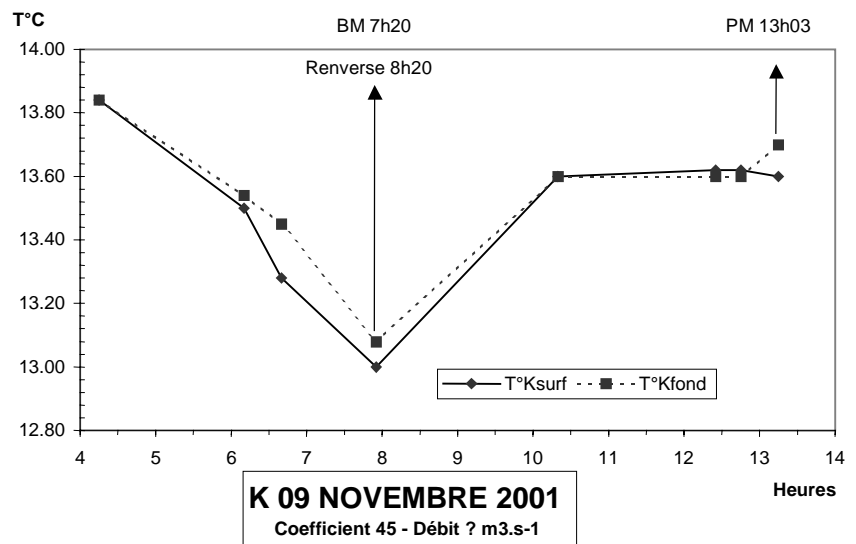
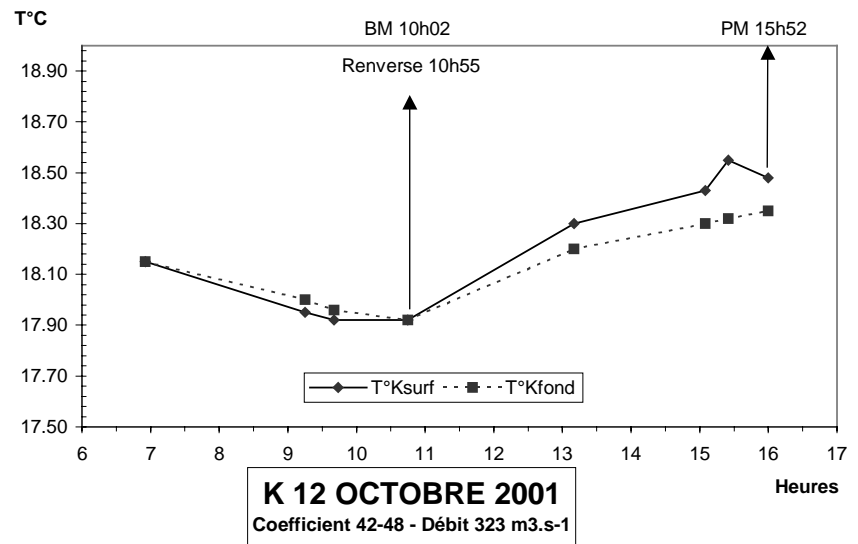


Figure 4-4 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au Point K (PK 30) en 2001.

4.1.2. Variations annuelles.

Point F - PK 67 (Figure 4-5)

Les températures moyennes, entre Avril et Novembre 2001 ont évolué :

de 13 °C le 01 Avril et le 01 Mai.

à 24,6 °C le 28 Août en surface.

et de 12,9 °C le 01 Avril.

à 24,3 °C le 28 Août au fond.

Les températures maximales relevées sont :

24,8 °C le 28 Août en surface

24,7 °C le 28 Août au fond.

Les températures minimales relevées sont :

12,6 °C le 01 Avril en surface

12,6 °C le 01 Avril au fond.

Point E-PK 52 (Figure 4-5)

Les températures moyennes, entre Avril et Novembre 2001 ont évolué :

de 12,8 °C le 31 Mars.

à 25,7 °C le 30 Août en surface.

et de 12,6 °C le 31 Mars.

à 25,2 °C le 30 Août au fond.

Les températures maximales relevées sont :

27,3 °C le 30 Août en surface

25,4°C le 30 Août au fond .

Les températures minimales relevées sont:

12,1 °C le 31 Mars en surface.

12,1 °C le 31 Mars au fond.

Point K-PK 30 (Figure 4-5)

Les températures moyennes, entre Avril et Novembre 2001 ont évolué :

De 11,3 °C le 30 Mars

à 25,1 °C le 29 Août en surface

et de 11,3 °C le 30 Mars

à 25,1 °C le 29 Août au fond.

Les températures maximales relevées sont :

25,2 °C le 29 Août en surface

25,2 °C le 29 Août au fond.

Les températures minimales relevées sont :

11 °C le 30 Mars en surface

11 °C le 30 Mars au fond.

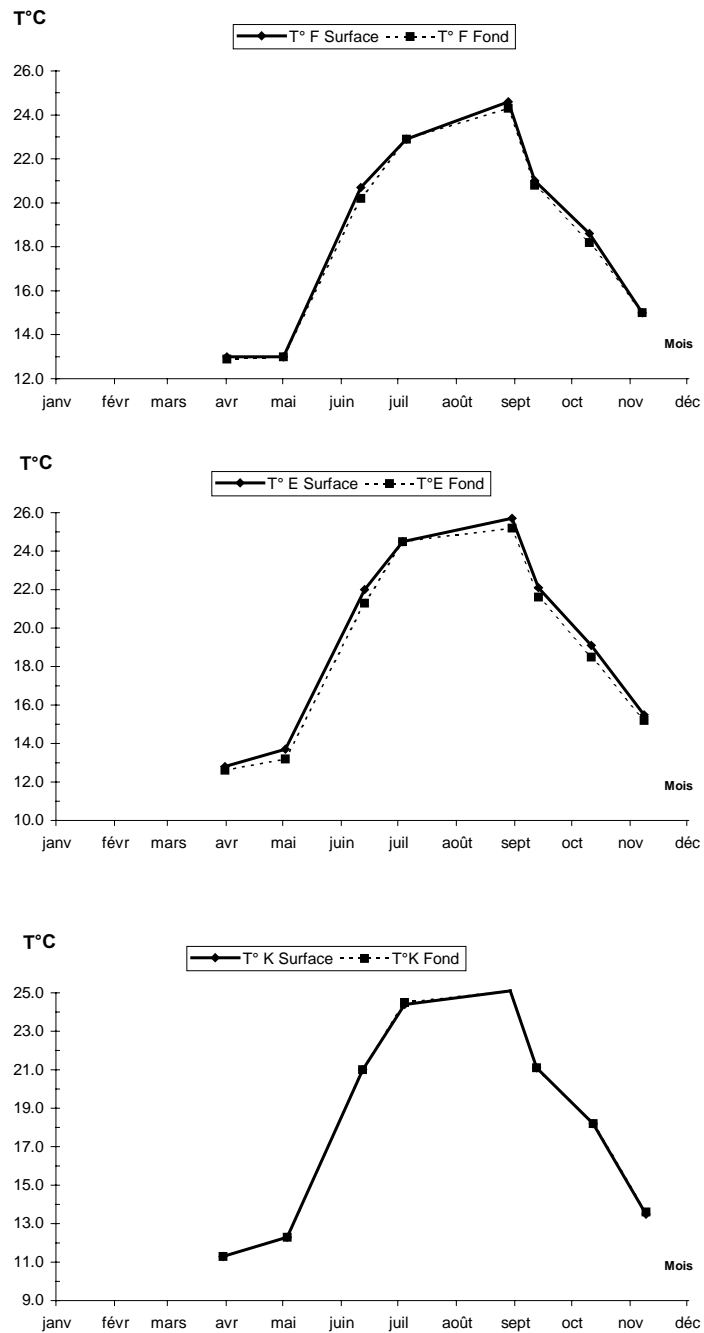


Figure 4-5 : Variations annuelles des températures moyennes de l'eau aux Points F,E,K en 2001.

Par rapport à la moyenne 1976/2000 (**Figure 4-6**) la température moyenne fin Avril début Mai 2001 est très déficitaire, mais à partir de la mi-Mai et jusqu'à la fin de l'année elle est excédentaire.

La comparaison des cinq dernières années (**Figure 4-7**), montre que 2001 est l'année où les températures mensuelles moyennes des eaux sont les plus basses fin Avril début Mai alors que, dans la période sensible, elles sont plus élevées. Au mois d'Août les températures sont largement supérieures aux normales en troisième décade (+5,2 °C pour les maximales) peut-être en raison de 8 jours de forte chaleur.

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

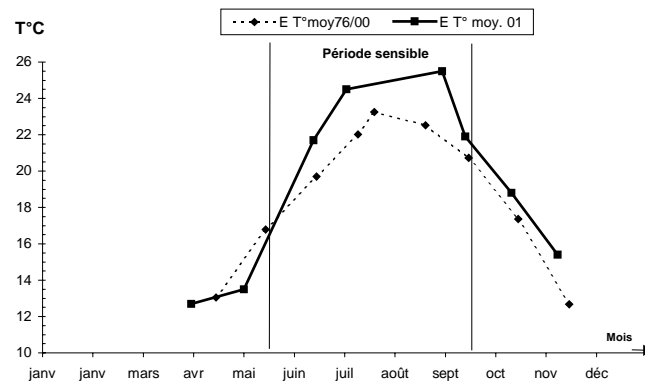


Figure 4-6 : Variations annuelles des températures mensuelles moyennes de l'eau au Point E (PK52) de 1976 à 2000 et en 2001.

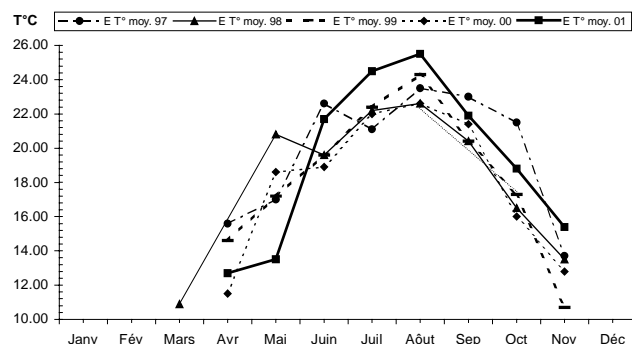


Figure 4-7 : Variations pluriannuelles des températures mensuelles moyennes de l'eau au point E (PK 52) en 1997, 1998, 1999, 2000 et 2001.

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 échauffement des eaux à long terme, et de l'imputer soit aux rejets de la centrale soit à d'autres causes 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.

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 pour le point E, établi des corrélations entre les températures moyennes de l'air et de l'eau de l'estuaire. Lorsqu'on examine la période 1978 - 2001, 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 d'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.

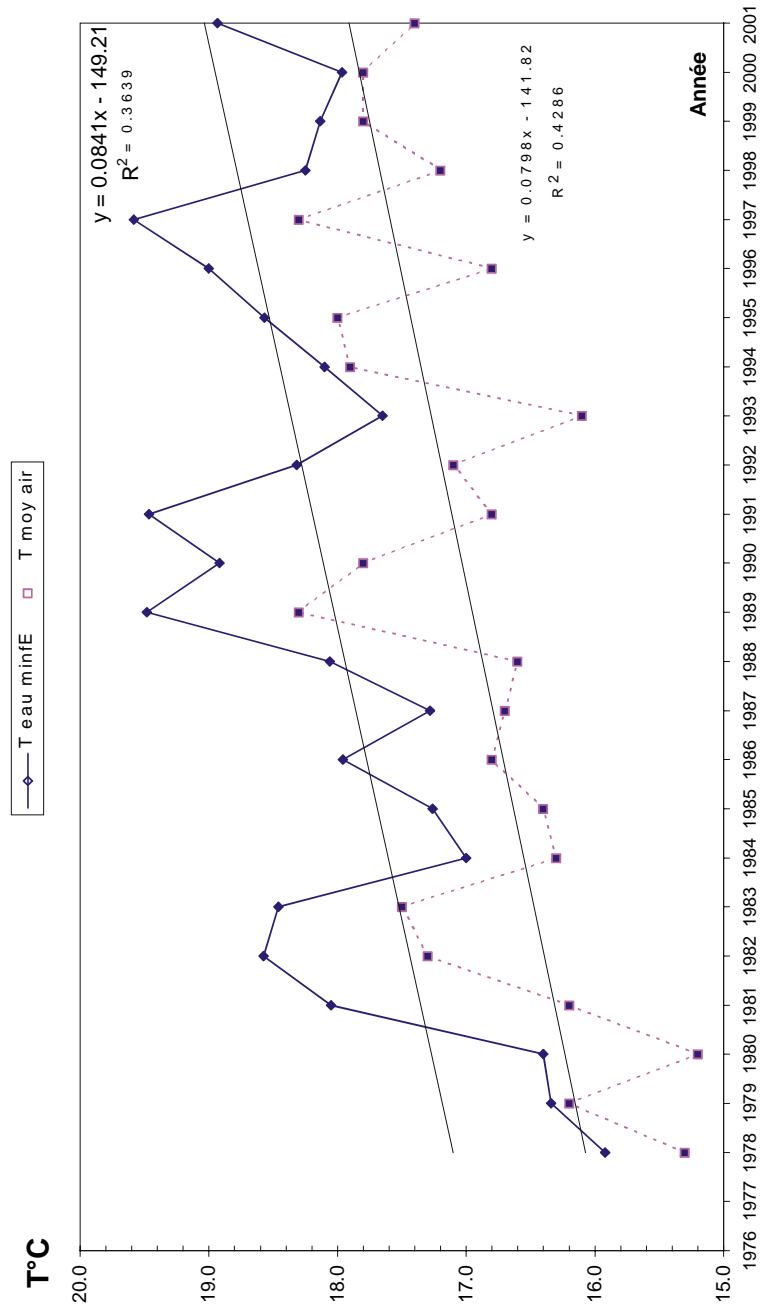


Figure 4-8 : Evolution relative des températures moyennes de l'air et de l'eau près du fond au point E PK 52 au cours de la période 1978-2001. (Mois de Mai - Juin - Juillet (2^{ème} semaine) ou Août - Septembre - Octobre - Novembre)

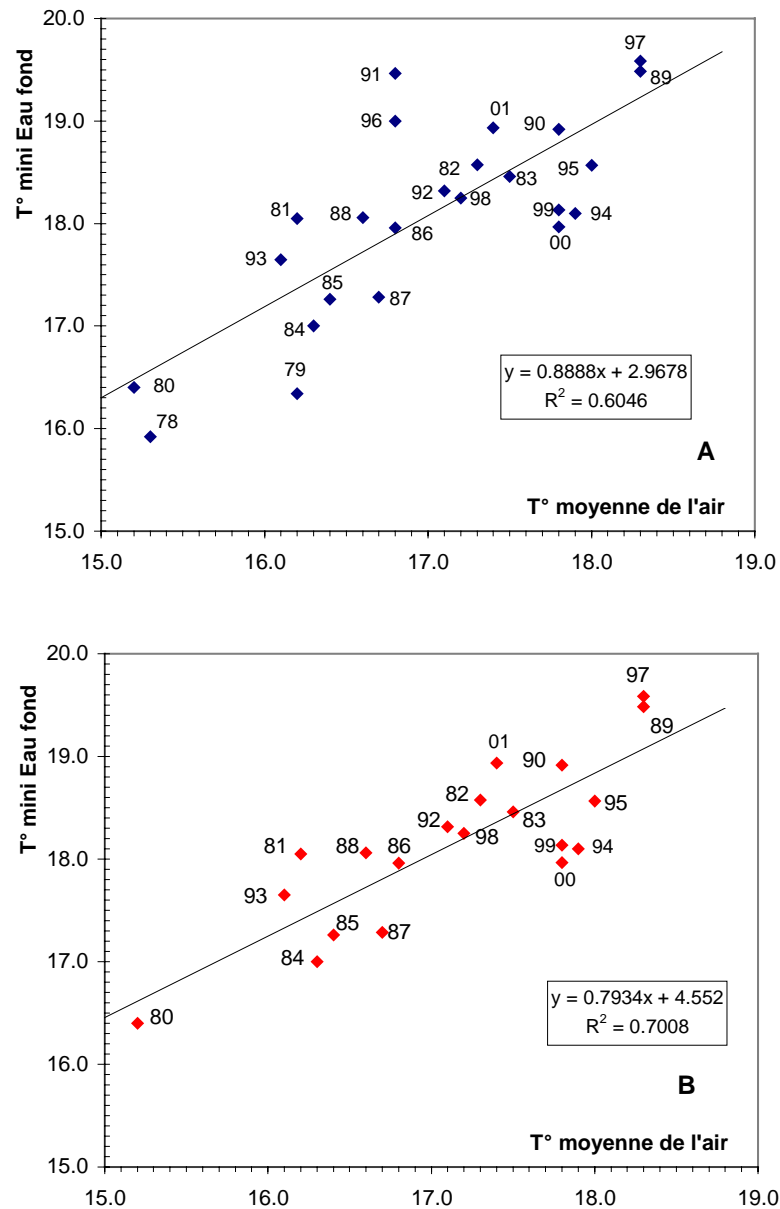


Figure 4-9 : Corrélations entre les températures moyennes annuelles de l'air et les températures minimales moyennes annuelles de l'eau au point E PK 52.(Mai à Novembre) - A (de 1978 à 2001) ; B (de 1980 à 2001, sans 1991 et 1996).

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	2,41 (01 Mai)	(Coef 49-45)	(Débit 2118 m ³ .s ⁻¹)
	et 12,20 (05 Juillet.)	(Coef 76-77)	(Débit 257 m ³ .s ⁻¹)
au fond entre	7,95 (01 Mai)	(Coef 49-45)	(Débit 2118 m ³ .s ⁻¹)
	et 12,66 (05 Juillet)	(Coef 76-77)	(Débit 257 m ³ .s ⁻¹)

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

en surface entre	0,04 (31 Mars)	(Coef 61-65)	(Débit 2043 m ³ .s ⁻¹)
	et 3,84 (11 Octobre)	(Coef 39)	(Débit 305 m ³ .s ⁻¹)
au fond entre	0,30 (31 Mars)	(Coef 61-65)	(Débit 2043 m ³ .s ⁻¹)
	et 4,58 (11 Octobre)	(Coef 39)	(Débit 305 m ³ .s ⁻¹)

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

en surface entre	0,01 (03 Mai)	(Coef 58-65)	(Débit 1695 m ³ .s ⁻¹)
	et 1,95 (12 Septembre)	(Coef 38)	(Débit 222 m ³ .s ⁻¹)
au fond entre	0,01 (03 Mai)	(Coef 58-65)	(Débit 1695 m ³ .s ⁻¹)
	et 2,27 (12 Septembre)	(Coef 38)	(Débit 222 m ³ .s ⁻¹)

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

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'étales de basse mer en surface.

Par rapport à 2000, du fait des conditions climatiques, 2001 est une année nettement plus arrosée en début d'année, donc les salinités sont plus faibles.

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

POINT F PK 67								
SALINITES								
ANNEE F 2001								
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)
01-avr	S	0.42	2.83	2.41	1.33		49-45	2118
	F	0.40	8.35	7.95	3.76	5.52		
01-mai	S	1.97	8.81	6.84	5.01	2.72	48-49	1314
	F	2.16	11.53	9.37	6.83			
11-juin	S	3.80	11.43	7.63	6.99	3.91	59-55	649
	F	4.15	15.34	11.19	8.54			
05-juil	S	6.11	18.31	12.20	11.84	5.23	76-77	257
	F	7.38	20.04	12.66	13.75			
28-août	S	9.50	18.10	8.60	12.90	5.20	38-39	280
	F	10.10	19.00	8.90	15.05			
11-sept	S	9.35	16.85	7.50	12.75	2.89	41-38	223
	F	10.00	19.13	9.13	14.84			
10-oct	S	9.90	16.26	6.36	12.93	4.03	41-38	300
	F	10.91	18.62	7.71	15.49			
07-nov	S	8.71	17.85	9.14	12.71	1.52	56-51	283
	F	9.08	19.02	9.94	13.55			

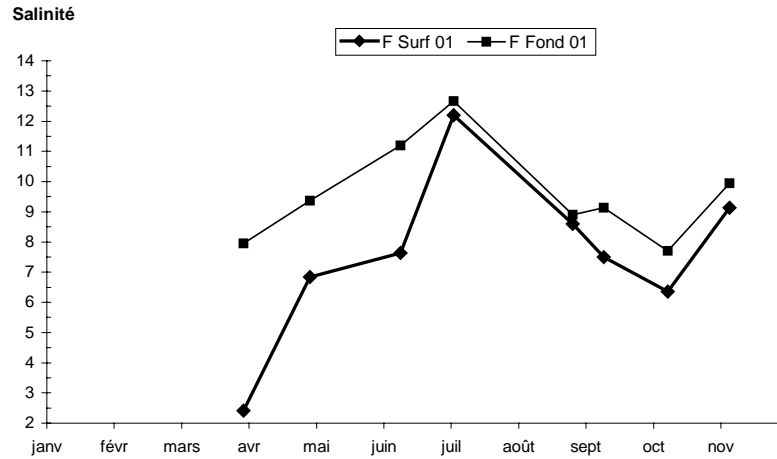


Figure 4-10 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point F PK 67 en 2001.

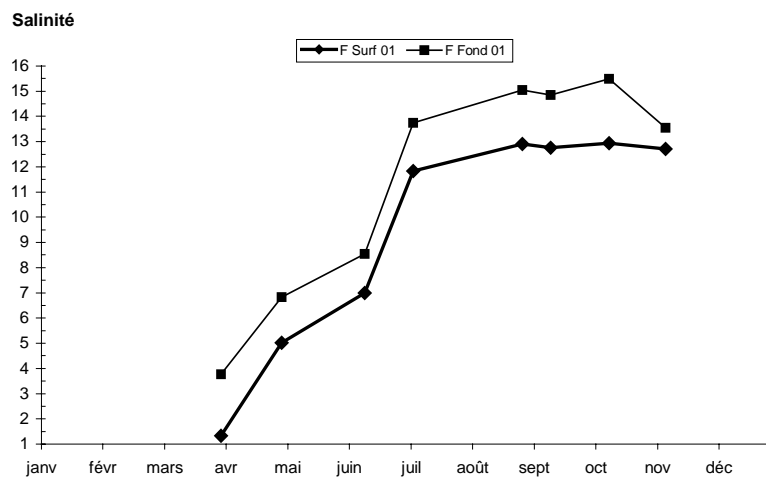


Figure 4-11 : Variations annuelles des salinités moyennes au point F PK 67 en 2001.

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

POINT E PK 52								
SALINITES								
ANNEE								
E 2001								
DATES		Minimum	Maximum	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfl m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
		absolu	absolu					
31-mars	S	0.15	0.19	0.04	0.16	0.29	61-65	2043
	F	0.14	0.44	0.30	0.23			
02-mai	S	0.15	0.36	0.21	0.21	0.20	53	1468
	F	0.15	0.56	0.41	0.26			
13-juin	S	0.57	2.12	1.55	1.60	1.40	44-41	615
	F	0.55	3.30	2.75	1.94			
03-juil	S	2.25	6.33	4.08	3.93	0.08	68-71	312
	F	2.18	6.37	4.19	3.93			
30-août	S	6.00	7.40	1.40	6.60	1.00	50-55	236
	F	5.90	8.40	2.50	6.88			
13-sept	S	4.25	7.68	3.43	5.88	0.72	41-46	222
	F	4.50	8.40	3.90	6.27			
11-oct	S	3.94	7.78	3.84	5.98	0.84	39	305
	F	3.95	8.53	4.58	6.36			
08-nov	S	3.13	6.65	3.52	5.05	0.81	47-45	275
	F	3.26	7.46	4.20	5.31			

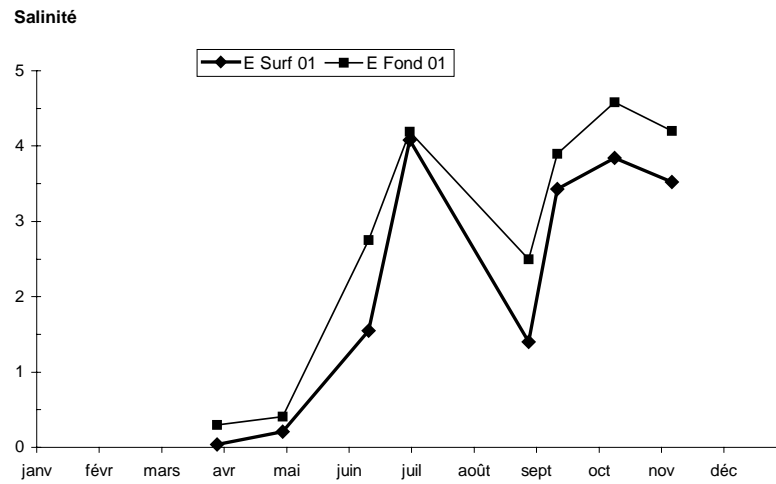


Figure 4-12 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point E PK 52 en 2001.

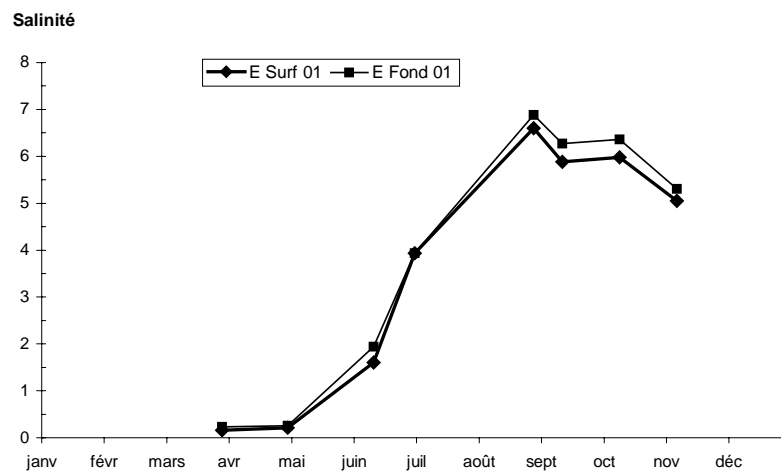


Figure 4-13 : Variations annuelles des salinités moyennes au point E PK 52 en 2001.

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

POINT K PK 30							
SALINITES							
ANNEE							
K 2001							
DATES		Minimum	Maximum	Ecart	Moyenne	Ecart maxi	Qfl m3/s-1
		absolu	absolu		de	sur tranche	(moyenne des
					la marée	d'eau	10j.précédents)
30-mars	S	0.11	0.13	0.02	0.12	0.00	73-68
	F	0.11	0.13	0.02	0.12		
03-mai	S	0.13	0.14	0.01	0.13	0.00	58-65
	F	0.13	0.14	0.01	0.13		
12-juin	S	0.14	0.19	0.05	0.16	0.00	51-47
	F	0.14	0.19	0.05	0.16		
04-juil	S	0.21	1.35	1.14	0.67	0.01	73-74
	F	0.21	1.20	0.99	0.63		
29-août	S	0.50	2.30	1.80	1.38	0.30	41-45
	F	0.60	2.60	2.00	1.50		
12-sept	S	0.55	2.50	1.95	1.58	0.40	38
	F	0.63	2.90	2.27	1.73		
12-oct	S	0.77	2.60	1.83	1.75	0.30	42-48
	F	0.78	2.90	2.12	1.82		
09-nov	S	0.69	2.35	1.66	1.67	0.00	45
	F	0.69	2.35	1.66	1.65		

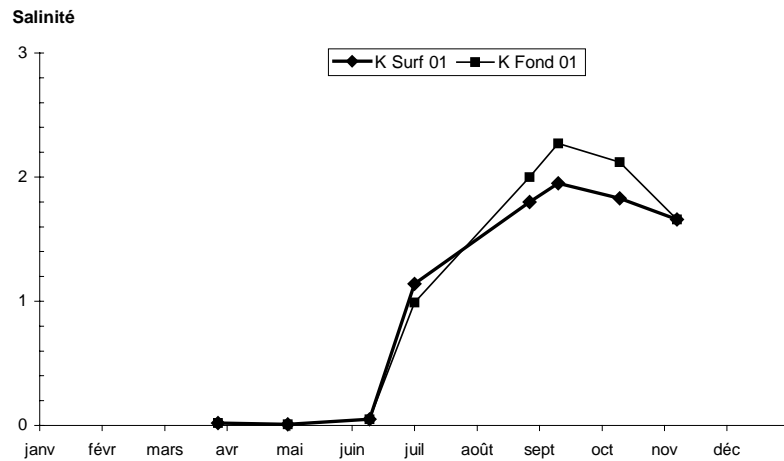


Figure 4-14 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point K PK 30 en 2001.

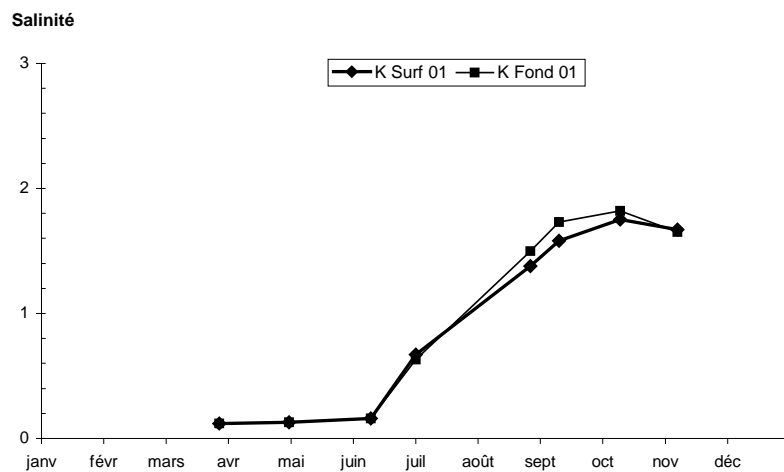


Figure 4-15 : Variations annuelles des salinités moyennes au point K PK 30 en 2001.

4.2.1.2. Les variations annuelles.

Les salinités moyennes relevées au cours de l'année 2001 ont évolué :

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

en surface entre 1,33 (01 Avril) et 12,93 (10 Octobre)

au fond entre 3,76 (01 Avril) et 15,49 (10 Octobre)

On relève les salinités minimales absolues le 01 Avril. :

0,42 en surface et 0,40 au fond à mi-flot et à basse mer.

On relève les salinités maximales absolues le 05 Juillet :

18,31 en surface et 20,04 au fond à pleine mer.

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

en surface entre 0,16 (31 Mars) et 5,98 (11 Octobre)

au fond entre 0,23 (10 Octobre) et 6,36 (11 Octobre)

On relève les salinités minimales absolues le 31 Mars:

0,15 en surface et 0,14 au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales absolues le 13 Septembre et le 11 Octobre:

7,68 en surface et 8,53 au fond à pleine mer.

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

en surface entre 0,12 (30 Mars) et 1,75 (12 Octobre)

au fond entre 0,12 (30 Mars) et 1,82 (12 Octobre)

On relève les salinités minimales absolues le 30 Mars :

0,11 en surface et au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales absolues le 12 Octobre. :

2,60 en surface et 2,90 au fond à pleine mer.

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

En 2001, on relève aux 3 points, les grandes variations de salinités aux périodes indiquées ci-après :

	Point F	Point E	Point K
Salinités minimales	01 Avril	31 Mars	30 Mars
Salinités maximales	10 Octobre	13 Sept-11 Oct.	12 Octobre
Salinités moyennes maxi	10 Octobre	11 Octobre	12 Octobre

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	

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, Figure 4-17, Figure 4-18**).

En 2001, la moyenne des débits est plus élevée qu'en 2000.

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

Si nous comparons 2001 et 2000 nous noterons une nette diminution des salinités moyennes aux 3 points, donc présence prolongée des eaux douces d'amont.

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

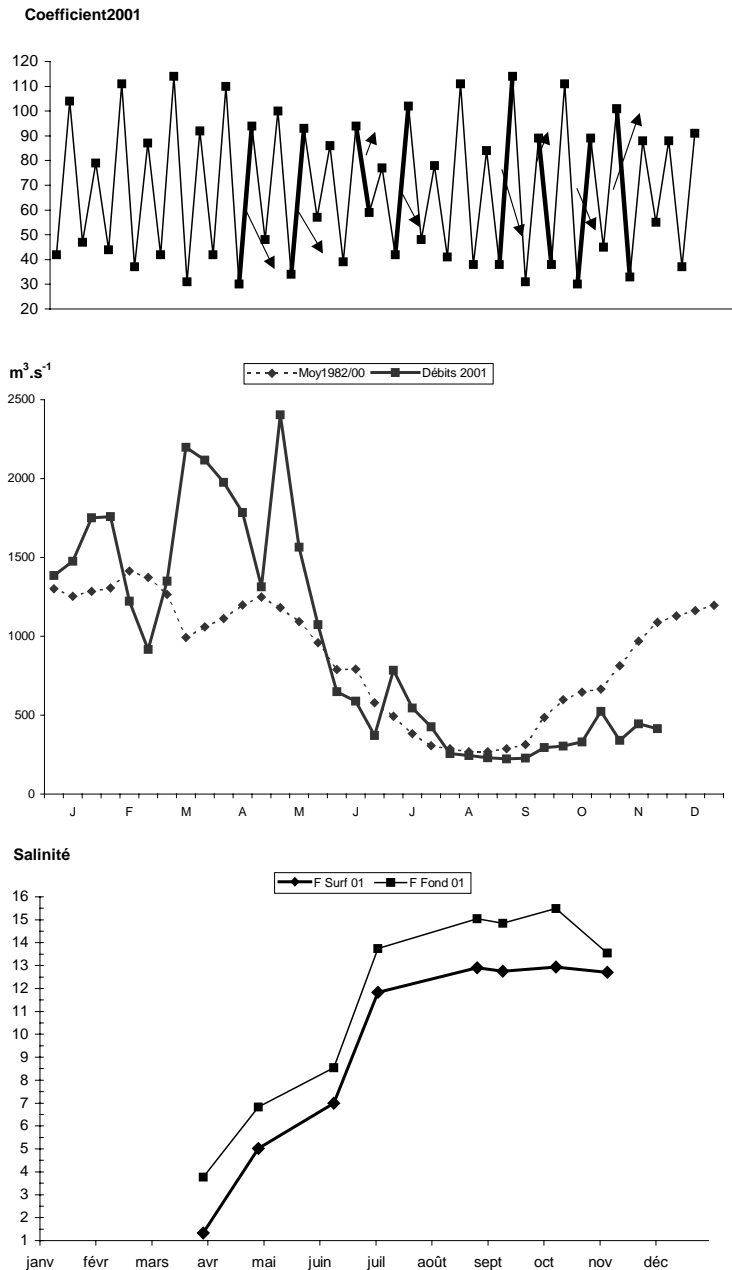


Figure 4-16 : Variations annuelles des salinités moyennes au Point F (PK 67), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2001.

