

ifremer

IFREMER – Centre de Brest

Département DYNamiques de l'Environnement COtier
Service Applications Géomatiques
(DYNECO/AG)

Université Bordeaux 1 - CNRS

Unité Mixte de Recherche
Environnement et Paléoenvironnements OCéaniques
(UMR 5805 EPOC)

Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux

Laboratoire d'hygiène et de santé
(IEEB)

Mars 2007 – RST DYNECO/AG/07-02

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

SURVEILLANCE ECOLOGIQUE

SITE DU BLAYAIS

RAPPORT SCIENTIFIQUE

ANNEE 2006



Commandes d'exécution
n°5100-CQG-4200130417 (1^{er} semestre 2006) et
n°5100-CQG-4200131914 (2^{ème} semestre 2006)
du marché n° C349C65050

Type de Rapport : RST (Rapports de résultats de recherches scientifiques et/ou techniques)	
Numéro d'identification du rapport : RST DYNECO/AG/07-02 Diffusion : libre <input checked="" type="checkbox"/> restreinte <input type="checkbox"/> interdite <input type="checkbox"/> Validé par : Adresse électronique : - chemin UNIX : - adresse WWW :	date de publication : <i>mars 2007</i> nombre de pages : 220 p. bibliographie : <i>Oui</i> illustration(s) : <i>Oui</i> langue du rapport : <i>Français</i>
Titre et sous-titre du rapport : <i>Surveillance Ecologique du site du "Blayais" - année 2006</i> Titre traduit : <i>Ecological monitoring of the "Blayais" nuclear power plant – 2006</i>	
Auteur(s) principal(aux) : <i>QUINTIN Jean-Yves,</i> <i>CASTAING Patrice,</i> <i>JOUANNEAU Jean-Marie,</i> <i>OGGIAN Georges,</i> <i>CHAURIAL Bernard,</i> <i>GOURNIER Nathalie,</i> <i>SAUTOUR Benoît,</i> <