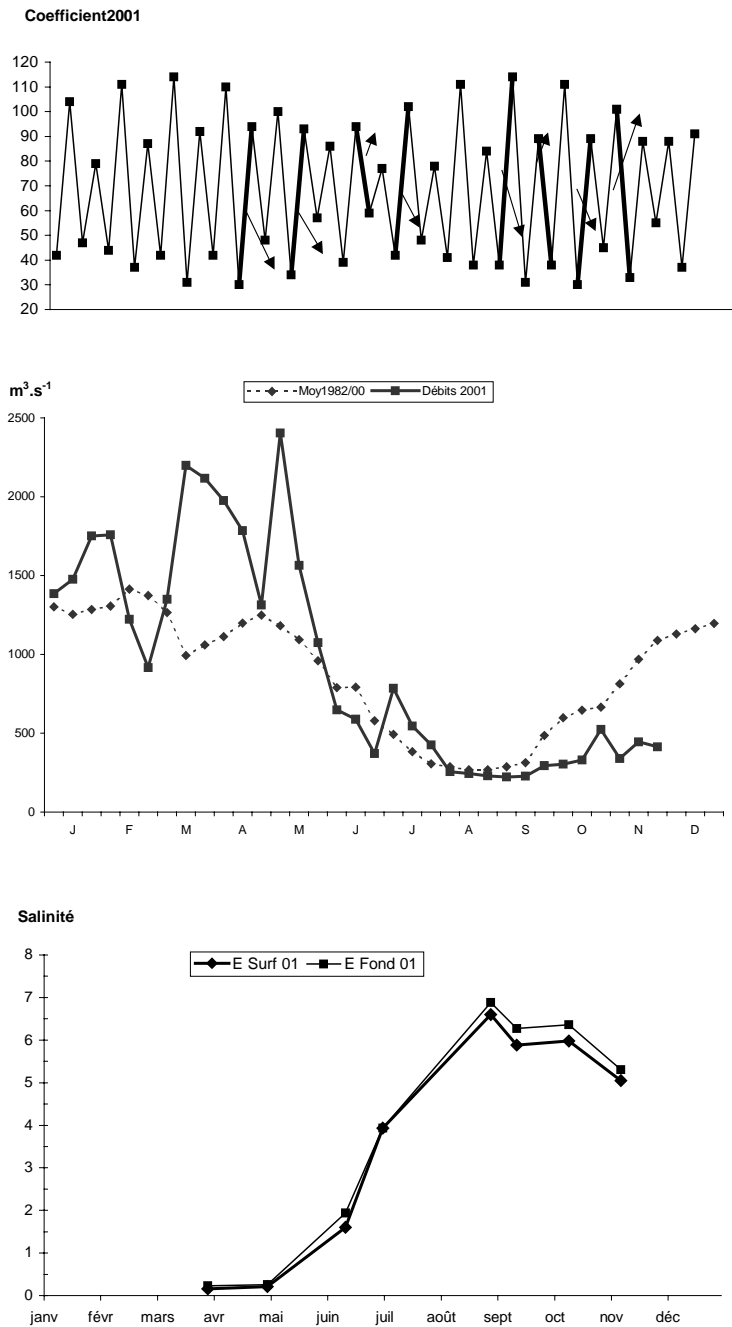


Figure 4-17 : Variations annuelles des salinités moyennes au Point E (PK 52), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2001.

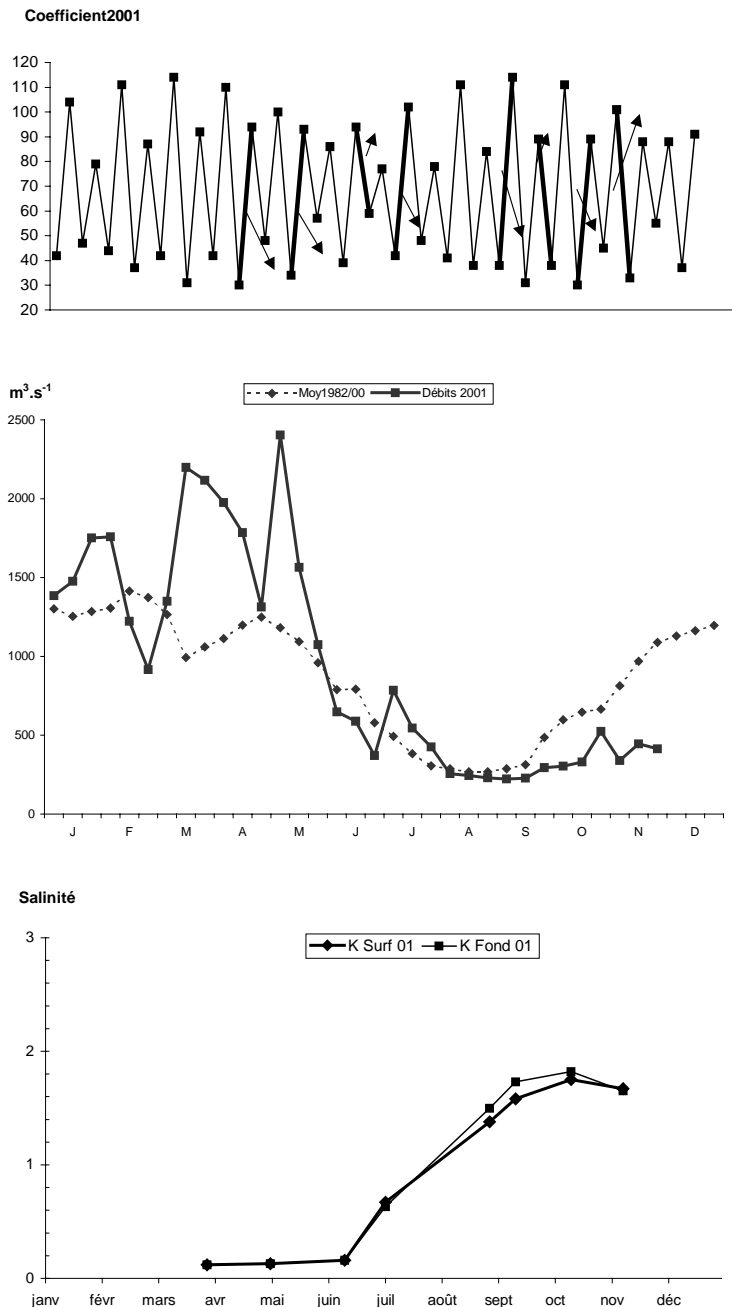


Figure 4-18 : Variations annuelles des salinités moyennes au Point K (PK 30), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2001.

4.3. Vitesse de courant

Point F

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

Les plus élevées ont été observées :

en surface le 10 Octobre :	126 cm.s ⁻¹ (Qfl : 300 m ³ .s ⁻¹ - coef. 41-38)
et le 05 Juillet :	125 cm.s ⁻¹ (Qfl : 257 m ³ .s ⁻¹ - coef. 76-77)
au fond le 05 Juillet :	82 cm.s ⁻¹ (Qfl : 257 m ³ .s ⁻¹ - coef. 76-77)
et le 01 Mai :	73 cm.s ⁻¹ (Qfl : 1314 m ³ .s ⁻¹ - coef. 48-49)

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 31 Mars :	125 cm.s ⁻¹ (Qfl : 2043 m ³ .s ⁻¹ - coef. 61-65)
et le 03 Juillet :	120 cm.s ⁻¹ (Qfl : 312 m ³ .s ⁻¹ - coef. 68-71)
au fond le 30 Août :	100 cm.s ⁻¹ (Qfl : 236 m ³ .s ⁻¹ - coef. 50-55)
et le 13 Septembre :	91 cm.s ⁻¹ (Qfl : 222 m ³ .s ⁻¹ - coef. 41-46)

Point K

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

Les plus élevées ont été observées :

en surface le 30 Mars :	123 cm.s ⁻¹ (Qfl : 1993 m ³ .s ⁻¹ - coef. 73-68)
et le 04 Juillet :	123 cm.s ⁻¹ (Qfl : 257 m ³ .s ⁻¹ - coef. 73-74)
au fond le 30 Mars :	-108 cm.s ⁻¹ (Qfl : 1993 m ³ .s ⁻¹ - coef. 73-68)
et le 04 Juillet :	93 cm.s ⁻¹ (Qfl : 257 m ³ .s ⁻¹ - coef. 73-74)

Au point E, les vitesses maximales en surface et au fond de flot et de jusant sont inférieures à celles de 2000. (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 2001	DATES	POINT F PK 67 Vitesses Maximales		POINT E PK 52 Vitesses Maximales		POINT K PK 30 Vitesses Maximales		Qfl $m^3.s^{-1}$
		COEFFICIENTS	SURFACE	FOND	SURFACE	FOND	SURFACE	
	1 avril	49-45	88	68				2118
	31 mars	61-65			125	88		2043
	30 mars	73-68					123 -108	1993
	1 mai	48-49	-123	73	-108	-88		1314
	2 mai	53						1468
	3 mai	58-65					-108 -91	1695
	11 juin	59-55	108	67				649
	13 juin	44-41			111	85		615
	12 juin	51-47					-117 (+/-) 88	619
	5 juillet	76-77	125	82				257
	3 juillet	68-71			120	86		312
	4 juillet	73-74					123 93	257
	28 août	38-39	-123	59				280
	30 août	50-55			106	100		236
	29 août	41-45					-111 -71	242
	11 septembre	41-38	-120	-53				223
	13 septembre	41-46			88	91		222
	12 septembre	38					-100 -73	222
	10 octobre	41-38	-126	(+/-) 50	-94	-62		300
	11 octobre	39						305
	12 octobre	42-48					-105 -88	323
	7 novembre	56-51	-117	-67				283
	8 novembre	47-45			111	66		275
	9 novembre	45					97 53	291

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.

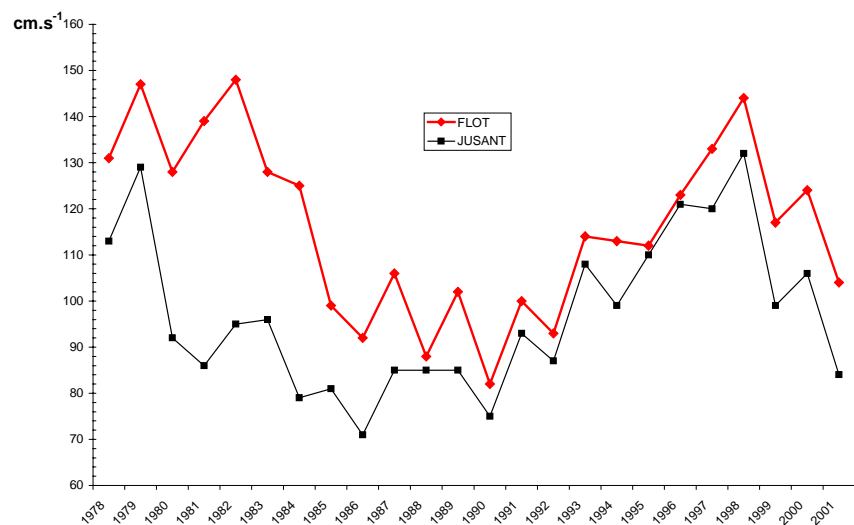


Figure 4-19 : Evolution de la vitesse maximale moyenne en surface au point E (PK52) au cours de la période 1978-2001.

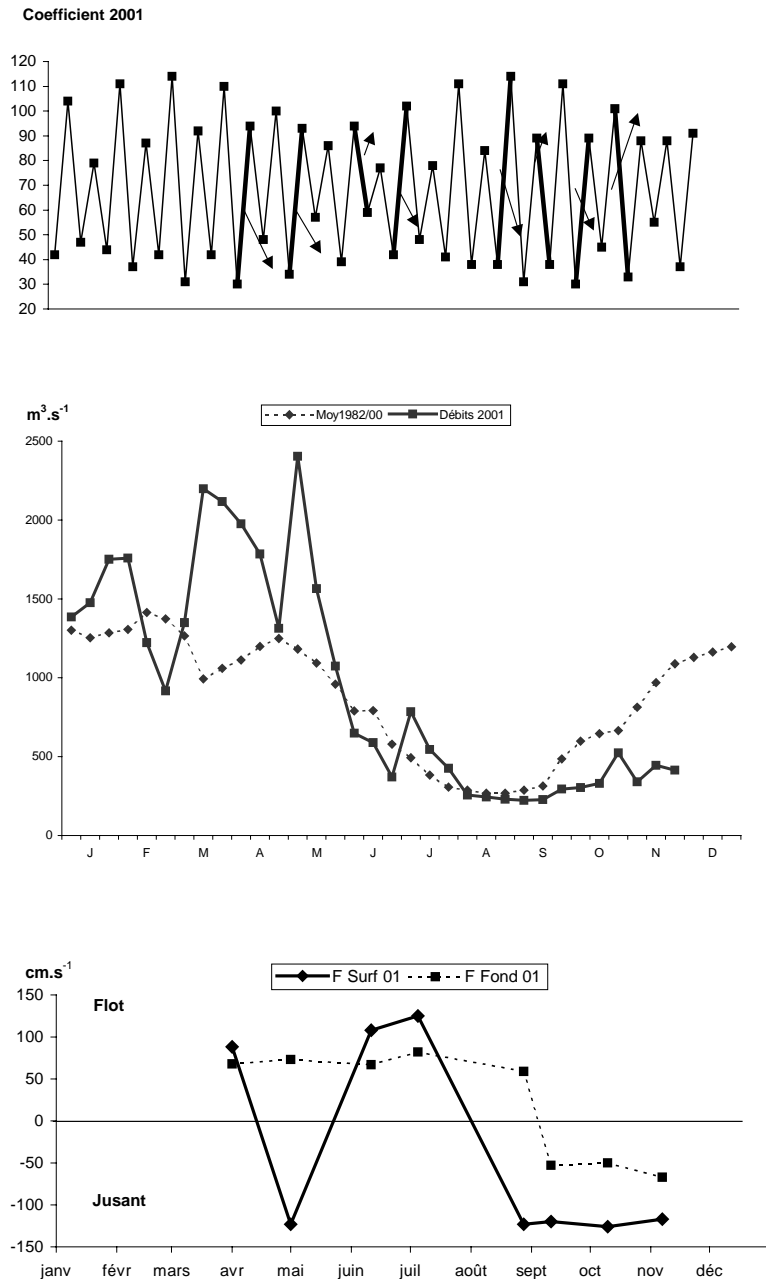


Figure 4-20 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point F (PK 67) au cours de l'année 2001, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux.

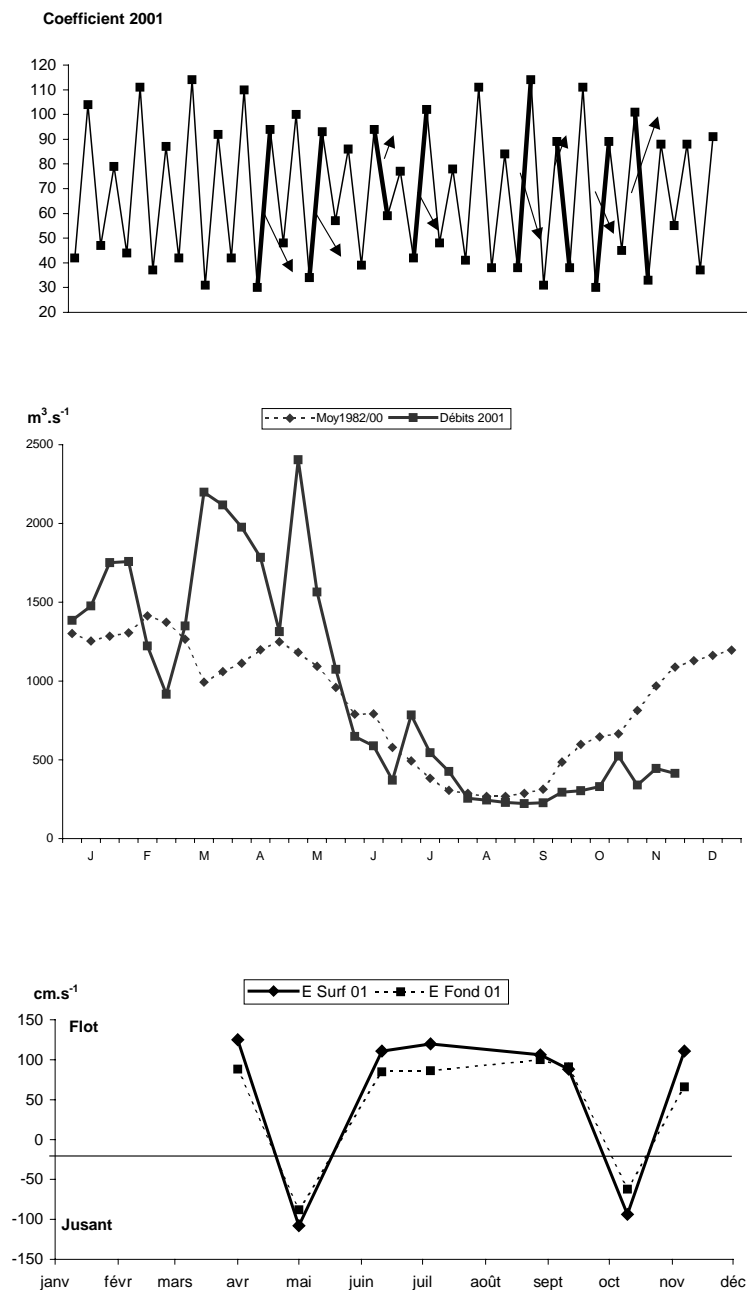


Figure 4-21 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point E (PK 52) au cours de l'année 2001, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux.

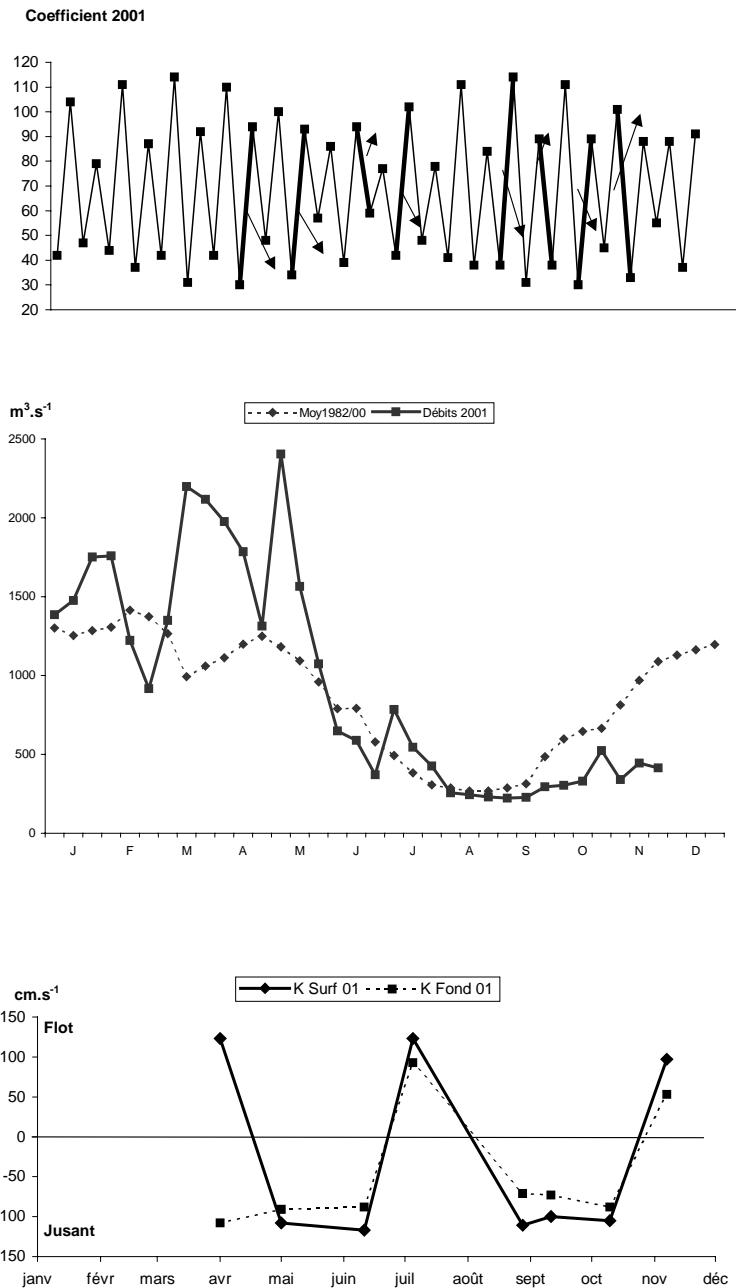


Figure 4-22 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point K (PK 30) au cours de l'année 2001, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux.

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 0,073 g/l le 05 Juillet (Qfl : $257 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 76-77)
 et 0,333 g/l le 07 Novembre (Qfl : $283 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 56-51)
 au fond entre 0,092 g/l le 11 Septembre. (Qfl : $223 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 41-38)
 et 5.543 g/l le 01 Avril (Qfl : $399 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 76-76)

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

en surface entre 0,168 g/l le 02 Mai (Qfl : $1468 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 53)
 et 0,555 g/l le 03 Juillet (Qfl : $312 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 68-71)
 au fond entre 0,239 g/l le 13 Septembre (Qfl : $222 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 41-46)
 et 0,825 g/l le 08 Novembre (Qfl : $275 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 47-45)

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

en surface entre 0,154 g/l le 30 Mars (Qfl : $1993 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 73-68)
 et 0,631 g/l le 12 Octobre (Qfl : $323 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 42-48)
 au fond entre 0,122 g/l le 04 Juillet (Qfl : $257 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 73-74)
 et 2,581 g/l le 09 Novembre (Qfl : $291 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 45)

4.4.1.2. Variations annuelles.

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

Les turbidités moyennes ont varié :

en surface de 0,081 g/l (05 Juillet) à 0,333 g/l (07 Novembre)
 au fond de 0,143 g/l (11 Septembre) à 1,914 g/l (01 Avril)

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

le 05 Juillet, en surface : 0,049 g/l - Qfl : $257 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 76-77 à pleine mer
 le 11 Juin, au fond : 0,076 g/l - Qfl : $649 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 59-55 à pleine mer

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

le 07 Novembre, en surface : 0.452 g/l - Qfl : $283 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 56-51 à mi-flot
 le 01 Avril, au fond : 5.870 g/l - Qfl : $2118 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 49-45 à mi-flot

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

Les turbidités moyennes ont varié :

en surface de 0,179 g/l (02 Mai) à 0,550 g/l (08 Novembre)

au fond de 0,342 g/l (02 Mai) à 0,742 g/l (08 Novembre)

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

le 30 Août, en surface : 0,072 g/l - Qfl : $236 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 50-55 à basse mer

le 02 Mai, au fond : 0,107 g/l - Qfl : $1468 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 53 à basse mer

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

le 03 Juillet, en surface : 0,829 g/l - Qfl : $312 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 68-71 à mi-jusant

le 08 Novembre, au fond : 1,314 g/l - Qfl : $275 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 47-45 à mi-flot

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

Les turbidités moyennes ont varié :

en surface de 0,135 g/l (30 Mars) à 0,755 g/l (09 Novembre)

au fond de 0,203 g/l (30 Mars) à 1,883 g/l (12 Octobre)

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

le 03 Mai, en surface : 0,042 g/l - Qfl : $1695 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 58-65 à pleine mer

le 03 Mai, au fond : 0,065 g/l - Qfl : $1695 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 58-65 à pleine mer

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

le 09 Novembre, en surface : 0,868 g/l - Qfl : $291 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 45 à basse mer

le 09 Novembre, au fond : 3,371 g/l - Qfl : $291 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 45 à mi-flot

Les valeurs des minima et des maxima des turbidités de 2001 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.

POINT F PK 67								
TURBIDITES								
ANNEE F 2001								
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)
01-avr	S	0.095	0.311	0.216	0.293	5.441	49-45	2118
	F	0.326	5.870	5.543	1.914			
01-mai	S	0.145	0.311	0.166	0.232	2.439	48-49	1314
	F	0.304	2.711	2.407	1.053			
11-juin	S	0.060	0.307	0.247	0.161	4.541	59-55	649
	F	0.076	4.849	4.773	1.561			
05-juil	S	0.049	0.122	0.073	0.081	1.371	76-77	257
	F	0.090	1.436	1.346	0.463			
28-août	S						38-39	280
	F							
11-sept	S	0.062	0.144	0.082	0.099	0.068	41-38	223
	F	0.106	0.198	0.092	0.143			
10-oct	S						41-38	300
	F							
07-nov	S	0.119	0.452	0.333	0.333	1.317	56-51	283
	F	0.252	1.722	1.470	1.151			

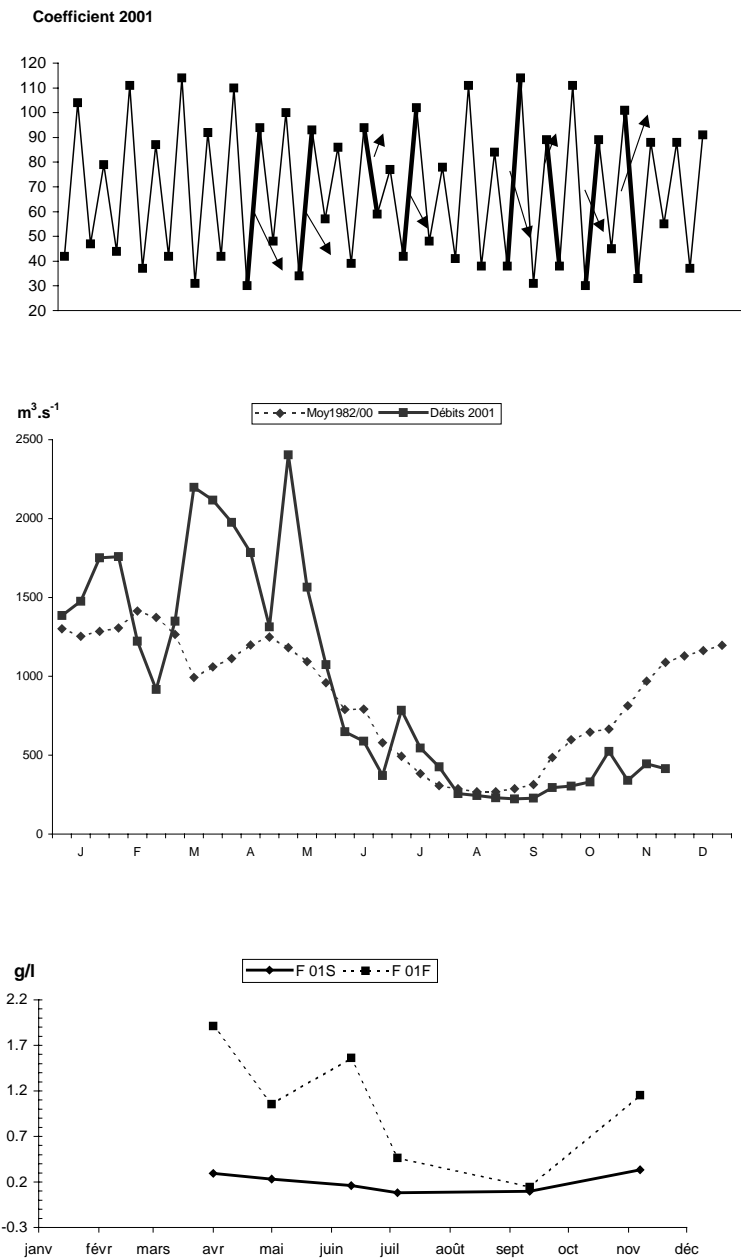


Figure 4-23 : Variations annuelles des turbidités moyennes au point F (PK 67) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2001.

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

POINT E PK 52							
TURBIDITES							
ANNEE E 2001							
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Qfl m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
31-mars	S	0.116	0.362	0.246	0.256		2043
	F	0.183	1.370	1.187	0.610	1.008	
02-mai	S	0.075	0.243	0.168	0.179		1468
	F	0.107	0.696	0.588	0.342	0.453	
13-juin	S	0.187	0.415	0.228	0.259		615
	F	0.307	0.707	0.401	0.416	0.292	
03-juil	S	0.274	0.829	0.555	0.442		312
	F	0.306	1.018	0.712	0.580	0.655	
30-août	S	0.072	0.621	0.549	0.290		236
	F	0.226	0.745	0.519	0.388	0.153	
13-sept	S	0.077	0.490	0.414	0.282		222
	F	0.290	0.529	0.239	0.424	0.315	
11-oct	S	0.154	0.413	0.259	0.248		305
	F	0.362	1.042	0.680	0.713	0.709	
08-nov	S	0.320	0.813	0.493	0.550		275
	F	0.489	1.314	0.825	0.742	0.501	

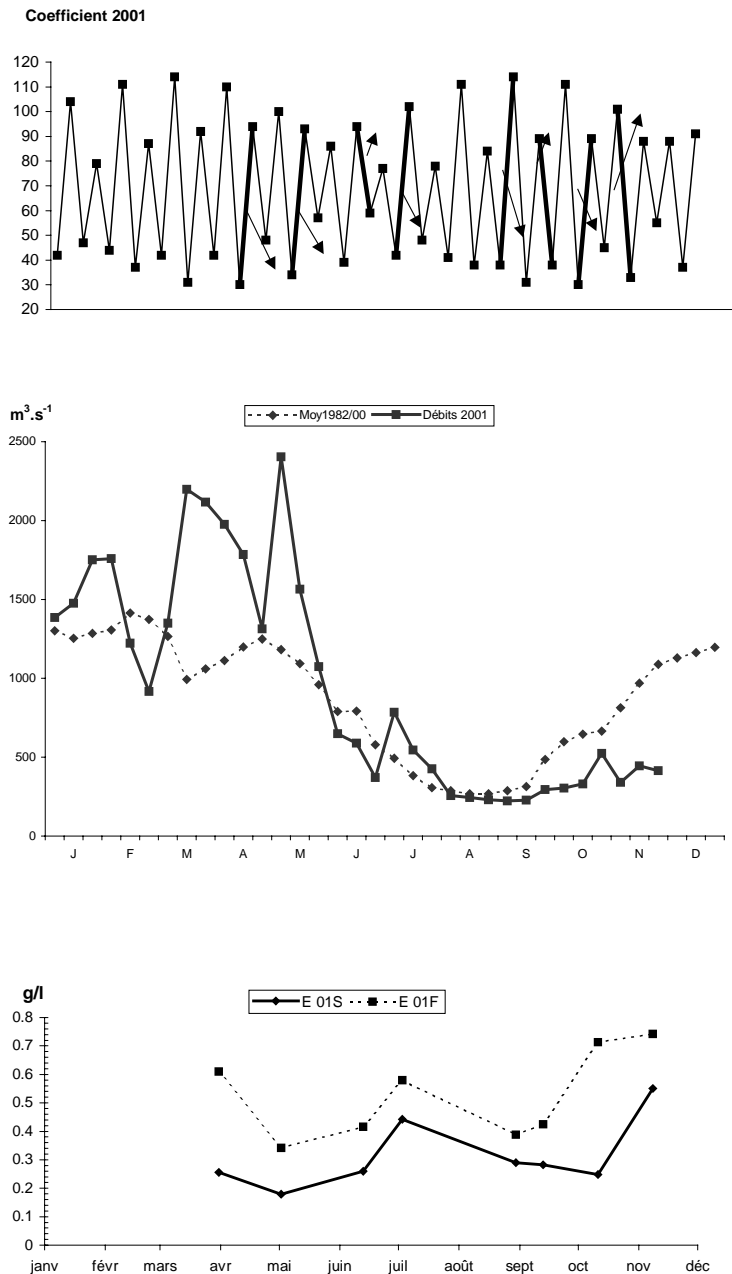


Figure 4-24 : Variations annuelles des turbidités moyennes au point E (PK 52) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2001.

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

		K PK 30							
		TURBIDITES							
ANNEE K 2001									
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)	
30-mars	S	0.058	0.212	0.154	0.135		73-68	1993	
	F	0.153	0.278	0.125	0.203	0.123			
03-mai	S	0.042	0.257	0.215	0.166		58-65	1695	
	F	0.065	0.343	0.278	0.258	0.173			
12-juin	S	0.137	0.422	0.285	0.257		51-47	619	
	F	0.163	0.698	0.536	0.474	0.286			
04-juil	S	0.217	0.729	0.512	0.500		73-74	257	
	F	0.953	1.074	0.122	0.984	0.857			
29-août	S	0.205	0.531	0.325	0.360		41-45	242	
	F	0.397	0.868	0.472	0.668	0.520			
12-sept	S	0.153	0.439	0.285	0.329		38	222	
	F	0.509	0.941	0.433	0.782	0.541			
12-oct	S	0.175	0.807	0.631	0.596		42-48	323	
	F	1.165	3.130	1.965	1.883	2.428			
09-nov	S	0.472	0.868	0.397	0.755		45	291	
	F	0.790	3.371	2.581	1.623	2.515			

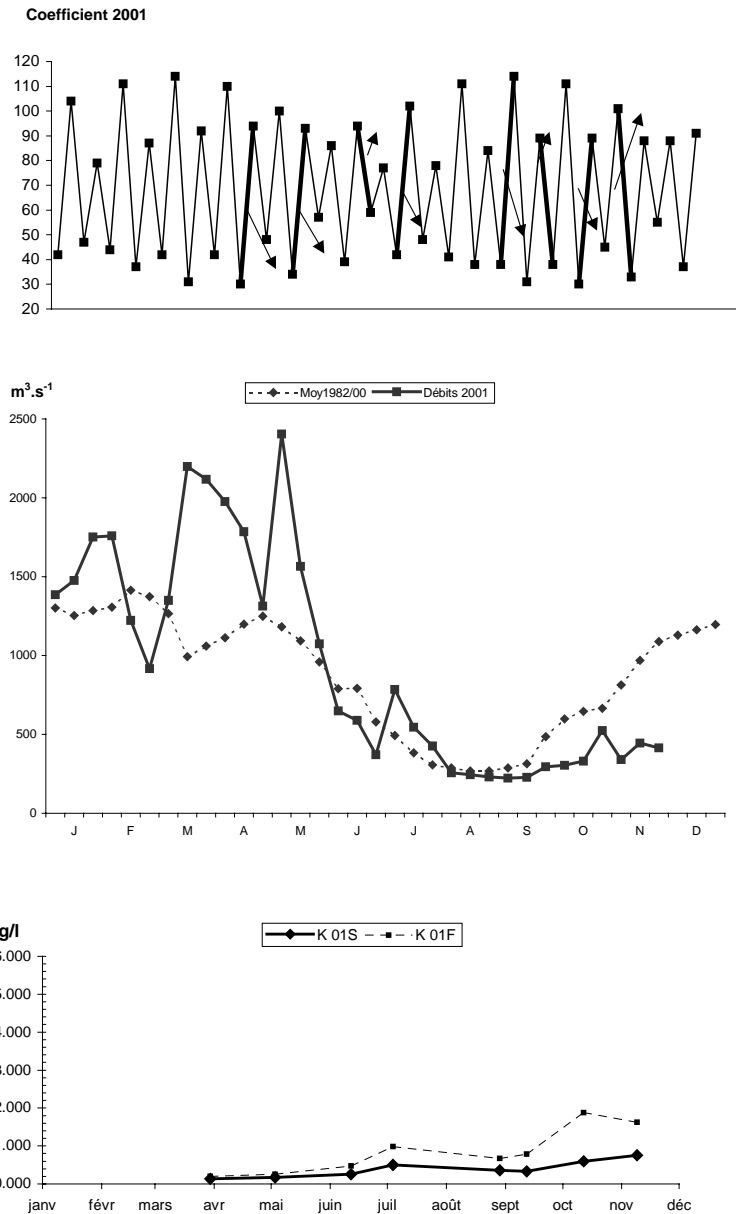


Figure 4-25 : Variations annuelles des turbidités moyennes au point K (PK 30) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2001.

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 Avril et début Novembre au PK 67, début Juillet et début Novembre au PK52, début Novembre au PK 30 :

au PK 67 : 0,452 g/l en surface et 5,870 g/l au fond

au PK 52 : 0,829 g/l en surface et 1,314 g/l au fond

au PK 30 : 0,868 g/l en surface et 3,371 g/l au fond

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

au PK 67 : 0,049 g/l en surface et 0,076 g/l au fond

au PK 52 : 0,072 g/l en surface et 0,107 g/l au fond

au PK 30 : 0,042 g/l en surface et 0,065 g/l au fond

4.4.2.2. variations verticales

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

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

au Point F : de 0,068 g/l (11 Septembre) à 5,441 g/l (01 Avril)

au Point E : de 0,153 g/l (30 Août) à 1,008 g/l (31 Mars)

au Point K : de 0,123 g/l (30 Mars) à 2,515 g/l (09 Novembre)

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

au Point F : de 0,073 g/l (05 Juillet) à 5,543 g/l (01 Avril)

au Point E : de 0,168 g/l (02 Mai) à 0,825 g/l (08 Novembre)

au Point K : de 0,154 g/l (30 Mars) à 2,581 g/l (09 Novembre)

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

Comme en 2000, tout au long de l'année 2001, nous pouvons constater de très faibles valeurs de turbidité au point F et dans une moindre mesure au point K, à cause des crues de début d'année qui ont du éjecter à l'océan la quasi-totalité du bouchon vaseux.

Par rapport à 2000, les valeurs des concentrations de 2001 sont en moyenne, inférieures.

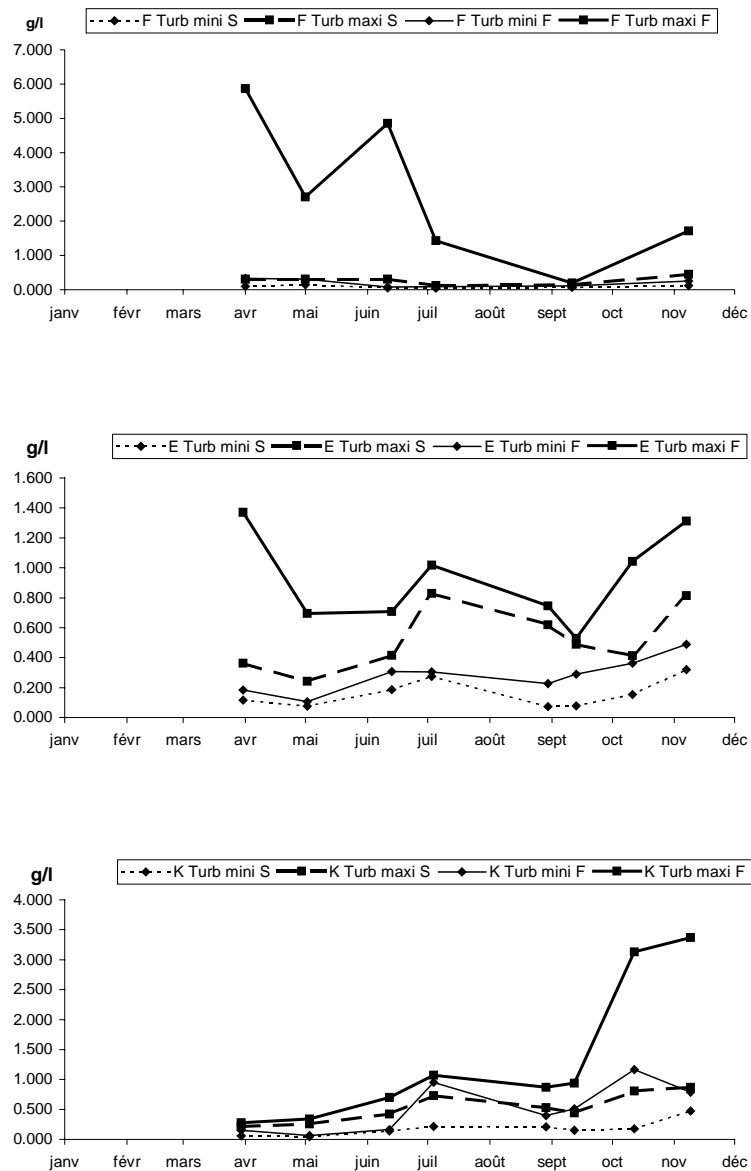


Figure 4-26 : Variations annuelles des turbidités minimales et maximales aux points F-E-K en 2001.

Tableau 4-11 : Maximum et minimum de turbidité observés au cours des années 1978 à 2001.

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

(*) Moyenne des 10 jours précédents.

Tableau 4-12 Maximum et minimum de turbidité observés au cours des années 1978 à 2001.

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
		13,340	25.09	115	83-80	125
		76,000	20.11	556	89-90	120
1980	mini.	0,090	12.02	1580	44-48	-65
	maxi.	2,720	17.06	400	72-67	115
		2,860	22.04	480	48-43	110
1981	mini.	0,058	11.08	263	41-44	75
	maxi.	38,810	7.07	327	66-62	105
1982	mini.	0,408	6.07	372	72-73	150
	maxi.	50,880	15.06	481	48-50	80
		44,920	27.07	270	81-56	110
		40,980	10.08	249	75-72	90
1983	mini.	0,164	7.06	1471	56-51	-100
	maxi.	41,960	21.06	838	63-65	-100
1984	mini.	0,324	7.08	275	49-50	85
	maxi.	31,310	10.01	686	51-48	135
1985	mini.	0,102	24.09	260	41-47	-55
	maxi.	7,168	12.03	1422	80-71	145
1986	mini.	0,124	13.05	2146	62-58	65
	maxi.	3,090	26.08	222	57-51	70
1987	mini.	0,174	18.08	438	33	50
	maxi.	8,250	19.05	700	58-54	110
1988	mini.	0,145	26.04	1301	36-40	-55
	maxi.	3,580	23.08	327	36-40	95
1989	mini.	0,164	10.07	205	54-50	80
	maxi.	9,574	14.03	1340	50-42	108
1990	mini.	0,190	3.07	487	43-44	90
	maxi.	5,940	03-janv	474	40	82
1991	mini.	0,060	04-janv	695	51-49	86
	maxi.	3,178	13-janv	308	44-40	-79
1992	mini.	0,082	24-janv	1657	46-46	-78
	maxi.	9,956	23-janv	410	50-44	-90
1993	mini.	0,213	28-juil	456	51-45	-10
	maxi.	3,978	14-avr	650	40-37	-96
1994	mini.	0,144	18-mai	1473	51-50	BM
	maxi.	5,978	04-mai	1784	46	BM
1995	mini.	0,147	18-oct	378	33	Etale BM
	maxi.	2,453	23-mai	800	53	-82
1996	mini.	0,174	24-juil	265	49-48	BM
	maxi.	6,216	24-avr	731	52-46	86
1997	mini.	0,196	11-juin	475	58-53	BM
	maxi.	3,760	23-juil	311	104-101	-105
1998	mini.	0,046	04-mars	626	79-70	-148
	maxi.	2,032	02-juin	703	45-43	80
1999	mini.	0,102	01-sept	230	82-76	94
	maxi.	3,102	06-mai	1411	58-54	-88
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

(*) 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 0,21 ml/l (01 Avril) et 0,59 ml/l (01 Mai)
au fond entre 0,29 ml/l (01 Avril) et 0,61 ml/l (28 Août)

Au Point E PK 52 (Tableau 4-14)

en surface entre 0,27 ml/l (13 Juin) et 0,84 ml/l (03 Juillet)
au fond entre 0,29 ml/l (13 Sept) et 0,77 ml/l (02 Mai)

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

en surface entre 0,10 ml/l (29 Août) et 0,63 ml/l (12 Sept)
au fond entre 0,08 ml/l (29 Août) et 0,75 ml/l (12 Oct.)

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 : 0,64 ml/l (10,94 %) le 11 Sept et 1,31 ml/l (17,70 %) le 01 Avril.
au fond : 0,62 ml/l (10,66 %) le 11 Sept et 1,28 ml/l (17,60 %) le 01 Avril.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées :

le 01 Avril en surface : 6,07 ml/l (82,30 %) (Qfl : 2118 m³.s⁻¹ - coef. 49-45)
le 01 Avril au fond : 6,00 ml/l (82,40 %) (Qfl : 2118 m³.s⁻¹ - coef. 49-45)

Les déficits moyens correspondants:

en surface : 1,31 ml/l (17,70 %)
au fond : 1,28 ml/l (17,60 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 28 Août en surface : 4,60 ml/l (85,15 %) (Qfl : 280 m³.s⁻¹ - coef. 38-39)

le 28 Août en surface : 4,62 ml/l (85,85 %) (Qfl : 280 m³.s⁻¹ - coef. 38-39)

Les déficits moyens correspondants :

en surface : 0,81 ml/l (14,85 %)

au fond : 0,77 ml/l (14,15 %)

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) (Tableau 4-16)

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

ANNEE F 2001		OXYGENE DISSOUS														Gfi: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents)
		TAUX DE SATURATION		MOY DE LA MAREE		Moyen		DEFICIT				ECART MAXI		COEFFICIENT		
		ml/l	%	ml/l	%	ml/l	%	Minimum ml/l	%	Maximum ml/l	%	ml/l	%			
DATES	ml/l	%	ml/l	%	ml/l	%	Minimum ml/l	%	Maximum ml/l	%	ml/l	%				
01-avr	S	7.37	82.30%	6.07	17.70%	1.31	16.37%	1.20	16.37%	1.41	18.83%	0.23	1.37%	49-45	2118	
	F	7.29	82.40%	6.00	17.60%	1.28	16.46%	1.19	16.46%	1.48	20.19%					
01-mai	S	7.12	84.52%	6.01	15.48%	1.11	11.76%	0.82	11.76%	1.41	19.53%	0.28	2.88%	48-49	1314	
	F	7.04	84.20%	5.93	15.80%	1.12	12.41%	0.85	12.41%	1.29	17.87%					
11-juin	S	6.09	87.07%	5.30	12.93%	0.79	9.77%	0.59	9.77%	0.97	15.82%	0.11	1.54%	59-55	649	
	F	6.08	87.53%	5.32	12.47%	0.76	8.04%	0.48	8.04%	0.99	16.12%					
05-juil	S	5.59	83.62%	4.67	16.38%	0.92	13.14%	0.72	13.14%	1.10	19.33%	0.16	3.15%	76-77	257	
	F	5.53	84.13%	4.65	15.87%	0.88	12.66%	0.69	12.66%	1.03	18.36%					
28-août	S	5.41	85.15%	4.60	14.85%	0.81	8.38%	0.44	8.38%	1.01	18.33%	0.09	1.67%	38-39	280	
	F	5.39	85.85%	4.62	14.15%	0.77	8.87%	0.47	8.87%	1.08	19.64%					
11-sept	S	5.83	89.06%	5.19	10.94%	0.64	5.98%	0.35	5.98%	0.82	14.09%	0.11	1.71%	41-38	223	
	F	5.80	89.34%	5.18	10.66%	0.62	5.55%	0.32	5.55%	0.88	15.17%					
10-oct	S	6.14	80.05%	4.92	19.95%	1.23	18.33%	1.12	18.33%	1.37	22.28%	0.14	1.53%	41-38	300	
	F	6.10	79.82%	4.87	20.18%	1.23	17.42%	1.08	17.42%	1.45	23.81%					
07-nov	S	6.60	80.39%	5.31	19.61%	1.29	16.49%	1.09	16.49%	1.45	22.12%	0.05	0.65%	56-51	283	
	F	6.56	81.16%	5.33	18.84%	1.24	16.29%	1.07	16.29%	1.38	21.32%					
Moyennes	S	6.27	84.02%	5.26	15.98%	1.01	12.53%	0.79	12.53%	1.19	18.79%					
	F	6.22	84.30%	5.24	15.70%	0.99	12.21%	0.77	12.21%	1.20	19.06%					
	G	6.25	84.16%	5.25	15.84%	1.00	12.37%	0.78	12.37%	1.20	18.93%					

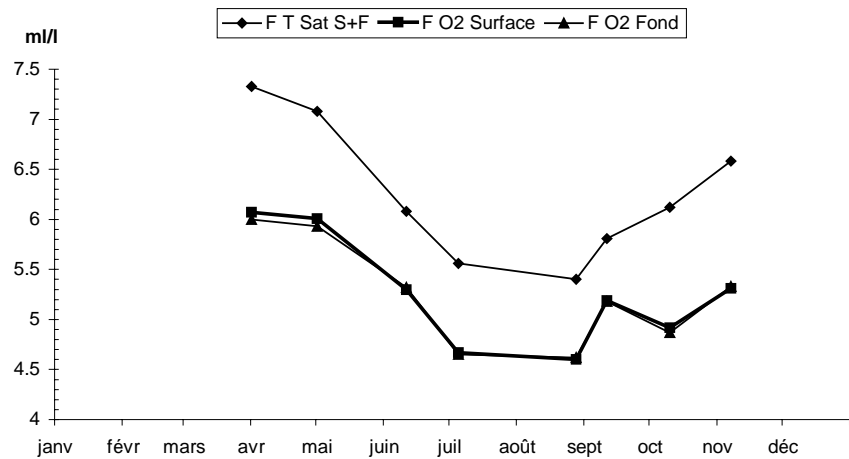


Figure 4-27: Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en m/l au Point F (PK 67) en 2001.

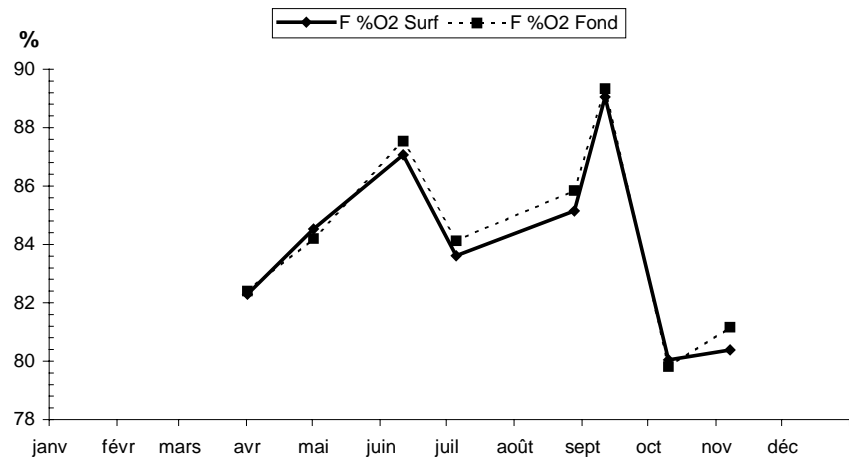


Figure 4-28 Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % au Point F (PK 67) en 2001.

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 0,94 ml/l en 2001 (Tableau 4-14) (Tableau 4-16)

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

ANNEE E 2001		VI-14 - OXYGENE DISSOUS POINT E PK 52													
		TAUX DE SATURATION m/l/l		MOY DE LA MAREE m/l/l		Moyen m/l/l		DEFICIT Minimum m/l/l		Maximum m/l/l		ECART MAXI TRANCHE D'EAU m/l/l		Qfi: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents)	
DATES		m/l/l	%	m/l/l	%	m/l/l	%	m/l/l	%	m/l/l	%	m/l/l	%	COEFFICIENT	2043
31-mars	S	7.49	84.88%	6.36	84.88%	1.13	15.12%	0.92	12.55%	1.33	17.69%	0.30	5.65%	61-65	2043
	F	7.52	84.23%	6.34	84.23%	1.19	15.77%	0.84	11.05%	1.36	18.21%				
02-mai	S	7.28	89.60%	6.52	89.60%	0.76	10.40%	0.34	4.64%	1.11	15.04%	0.18	5.78%	53	1468
	F	7.35	88.20%	6.49	88.20%	0.87	11.80%	0.41	5.58%	1.18	16.16%				
13-juin	S	6.09	86.09%	5.24	86.09%	0.85	13.91%	0.77	12.50%	1.04	16.80%	0.08	4.22%	44-41	615
	F	6.16	84.60%	5.21	84.60%	0.95	15.40%	0.76	12.22%	1.09	17.87%				
03-juil	S	5.72	89.95%	5.14	89.95%	0.58	10.05%	0.18	3.13%	1.02	17.71%	0.15	2.16%	68-71	312
	F	5.72	90.67%	5.19	90.67%	0.54	9.33%	0.14	2.43%	0.90	15.54%				
30-août	S	5.46	85.92%	4.69	85.92%	0.77	14.08%	0.45	8.38%	0.96	17.45%	0.62	9.05%	50-55	236
	F	5.50	87.82%	4.83	87.82%	0.67	12.18%	0.46	8.39%	1.01	18.20%				
13-sept	S	5.93	91.05%	5.40	91.05%	0.54	8.95%	0.14	2.44%	0.71	11.91%	0.12	4.02%	41-46	222
	F	5.98	91.01%	5.44	91.01%	0.54	8.99%	0.38	6.46%	0.67	11.19%				
11-oct	S	6.36	77.55%	4.92	77.55%	1.43	22.45%	1.04	17.19%	1.72	26.30%	0.19	3.27%	39	305
	F	6.35	76.85%	4.88	76.85%	1.47	23.15%	1.24	20.46%	1.69	25.88%				
08-nov	S	6.80	79.88%	5.42	79.88%	1.37	20.12%	1.00	15.38%	1.62	23.75%	0.09	3.23%	47-45	275
	F	6.83	79.58%	5.43	79.58%	1.40	20.42%	1.24	18.39%	1.59	23.31%				
Moyennes	S	6.39	85.62%	5.46	85.62%	0.93	14.38%	0.61	9.53%	1.19	18.33%				
	F	6.43	85.37%	5.47	85.37%	0.95	14.63%	0.68	10.62%	1.19	18.30%				
	G	6.41	85.49%	5.47	85.49%	0.94	14.51%	0.64	10.08%	1.19	18.31%				

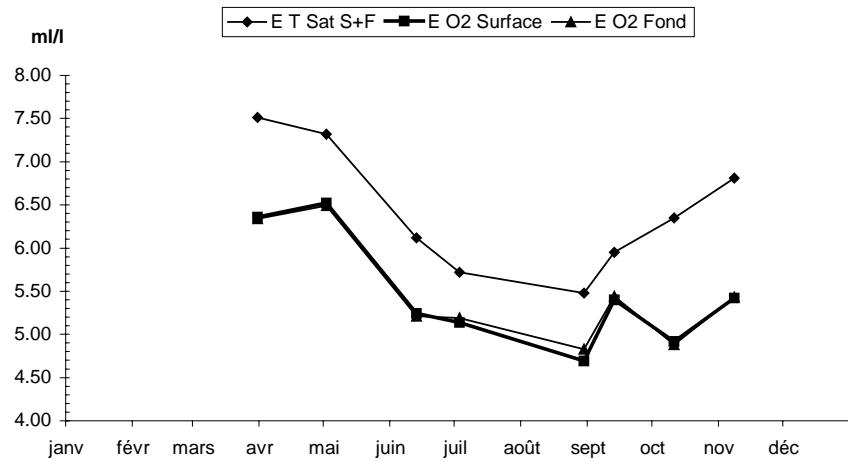


Figure 4-29 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml/l au Point E (PK 52) en 2001.

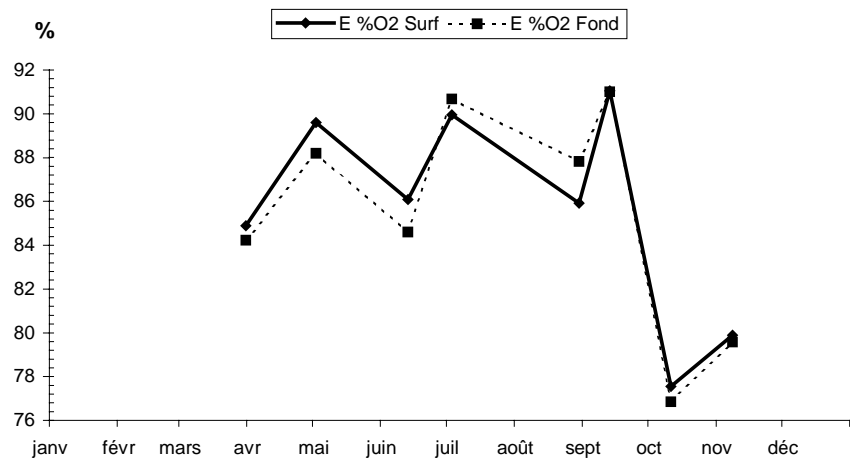


Figure 4-30 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % au Point E (PK 52) en 2001.

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

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

en surface : 0,68 ml/l (09,06 %) le 03 Mai et 1,98 ml/l (30,07 %) le 12 Oct.
 au fond : 0,66 ml/l (08,83 %) le 03 Mai et 2,00 ml/l (30,31 %) le 12 Oct.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées

le 30 Mars en surface : 6,91 ml/l (89,82 %) (Qfl : 1993 m³.s⁻¹ - coef. 73-68)
 le 30 Mars au fond : 6,97 ml/l (90,53 %) (Qfl : 1993 m³.s⁻¹ - coef. 73-68)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 0,78 ml/l (10,18 %)
 au fond : 0,73 ml/l (09,47 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 04 Juillet en surface : 4,54 ml/l (78,21 %) (Qfl : 257 m³.s⁻¹ - coef. 73-74)
 le 04 Juillet au fond : 4,55 ml/l (78,38 %) (Qfl : 257 m³.s⁻¹ - coef. 73-74)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 1,27 ml/l (21,79 %)
 au fond : 1,26 ml/l (21,62 %)

Les déficits minimum de l'année ont été observés :

le 12 Juin en surface : 0,31 ml/l (04,91 %) (Qfl : 619 m³.s⁻¹ - coef. 51-47)
 le 12 Juin au fond : 0,29 ml/l (04,60 %) (Qfl : 619 m³.s⁻¹ - coef. 51-47)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 12 Oct en surface : 2,29 ml/l (34,38 %) (Qfl : 323 m³.s⁻¹ - coef. 42-48)
 le 12 Oct au fond : 2,42 ml/l (36,34 %) (Qfl : 323 m³.s⁻¹ - coef. 42-48)

Les valeurs moyennes de 2001 se situent autour de 82,65 % du taux de saturation au cours de l'année (+9,26 % par rapport à 2000). 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 ml/l, en 2000 à 1,71 ml/l et en 2001 à 1,12 ml/l (Tableau 4-15)(Tableau 4-17).

En 2001 le déficit moyen régresse nettement aux trois points.

Nous considérons que du fait d'un début d'année très pluvieux et très doux, l'estuaire a bénéficié d'un apport conséquent d'eau de la fonte des neiges et glaces, d'où la régression du déficit en oxygène dissous, et que, comme en 2000, les eaux d'amont, après avoir éjecté en quasi totalité le bouchon vaseux, ont fait barrage à l'intrusion saline (Les salinités sont faibles par rapport à 2000 et très faibles par rapport à la normale),

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

ANNÉE K 2001		OXYGENE DISSOUS														Qfi: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents)	
		DATES		TAUX DE SATURATION		MOY DE LA MAREE		Moyen		DEFICIT		Maximum		ECART MAXI			COEFFICIENT
				ml/l	ml/l	ml/l	%	ml/l	%	ml/l	%	ml/l	%	ml/l	%		
30-mars	S	7.69	6.91	89.82%	0.78	10.18%	0.47	6.07%	0.97	12.68%	0.08	1.04%	73-68	1993			
	F	7.69	6.97	90.53%	0.73	9.47%	0.39	5.04%	0.94	12.29%							
03-mai	S	7.48	6.80	90.94%	0.68	9.06%	0.42	5.61%	0.81	10.89%	0.04	0.53%	58-65	1695			
	F	7.48	6.82	91.17%	0.66	8.83%	0.38	5.08%	0.82	11.02%							
12-juin	S	6.28	5.57	86.51%	0.71	13.49%	0.31	4.91%	0.92	14.65%	0.04	0.63%	51-47	619			
	F	6.29	5.59	86.68%	0.70	13.32%	0.29	4.60%	0.92	14.63%							
04-juil	S	5.81	4.54	78.21%	1.27	21.79%	1.14	19.59%	1.38	23.79%	0.03	0.52%	73-74	257			
	F	5.81	4.55	78.38%	1.26	21.62%	1.13	19.45%	1.35	23.28%							
29-août	S	5.71	4.73	82.80%	0.98	17.20%	0.93	16.17%	1.03	18.13%	0.05	0.88%	41-45	242			
	F	5.71	4.71	82.45%	1.00	17.55%	0.96	16.70%	1.04	18.31%							
12-sept	S	6.23	5.42	87.08%	0.81	12.92%	0.43	6.91%	1.06	16.85%	0.10	2.07%	38	222			
	F	6.22	5.50	88.44%	0.72	11.56%	0.30	4.85%	0.94	14.92%							
12-oct	S	6.59	4.61	69.93%	1.98	30.07%	1.74	26.69%	2.29	34.38%	0.13	1.95%	42-48	323			
	F	6.58	4.59	69.69%	2.00	30.31%	1.67	25.65%	2.42	36.34%							
09-nov	S	7.24	5.41	74.76%	1.83	25.24%	1.57	21.78%	2.05	27.89%	0.05	0.91%	45	291			
	F	7.24	5.43	75.00%	1.81	25.00%	1.50	20.86%	2.03	27.66%							
Moyennes	S	6.63	5.50	82.50%	1.13	17.50%	0.88	13.47%	1.31	19.91%							
	F	6.63	5.52	82.79%	1.11	17.21%	0.83	12.78%	1.31	19.80%							
	G	6.63	5.51	82.65%	1.12	17.35%	0.85	13.12%	1.31	19.86%							

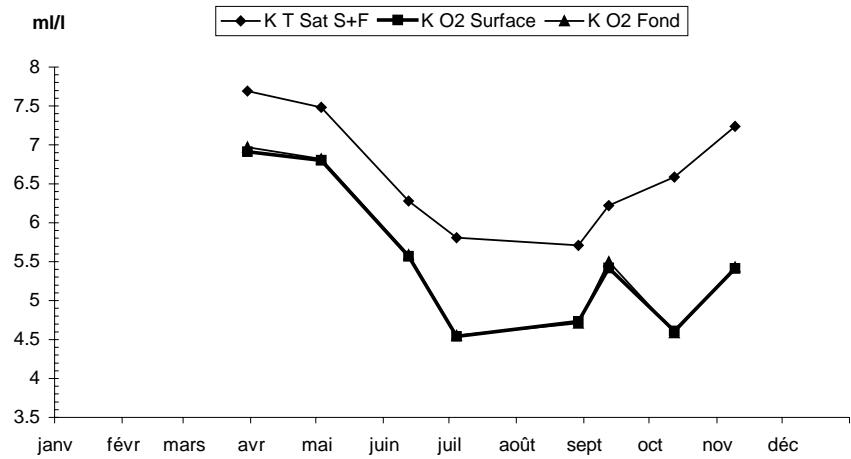


Figure 4-31 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml/l au Point K (PK 30) en 2001.

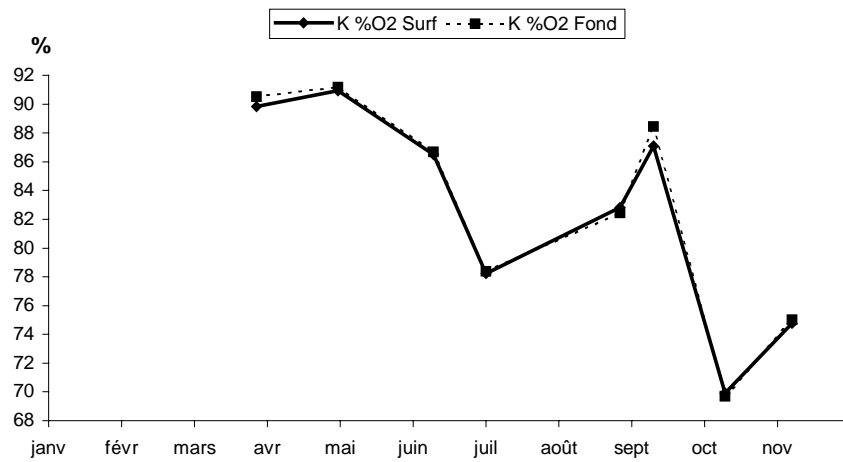


Figure 4-32 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % au Point K (PK 30) en 2001.

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
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	

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	

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 de l'aval à l'amont est de :

En surface :

Au Point F :

5,26 ml/l (84,02 %) pour une valeur de saturation de 6,27 ml/l, d'où un déficit de 1,01 ml/l (15,98 %).

Au Point E :

5,46 ml/l (85,62 %) pour une valeur de saturation de 6,39 ml/l, d'où un déficit de 0,93 ml/l (14,38 %)

Au Point K :

5,50 ml/l (82,50 %) pour une valeur de saturation de 6,63 ml/l, d'où un déficit de 1,13 ml/l (17,50 %).

Au fond :

Au point F :

5,24 ml/l (84,30 %) pour une valeur de saturation de 6,22 ml/l, d'où un déficit de 0,99 ml/l (15,70 %)

Au point E :

5,47 ml/l (85,37 %) pour une valeur de saturation de 6,43 ml/l, d'où un déficit de 0,95 ml/l (14,63 %)

Au Point K :

5,52 ml/l (82,79 %) pour une valeur de saturation de 6,63 ml/l, d'où un déficit de 1,11 ml/l (17,21 %)

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

Au Point F :

entre 0,63 ml/l (10,80 %) le 11 Sept et 1,30 ml/l (17,65 %) le 01 Avril.

Au Point E :

entre 0,54 ml/l (08,97 %) le 13 Sept et 1,45 ml/l (22,80 %) le 11 Oct.

Au Point K :

entre 0,67 ml/l (08,95 %) le 03 Mai et 1,99 ml/l (30,19 %) le 12 Oct.

Pour l'année 2001 la comparaison des déficits aux trois points est représentée dans la **Figure 4-36**.

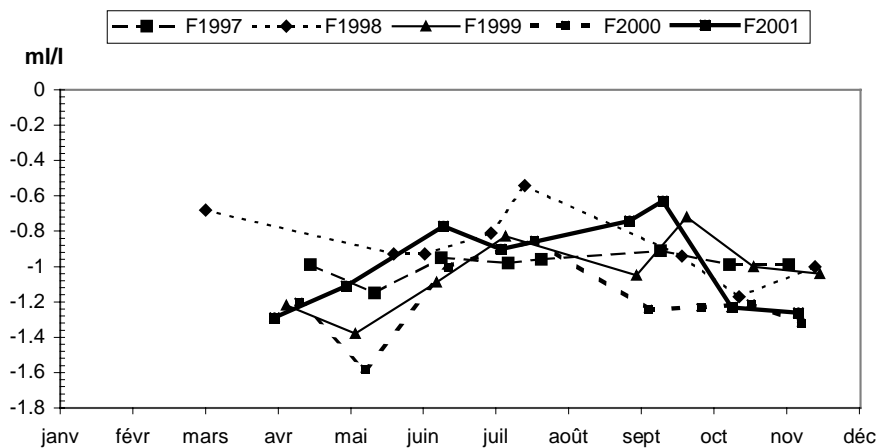


Figure 4-33 : Variations annuelles du déficit en oxygène dissous au Point F (PK 67) (Valeurs moyennes) de 1997 à 2001.

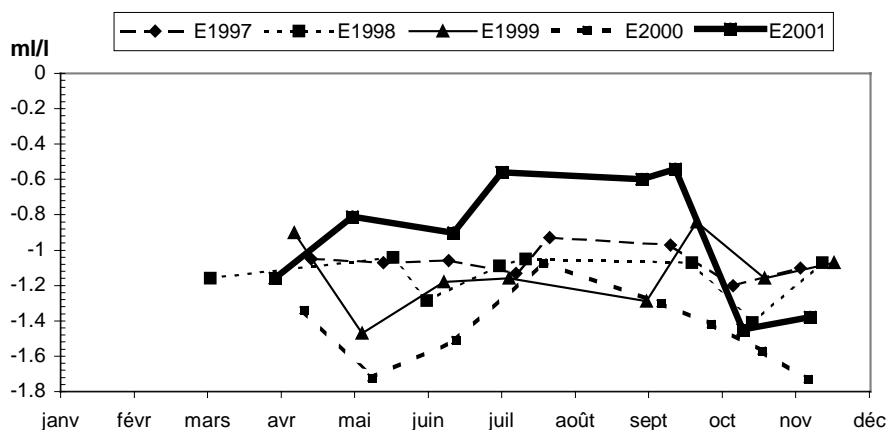


Figure 4-34 : Variations annuelles du déficit en oxygène dissous au Point E (PK 52) (Valeurs moyennes) de 1997 à 2001.

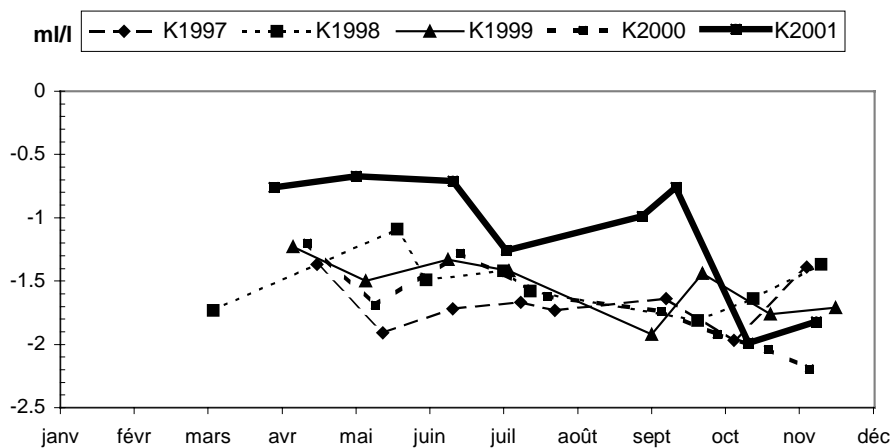


Figure 4-35 Variations annuelles du déficit en oxygène dissous au Point K (PK 30) (Valeurs moyennes) de 1997 à 2001.

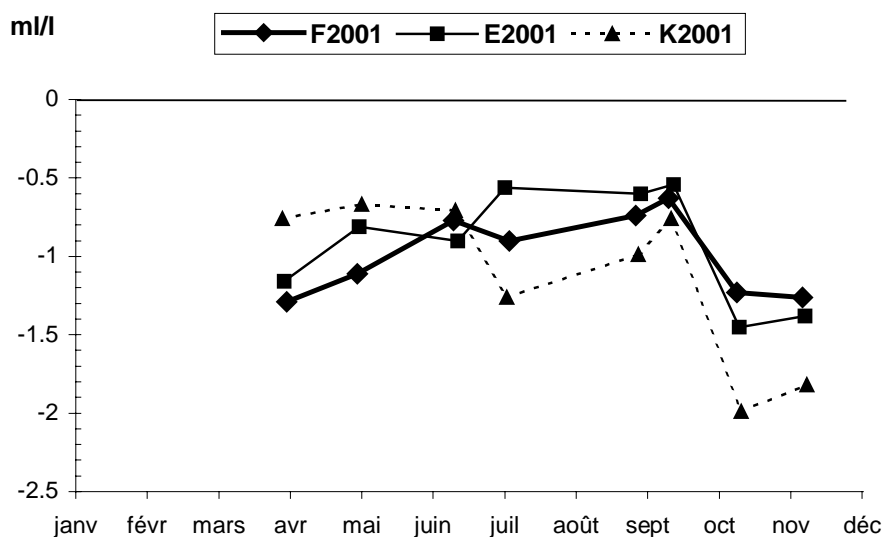


Figure 4-36 Variations du déficit en oxygène dissous au Point F E K (Valeurs moyennes) en 2001.

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 (0,65 %) le 07 Novembre et 0,28 ml/l (2,88 %) le 01 Mai. Cette dernière valeur a été observée à mi-jusant et correspond à des eaux ayant une température de 13,10° C en surface et 12,90° C au fond, et de turbidité : 0,145 g/l en surface et 0,690g/l au fond.

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

Entre 0,08 ml/l (04,22 %) le 13 Juin et 0,62 ml/l (09,05 %) le 30 Août. Cette dernière valeur a été observée à pleine mer et correspond à des eaux ayant une température de 27,30° C en surface et 25,40°C au fond, et de turbidité : 0,158 g/l en surface et 0,226 g/l au fond.

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

Entre 0,03 ml/l (0,52 %) le 04 Juillet et 0,13 ml/l (1,95 %) le 12 Oct. Cette dernière valeur a été observée à la basse mer et correspond à des eaux ayant une température de 17,90° C en surface et au fond, et de turbidité : 0,702 g/l en surface et 1,690 g/l au fond.

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

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

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

Entre 0,28 ml/l (3,82 %) le 01 Avril.
et 0,64ml/l (11,26 %) le 28 Août.

L'écart minimum correspond:

à un déficit minimum de 1,20 ml/l (16,37 %) mesuré en surface à la pleine mer (Salinité 2,83 - Turbidité 0,428 g/l).

à un déficit maximum de 1,48 ml/l (20,19 %) mesuré au fond à mi-flot (Salinité 3,79 - Turbidité 0,515 g/l).

L'écart maximum correspond:

à un déficit minimum de 0,44 ml/l (8,38 %) mesuré en surface à la pleine mer.(Salinité 18,10 - Turbidité non évaluée.).

et à un déficit maximum de 1.08 ml/l (19.64 %) mesuré au fond à la basse mer.(Salinité 10,10 - Turbidité non évaluée.).

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

Entre 0,32 ml/l (5,37 %) le 13 Juin.

et 0,88 ml/l (15,28 %) le 03 Juillet.

L'écart minimum correspond :

à un déficit minimum de 0,77 ml/l (12,0 %) mesuré en surface à mi-jus.(Salinité 1,80 - Turbidité 0,213 g/l).

et à un déficit maximum de 1,09 ml/l (17,87 %) mesuré au fond à la pleine mer (Salinité 3,30 - Turbidité 0,307 g/l).

L'écart maximum correspond :

à un déficit minimum de 0,14 ml/l (2,43 %) mesuré au fond à la pleine mer.(Salinité 0,63 - Turbidité 0,231 g/l).

et à un déficit maximum de 1,02 ml/l (17,71 %) mesuré en surface à la basse mer (Salinité 2,25 - Turbidité 0,274 g/l).

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

Entre 0,11 ml/l (02,14 %) le 29 Août.

et 0,76 ml/l (12,00 %) le 12 Sept.

L'écart minimum correspond :

à un déficit minimum de 0,93 ml/l (16,17 %) mesuré en surface à la basse mer (Salinité 0,50 - Turbidité 0,356 g/l).

et à un déficit maximum de 1,04 ml/l (18,31 %) mesuré au fond à la pleine mer.(Salinité 2,60 - Turbidité 0,397 g/l).

L'écart maximum correspond :

à un déficit minimum de 0,30 ml/l (4,85 %) mesuré au fond à mi-jusant (Salinité. 1,75 - Turbidité 0,941 g/l).

et à un déficit maximum de 1,06 ml/l (16,85 %) mesuré en surface à la basse mer.(Salinité 0,55 - Turbidité 0,439 g/l).

Les valeurs des déficits moyens annuels sont rappelées dans le Tableau 4-16 et Tableau 4-17.

5. Paramètres hydrobiologiques

5.1. Carbone organique particulaire

5.1.1. Variations saisonnières

5.1.1.1. Variations des concentrations

Pour les trois stations de l'estuaire, compte tenu de la forte turbidité des eaux de la Gironde, par rapport à un milieu océanique ou fluvial, les concentrations en carbone organique particulaire varient avec celles des matières en suspension. Nous présentons (**Figures 5-1 et 5-2**) les variations saisonnières de ces deux paramètres pour les trois stations, tous niveaux confondus.

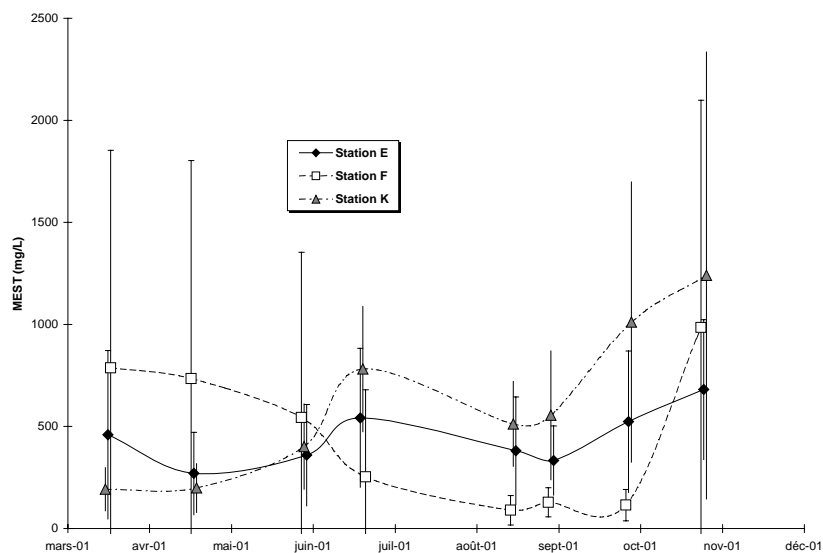


Figure 5-1 : Variations saisonnières des teneurs en matières en suspension.

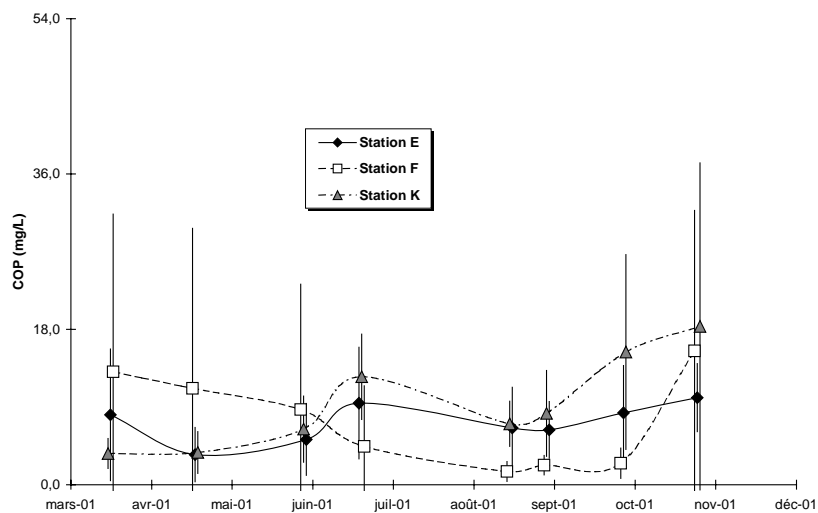


Figure 5-2 : Variations saisonnières des teneurs carbone organique particulaire.

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

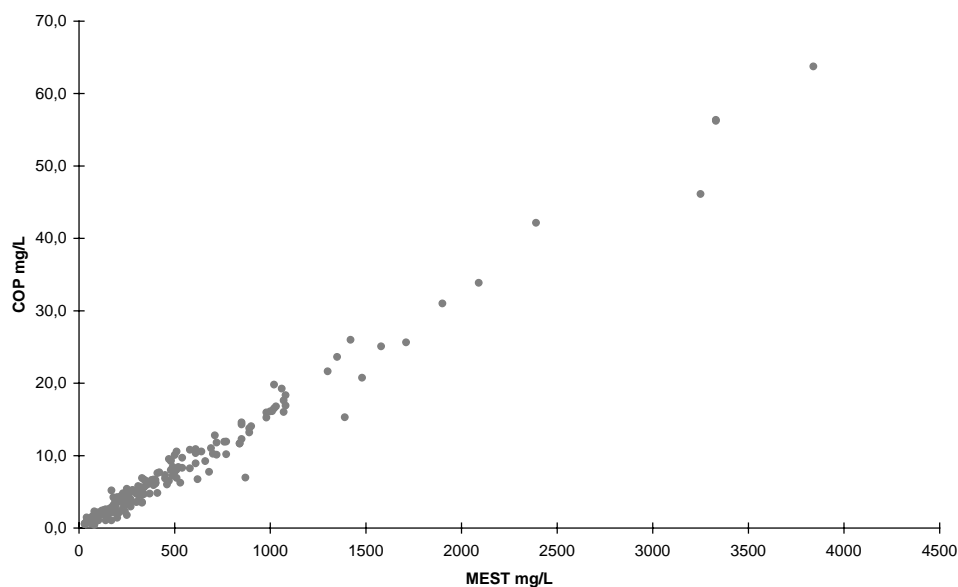


Figure 5-3 : Répartition des concentrations en COP par rapport à celles de MES.

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

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

	Nb	Pente	Ordonnée	r	RV ¹⁰	α^{11}
Toute stations	192	1,61	-0,10	0,99	8907	1.10^{-161}
Station E	64	1,62	-0,11	0,99	2904	9.10^{-54}
Station E fond	32	1,59	0,06	0,95	309	2.10^{-17}
Station E surface	32	1,78	-0,42	0,97	543	9.10^{-21}
Station F	64	1,63	-0,01	0,99	5636	1.10^{-62}
Station F fond	32	1,63	0,10	0,99	2673	7.10^{-31}
Station F surface	32	1,45	0,18	0,93	178	4.10^{-14}
Station K	64	1,59	-0,31	0,99	2818	2.10^{-53}
Station K fond	32	1,61	-0,37	0,99	1600	1.10^{-27}
Station K surface	32	1,40	0,38	0,96	360	3.10^{-18}

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 rapports des variances (RV) et les coefficients de risque (α) ; cette disparité est fonction de la station considérée et du niveau. En effet, pour les stations E et F, les valeurs de ces paramètres sont plus faibles en surface qu'au fond.

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

5.1.1.2. Variations du rapport COP/MES

Au niveau du fond, on constate que les variations saisonnières des moyennes du rapport COP/MES par campagne sont à peu près identiques pour les trois stations (**Figures 5-4**). En dehors de la station F lors de la campagne d'octobre, les variations des valeurs au cours d'une marée sont très faibles, quelle que soit la station considérée.

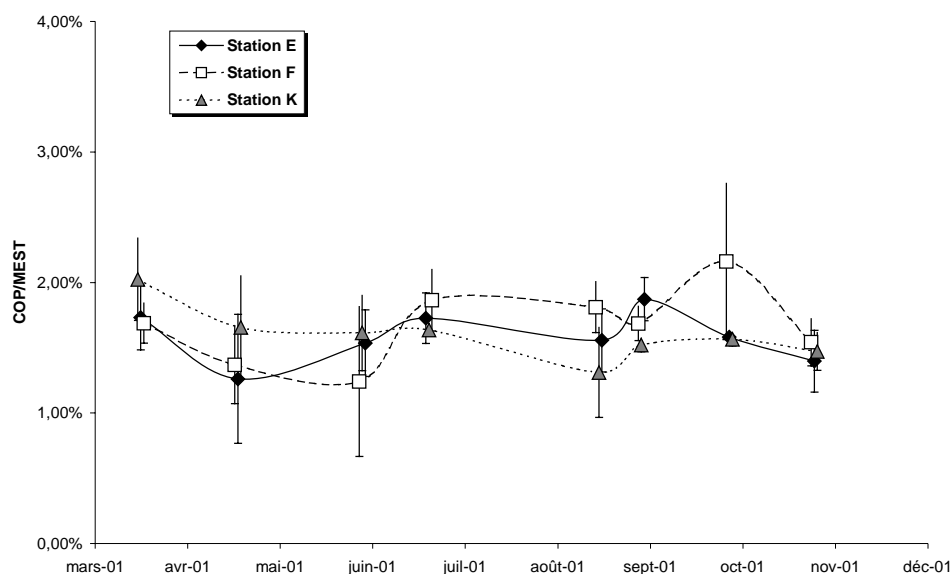


Figure 5-4 : Variations saisonnières du rapport COP/MES au niveau du fond.

En revanche, en surface, des écarts importants sont enregistrés à la station K lors de la campagne du mois de mai et à la station F lors de la campagne d'octobre (**Figure 5-5**).

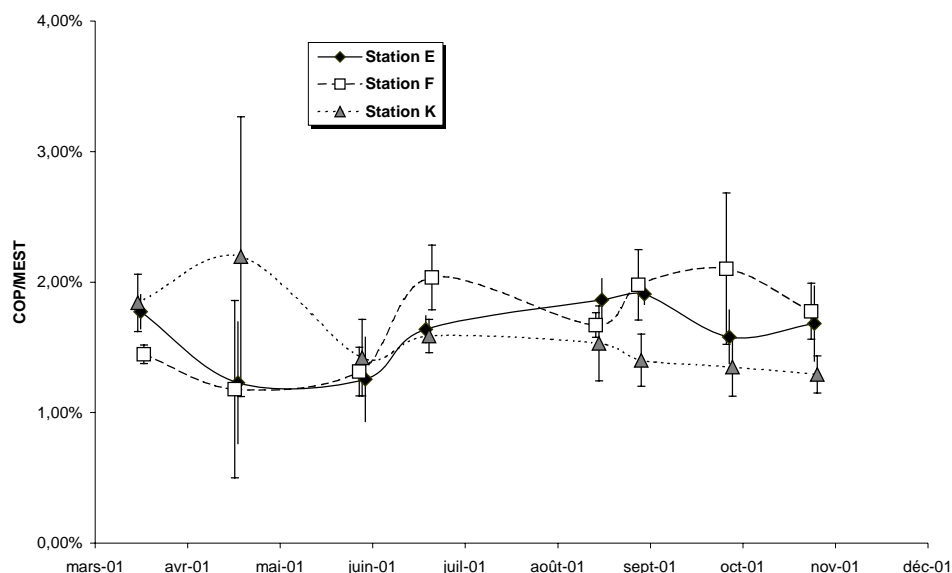


Figure 5-5 : Variations saisonnières du rapport COP/MES en surface.

En ce qui concerne les valeurs de mai pour les stations F et K et d'octobre pour la station F, la variabilité est à attribuer aux faibles teneurs en matières en suspension. En effet, comme nous le verrons, la dispersion des valeurs du rapport COP/MES augmente de façon importante lorsque les matières en suspension sont faibles. En outre, la diminution des teneurs en matières en suspension coïncide avec des périodes de production primaire importante (cf. § 5.3.2) en mai pour toutes les stations et en octobre pour la station F.

5.1.2. Relation avec les paramètres hydrobiologiques

5.1.2.1. Relation avec la salinité

Comme en 2000, compte tenu des débits enregistrés au cours de l'année, les salinités sont restées faibles par rapport à celles des autres années. Il est cependant possible de noter une tendance à l'augmentation de la valeur du rapport avec la salinité. Les écarts importants correspondent aux valeurs enregistrées à la station F lors de la campagne du mois d'octobre ; ils sont associés à des salinités encore élevées (> 10). Il convient de noter la dispersion des valeurs à la station K pour des salinités inférieures à 1 (**Figure 5-7**)

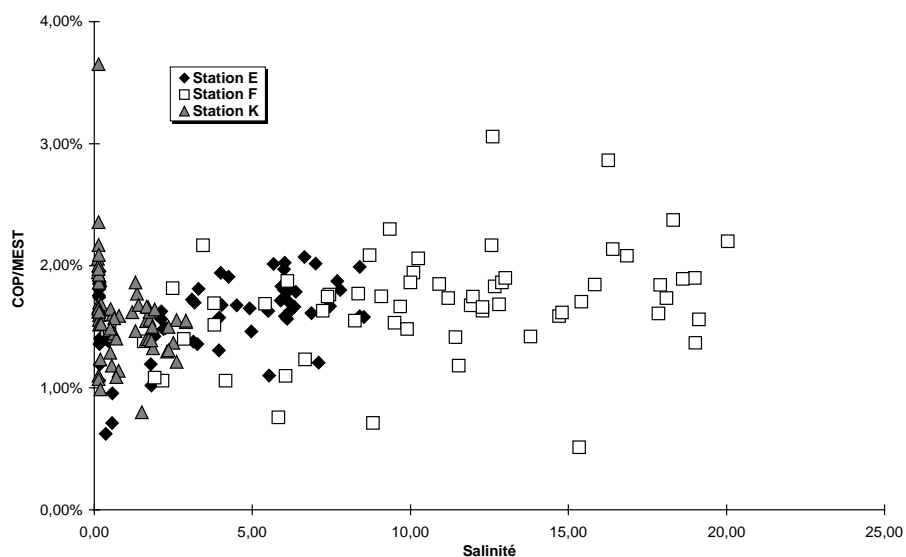


Figure 5-7 : Répartition des valeurs du rapport COP/MES avec la salinité, toutes stations et niveau confondus.

5.1.2.2. Relation avec le déficit en oxygène dissous

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

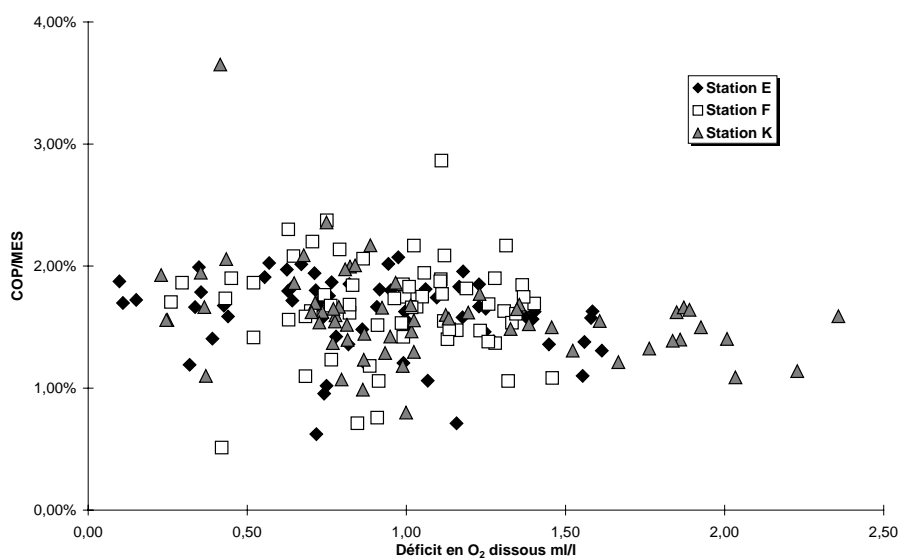


Figure 5-8 : Répartition des valeurs du rapport COP/MES avec le déficit en oxygène dissous, toutes stations et niveau confondus.

5.1.2.3. Relation avec les matières en suspension

Il est logique de penser que le rapport COP/MES varie en fonction de la teneur et de la nature des matières en suspension. En 2001, compte tenu des faibles turbidités enregistrées, on constate que la concentration en MES est à l'origine des écarts importants enregistrés sur les valeurs du rapport COP/MES au cours des cycles de marée (**Figure 5-9**).

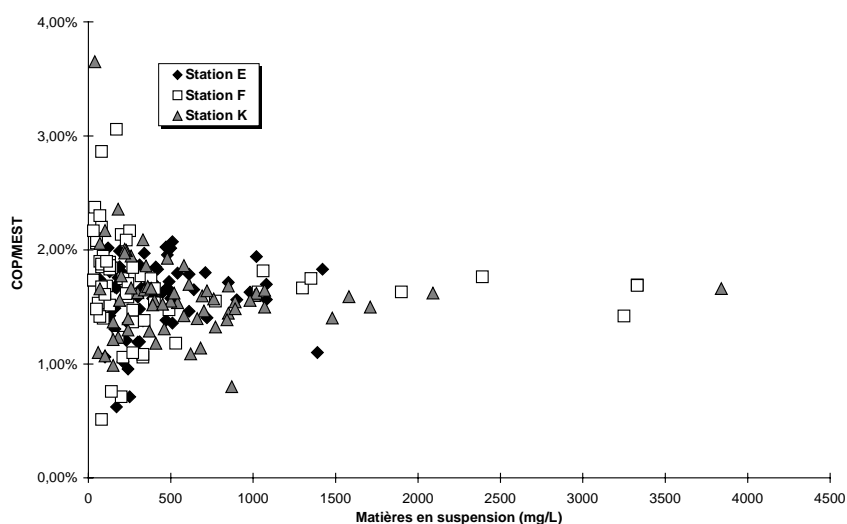


Figure 5-9 : Répartition des valeurs du rapport COP/MES avec les teneurs en matières en suspension, toutes stations et niveau confondus.

5.1.3. Evolution des moyennes annuelles

5.1.3.1. Concentrations

A l'instar des mesures, l'évolution des moyennes annuelles des concentrations en MES (mg/L) et celles du COP (mg/L) sont à peu près identiques (**Figures 5-10 à 5-12**).

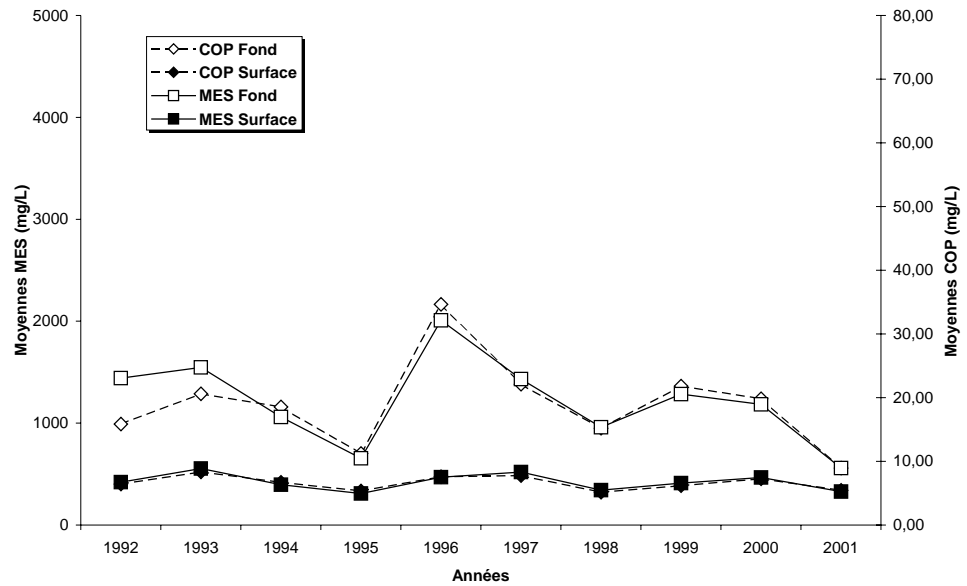


Figure 5-10 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et en COP à la station E.

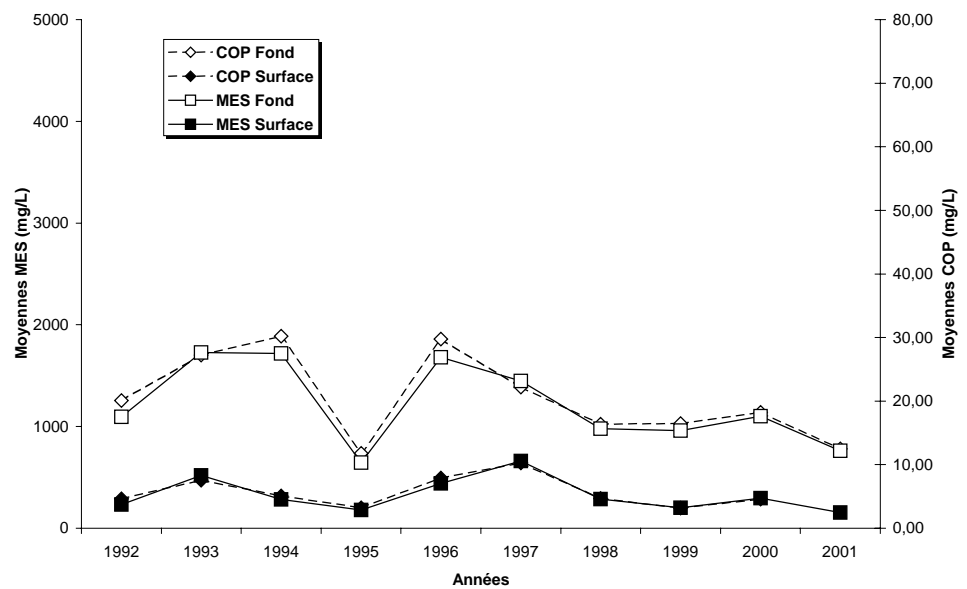


Figure 5-11 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et en COP à la station F.

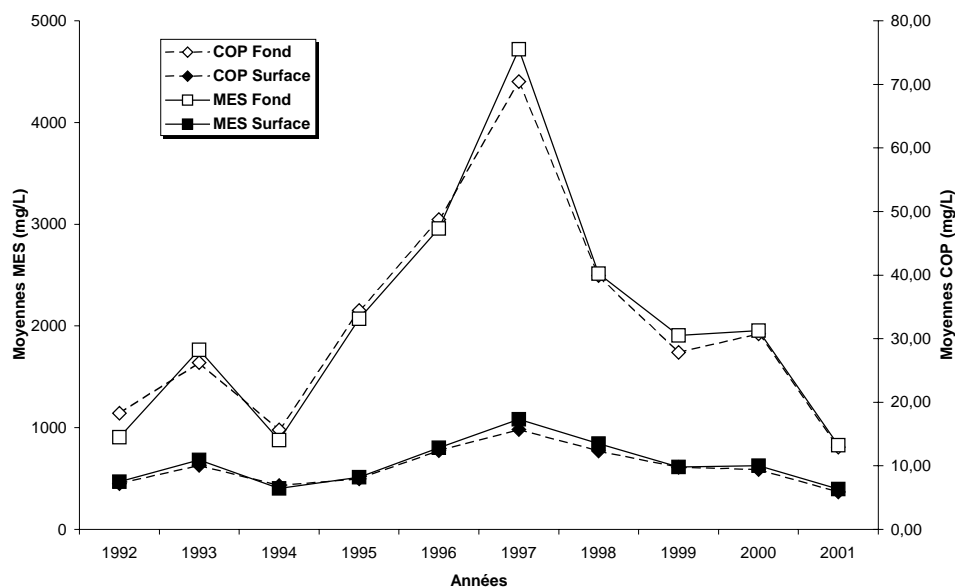


Figure 5-12 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et en COP à la station K.

En 2001, les valeurs des moyennes annuelles sont les plus faibles obtenues depuis 1994 pour les stations E et K, et 1995 pour la station F, plus en aval. Cette remarque est vraie pour les teneurs en MES comme pour celles en COP.

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.

Tableau 5-2 : Paramètre des droites de régressions entre les concentrations en COP (mg/L) et celles des MES (mg/L) pour la période 1993-2001.

	Nb	Pente	Ordonné			α	COP/MES
			e	r	RV		
1993	188	1,36%	1,2	0,94	1421	5.10^{-89}	1,56%
1994	192	1,77%	-0,1	1,00	60809	4.10^{-240}	1,86%
1995	168	1,67%	0,2	0,98	4076	1.10^{-118}	1,72%
1996	192	1,77%	-1,1	1,00	24225	3.10^{-202}	1,68%
1997	192	1,48%	0,4	0,99	10389	8.10^{-168}	1,51%
1998	168	1,62%	-0,4	1,00	26682	3.10^{-185}	1,59%
1999	191	1,62%	-0,3	0,97	2873	3.10^{-116}	1,64%
2000	189	1,63%	-0,3	1,00	18679	3.10^{-189}	1,61%
2001	192	1,61%	-0,1	0,99	8907	1.10^{-161}	1,62%

5.1.3.2. Rapport COP/MES

La différenciation surface - fond n'apparaît pas au niveau de l'évolution des moyennes annuelles du rapport COP/MES (**Figures 5-13 à 5-15**). Pour les trois stations, les valeurs sont proches de celles enregistrées depuis 1997.

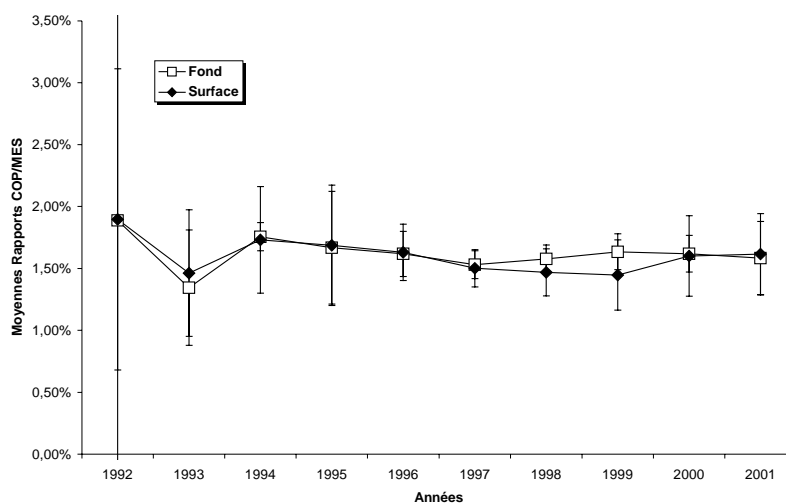


Figure 5-13 : Evolution des moyennes annuelles du rapport COP/MES à la station E.

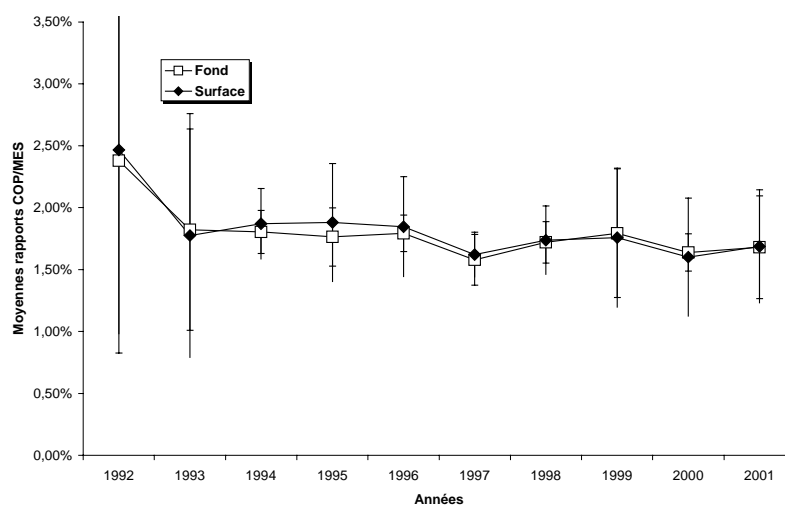


Figure 5-14 : Evolution des moyennes annuelles du rapport COP/MES à la station F.

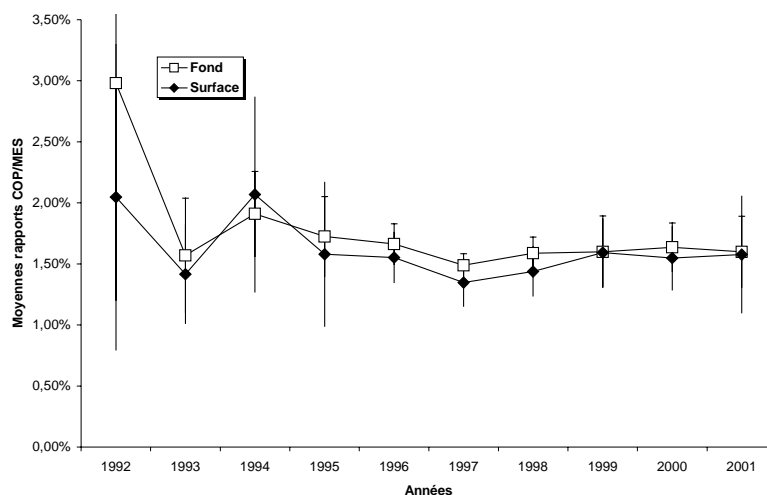


Figure 5-15 : Evolution des moyennes annuelles du rapport COP/MES à la station K.

5.2. Chlorophylle et phéopigments

5.2.1. Variations saisonnières

5.2.1.1. Concentration en chlorophylle (a)

A la station E, les concentrations en chlorophylle (a) atteignent 15,6 $\mu\text{g/L}$ à pleine mer début mai, puis diminuent à pleine mer comme à basse mer, pour remonter lors des deux dernières campagnes de la période d'étude (Figure 5-16).

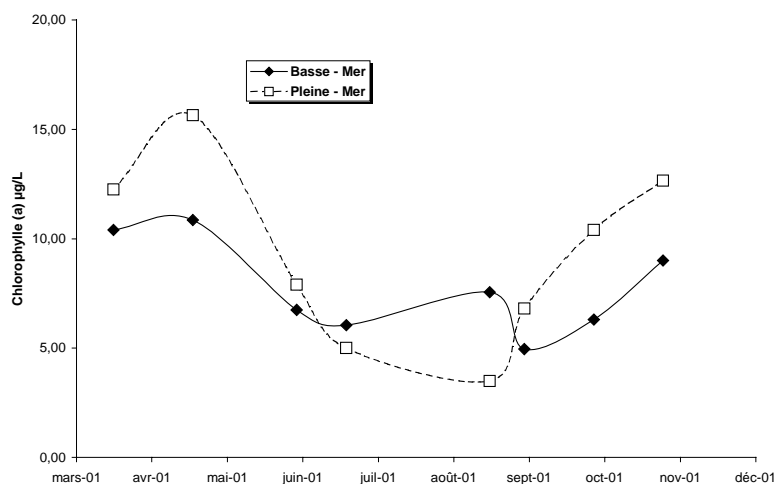


Figure 5-16 : Variations saisonnières des concentrations en chlorophylle (a) à la station E.

A la station F, les variations saisonnières des teneurs en chlorophylle (a) sont à peu près identiques à celles enregistrées à la station E. Cependant, la remontée en fin de période d'étude est moins marquée à pleine mer (**Figure 5-17**).

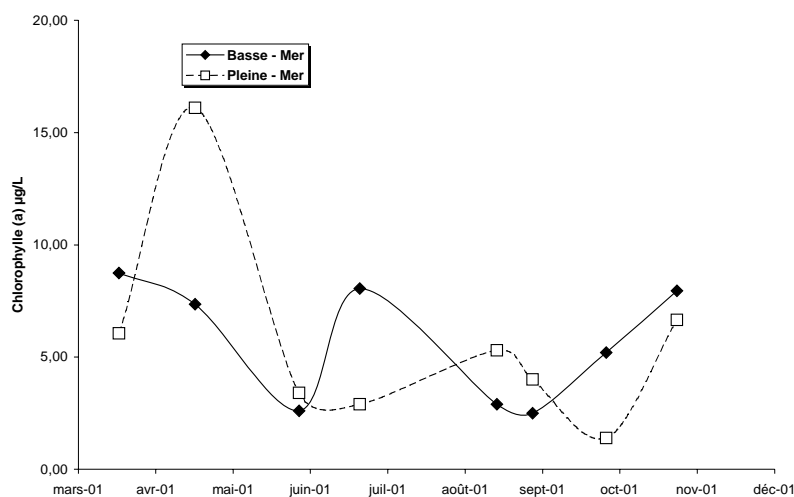


Figure 5-17 : Variations saisonnières des concentrations en chlorophylle (a) à la station F.

A la station K, la concentration maximale est enregistrée lors de la campagne du mois de juin à basse mer (**Figure 5-18**). Comme pour la station E, on note une remontée des valeurs lors des deux dernières campagnes de la période d'étude.

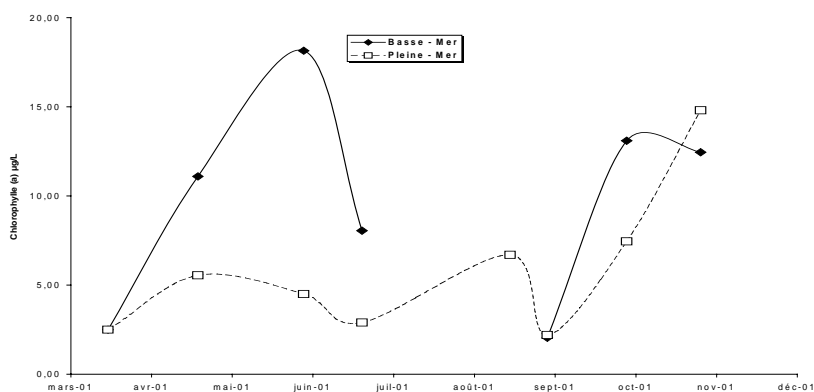


Figure 5-18 : Variations saisonnières des concentrations en chlorophylle (a) à la station K.

5.2.1.2. Normalisation au COP

Compte tenu de la nature particulière et organique du phytoplancton, il paraît judicieux de rapprocher les concentrations de celles en carbone organique particulaire, exprimées dans les mêmes unités. Pour 2001, cette normalisation permet de mettre en évidence une production primaire notable lors de la campagne de début mai pour les trois stations.

A la station E (**Figure 5-19**), le pic de production primaire est nettement marqué lors de la campagne du mois de mai, à basse comme à pleine mer. Pour le reste, les valeurs du rapport restent faibles ; les variations saisonnières ne présentent pas de remontée en fin de période.

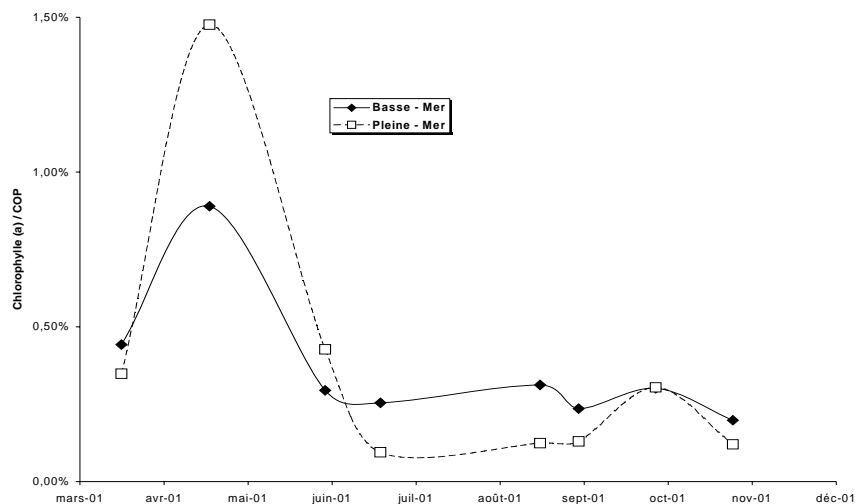


Figure 5-19 : Variations saisonnières du rapport entre la chlorophylle (a) et le COP à la station E.

A la station F, l'augmentation des valeurs au mois de mai n'apparaît que pour la pleine mer (**Figure 5-20**). Fin août, à pleine mer un second pic correspond à l'intrusion des eaux plus salées (18,1). Enfin, pour cette station, un troisième pic, moins marqué, est enregistré à basse mer lors de la campagne du mois d'octobre.

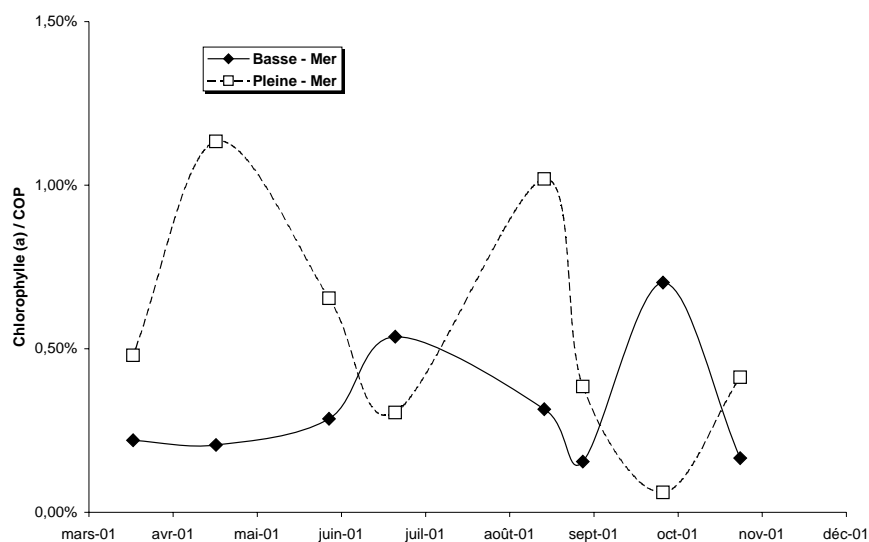


Figure 5-20 : Variations saisonnières du rapport entre la chlorophylle (a) et le COP à la station F.

A la station K (Figure 5-21), le maximum est enregistré lors de la campagne de début mai, comme pour les autres stations, mais à basse mer, ce qui semble indiquer une production primaire d'origine fluviale. Cette production est encore perceptible lors de la campagne du mois de juin.

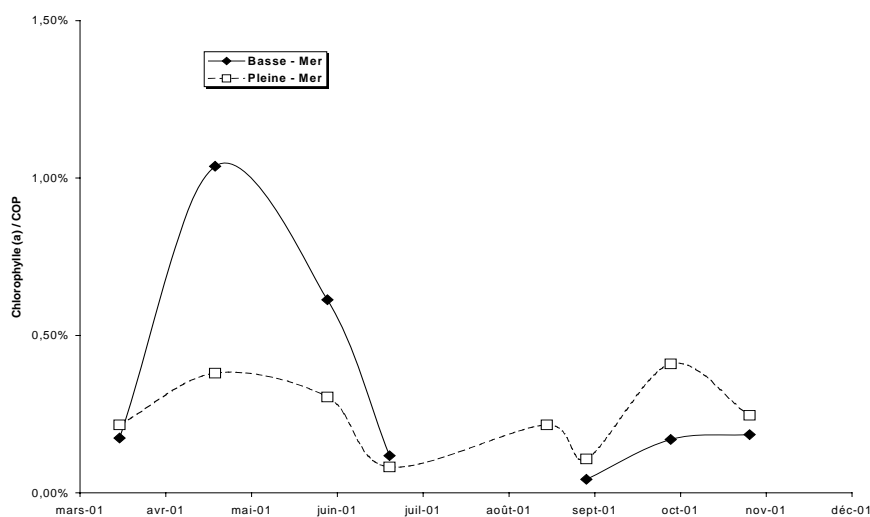


Figure 5-21 : Variations saisonnières du rapport entre la chlorophylle (a) et le COP à la station K.

5.2.2. Evolution des moyennes annuelles

5.2.2.1. Concentrations en chlorophylle (a)

En terme de concentration, les moyennes annuelles enregistrées en 2001 sont inférieures à la moyenne pluriannuelle 1992 – 2001 (12,04 µg/L) toutes stations confondues (**Figure 5-22**). Elles sont en légère diminution par rapport à celles enregistrées en 2000.

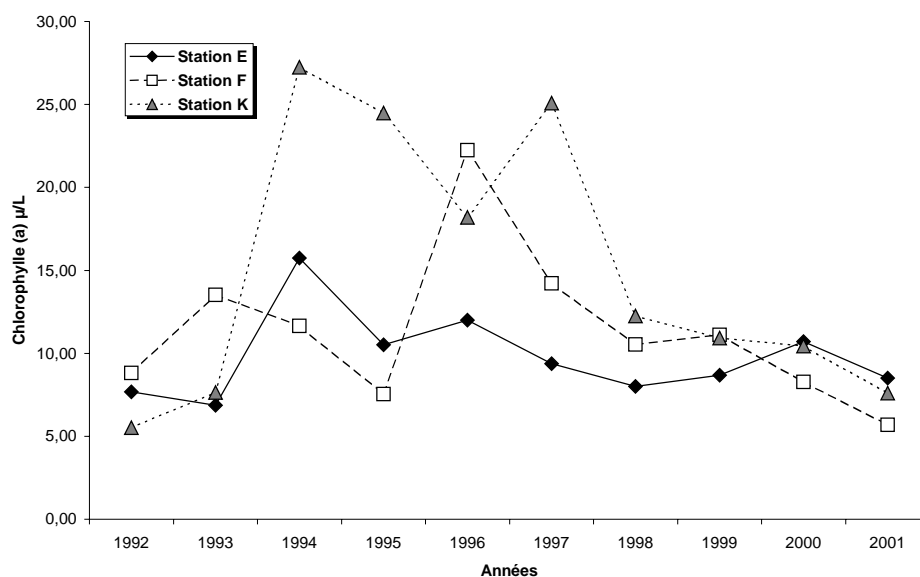


Figure 5-22 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en chlorophylle (a) µg/L.

5.2.2.2. Normalisation au COP

La normalisation au COP (**Figure 5-23**) présente une évolution différente de celle des concentrations. La moyenne pluriannuelle 1992-2001, toutes stations confondues, est de 0,36%. Pour les stations E et F, les valeurs enregistrées en 2001 (E : 0,37% et F : 0,41%) sont supérieures à cette moyenne pluriannuelle ; pour la station K (0,29%) elle est inférieure. Par rapport à 2000, pour les trois stations, les valeurs sont légèrement supérieures.

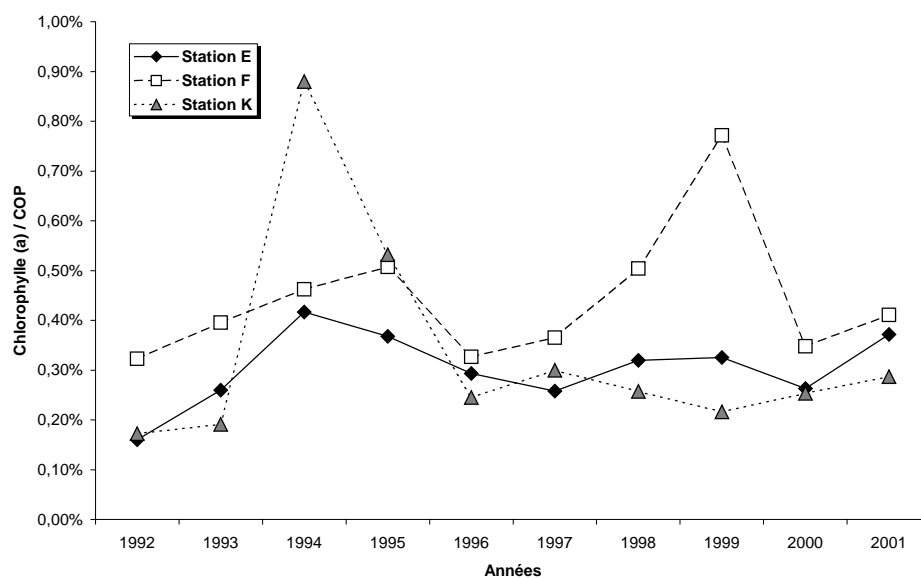


Figure 5-23 : Evolution des moyennes annuelles des rapports chlorophylle (a) / COP.

5.3. Sels nutritifs

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

5.3.1. Variations saisonnières

Les variations saisonnières des teneurs en azote oxydé sont conditionnées en partie par les apports fluviaux. En 2001, les valeurs sont restées relativement élevées pendant la période estivale. D'une manière générale, les teneurs à basse mer sont plus élevées que celles de pleine mer (**Figure 5-24**).

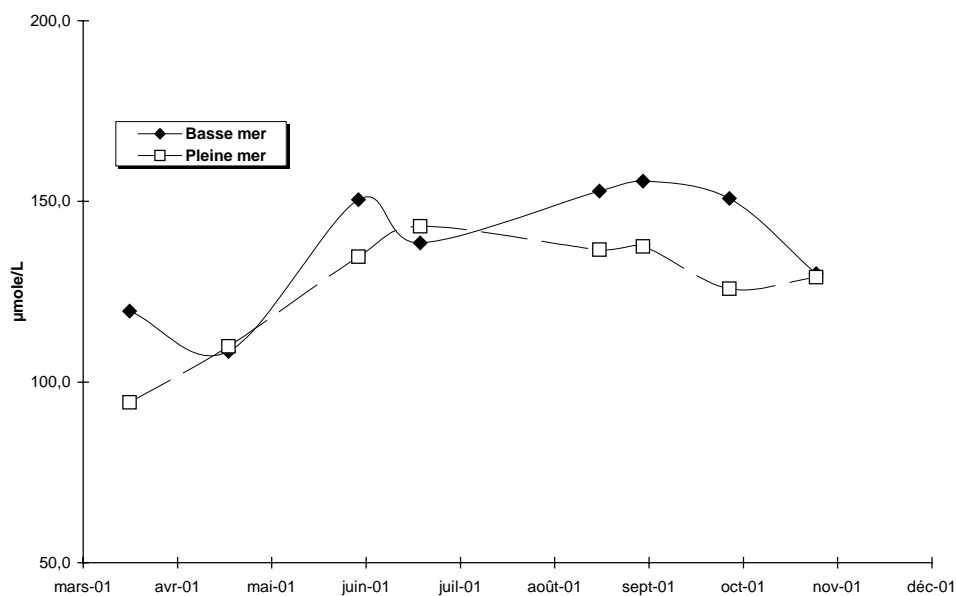


Figure 5-24 : Variations saisonnières des concentrations en NO_{2+3} à la station E.

En période estivale, la concentration en orthophosphates est plus importante à pleine mer qu'à basse mer (Figure 5-25). Cependant, en dehors des deux pics enregistrés lors des campagnes de juin et septembre, les valeurs sont proches pour les deux temps de marée.

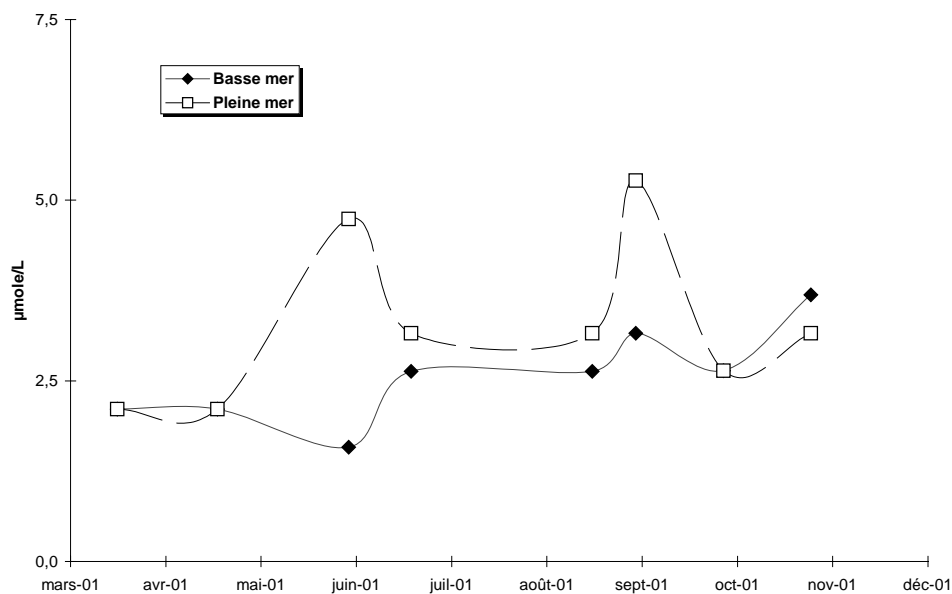


Figure 5-25 : Variations saisonnières des concentrations en PO_4 à la station E.

En conséquence, compte tenu de la constance des teneurs en nitrates, les variations saisonnières du rapport molaire N/P à pleine mer sont à l'inverse de celles des concentrations en orthophosphates (**Figure 5-26**). Le pic enregistré à basse mer lors de la campagne de juin (95) est la conséquence d'une augmentation de la teneur en NO_{2+3} associée à une concentration en orthophosphates faible.

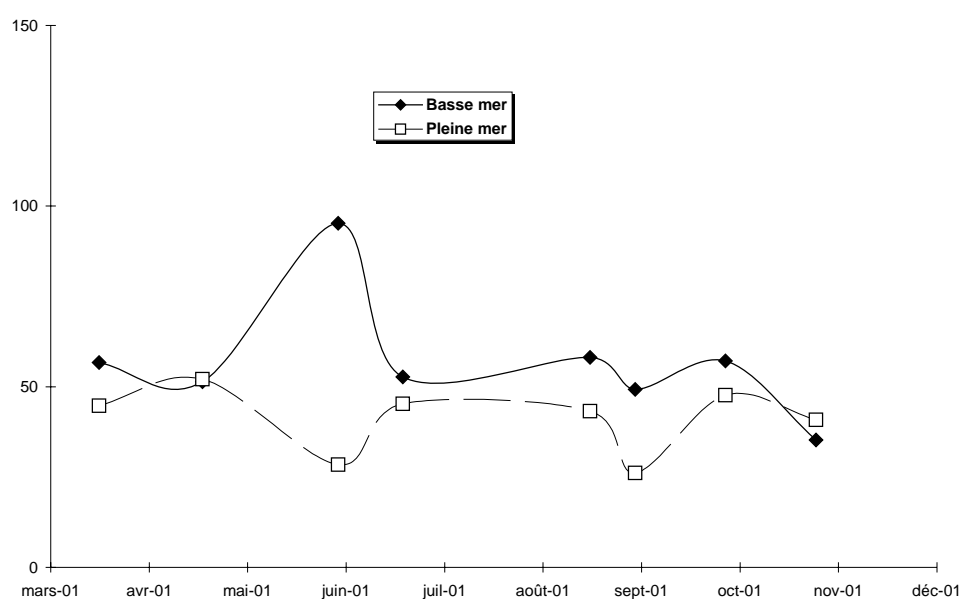


Figure 5-26 : Variations saisonnières du rapport N/P à la station E.

5.3.2. Evolution des moyennes annuelles

Après l'augmentation enregistrée en 2000, la moyenne annuelle des concentrations en NO_{2+3} est en diminution (**Figure 5-27**). La valeur passe de 151,7 $\mu\text{mole/L}$ en 2000 à 132,4 $\mu\text{mole/L}$ en 2001. Cette dernière valeur est très légèrement inférieure à la moyenne pluriannuelle 1992-2001 (141,5 $\mu\text{mole/L}$).

La moyenne annuelle en orthophosphates (**Figure 5-27**) est également en diminution par rapport à celles enregistrée en 2000 (3,2 $\mu\text{mole/L}$) ; la valeur de 2,9 $\mu\text{mole/L}$ en 2001, s'inscrit tout à fait dans la moyenne pluriannuelle 1992-2001 (2,9 $\mu\text{mole/L}$).

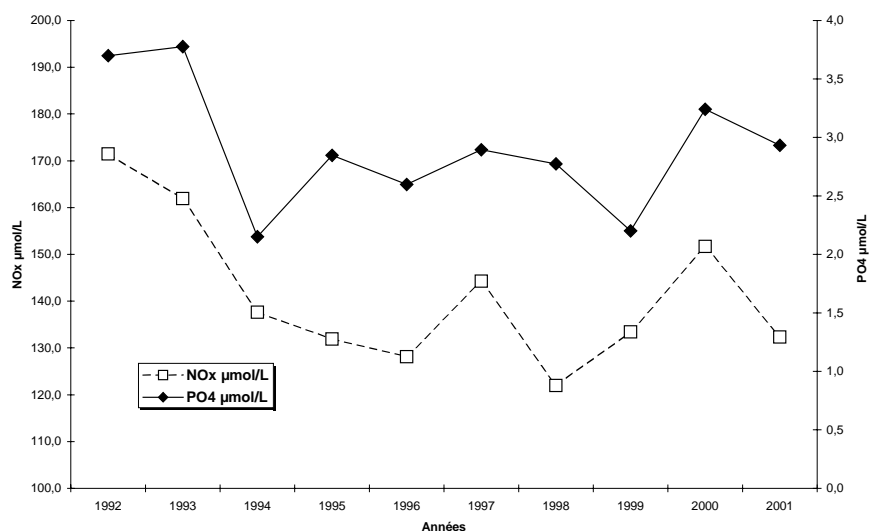


Figure 5-27 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en NO_x et en PO_4 à la station E.

En ce qui concerne la tendance entre les moyennes annuelles NO_{2+3} et celles des débits moyen (Q_{10}) de la décade précédant la date du prélèvement, le couple de valeurs situe le point en dessous de la droite de tendance (Figure 5-28).

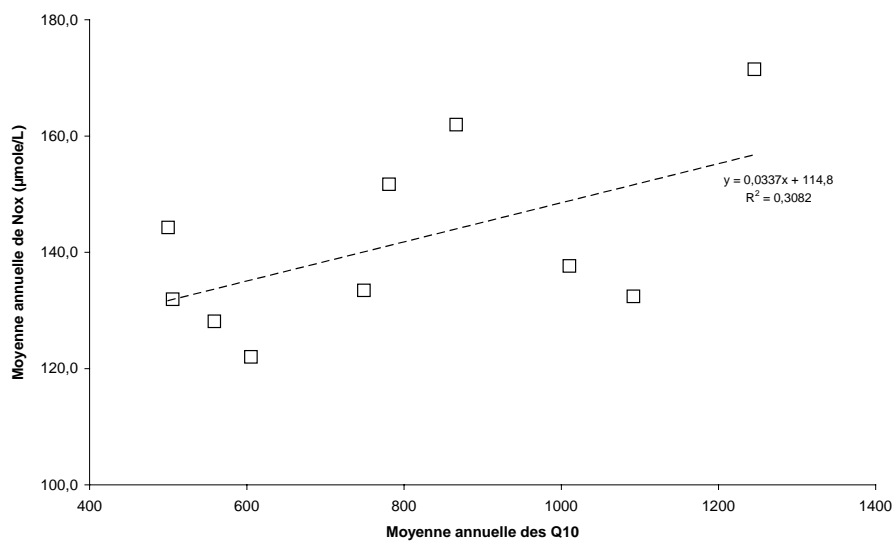


Figure 5-28 : Relation entre les moyennes annuelles des Q_{10} et celles des concentrations en NO_x à la station E.

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

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

A la station E (**Figure 6-1**), Les *Vibrio* apparaissent lors de la campagne du mois de juin pour les deux temps de marée. Les teneurs les plus élevées se situent en fin de période estivale. Comme en 2000, de septembre à novembre les abondances sont plus importantes à pleine mer qu'à basse mer. Dans l'état actuel des connaissances et, compte tenu de la précision de la méthode, il n'est pas possible d'attribuer ce phénomène à l'élévation de température enregistrée pour ce temps de marée.

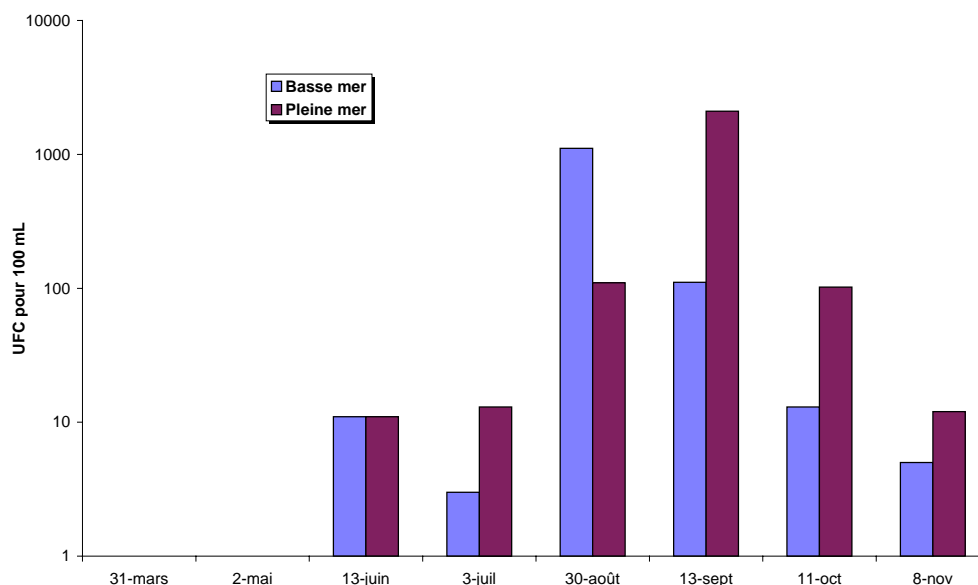


Figure 6-1 : Variations saisonnières des teneurs en *Vibrio halophiles* à la station E.

A la station F (**Figure 6-2**), les dénombrements positifs ne sont enregistrés qu'à partir de la campagne du mois de juin à pleine mer. Les *Vibrio* persistent jusqu'à la campagne de novembre. En dehors de la campagne de fin août, il n'y a pas d'écart d'abondance entre la pleine et la basse mer.

A la station K (**Figure 6-3**), les *Vibrio* ne sont apparus que lors de la campagne du mois de juillet à pleine mer comme à basse mer. Les abondances restent faibles par rapport aux deux autres stations de l'estuaire, même en période estivale. Lors de la campagne de novembre il n'a pas été retrouvé de *Vibrio* à cette station.

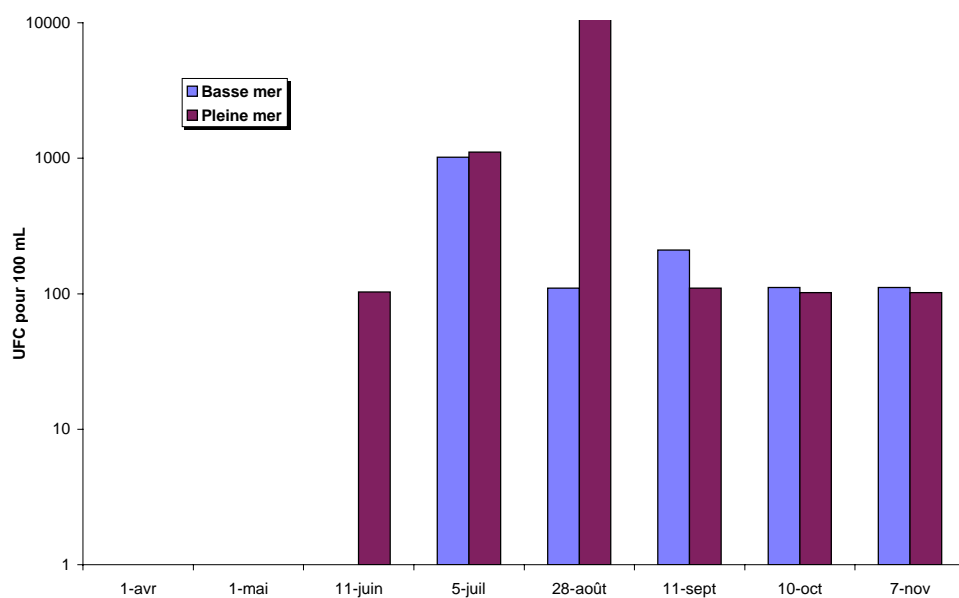


Figure 6-2 : Variations saisonnières des teneurs en *Vibrio halophiles* à la station F.

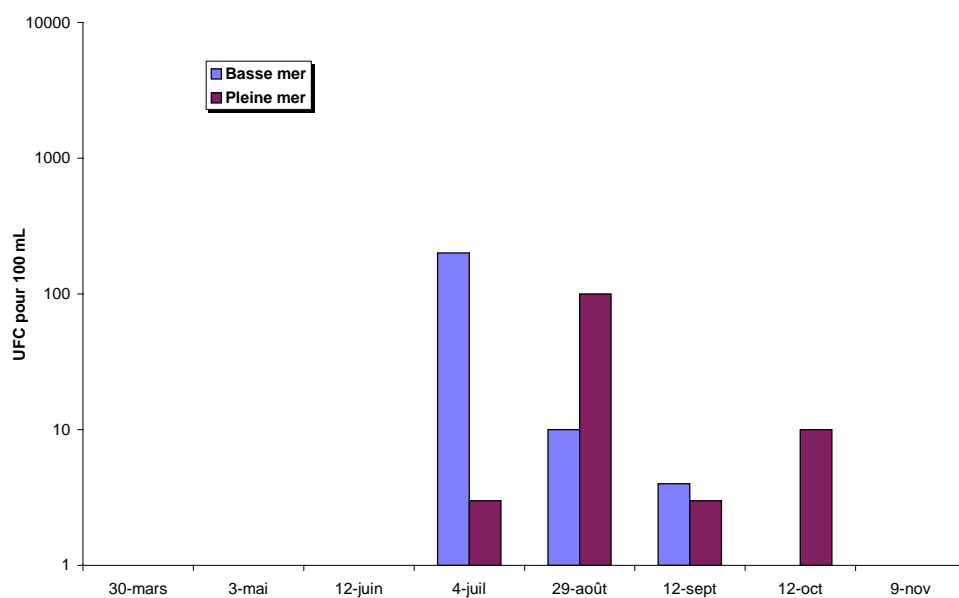


Figure 6-3 : Variations saisonnières des teneurs en *Vibrio halophiles* à la station K.

6.1.2. Evolution avec la salinité et la température

L'étude de l'évolution de la population des *Vibrio* halophiles avec la salinité et la température est réalisée en calculant la somme des dénombrements de germes, toutes espèces et toutes stations confondues, pour une classe de salinité et de température.

En dessous de 12°C (**Figure 6-4**), il est rare de retrouver des *Vibrio* halophiles dans les eaux de l'estuaire. Bien que l'abondance semble augmenter avec la salinité, les *Vibrio* halophiles apparaissent plus sensibles à la température. En 2001 on note des abondances importantes pour des températures élevées alors que la salinité est encore faible.

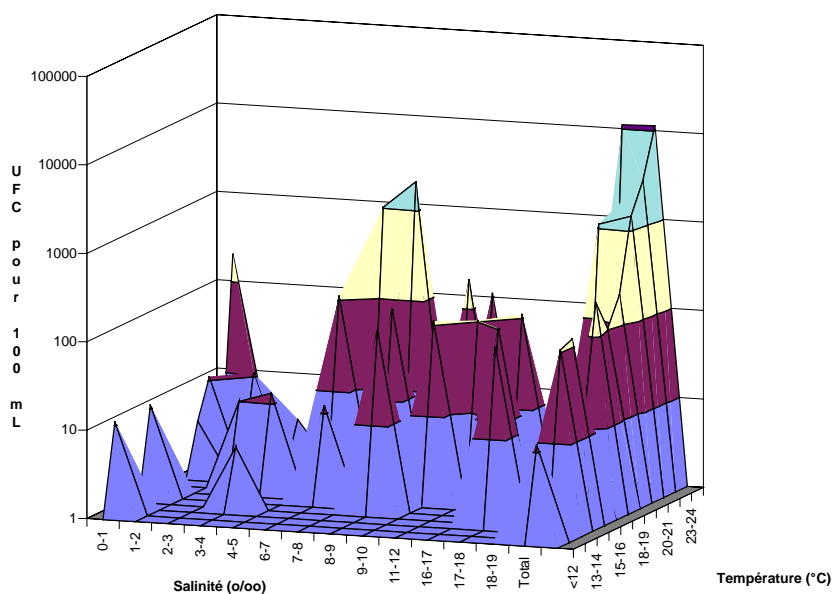


Figure 6-4 : Evolution des dénombrements des *Vibrio* halophiles avec la salinité et la température, toutes stations confondues.

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**).

Pour les stations E et F les dénombrements positifs ont très nettement augmenté par rapport à 2000. En revanche, à la station K, le nombre de dénombrements positifs est en diminution.

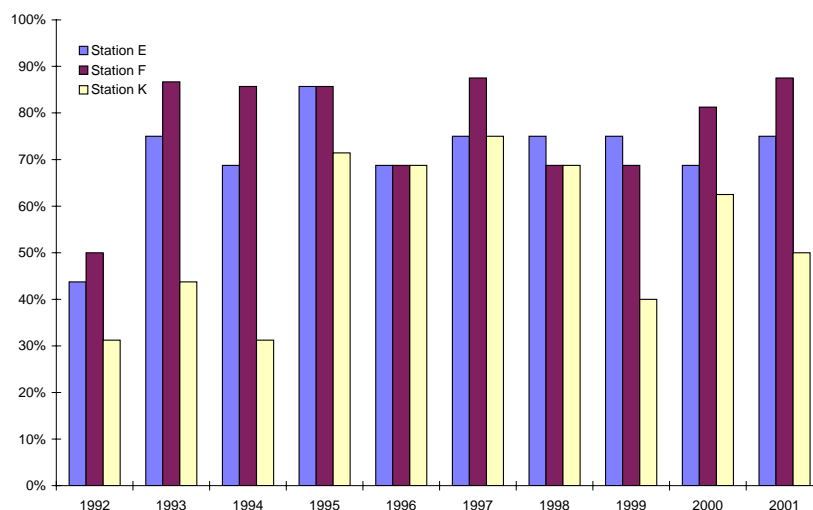


Figure 6-5 : Evolution des dénombrements du pourcentage de dénombrements positifs de *Vibrio halophiles*.

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 :

- 41% des souches sont des *Vibrio parahaemolyticus* ;
- 36% des souches sont des *Vibrio alginolyticus* ;
- 8% des souches sont des *Vibrio vulnificus* ;
- 8% des souches sont des *Vibrio fluvialis* ;
- 2% des souches sont des *Vibrio mimicus* ;
- 3% des souches sont restées « non-identifiées » ;

6.2.2. Occurrence

Vibrio parahaemolyticus et *alginolyticus* sont pratiquement systématiquement retrouvé à chaque recherche positive. *Vibrio vulnificus* est présent à la station E et à la station F.

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 2001.

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 moyenne d'*E. affinis* en 2001 ($8\,393 \pm 3\,123 \text{ ind./m}^3$) est supérieure à la moyenne générale calculée sur 23 ans ($5\,733 \pm 443 \text{ ind./m}^3$).

Les différences de densité entre la surface et le fond ne sont pas statistiquement significatives (Test de Mann-Whitney, $n = 32$; $p = 0,731$).

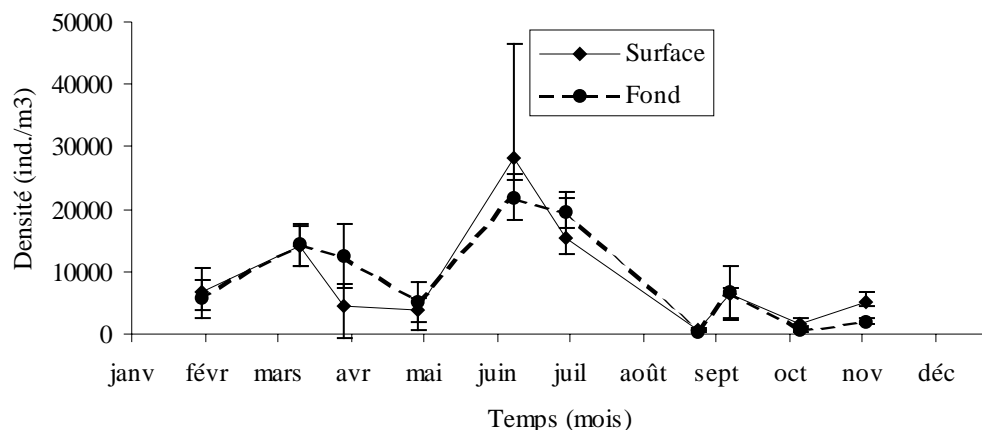


Figure 7-1 : Evolution mensuelle de la densité du copépode *Eurytemora affinis* en surface et au fond au point E (pk 52) en 2001. Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée.

En 2001, le maximum de densité (moyenne surface-fond) se situe le 12 juin. Ce maximum correspond à des températures comprises entre 20,9 et 23,8 °C et à des salinités comprises entre $0,5 \cdot 10^{-3}$ et $1,8 \cdot 10^{-3}$. La valeur de salinité est proche de l'optimum établi pour *Eurytemora* à partir des données acquises depuis 1978 ($< 0,9 \cdot 10^{-3}$) alors que la température est supérieure à son *preferendum* (15°C). La valeur du maximum de densité en 2001 ($25\,084 \text{ ind./m}^3$) est supérieure à la moyenne générale des maxima établie sur les vingt deux précédentes années de prélèvements ($19\,443 \pm 1\,783 \text{ ind./m}^3$).

Après le maximum annuel, les densités diminuent légèrement en avril. Le minimum est atteint le 29 août ($618 \pm 200 \text{ ind./m}^3$).

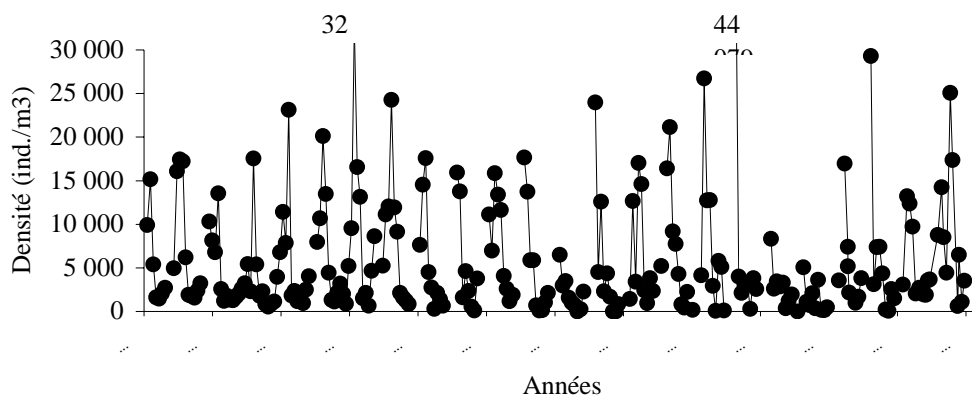


Figure 7-2 : Variation mensuelle des densités du copépode *Eurytemora affinis* au point E entre l'année 1978 et 2001 (densités mensuelles moyennes entre surface et fond).

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 de densité annuel. On constate qu'après une certaine tendance à l'augmentation entre 1980 et 1984, les valeurs maximales ont diminué entre 1984 et 1990. Cette diminution, de même que la baisse des effectifs moyens, a été attribuée à la migration vers l'amont de la position moyenne du bouchon vaseux (maximum de turbidité) consécutive à la baisse générale des débits durant cette période. La baisse du débit des fleuves a probablement entraîné un positionnement des populations de ce copépode vers la partie amont de l'estuaire (point K). A partir de 1991, le retour à des conditions de débit plus proches de la normale, a stoppé cette évolution et une augmentation des valeurs maximales apparaît jusqu'en 1995. Les observations de 1996 et 1997 marquent un retour à des conditions de débits modérés et s'accompagnent d'effectifs particulièrement faibles, comparables à ceux rencontrés en 1990. La tendance à l'augmentation des effectifs observée en 1998 et 1999 qui ne s'était pas poursuivie en 2000 reprend en 2001.

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 (**Figure 7-3**).

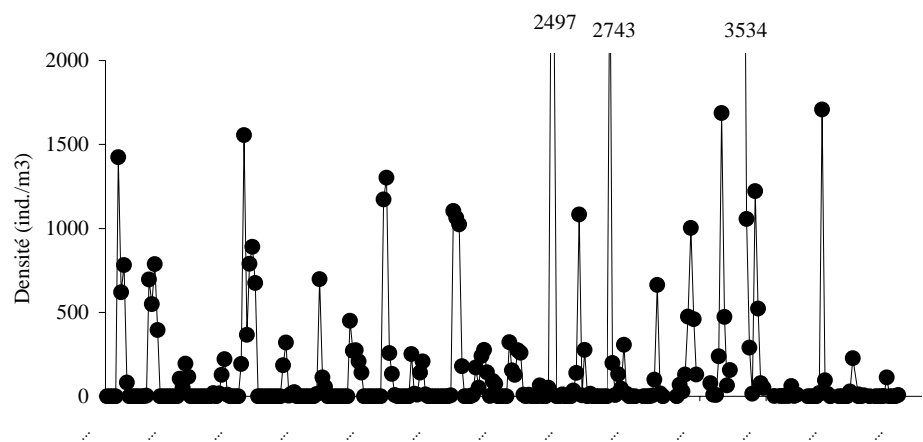


Figure 7-3 : Variations mensuelles de densités du copépode *Acartia bifilosa* au point E entre 1978 et 2001 (densités mensuelles moyennes entre surface et fond).

Quelle que soit la saison, les densités ne sont pas significativement différentes entre la surface et le fond. La densité annuelle moyenne observée au point E (15 ± 15 ind./m³) est une des plus faibles enregistrées depuis 1978. En 2001, le maximum de densité (moyenne surface et fond) est observé le 4 juillet (**Figure 7-4**). Il correspond au mois au cours duquel les conditions hydrologiques ont été les plus favorables à l'espèce (température moyenne de septembre : 24,5 ; salinité moyenne de septembre : $3,9 \cdot 10^{-3}$). La valeur du maximum en 2001 (112 ± 76 ind./m³) est très inférieure à la moyenne enregistrée entre 1978 et 2000 (1049 ± 165 ind./m³). L'espèce est absente au point E jusqu'en mai compte tenu des valeurs de salinités inférieures à son optimum.

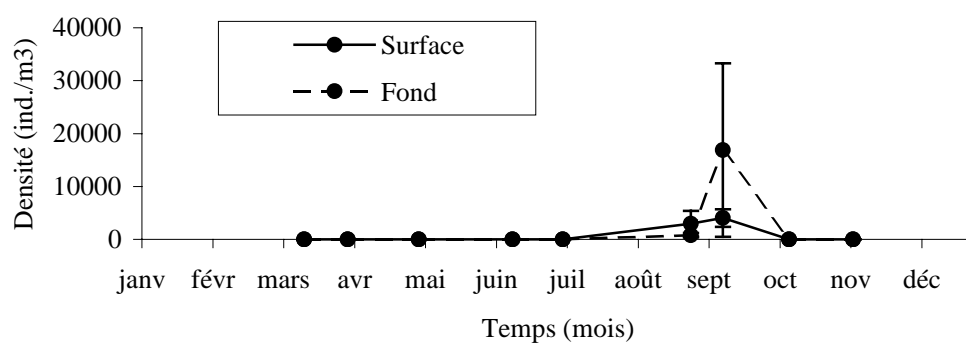
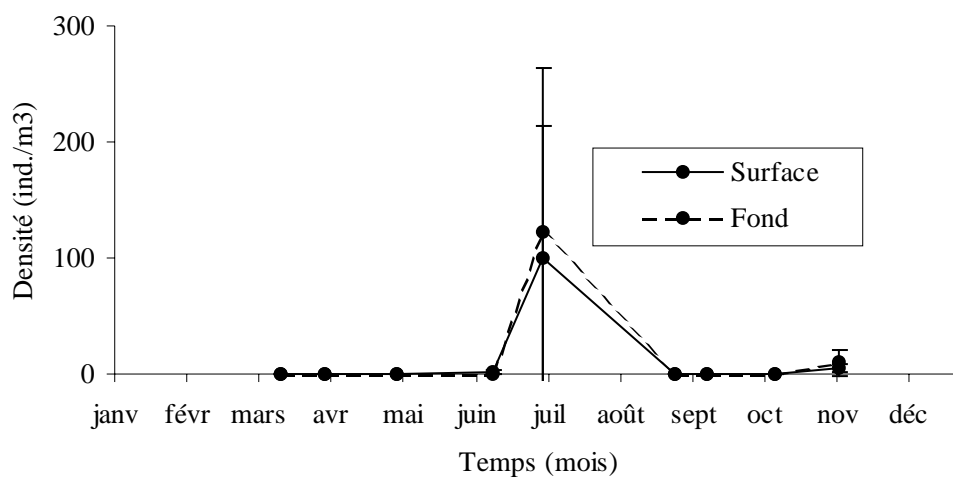


Figure 7-4 : Evolution mensuelle de la densité des copépodes *Acartia bifilosa* (en haut) et *Acartia tonsa* (en bas) en surface et au fond au point E (pk 52) en 2001. Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée.

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 ($1\,541 \pm 1\,385 \text{ ind./m}^3$) est supérieure à la moyenne des années précédentes (1984-2000 : 310 ind./m^3). En 2001, elle présente un maximum de densité le 12 septembre (Figure 7-4) conforme aux observations habituelles (septembre à début octobre selon les années).

Le maximum observé en 2001 ($10\,467 \pm 7\,520 \text{ ind./m}^3$) est très supérieur à la moyenne des maxima enregistrés depuis 1984 ($4\,144 \pm 1\,741 \text{ ind./m}^3$). Le décalage temporel des pics de densité de ces deux espèces d'Acartidés observé au point E en 1997 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 $22,0 \cdot 10^{-3}$.

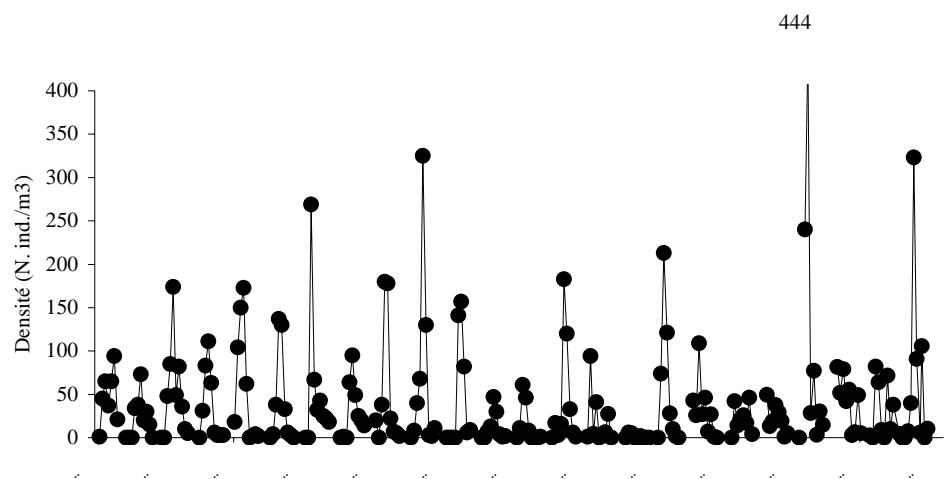


Figure 7-5 : Variations mensuelles de densités du Mysidacé *Neomysis integer* au point E entre 1978 et 2001 (densités mensuelles moyennes entre surface et fond).

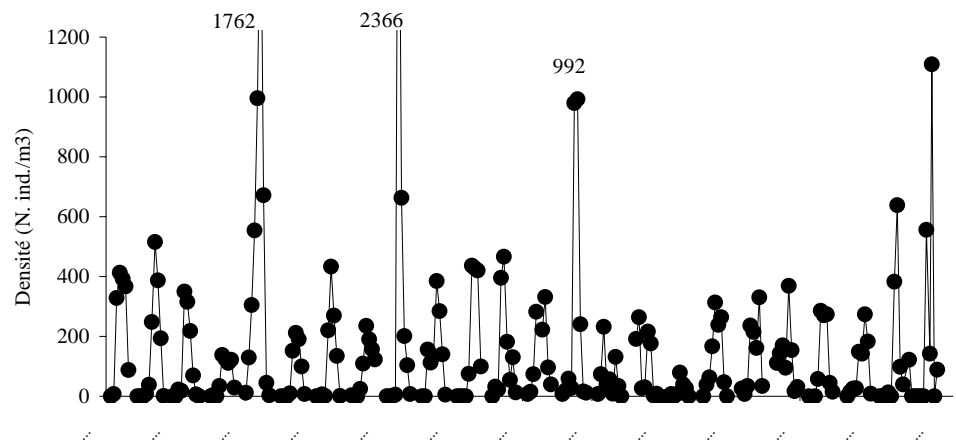


Figure 7-6 : Variations mensuelles de densités du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* au point E entre 1978 et 2001 (densités mensuelles moyennes entre surface et fond).

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 2001, le maximum de densité de *N. integer* s'observe le 12 juin (**Figure 7-5**). La valeur du pic ($323 \pm 128 \text{ ind./m}^3$) est supérieure à la moyenne des pics enregistrés depuis 1978 ($139 \pm 7 \text{ ind./m}^3$). La densité moyenne annuelle de *N. integer* en 2001 ($73 \pm 41 \text{ ind./m}^3$) est supérieure à la moyenne générale des densités observées depuis 1978 ($38 \pm 4 \text{ ind./m}^3$).

Mesopodopsis slabberi présente des densités plus importantes que celles de l'espèce précédente (**Figure 7-6**). En 2001 sa densité moyenne ($211 \pm 135 \text{ ind./m}^3$) est légèrement supérieure à la moyenne générale des observations effectuées entre 1978 et 2000 ($149 \pm 18 \text{ ind./m}^3$). En 2001 *M. slabberi* a été récolté au point E à partir de juillet et les densités ont augmenté en été (**Figure 7-7**). Le maximum d'effectif, qui s'observe cette année le 13 septembre lorsque les températures sont supérieures à 20 °C mais inférieures à celles du 30 août (25-27 °C), est conforme aux observations enregistrées depuis 1978. Le maximum de densité ($1109 \pm 451 \text{ ind./m}^3$) est supérieur aux valeurs enregistrées depuis 1978 ($514 \pm 368 \text{ ind./m}^3$).

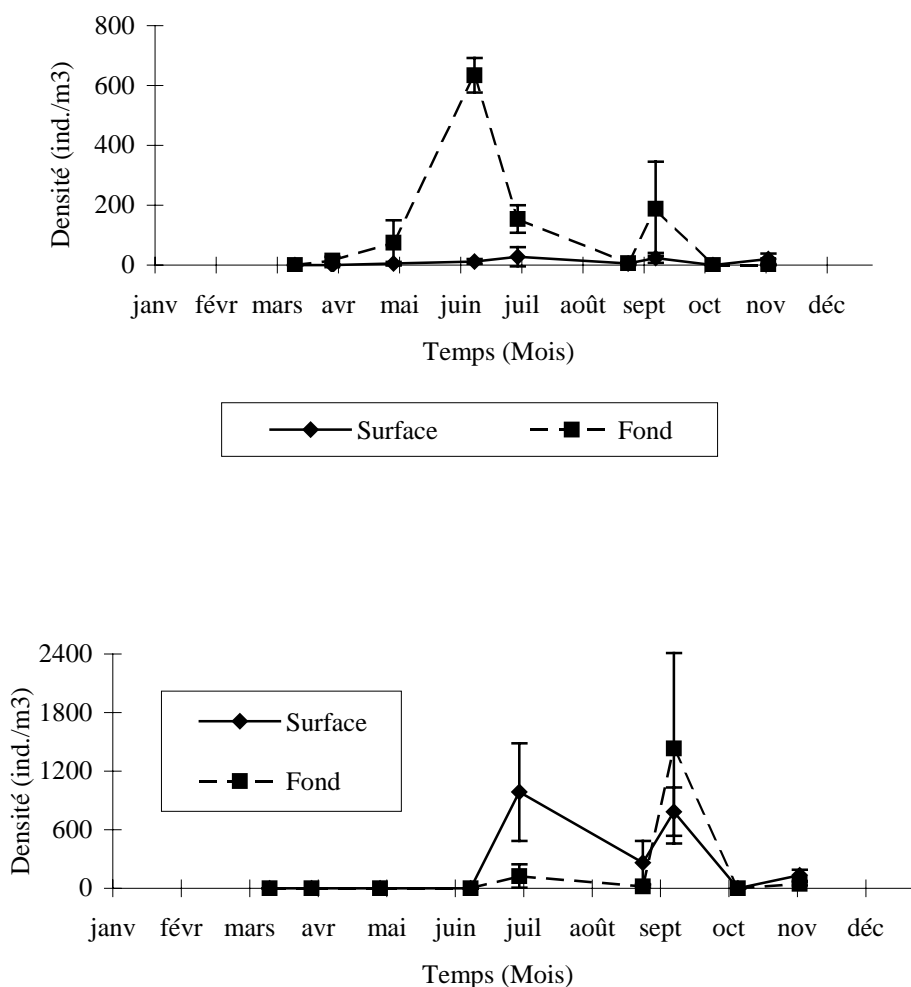


Figure 7-7 : Evolution mensuelle de la densité des Mysidacés *Neomysis integer* (en haut) et *Mesopodopsis slabberi* (en bas) au point E (pk 52), en surface et au fond au cours de l'année 2001. Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un 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).

En 2001, la fécondité moyenne ($3,3 \pm 1,6$ œufs/sac) est une des plus faibles qui aient été observées au point E depuis 1978. Elle confirme la tendance à la régression observée depuis 1978 (**Figure 7-8**) et semble liée à l'évolution des températures (CASTEL, 1995) (**Figure 7-9**).

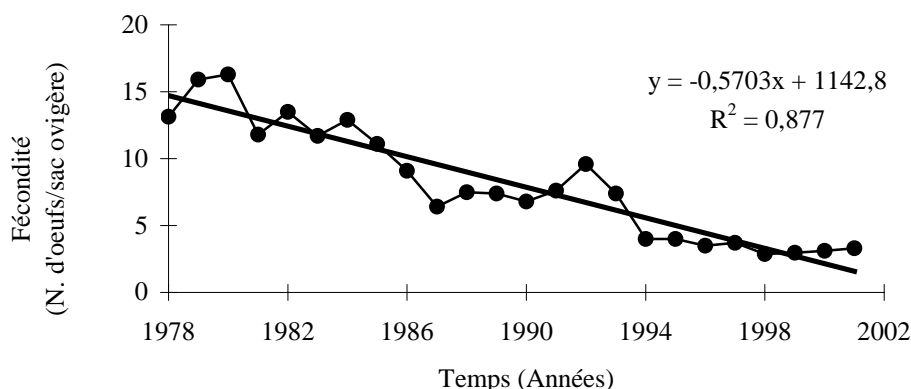


Figure 7-8 : Evolution annuelle de la fécondité du copépode *Eurytemora affinis* au point E entre 1978 et 2001.

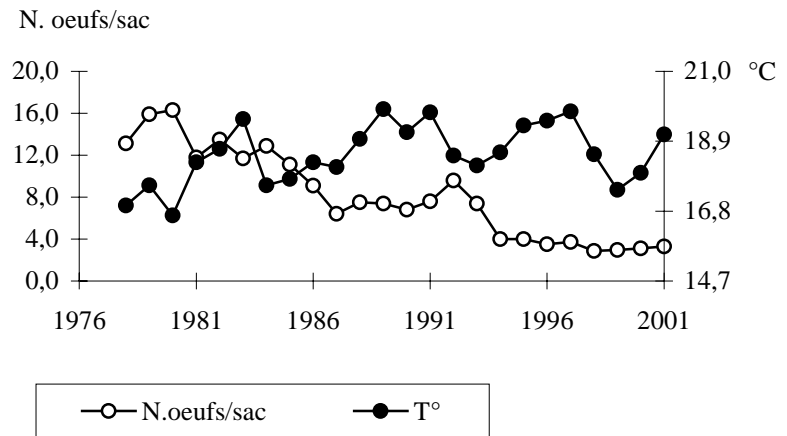


Figure 7-9 : Evolution de la fécondité d' *Eurytemora affinis* (nombre moyen d'œufs par sac ovigère/an) au point E et de la température de l'eau entre 1978 et 2001. Chaque point représente la moyenne des valeurs mensuelles calculée entre avril et novembre.

Les variations mensuelles de fécondité en 2001 (**Figure 7-10**) sont faibles.

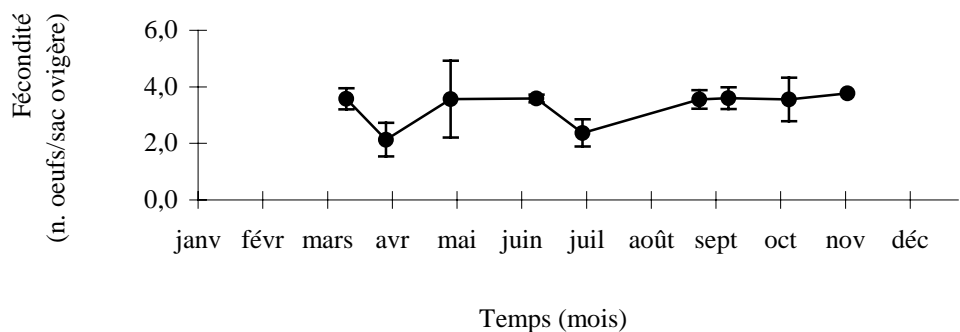


Figure 7-10 : Evolution du nombre moyen d'œufs par sac ovigère chez *Eurytemora affinis* au point E au cours de l'année 2001 (\pm erreur standard). Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs observées au cours d'un demi-cycle de marée.

7.2.2. Structure des populations

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

Le sex-ratio des adultes est en général presque toujours légèrement en faveur des mâles. Ceci se vérifie en 2001 avec 51,8 % de mâles en moyenne. Un sex-ratio déséquilibré en faveur des femelles avait été observé en 1983, 1990, 1991, 1994, 1995, 1996 et 2000.

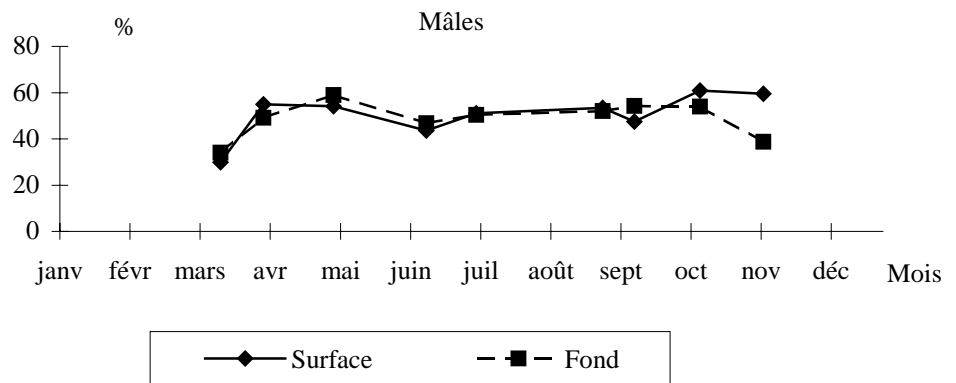


Figure 7.11 : Evolution mensuelle du pourcentage de mâles dans la population adulte du copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface et au fond au cours de l'année 2001. Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée.

Les variations saisonnières du pourcentage de mâles sont faibles (**Figure 7-11**) et non significatives. L'évolution du sex-ratio (moyennes annuelles) -qui de 1978 à 1995 semblait inversement liée à l'évolution des températures- ne suit plus depuis 1996 cette tendance (**Figure 7-12**).

Par contre, l'évolution du sex-ratio est conforme à celle de la fécondité observée ce qui conforterait l'hypothèse qu'un excès de mâle favorise la fertilité des femelles (GREEN et al. 1993 in SAUTOUR & CASTEL, 1995) (**Figure 7-13**).

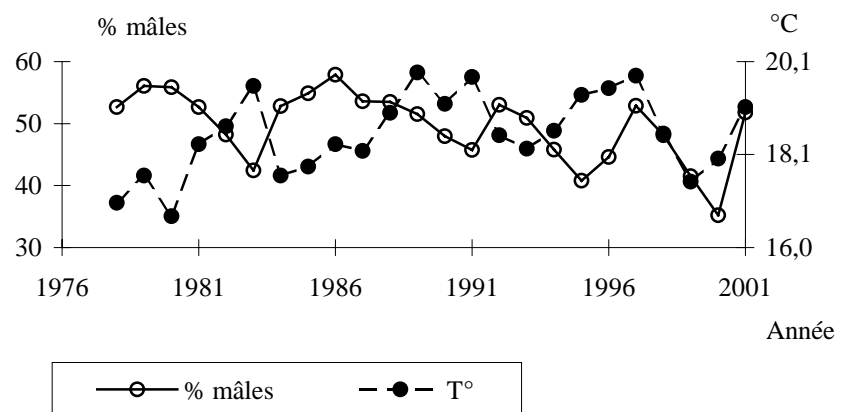


Figure 7-12 : Evolution du pourcentage de mâles sur le total des adultes et de la température du copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52) entre 1978 et 2001. Chaque point représente la moyenne des valeurs mensuelles calculée entre avril et novembre.

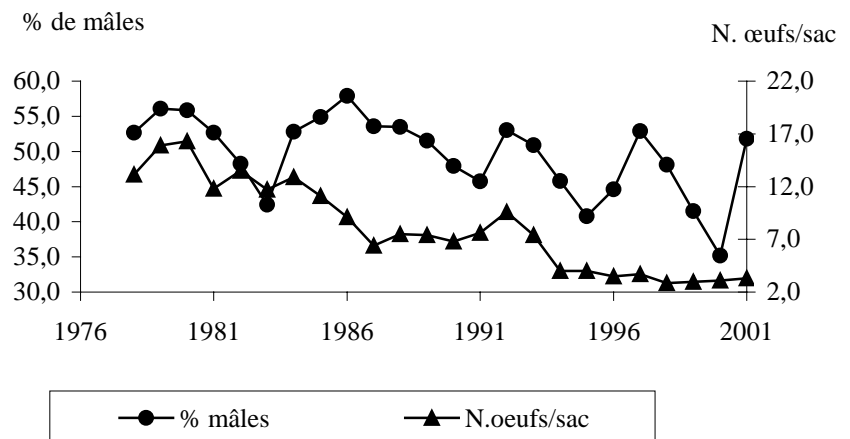


Figure 7-13 : Evolution du pourcentage de mâles sur le total des adultes et de la fécondité (nombre moyen d'œufs par sac ovigère/an) du copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52) entre 1978 et 2001. Chaque point représente la moyenne des valeurs mensuelles entre avril et novembre.

En général, le pourcentage de mâles est toujours un peu plus élevé en surface qu'au fond. Ce n'est pas le cas en 2001 (comme en 1999 et 2000) pour les valeurs moyennes annuelles.

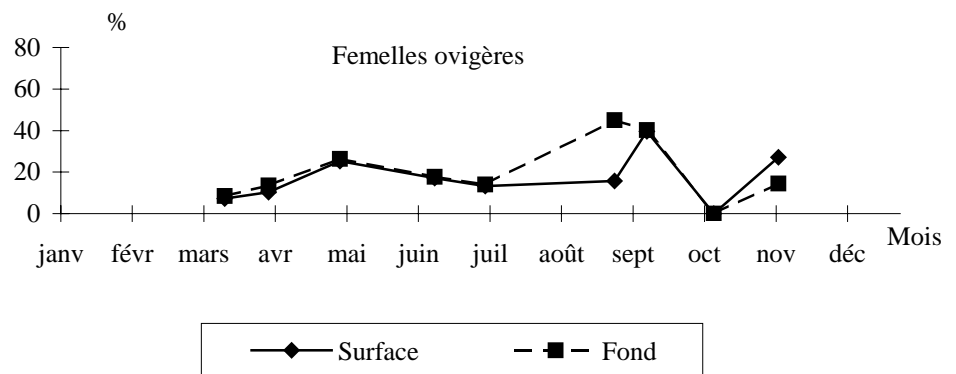


Figure 7-14 : Evolution mensuelle du pourcentage de femelles ovigères chez le copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface et au fond au cours de l'année 2001. Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée.

Le pourcentage moyen annuel de femelles ovigères (dont la densité est plus élevée que les autres femelles) est plus élevé au fond qu'en surface (15,8 % et 15,0 % respectivement), ce qui est conforme aux observations antérieures (**Figure 7-14**). Ces moyennes annuelles sont inférieures aux moyennes calculées à partir des valeurs des précédentes années de surveillance (25,5 % en surface et 31,2 % au fond).

Les variations du pourcentage de femelles ovigères au cours de l'année sont peu marquées (**Figure 7-14**). On notera que les valeurs les plus faibles sont observées au printemps alors que cette période correspond au maximum d'effectifs. L'accroissement du % de femelles ovigères automnal se reproduit d'une année à l'autre. Ce phénomène automnal périodique pourrait correspondre à une plus forte accession des femelles à la reproduction.

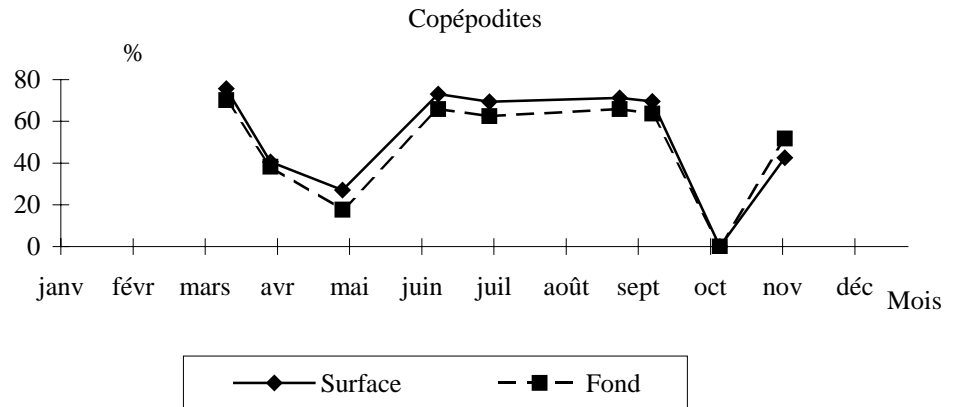


Figure 7-15 : Evolution mensuelle du pourcentage de copépodites dans la population totale du Copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface et au fond au cours de l'année 2001. Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée.

La proportion moyenne de copépodites (= stades juvéniles) en 2001 est plus importante en surface qu'au fond (63,0 en surface et 55,8 % au fond), ce qui est généralement le cas depuis 1978 (sauf en 1993 et 1995). Ces proportions sont proches de la moyenne des années précédentes (66,7 % en surface et 60,4 % pour le fond).

Les plus forts pourcentages sont notés de juin à août (**Figure 7-15**). Le fort pourcentage de juin coïncide avec les fortes densités de juin.

7.2.3. Mortalité

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

La mortalité annuelle moyenne en 2001 (1,4 %) concorde avec la diminution de la mortalité observée depuis 1995. La tendance observée au cours des 4 dernières années (**Figure 7-16**) se rapproche de celle des années 1984 à 1988.

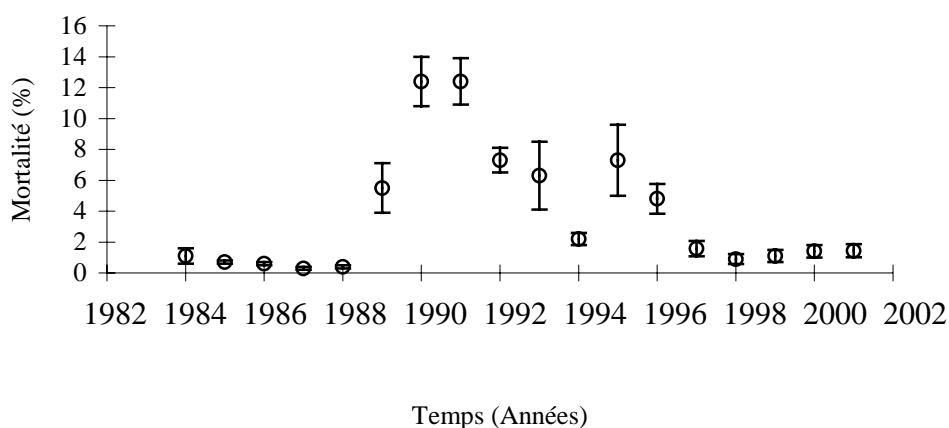


Figure 7-16 : Evolution du pourcentage de mortalité du Copépode *Eurytemora affinis* au point E, entre 1984 et 2001. Chaque point sur le graphique représente la valeur moyenne annuelle (\pm erreur standard) calculée sur l'ensemble des prélèvements.

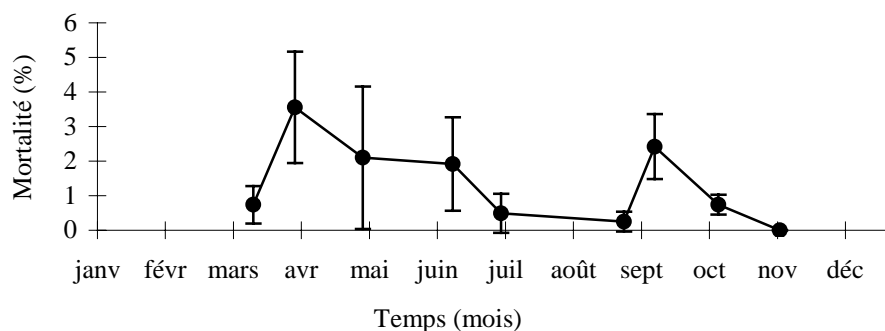


Figure 7-17 : Evolution mensuelle du pourcentage de mortalité du copépode *Eurytemora affinis* au point E, au cours de l'année 2001. Chaque point du graphique représente la valeur moyenne (\pm erreur standard) calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée (2 en surface et 2 au fond).

Les fluctuations temporelles observées au cours du cycle annuel (**Figure 7-17**) ne sont pas significatives compte tenu de la forte variabilité observée certains mois (le déterminisme de ces variations est inconnu).

7.3. Comparaison de l'évolution des principaux contingents 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 (Figure 7-18) constitue l'essentiel du peuplement de copépodes dans les trois stations étudiées. En 2001, comme en 1996, 1997 et 1998, la densité moyenne annuelle de cette espèce au point E ($8\,393 \pm 3\,123$ ind./m³) est inférieure à celle du point K ($23\,358 \pm 13\,038$ ind./m³) et supérieure à celle du point F ($7\,069 \pm 2\,130$ ind./m³).

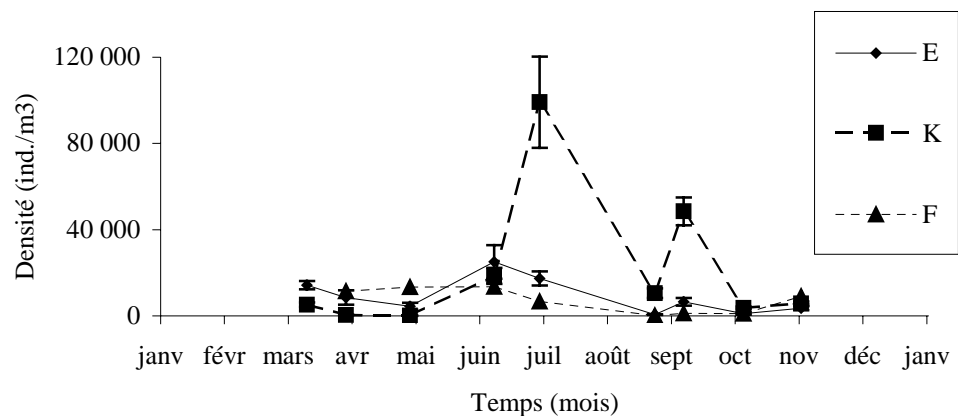


Figure 7-18 : Evolution mensuelle de la densité du copépode *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52) et K (pk 30) au cours de l'année 2001. Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard).

Les différences entre les points E et K sont significatives en avril, mai, juillet, août, septembre et novembre (test de Dunnet ; $p < 0,05$). Le pic de densité étant toujours situé juste en amont du maximum de turbidité, là où les copépodes sont piégés (CASTEL, 1995), les copépodes se concentrent plus en amont (au point K) en juillet, août, septembre et novembre. 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 1984-2001. 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

La comparaison inter - annuelle des densités moyennes (Tableau 7-1) entre 1984 et 2001 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 n'est pas le cas en 2001. 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 K ($99\ 170 \pm 21\ 144$ ind./m³) est plus élevée que celle enregistrée au point E ($25\ 084 \pm 7\ 790$ ind./m³), le pic du point F ($13\ 499 \pm 5\ 985$ 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.

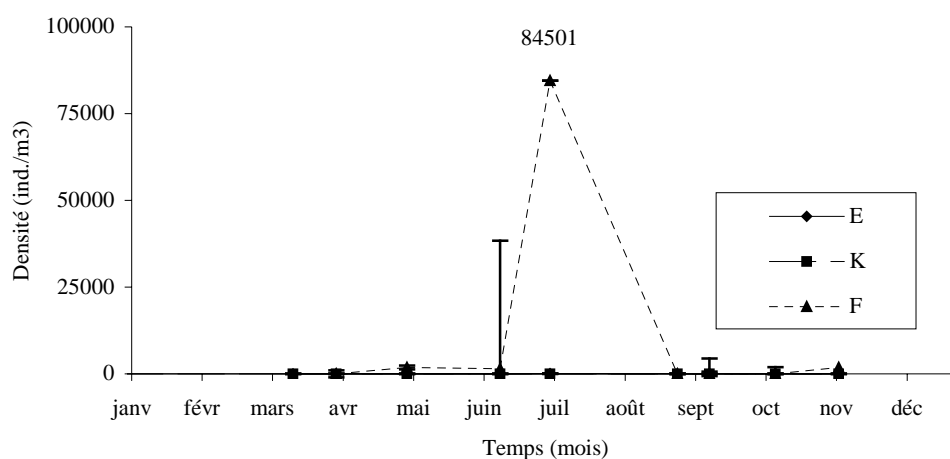


Figure 7-19 : Evolution mensuelle de la densité du Copépode *Acartia bifilosa* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2001. Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard).

Les densités du copépode *Acartia bifilosa* (Tableau 7-3) n'ont été fortes cette année qu'au point F (moyenne annuelle : $11\,210 \pm 11\,198$ 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 2001, les valeurs de densité au point E sont faibles par rapport aux années précédentes. Le pic estival du 4 juillet au point F est particulièrement prononcé cette année (Figure 7-19).

Tableau 7-3 : Densité moyenne (ind./m³) du copépode *Acartia bifilosa* au cours de la période 1984-2001. 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

Le copépode *Acartia tonsa* (Figure 7-20), 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.

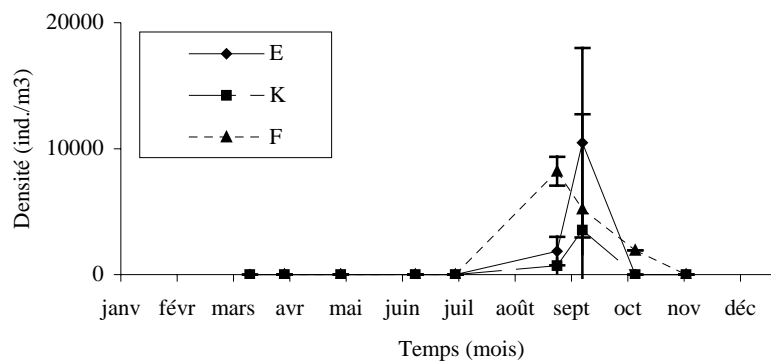


Figure 7-20 : Evolution mensuelle des densités du copépode *Acartia tonsa* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2001. Chaque point du graphique représente la moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard).

Il n'a été récolté que de septembre à octobre au point F (moyenne annuelle : $1\,918 \pm 1\,185$ ind./m³), de août à septembre au point E (moyenne annuelle : $1\,541 \pm 1\,385$ ind./m³) et de juillet à fin septembre au point K (moyenne annuelle : 472 ± 442 ind./m³) (Figure 7.20). L'espèce a présenté en 2001 un pic de densité début septembre au point E lorsque les températures furent fortes (21,5-23,3 °C) mais pas les salinités.

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 7-4 : Densité moyenne annuelle (ind./m³) du Copépode *Acartia tonsa* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de la période 1984-2001. 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

7.3.3. Variation des densités de Mysidacés

La distribution de *Neomysis integer* en 2001 (**Figure 7-21**) est conforme aux observations des années précédentes. Généralement les densités maximales s'observent aux points F et E. Cette année, les densités les plus importantes

s'observent au point F. La densité moyenne annuelle est plus importante aux points E (73 ± 41 ind./m³) et F (120 ± 62 ind./m³) qu'au point K (24 ± 19 ind./m³) où l'espèce est peu représentée. Son centre de distribution était donc probablement situé entre le pk 52 et le pk 67.

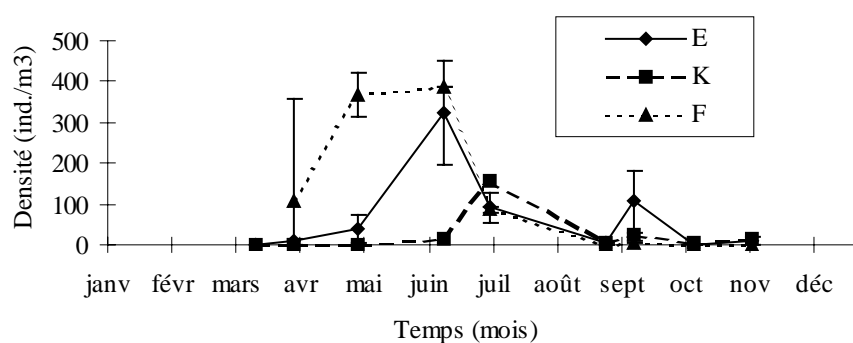


Figure 7-21 : Evolution mensuelle de la densité du Mysidacé *Neomysis integer* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30), au cours de l'année 2001. Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) au cours d'un demi-cycle de marée (\pm erreur standard).

Tableau 7-5 : Densité moyenne annuelle (ind./m³) du Mysidacé *Neomysis integer* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de la période 1984-2001. 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

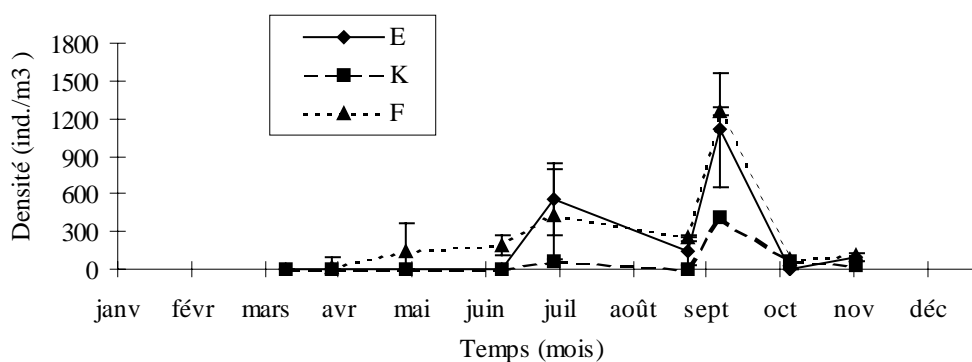


Figure 7-22 : Evolution mensuelle de la densité du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30), au cours de l'année 2001. Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 8 prélèvements au cours d'un demi cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) au cours d'un demi-cycle de marée (\pm erreur standard).

La seconde espèce dominante, *Mesopodopsis slabberi* (**Figure 7-22**) présente en moyenne des densités plus élevées au point F ($310 \pm 152 \text{ ind./m}^3$) qu'au point E ($211 \pm 135 \text{ ind./m}^3$) tandis que l'espèce est mal représentée au point K ($63 \pm 50 \text{ ind./m}^3$). 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 2001 est donc conforme aux observations effectuées depuis le début de la surveillance.

Tableau 7-6 : Densité moyenne annuelle (ind./m³) du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de la période 1984-2001. 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

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

7.4.1. Paramètres de population

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

Tableau 7-7 : Principaux paramètres démographiques de *Eurytemora affinis* au cours de la période 1984-2001. 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

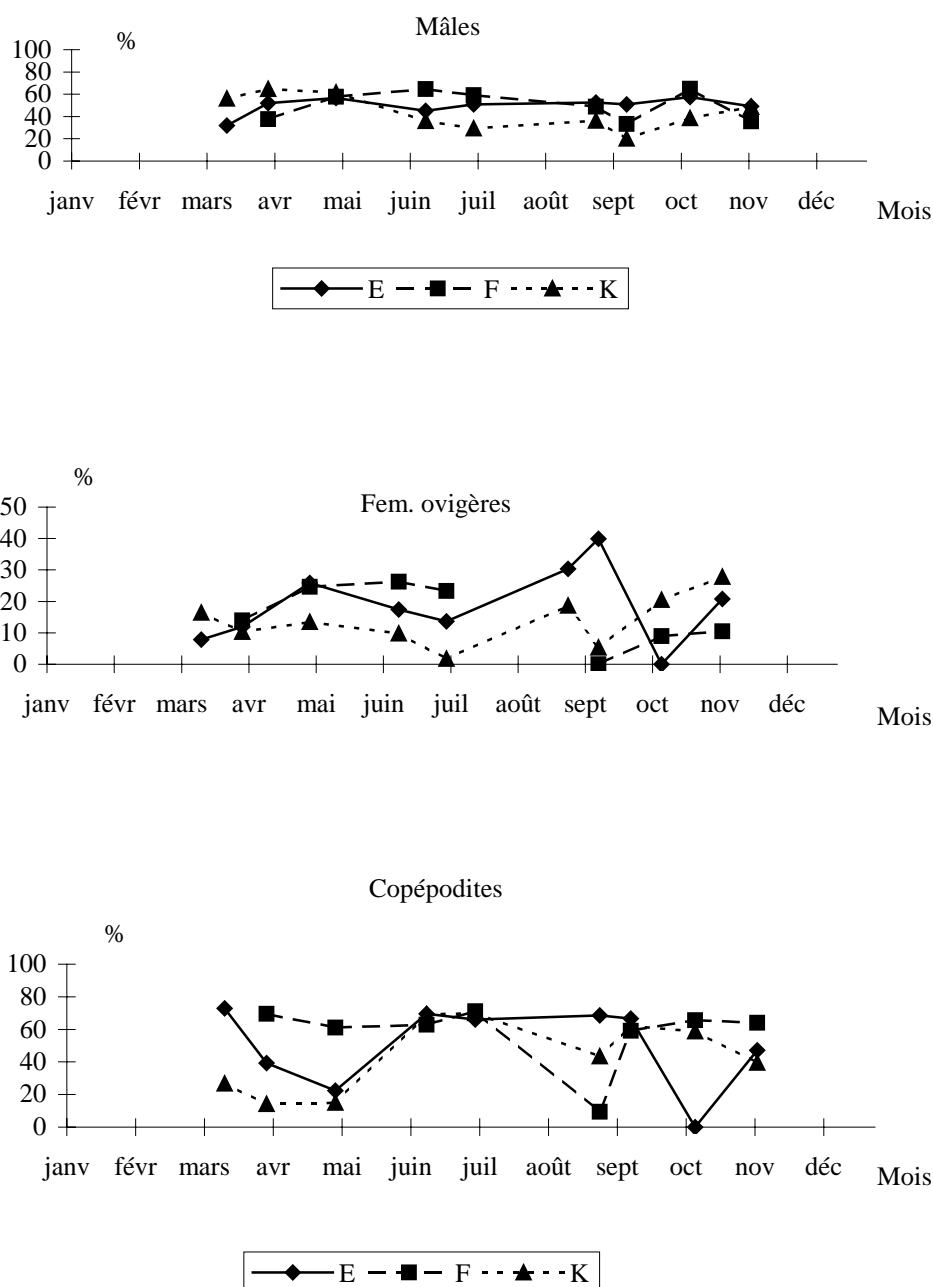


Figure 7-23 : Evolution mensuelle de la structure démographique du copépode *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2001 : % mâles, % femelles ovigères, de copépodites.

Au cours de l'année 2001 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 données exprimés en % en \sin^{-1} racine (x) ; les analyses de variance sont effectuées après un test de normalité et d'homogénéité des variances) (Figure 7-23 et Tableau 7-7).

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

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

Le pourcentage de copépodites est plus élevé au point F/K ou E en mai, au point E/F en août, au point K/E ou F/E en octobre et plus important en F/E ou F/K 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 2001 les fécondités (**Figure 7-24**) enregistrées aux points K, E et F ne diffèrent pas significativement (les analyses de variance sont effectuées après un test de normalité et d'homogénéité des variances). 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 7-8).

Tableau 7-8 : 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 1984-2001. 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

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).

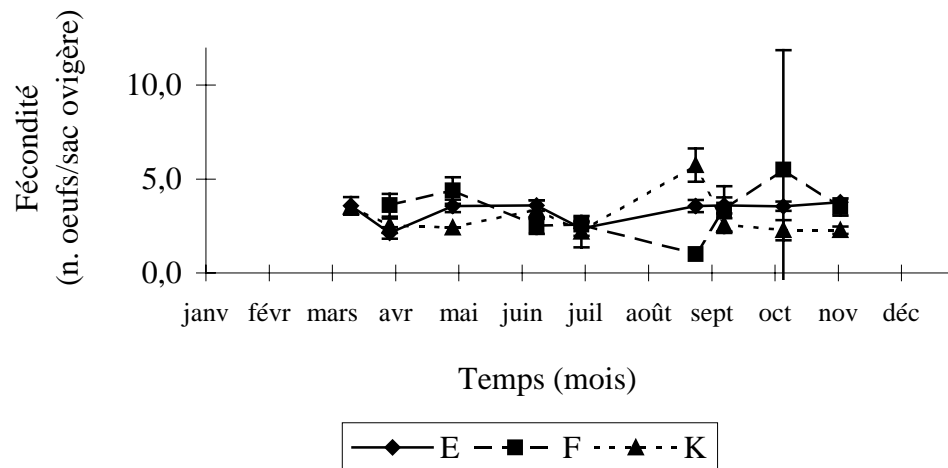


Figure 7-24 : Evolution mensuelle de la fécondité (nombre d'œufs moyen/sac ovigère) des femelles du copépode *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2001. Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard).

7.4.3. Mortalité

Le pourcentage moyen de mortalité (**Figure 7-25**), déterminé par la technique de coloration vitale, est significativement plus important en E/F et en K/F (test de Mann - Whitney) (Tableau 7-9). Les rejets ne paraissent pas engendrer un phénomène de surmortalité comparable à celles qui ont été observées précédemment.

Tableau 7-9 : 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 1984-2001. 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

Les valeurs observées en 2001 en F, E et K sont moins élevées qu'en 1996 ou 1997. 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 2001 comme depuis 1997 nous amènent à reconsidérer cette opinion.

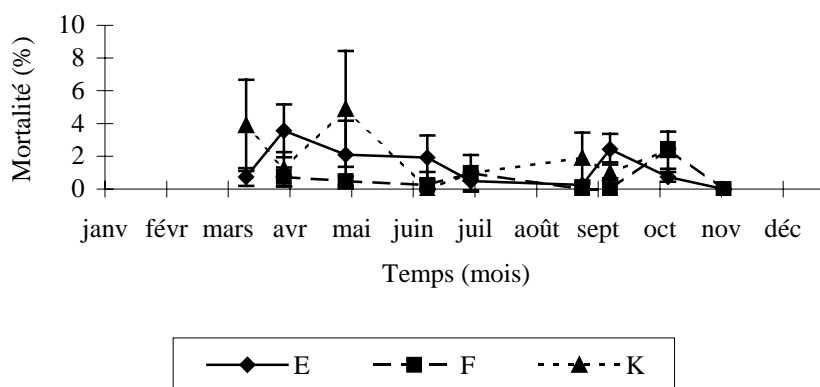


Figure 7-25 : Evolution mensuelle de la mortalité du copépode *Eurytemora affinis* aux points E (pk 52, rejet), F (pk 67) et K (pk 30) au cours de l'année 2001. Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 4 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard).

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 - 2001

Nombre de mesures réalisées in situ

DATES	Profondeur	Température	Salinité	Direction et Vitesse de Courant	Points
01-avr	4	8	8	8	F
31-mars	4	8	8	8	E
30-mars	4	8	8	8	K
01-mai	4	8	8	8	F
02-mai	4	8	8	8	E
03-mai	4	8	8	8	K
11-juin	4	8	8	8	F
13-juin	4	8	8	8	E
12-juin	4	8	8	8	K
05-juil	4	8	8	8	F
03-juil	4	8	8	8	E
04-juil	4	8	8	8	K
28-août	4	8	8	8	F
30-août	4	8	8	8	E
29-août	4	8	8	8	K
11-sept	4	8	8	8	F
13-sept	4	8	8	8	E
12-sept	4	8	8	8	K
10-oct	4	8	8	8	F
11-oct	4	8	8	8	E
12-oct	4	8	8	8	K
07-nov	4	8	8	8	F
08-nov	4	8	8	8	E
09-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
01-avr	8	2	0	2	F
31-mars	8	2	2	2	E
30-mars	8	2	0	2	K
01-mai	8	2	0	2	F
02-mai	8	2	2	2	E
03-mai	8	2	0	2	K
11-juin	8	2	0	2	F
13-juin	8	2	2	2	E
12-juin	8	2	0	2	K
05-juil	8	2	0	2	F
03-juil	8	2	2	2	E
04-juil	8	2	0	2	K
28-août	8	2	0	2	F
30-août	8	2	2	2	E
29-août	8	2	0	2	K
11-sept	8	2	0	2	F
13-sept	8	2	2	2	E
12-sept	8	2	0	2	K
10-oct	8	2	0	2	F
11-oct	8	2	2	2	E
12-oct	8	2	0	2	K
07-nov	8	2	0	2	F
08-nov	8	2	2	2	E
09-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	
01-avr	4	4	4	4	F
31-mars	4	4	4	4	E
30-mars	4	4	4	4	K
01-mai	4	4	4	4	F
02-mai	4	4	4	4	E
03-mai	4	4	4	4	K
11-juin	4	4	4	4	F
13-juin	4	4	4	4	E
12-juin	4	4	4	4	K
05-juil	4	4	4	4	F
03-juil	4	4	4	4	E
04-juil	4	4	4	4	K
28-août	4	4	4	4	F
30-août	4	4	4	4	E
29-août	4	4	4	4	K
11-sept	4	4	4	4	F
13-sept	4	4	4	4	E
12-sept	4	4	4	4	K
10-oct	4	4	4	4	F
11-oct	4	4	4	4	E
12-oct	4	4	4	4	K
07-nov	4	4	4	4	F
08-nov	4	4	4	4	E
09-nov	4	4	4	4	K
TOTAL	96	96	96	96	

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

DATES	Surface	Fond	Points
01-avr	4	4	F
31-mars	4	4	E
30-mars	4	4	K
01-mai	4	4	F
02-mai	4	4	E
03-mai	4	4	K
11-juin	4	4	F
13-juin	4	4	E
12-juin	4	4	K
05-juil	4	4	F
03-juil	4	4	E
04-juil	4	4	K
28-août	4	4	F
30-août	4	4	E
29-août	4	4	K
11-sept	4	4	F
13-sept	4	4	E
12-sept	4	4	K
10-oct	4	4	F
11-oct	4	4	E
12-oct	4	4	K
07-nov	4	4	E
08-nov	4	4	J
09-nov	4	4	K
TOTAL	96	96	

9.2. Annexe 2 : Tableaux des résultats de mesures

Mars-Avril 2001		STATIONS	Heure Légale (TU+2)	Profondeur Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	SALINITE	TEMP. (°C)	VITESSE (cm/s)	Direction (/Nord)	OXYGENE DISSOUS (ml/l)	TURBIDITE (g/l)	OBSERVATIONS
POINTS												
F	1 S		8h55	8m00	1m00	0.42	12.6	88	122	6.08	0.430	P=(769) 1025,5 hPa PM à Laména 11h50 P=(769) 1025 hPa Renverse: 12h15 P=(767) 1024 hPa BM à Laména 18h08 P=(766) 1021 hPa
	Mi-Flot											
	1 F				7m00	3.79	12.6	68	130	5.85	5.870	
	2 S		12h00	9m20	1m00	2.83	12.9	10	218	6.13	0.095	
	PM				8m20	8.35	12.6	13	165	5.94	0.325	
PK 67	2 F				1m00	1.57	13.1	70	015	6.02	0.381	
	3 S											
	Mi-Jus		15h05	7m80	6m80	2.48	12.9	47	325	6.08	0.945	
	3 F				1m00	0.48	13.5	13	022	6.03	0.270	
	4 S				5m30	0.40	13.3	0	331	6.14	0.515	
Coef: 49-45	BM		18h00	6m30								
4 F												
E	1 S		06h05	5m50	1m00	0.15	12.1	33.0	121	6.59	0.115	BM à Pautillac 05h30 P=(769) 1025 hPa P=(769) 1025 hPa PM à Pautillac 11h00 P=(769,5) 1026 hPa Renverse: 11h20 P=(770) 1027 hPa
	BM											
	1 F				4m50	0.14	12.1	18.0	118	6.76	0.185	
	2 S		08h35	7m80	1m00	0.19	12.7	125	165	6.23	0.360	
	Mi-Flot				6m80	0.19	12.7	67	170	6.24	1.370	
PK 52	2 F				1m00	0.15	13.8	0	015	6.41	0.200	
	3 S											
	PM		11h05	9m00	8m00	0.44	12.8	7	215	6.11	0.460	
	3 F				1m00	0.16	12.6	94	020	6.19	0.345	
	4 S				6m50	0.16	12.6	71	015	6.24	0.425	
Coef: 61-65	Mi-Jus		14h35	6m50								
4 F												
K	1 S		06h35	7m30	1m00	0.11	11.0	0	297	7.27	0.058	BM à La Reuille 05h59 P=(763) 1017 hPa P=(764) 1019 hPa PM à La Reuille 10h52 P=(765) 1020 hPa Renverse: 11h15 P=(765) 1020 hPa
	BM											
	1 F				6m30	0.11	11.0	0	230	7.35	0.155	
	2 S		08h45	9m70	1m00	0.13	11.3	114	119	6.82	0.205	
	Mi-Flot				8m70	0.13	11.3	53	140	6.90	0.280	
PK 30	2 F				1m00	0.13	11.6	13	109	6.68	0.063	
	3 S											
	PM		10h55	11m00	10m00	0.13	11.6	0	225	6.71	0.185	
	3 F				1m00	0.12	11.4	105	006	6.87	0.210	
	4 S				7m90	0.12	11.4	108	327	6.90	0.190	
Coef: 73-68	Mi-Jus		14h40	7m90								
4 F												

mai-2001		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	1 F	2 S	2 F	3 S	3 F	4 S	4 F	1 S	1 F	2 S	2 F	3 S	3 F	4 S
F PK 67 01/05/01 Coef: 48-49	BM	07h15	6m00	1m00	1.97	13.1	7	257	5.81	0.310	BM à Laména 06h46 P=(757) 1009 hPa				
	1 F			5m00	2.16	13.1	13	146	5.93	0.305					
	Mi-Flot	10h05	7m70	1m00	3.44	13.0	100	112	5.90	0.270					
	2 F			6m70	5.40	13.0	50	140	5.87	2.710	P=(759) 1012 hPa				
	3 S	13h30	8m90	1m00	8.81	12.9	13	006	6.15	0.200	PM à Laména 13h09 P=(759) 1012 hPa Renverse: 13h35				
	PM			7m90	11.53	12.8	53	205	6.00	0.505					
	3 F			1m00	5.82	13.1	123	004	6.18	0.145					
	Mi-Jus	16h00	7m80		8.24	12.9	60	334	5.90	0.690	P=(759) 1012 hPa				
	4 F			6m80											
	1 S			6m70	1m00	0.16	13.1	108	022	6.53	0.225	P=(762) 1016 hPa			
	Mi-Jus	05h45			5m70	0.16	13.1	88	356	6.58	0.290				
	1 F			6m00	1m00	0.15	13.0	13	207	6.27	0.075	BM à Pauillac 08h55 P=(762) 1016 hPa Renverse: 09h30			
2 S	09h25			5m00	0.15	13.0	0	336	6.30	0.105					
2 F			7m80	1m00	0.17	13.4	85	160	6.98	0.240	P=(761.5) 1015 hPa				
3 S	12h10			6m80	0.18	13.2	59	170	6.94	0.695					
Mi-Flot			9m20	1m00	0.36	15.1	13	280	6.30	0.170	PM à Pauillac 14h46 P=(762) 1016 hPa				
3 F				8m20	0.56	13.4	18	171	6.12	0.275					
4 S	14h55			1m00											
PM			10m80	1m00	0.13	12.3	18	005	7.06	0.042	PM à La Reuille 04h04 P=(760) 1013 hPa				
4 F			8m10	9m80	0.13	12.3	13	330	7.10	0.715					
1 S	04h05			1m00	0.14	12.0	103	005	6.85	0.255	P=(760) 1013 hPa				
1 F			8m10	7m10	0.14	12.0	91	340	6.88	0.290					
2 S	07h00		6m90	1m00	0.13	12.4	7	010	6.67	0.170	BM à La Reuille 11h11 P=(760) 1013 hPa Renverse: 12h15				
Mi-Jus				5m90	0.13	12.4	7	320	6.68	0.340					
2 F	11h55		8m80	1m00	0.13	12.5	94	115	6.63	0.195					
3 S				7m80	0.13	12.5	76	145	6.62	0.335	P=(760) 1013 hPa				
BM	14h00														
3 F															
Mi-Flot															
4 S															
4 F															

Juin 2001		Heure Légale (TU+2)	Profondeur Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	SALINITE	TEMP. (°C)	VITESSE (cm/s)	Direction (/Nord)	OXYGENE DISSOUS (ml/l)	TURBIDITE (g/l)	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS										
F.P.K 67 11/06/01 Coef: 59-55	1 S	10h40	9m30	1m00	11.43	19.7	25	330	5.45	0.060	PM à Laména 09h58 P=(770) 1027 hPa P=(770) 1027 hPa BM à Laména P=(770) 1027 hPa 16h50 P=(770) 1027 hPa
	PM			8m30	15.34	19.1	0	260	5.49	0.076	
	1 F			1m00	6.67	21.0	88	014	5.23	0.147	
	2 S	13h30	7m40	6m40	7.23	20.4	65	340	5.34	1.085	
	Mi-Jus			1m00	3.80	21.2	7	121	5.16	0.129	
	2 F	16h50	6m10	5m10	4.15	21.1	7	131	5.15	0.235	
	3 S			1m00	6.05	20.7	94	123	5.36	0.305	
	BM	19h00	7m50	6m50	7.44	20.3	47	125	5.30	4.850	
	3 F										
	4 S										
	Mi-Flot										
	4 F										
E.P.K 52 13/06/01 Coef: 44-41	1 S	06h40	5m70	1m00	0.57	21.0	13	119	5.46	0.222	BM à Pauillac 06h01 P=(764) 1019 hPa P=(764.5) 1019 hPa PM à Pauillac 11h56 P=(765) 1020 hPa Renverse: 12h20 P=(765) 1020 hPa
	BM			4m70	0.55	21.1	7	138	5.46	0.342	
	1 F			1m00	2.12	21.0	111	158	5.15	0.416	
	Mi-Flot	09h05	7m40	6m40	2.12	21.0	85	174	5.15	0.708	
	2 F			1m00	1.90	23.8	7	281	5.06	0.188	
	3 S	12h05	8m50	7m50	3.30	21.3	7	178	5.01	0.307	
	PM			1m00	1.80	22.0	65	025	5.30	0.213	
	3 F										
	4 S	15h10	7m00	6m00	1.79	21.6	46	006	5.22	0.309	
	Mi-Jus										
	4 F										
	K.P.K 30 12/06/01 Coef: 51-47	1 S	07h15	7m60	1m00	0.14	20.8	7	195	6.00	
BM				6m60	0.14	20.9	13	146	6.01	0.429	
1 F				1m00	0.15	20.9	111	130	5.42	0.322	
2 S		09h25	9m00	8m00	0.15	20.9	82	146	5.46	0.608	
Mi-Flot				1m00	0.19	21.0	0	123	5.36	0.137	
2 F		12h15	10m20	9m20	0.19	20.9	0	160	5.37	0.163	
3 S				1m00	0.15	21.2	117	003	5.50	0.422	
PM		15h20	8m30	7m30	0.15	21.1	88	324	5.50	0.699	
3 F											
4 S											
Mi-Jus											
4 F											

Juillet 2001		Heure Légale	Profondeur Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	SALINITE	TEMP. (°C)	VITESSE (cm/s)	Direction (N/nord)	OXYGENE DISSOUS (ml/l)	TURBIDITE (g/l)	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS										
F PK 67 05/07/01 Coef:76-77	J S	7h10	10m30	1m00	18.31	21.8	0	183	4.76	0.049	PM à Laména 6h32 P=(757.5) 1010 hPa
	PM										
	1 F			9m30	20.04	21.7	7	090	4.76	0.090	
	2 S			1m00	12.67	22.6	93	015	4.60	0.122	
	Mi-Jus	10h00	7m80								P=(758.5) 1011 hPa
	2 F			6m80	17.90	22.6	67	343	4.61	0.114	
	3 S			1m00	6.11	23.8	14	027	4.59	0.087	
	BM	13h30	6m30								BM à Laména 13h07 P=(759) 1012 hPa Renverse: 13h50
	3 F			5m30	7.38	23.8	13	185	4.66	0.213	
	4 S			1m00	10.25	23.4	125	115	4.74	0.064	
	Mi-Flot	16h00	8m20								P=(759) 1012 hPa
	4 F			7m20	9.68	23.5	82	146	4.58	1.436	
E PK 52 03/07/01 Coef:68-71	J S	9h30	6m40	1m00	3.09	24.5	88	027	5.57	0.829	P=(764.5) 1019 hPa
	Mi-Jus										
	1 F			5m40	3.17	24.4	59	003	5.62	0.442	
	2 S			1m00	2.25	24.6	13	130	4.74	0.274	BM à Pauillac 12h20 P=(764.5) 1019 hPa Renverse: 13h30
	BM	13h45	5m20								
	2 F			4m20	2.18	24.5	13	150	4.89	0.306	
	3 S			1m00	4.03	24.5	103	160	4.97	0.363	
	Mi-Flot	15h10	7m70								P=(763) 1018 hPa
	3 F			6m70	4.00	24.5	86	176	4.98	1.018	
	4 S			1m00	6.33	24.4	7	130	5.28	0.302	
	PM	18h00	9m10								PM à Pauillac 17h45 P=(763) 1018 hPa
	4 F			8m10	6.37	24.5	13	181	5.26	0.553	
K PK 30 04/07/01 Coef:73-74	J S	4h45	9m40	1m00	0.63	24.4	123	120	4.68	0.671	P=(761) 1014 hPa
	Mi-Flot										
	1 F			8m40	0.58	24.5	93	150	4.68	0.955	
	2 S			1m00	1.35	24.3	12	120	4.57	0.217	PM à La Reuille 6h52 P=(760) 1013 hPa Renverse: 7h35
	PM	7h25	10m40								
	2 F			9m40	1.20	24.4	7	303	4.60	1.074	
	3 S			1m00	0.50	24.4	105	008	4.49	0.729	
	Mi-Jus	10h50	8m10								P=(759) 1012 hPa
	3 F			7m10	0.51	24.4	82	330	4.47	0.954	
	4 S			1m00	0.21	24.6	7	344	4.42	0.382	BM à La Reuille 14h10 P=(759) 1012 hPa
	BM	14h25	7m20								
	4 F			6m20	0.21	24.6	0	191	4.45	0.953	

Aout - 2001		Heure Légale (TU+2)	Profondeur Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	SALINITE	TEMP. (°C)	VITESSE (cm/s)	Direction (/Nord)	OXYGENE DISSOUS (ml/l)	TURBIDITE (g/l)	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS										
F PK 67	1 S	5h30	7m90	1m00	11.20	24.5	123	001	4.50		P=(763.5) 1018 hPa BM à Laména 8h30 P=(763.5) 1018 hPa Renverse: P=(763.5) 1018 hPa PM à Laména 15h10 P=(763.5) 1018 hPa
	Mi-Jus 1 F		6m90	1m00	16.40	24.1	47	335	4.55		
	2 S	9h00	6m90	1m00	9.50	24.8	13	005	4.50	INCIDENT	
	BM			5m90	10.10	24.7	13	334	4.42		
	2 F			1m00	12.80	24.4	77	122	4.60	TECHNIQUE	
28/08/01 Coef: 38-39	3 S	11h40	7m80	1m00	14.70	24.3	59	126	4.69		
	Mi-Flot 3 F		6m80	1m00	18.10	24.6	7	142	4.81		
	4 S	15h25	8m90	1m00	19.00	23.9	7	095	4.83		
	PM 4 F		7m90	1m00	7.40	27.3	7	185	4.40	0.158	
E PK 52	1 S	5h24	8m30	1m00	8.40	25.4	13	153	5.02	0.226	PM à Pauillac 4h50 P=(763.5) 1018 hPa P=(763.5) 1018 hPa P=(763.5) 1018 hPa BM à Pauillac 11h31 P=(763.5) 1018 hPa Renverse: 12h30 P=(763.5) 1018 hPa
	PM 1 F		7m30	1m00	6.00	25.3	88	026	4.92	0.310	
	2 S	8h10	7m20	1m00	6.10	25.3	71	005	4.90	0.357	
	Mi-Jus 2 F		6m20	1m00	7.00	25.0	13	092	4.60	0.072	
	3 S	11h50	5m60	1m00	7.10	25.1	7	315	4.54	0.226	
30/08/01 Coef:50-55	BM		4m60	1m00	6.00	25.1	106	154	4.85	0.621	
	3 F		7m30	6m30	5.90	25.0	100	166	4.85	0.745	
	4 S	14h25	7m30	1m00	1.40	25.1	112	007	4.70	0.348	
	Mi-Flot 4 F		8m30	1m00	1.50	25.1	71	333	4.71	0.868	
K PK 30	1 S	8h00	8m60	7m60	0.50	25.0	13	120	4.82	0.356	P=(760.5) 1014 hPa BM à La Reuille 11h22 P=(760.5) 1014 hPa Renverse: 12h15 P=(760.5) 1014 hPa PM à La Reuille 17h14 P=(762) 1016 hPa
	Mi-Jus 1 F		8m60	1m00	0.50	25.0	13	080	4.79	0.704	
	2 S	11h55	7m20	6m20	0.60	25.1	82	115	4.75	0.531	
	BM			1m00	1.30	25.1	53	133	4.70	0.703	
	2 F			8m00	1.30	25.1	13	105	4.65	0.205	
29/08/01 Coef:41-45	3 S	14h20	9m00	1m00	2.30	25.2	13	170	4.64	0.397	
	Mi-Flot 3 F		9m00	1m00	2.60	25.2	13	170	4.64	0.397	
	4 S	17h25	9m80	8m80	2.60	25.2	13	170	4.64	0.397	
	PM 4 F		9m80	8m80	2.60	25.2	13	170	4.64	0.397	

Septembre - 2001		Heure Légale (TU+2)	Profondeur Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	SALINITE	TEMP. (°C)	VITESSE (cm/s)	Direction (/Nord)	OXYGENE DISSOUS (ml/l)	TURBIDITE (g/l)	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS										
F PK 67 11/09/01 Coef: 41-38	J S	6h40	6m50	1m00	9,35	21.4	7	102	5,22	0,104	BM à Laména 5h48 P=(768) 1024 hPa P=(768) 1024 hPa PM à Laména 12h13 P=(769) 1025 hPa 12h20 P=(769) 1025 hPa
	BM			5m50	10,00	21.2	13	150	5,33	0,112	
	1 F			1m00	12,90	20,8	76	140	5,30	0,144	
	2 S	9h30	7m80	6m80	15,41	20,8	44	130	5,45	0,198	
	Mi-Flot			1m00	16,85	20,5	13	168	5,05	0,062	
	3 S	12h10	8m70	7m70	19,13	20,3	7	106	5,01	0,106	
	2 F			1m00	11,91	21,4	120	010	5,00	0,086	
	PM	15h25	7m00	6m00	14,80	20,7	53	330	4,92	0,155	
	4 S										
	Mi-Jus										
	4 F										
	E PK 52 13/09/01 Coef: 41-46	J S	6h15	7m00	1m00	5,92	21,8	82	023	5,28	
Mi-Jus				6m00	6,02	21,8	56	005	5,35	0,486	
1 F				1m00	4,25	21,5	0	125	5,46	0,008	
2 S		9h50	5m30	4m30	4,50	21,5	13	195	5,58	0,392	
BM				1m00	5,67	21,9	88	165	5,25	0,490	
2 F		12h30	7m10	6m10	6,15	21,5	91	175	5,32	0,529	
3 S				1m00	7,68	23,3	30	140	5,60	0,138	
Mi-Flot		15h30	7m70	6m70	8,40	21,7	20	175	5,50	0,290	
3 F											
4 S											
PM											
4 F											
K PK 30 12/09/01 Coef: 38	J S	5h30	8m40	1m00	1,65	21,1	100	008	5,79	0,401	P=(768) 1024 hPa BM à La Reuille 8h41 P=(769) 1025 hPa Renverse: 9h30 P=(769) 1025 hPa PM à La Reuille 14h33 P=(769) 1025 hPa
	Mi-Jus			7m40	1,75	21,2	73	340	5,89	0,941	
	1 F			1m00	0,55	20,9	0	066	5,23	0,439	
	2 S	9h15	7m40	6m40	0,63	20,8	0	140	5,36	0,844	
	BM			1m00	1,63	21,1	70	120	5,34	0,325	
	2 F	11h45	8m90	7m90	1,63	21,1	70	150	5,38	0,835	
	3 S			1m00	2,50	21,4	13	110	5,32	0,153	
	Mi-Flot			9m00	2,90	21,3	7	185	5,36	0,509	
	3 F										
	4 S										
	PM										
	4 F										

Octobre 2001		Heure Légale (TU+2)	Profondeur Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	SALINITE	TEMP. (°C)	VITESSE (cm/s)	Direction (N/ord)	OXYGENE DISSOUS (ml/l)	TURBIDITE (g/l)	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS										
F PK 67	1 S	15h15	8m00	1m00	12.57	19.0	126	009	4.99		P=(772) 1029 hPa
	Mi-Jus 1 F			7m00	16.60	17.9	50	320	4.90		BM à Laména 18h06
	2 S	18h55	6m70	1m00	9.90	18.8	7	013	5.00	INCIDENT	P=(772) 1029 hPa 19h15
	2 F			5m70	10.91	18.7	13	284	5.12		
	3 S	21h15	7m90	1m00	13.00	18.5	70	134	4.78	TECHNIQUE	P=(772) 1029 hPa
10/10/01 Coef: 41-38	Mi-Flot 3 F			6m90	15.83	18.1	50	128	4.64		
	4 S	23h30	8m90	1m00	16.26	18.0	30	140	4.89		PM à Laména 00h42
	PM			7m90	18.62	17.9	30	128	4.82		P=(772) 1029 hPa
	4 F										
E PK 52	1 S	7h55	6m10	1m00	3.94	18.2	0	139	4.82	0.154	BM à Pautillac 7h28
	BM			5m10	3.95	18.3	10	169	4.84	0.488	P=(774) 1032 hPa
	1 F			1m00	6.18	18.4	82	163	4.92	0.413	
	2 S	10h40	7m40	6m40	6.10	18.4	59	180	4.93	1.042	P=(774) 1032 hPa
	Mi-Flot 2 F			1m00	7.78	20.9	7	287	5.01	0.177	PM à Pautillac 13h39
11/10/01 Coef: 39	3 S	14h00	8m60	7m60	8.53	18.7	24	154	4.82	0.362	P=(774) 1032 hPa
	PM			1m00	6.03	18.8	94	026	4.94	0.249	Renverse: 14h25
	3 F										
	4 S	17h05	7m10	6m10	6.87	18.7	62	016	4.91	0.959	P=(774) 1032 hPa
K PK 30	1 S	6h55	8m50	1m00	1.72	18.2	105	005	4.66	0.702	P=(769) 1026 hPa
	Mi-Jus 1 F			7m50	1.75	18.2	88	339	4.67	3.130	BM à La Reuille 10h02
	2 S	10h45	7m90	1m00	0.77	17.9	13	288	4.37	0.702	P=(769) 1026 hPa
	BM			6m90	0.78	17.9	13	173	4.24	1.690	Renverse: 11h10
	2 F			1m00	1.91	18.3	88	122	4.61	0.807	P=(769) 1026 hPa
12/10/01 Coef: 42-48	3 S	13h10	8m80	7m80	1.83	18.2	47	160	4.59	1.549	
	Mi-Flot 3 F			1m00	2.60	18.5	13	111	4.78	0.175	PM à La Reuille 15h52
	4 S	16h00	10m20	9m20	2.90	18.4	7	153	4.84	1.165	P=(768) 1024 hPa
	PM										
4 F											

Novembre 2001		Heure Légale (TU+1)	Profondeur Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	SALINITE	TEMP. (°C)	VITESSE (cm/s)	Direction (N/nord)	OXYGENE DISSOUS (ml/l)	TURBIDITE (g/l)	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS										
F PK 67	1 S	6h45	8m10	1m00	11.98	15.0	82	126	5.18	0.452	P=(770) 1027 hPa
	Mi-Flot										
	1 F			7m10	12.28	15.0	56	125	5.23	1.157	PM à Laména 9h27
	2 S	10h05	9m10	1m00	17.85	14.8	13	155	5.00	0.119	P=(770) 1027 hPa
	PM			8m10	19.02	14.8	13	142	5.02	0.252	Reverse: 10h35
	2 F			1m00	12.28	15.0	117	009	5.52	0.356	P=(770) 1027 hPa
07/11/01	3 S	13h05	7m60	6m60	13.80	14.9	67	337	5.50	1.475	
	Mi-Jus			1m00	8.71	15.3	13	007	5.52	0.405	
	3 F										
	4 S	16h15	6m00	5m00	9.08	15.4	13	301	5.56	1.722	BM à Laména 15h50
BM										P=(770) 1027 hPa	
4 F											
E PK 52	1 S	5h25	5m00	1m00	3.13	14.7	0	003	5.40	0.320	BM à Pauillac 5h01
	BM										P=(766) 1022 hPa
	1 F			4m00	3.26	14.8	7	181	5.49	0.500	
	2 S	8h20	7m90	1m00	5.50	15.2	111	147	5.20	0.813	
	Mi-Flot			6m90	5.53	15.2	64	166	5.23	1.314	P=(764) 1019 hPa
	2 F			1m00	6.65	17.1	13	137	5.50	0.418	PM à Pauillac 10h54
08/11/01	3 S	12h35	8m20	7m20	7.46	15.6	7	134	5.42	0.489	P=(762) 1016 hPa
	PM			1m00	4.91	15.0	53	003	5.59	0.650	Reverse: 12h45
	3 F										
	4 S	15h00	7m10	6m10	4.97	15.0	53	358	5.59	0.663	P=(762) 1016 hPa
BM											
4 F											
K PK 30	1 S	4h15	6m90	1m00	1.85	13.8	62	010	5.35	0.822	P=(762) 1016 hPa
	Mi-Jus										
	1 F			5m90	1.85	13.8	44	334	5.38	0.790	BM à La Reuille 7h20
	2 S	7h55	6m00	1m00	0.69	13.0	7	080	5.30	0.868	P=(762) 1016 hPa
	BM			5m00	0.69	13.1	13	173	5.31	1.316	Reverse: 8h20
	2 F	10h20	7m80	1m00	1.80	13.6	97	113	5.35	0.856	P=(766) 1021 hPa
09/11/01	3 S			6m80	1.70	13.6	53	147	5.32	3.371	
	Mi-Flot			1m00	2.35	13.6	13	124	5.64	0.472	PM à La Reuille 13h03
	3 F										
	4 S	13h15	8m90	7m90	2.35	13.7	7	166	5.69	1.014	P=(766) 1021 hPa
BM											
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 %
1-avr-01	F	BM	S	270	4,0	1,47
1-avr-01	F	BM	F	490	7,2	1,47
1-avr-01	F	MF	S	400	6,1	1,54
1-avr-01	F	MF	F	3330	56,4	1,69
1-avr-01	F	PM	S	90	1,3	1,40
1-avr-01	F	PM	F	320	5,7	1,77
1-avr-01	F	MJ	S	340	4,7	1,38
1-avr-01	F	MJ	F	1060	19,3	1,82
31-mars-01	E	BM	S	130	2,4	1,81
31-mars-01	E	BM	F	180	3,2	1,76
31-mars-01	E	MF	S	400	6,3	1,58
31-mars-01	E	MF	F	1420	26,0	1,83
31-mars-01	E	PM	S	190	3,5	1,85
31-mars-01	E	PM	F	470	6,5	1,38
31-mars-01	E	MJ	S	410	7,6	1,85
31-mars-01	E	MJ	F	480	9,4	1,96
30-mars-01	K	BM	S	70	1,4	2,06
30-mars-01	K	BM	F	260	5,1	1,95
30-mars-01	K	MF	S	220	4,4	2,00
30-mars-01	K	MF	F	180	4,2	2,36
30-mars-01	K	PM	S	70	1,2	1,66
30-mars-01	K	PM	F	100	2,2	2,17
30-mars-01	K	MJ	S	340	5,6	1,65
30-mars-01	K	MJ	F	300	4,9	1,62
1-mai-01	F	BM	S	330	3,6	1,08
1-mai-01	F	BM	F	330	3,5	1,06
1-mai-01	F	MF	S	250	5,4	2,17
1-mai-01	F	MF	F	3330	56,2	1,69
1-mai-01	F	PM	S	200	1,4	0,71
1-mai-01	F	PM	F	530	6,3	1,18
1-mai-01	F	MJ	S	140	1,1	0,76
1-mai-01	F	MJ	F	770	11,9	1,55
2-mai-01	E	BM	S	70	1,2	1,74
2-mai-01	E	BM	F	100	1,1	1,06
2-mai-01	E	MF	S	300	3,6	1,19
2-mai-01	E	MF	F	720	10,1	1,41
2-mai-01	E	PM	S	170	1,1	0,62

Date	Station	Temps Marée	Niveau	MES mg/l	COP mg/l	COP/MES %
2-mai-01	E	PM	F	250	1,8	0,71
2-mai-01	E	MJ	S	240	3,3	1,36
2-mai-01	E	MJ	F	310	5,8	1,87
3-mai-01	K	BM	S	100	1,1	1,07
3-mai-01	K	BM	F	260	4,3	1,67
3-mai-01	K	MF	S	220	4,3	1,97
3-mai-01	K	MF	F	230	4,6	2,00
3-mai-01	K	PM	S	40	1,5	3,65
3-mai-01	K	PM	F	60	0,7	1,10
3-mai-01	K	MJ	S	330	6,9	2,09
3-mai-01	K	MJ	F	350	6,5	1,86
11-juin-01	F	BM	S	130	2,0	1,52
11-juin-01	F	BM	F	210	2,2	1,06
11-juin-01	F	MF	S	270	3,0	1,10
11-juin-01	F	MF	F	2390	42,2	1,76
11-juin-01	F	PM	S	70	1,0	1,41
11-juin-01	F	PM	F	80	0,4	0,51
11-juin-01	F	MJ	S	180	2,2	1,23
11-juin-01	F	MJ	F	1030	16,8	1,63
13-juin-01	E	BM	S	240	2,3	0,95
13-juin-01	E	BM	F	390	6,1	1,57
13-juin-01	E	MF	S	500	8,1	1,63
13-juin-01	E	MF	F	900	14,1	1,56
13-juin-01	E	PM	S	130	1,9	1,42
13-juin-01	E	PM	F	200	3,6	1,81
13-juin-01	E	MJ	S	210	2,1	1,02
13-juin-01	E	MJ	F	310	3,7	1,19
12-juin-01	K	BM	S	190	3,0	1,56
12-juin-01	K	BM	F	480	9,2	1,93
12-juin-01	K	MF	S	390	5,9	1,52
12-juin-01	K	MF	F	690	11,0	1,60
12-juin-01	K	PM	S	150	1,5	0,99
12-juin-01	K	PM	F	180	2,2	1,23
12-juin-01	K	MJ	S	520	8,4	1,62
12-juin-01	K	MJ	F	610	10,4	1,70
5-juil-01	F	BM	S	80	1,5	1,88
5-juil-01	F	BM	F	210	3,7	1,75
5-juil-01	F	MF	S	50	1,0	2,06
5-juil-01	F	MF	F	1300	21,6	1,66
5-juil-01	F	PM	S	40	1,0	2,38
5-juil-01	F	PM	F	80	1,8	2,20
5-juil-01	F	MJ	S	130	2,4	1,83

Date	Station	Temps Marée	Niveau	MES mg/l	COP mg/l	COP/MES %
5-juil-01	F	MJ	F	140	2,6	1,84
3-juil-01	E	BM	S	160	2,4	1,49
3-juil-01	E	BM	F	310	4,6	1,48
3-juil-01	E	MF	S	350	5,9	1,68
3-juil-01	E	MF	F	1020	19,8	1,94
3-juil-01	E	PM	S	320	5,3	1,66
3-juil-01	E	PM	F	610	10,9	1,79
3-juil-01	E	MJ	S	490	8,4	1,72
3-juil-01	E	MJ	F	1080	18,3	1,70
4-juil-01	K	BM	S	450	6,9	1,52
4-juil-01	K	BM	F	850	14,3	1,68
4-juil-01	K	MF	S	760	11,9	1,57
4-juil-01	K	MF	F	1010	16,1	1,60
4-juil-01	K	PM	S	200	3,5	1,77
4-juil-01	K	PM	F	1020	16,5	1,62
4-juil-01	K	MJ	S	890	13,2	1,48
4-juil-01	K	MJ	F	1070	17,6	1,65
28-août-01	F	BM	S	60	0,9	1,53
28-août-01	F	BM	F	90	1,8	1,94
28-août-01	F	MF	S	110	1,9	1,68
28-août-01	F	MF	F	240	3,8	1,59
28-août-01	F	PM	S	30	0,5	1,73
28-août-01	F	PM	F	70	1,3	1,90
28-août-01	F	MJ	S	30	0,5	1,73
28-août-01	F	MJ	F	200	4,3	2,14
30-août-01	E	BM	S	120	2,4	2,02
30-août-01	E	BM	F	230	2,8	1,20
30-août-01	E	MF	S	710	12,8	1,80
30-août-01	E	MF	F	850	14,6	1,72
30-août-01	E	PM	S	170	2,8	1,66
30-août-01	E	PM	F	240	3,8	1,59
30-août-01	E	MJ	S	340	6,7	1,97
30-août-01	E	MJ	F	390	6,7	1,72
29-août-01	K	BM	S	370	4,8	1,29
29-août-01	K	BM	F	580	8,2	1,42
29-août-01	K	MF	S	580	10,8	1,86
29-août-01	K	MF	F	700	10,3	1,46
29-août-01	K	PM	S	240	3,1	1,30
29-août-01	K	PM	F	400	6,2	1,56
29-août-01	K	MJ	S	360	6,0	1,68
29-août-01	K	MJ	F	870	7,0	0,80
11-sept-01	F	BM	S	70	1,6	2,30

Date	Station	Temps Marée	Niveau	MES mg/l	COP mg/l	COP/MES %
11-sept-01	F	BM	F	130	2,4	1,86
11-sept-01	F	MF	S	130	2,4	1,86
11-sept-01	F	MF	F	240	4,1	1,70
11-sept-01	F	PM	S	50	1,0	2,08
11-sept-01	F	PM	F	100	1,6	1,56
11-sept-01	F	MJ	S	80	1,3	1,68
11-sept-01	F	MJ	F	230	3,7	1,62
13-sept-01	E	BM	S	110	2,1	1,91
13-sept-01	E	BM	F	160	2,7	1,68
13-sept-01	E	MF	S	500	10,1	2,01
13-sept-01	E	MF	F	540	9,7	1,80
13-sept-01	E	PM	S	280	5,3	1,88
13-sept-01	E	PM	F	190	3,8	1,99
13-sept-01	E	MJ	S	420	7,7	1,83
13-sept-01	E	MJ	F	470	9,5	2,03
12-sept-01	K	BM	S	410	4,8	1,18
12-sept-01	K	BM	F	850	12,3	1,44
12-sept-01	K	MF	S	240	3,4	1,40
12-sept-01	K	MF	F	890	13,8	1,55
12-sept-01	K	PM	S	150	2,1	1,37
12-sept-01	K	PM	F	540	8,3	1,54
12-sept-01	K	MJ	S	380	6,3	1,66
12-sept-01	K	MJ	F	980	15,3	1,56
10-oct-01	F	BM	S	50	0,7	1,48
10-oct-01	F	BM	F	80	1,5	1,85
10-oct-01	F	MF	S	110	2,1	1,90
10-oct-01	F	MF	F	270	5,0	1,84
10-oct-01	F	PM	S	80	2,3	2,86
10-oct-01	F	PM	F	130	2,5	1,89
10-oct-01	F	MJ	S	30	0,7	2,17
10-oct-01	F	MJ	F	170	5,2	3,06
11-oct-01	E	BM	S	160	2,1	1,31
11-oct-01	E	BM	F	500	7,9	1,57
11-oct-01	E	MF	S	450	7,3	1,63
11-oct-01	E	MF	F	1080	16,9	1,57
11-oct-01	E	PM	S	190	3,4	1,80
11-oct-01	E	PM	F	510	8,1	1,58
11-oct-01	E	MJ	S	300	4,8	1,59
11-oct-01	E	MJ	F	1000	16,1	1,61
12-oct-01	K	BM	S	680	7,8	1,14
12-oct-01	K	BM	F	1580	25,1	1,59
12-oct-01	K	MF	S	720	11,8	1,64

Date	Station	Temps Marée	Niveau	MES mg/l	COP mg/l	COP/MES %
12-oct-01	K	MF	F	1710	25,6	1,50
12-oct-01	K	PM	S	150	1,8	1,21
12-oct-01	K	PM	F	500	7,8	1,55
12-oct-01	K	MJ	S	660	9,2	1,40
12-oct-01	K	MJ	F	2090	33,9	1,62
7-nov-01	F	BM	S	230	4,8	2,09
7-nov-01	F	BM	F	1350	23,6	1,75
7-nov-01	F	MF	S	380	6,6	1,75
7-nov-01	F	MF	F	1900	31,0	1,63
7-nov-01	F	PM	S	100	1,6	1,61
7-nov-01	F	PM	F	270	3,7	1,37
7-nov-01	F	MJ	S	400	6,6	1,66
7-nov-01	F	MJ	F	3250	46,1	1,42
8-nov-01	E	BM	S	330	4,6	1,38
8-nov-01	E	BM	F	510	6,9	1,36
8-nov-01	E	MF	S	980	16,0	1,63
8-nov-01	E	MF	F	1390	15,3	1,10
8-nov-01	E	PM	S	510	10,6	2,07
8-nov-01	E	PM	F	480	8,0	1,67
8-nov-01	E	MJ	S	640	10,6	1,65
8-nov-01	E	MJ	F	610	8,9	1,46
9-nov-01	K	BM	S	620	6,7	1,09
9-nov-01	K	BM	F	1480	20,8	1,40
9-nov-01	K	MF	S	840	11,7	1,39
9-nov-01	K	MF	F	3840	63,8	1,66
9-nov-01	K	PM	S	460	6,0	1,31
9-nov-01	K	PM	F	1070	16,0	1,50
9-nov-01	K	MJ	S	840	11,7	1,39
9-nov-01	K	MJ	F	770	10,2	1,32

9.3.2. Résultats bruts de mesures de chlorophylle et phaeopigments

Date	St	TM	Niv	Chlo a µg/l	Phaeo µg/L	Chlo a / COP	Pig/MES ppm	Taux Ca
1-avr-01	F	BM	S	8,75	10,20	0,22%	70	0,46
1-avr-01	F	PM	S	6,05	7,90	0,48%	155	0,43
31-mars-01	E	BM	S	10,40	7,15	0,44%	135	0,59
31-mars-01	E	PM	S	12,25	27,25	0,35%	208	0,31
30-mars-01	K	BM	S	2,50	4,05	0,17%	94	0,38
30-mars-01	K	PM	S	2,50	5,20	0,22%	110	0,32
1-mai-01	F	BM	S	7,35	13,00	0,21%	62	0,36
1-mai-01	F	PM	S	16,10	52,80	1,13%	345	0,23
2-mai-01	E	BM	S	10,85	15,00	0,89%	369	0,42
2-mai-01	E	PM	S	15,65	47,60	1,48%	372	0,25
3-mai-01	K	BM	S	11,10	2,15	1,04%	133	0,84
3-mai-01	K	PM	S	5,55	20,30	0,38%	646	0,21
11-juin-01	F	BM	S	2,60	11,40	0,13%	108	0,19
11-juin-01	F	PM	S	3,40	18,35	0,34%	311	0,16
13-juin-01	E	BM	S	6,75	18,20	0,29%	104	0,27
13-juin-01	E	PM	S	7,90	22,50	0,43%	234	0,26
12-juin-01	K	BM	S	18,15	14,30	0,61%	171	0,56
12-juin-01	K	PM	S	4,50	5,00	0,30%	63	0,47
5-juil-01	F	BM	S	8,05	13,00	0,54%	263	0,38
5-juil-01	F	PM	S	2,90	1,70	0,31%	115	0,63
3-juil-01	E	BM	S	6,05	6,20	0,25%	77	0,49
3-juil-01	E	PM	S	5,00	9,45	0,09%	45	0,35
4-juil-01	K	BM	S	8,05	13,00	0,12%	47	0,38
4-juil-01	K	PM	S	2,90	1,70	0,08%	23	0,63
28-août-01	F	BM	S	2,90	2,95	0,32%	98	0,50
28-août-01	F	PM	S	5,30	5,00	1,02%	343	0,51
30-août-01	E	BM	S	7,55	2,35	0,31%	83	0,76
30-août-01	E	PM	S	3,50	2,90	0,12%	38	0,55
29-août-01	K	PM	S	6,70	6,15	0,22%	54	0,52
11-sept-01	F	BM	S	2,50	2,35	0,16%	69	0,52
11-sept-01	F	PM	S	4,00	0,95	0,38%	99	0,81
13-sept-01	E	BM	S	4,95	2,35	0,24%	66	0,68
13-sept-01	E	PM	S	6,80	5,35	0,13%	43	0,56
12-sept-01	K	BM	S	2,05	2,45	0,04%	11	0,46
12-sept-01	K	PM	S	2,20	0,95	0,11%	21	0,70
10-oct-01	F	BM	S	5,20	11,50	0,70%	334	0,31
10-oct-01	F	PM	S	1,40	17,20	0,06%	233	0,08
11-oct-01	E	BM	S	6,30	3,25	0,30%	60	0,66
11-oct-01	E	PM	S	10,40	17,55	0,30%	147	0,37

Date	St	TM	Niv	Chlo a µg/l	Phaeo µg/L	Chlo a / COP	Pig/MES ppm	Taux Ca
12-oct-01	K	BM	S	13,10	30,25	0,17%	64	0,30
12-oct-01	K	PM	S	7,45	16,30	0,41%	158	0,31
7-nov-01	F	BM	S	7,95	21,75	0,17%	129	0,27
7-nov-01	F	PM	S	6,65	8,80	0,41%	155	0,43
8-nov-01	E	BM	S	9,00	27,05	0,20%	109	0,25
8-nov-01	E	PM	S	12,65	34,50	0,12%	92	0,27
9-nov-01	K	BM	S	12,45	15,60	0,18%	45	0,44
9-nov-01	K	PM	S	14,80	27,30	0,25%	92	0,35

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
31-mars-01	E	BM	S	2,2	119,7	2,1	57
31-mars-01	E	PM	S	2,8	94,4	2,1	45
2-mai-01	E	BM	S	2,2	108,5	2,1	51
2-mai-01	E	PM	S	1,1	109,9	2,1	52
13-juin-01	E	BM	S	<0,5	150,5	1,6	95
13-juin-01	E	PM	S	<0,5	134,7	4,7	28
3-juil-01	E	BM	S	<0,5	138,6	2,6	53
3-juil-01	E	PM	S	<0,5	143,2	3,2	45
30-août-01	E	BM	S	<0,5	152,9	2,6	58
30-août-01	E	PM	S	1,7	136,7	3,2	43
13-sept-01	E	BM	S	1,7	155,6	3,2	49
13-sept-01	E	PM	S	0,6	137,6	5,3	26
11-oct-01	E	BM	S	<0,5	150,9	2,6	57
11-oct-01	E	PM	S	<0,5	125,8	2,6	48
8-nov-01	E	BM	S	<0,5	130,1	3,7	35
8-nov-01	E	PM	S	<0,5	129,1	3,2	41

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
1-mai-01	F	BM	S	0	0	0	0	1
1-mai-01	F	PM	S	0	0	0	0	1
2-mai-01	E	BM	S	0	0	0	0	0
2-mai-01	E	PM	S	0	0	0	0	0
3-mai-01	K	BM	S	0	0	0	0	0
3-mai-01	K	PM	S	0	0	0	0	0
11-juin-01	F	BM	S	0	0	0	0	0
11-juin-01	F	PM	S	2	1	100	0	0

Date	St	TM	Niv	V. parah G/100ml	V. algin G/100ml	V. vulni G/100ml	V. chol G/100ml	V. halo G/100ml
13-juin-01	E	BM	S	0	0	1	0	10
13-juin-01	E	PM	S	1	10	0	0	0
12-juin-01	K	BM	S	0	0	0	0	0
12-juin-01	K	PM	S	0	0	0	0	0
5-juil-01	F	BM	S	10	10	0	0	1000
5-juil-01	F	PM	S	100	10	0	0	1000
3-juil-01	E	BM	S	1	2	0	0	0
3-juil-01	E	PM	S	10	3	0	0	0
4-juil-01	K	BM	S	100	100	0	0	0
4-juil-01	K	PM	S	1	2	0	0	0
28-août-01	F	BM	S	10	100	0	0	0
28-août-01	F	PM	S	10	1000	0	0	10000
30-août-01	E	BM	S	10	100	1000	0	0
30-août-01	E	PM	S	10	100	0	0	0
29-août-01	K	BM	S	0	10	0	0	0
29-août-01	K	PM	S	0	100	0	0	0
11-sept-01	F	BM	S	10	100	0	0	100
11-sept-01	F	PM	S	100	10	0	0	0
13-sept-01	E	BM	S	10	1	100	0	0
13-sept-01	E	PM	S	100	1000	0	0	1000
12-sept-01	K	BM	S	1	3	0	0	0
12-sept-01	K	PM	S	1	2	0	0	0
10-oct-01	F	BM	S	100	1	0	0	10
10-oct-01	F	PM	S	2	100	0	0	0
11-oct-01	E	BM	S	10	3	0	0	0
11-oct-01	E	PM	S	100	2	0	0	0
12-oct-01	K	BM	S	1	0	0	0	0
12-oct-01	K	PM	S	10	0	0	0	0
7-nov-01	F	BM	S	100	1	0	0	10
7-nov-01	F	PM	S	2	100	0	0	0
8-nov-01	E	BM	S	1	4	0	0	0
8-nov-01	E	PM	S	10	2	0	0	0
9-nov-01	K	BM	S	0	0	0	0	0
9-nov-01	K	PM	S	0	0	0	0	0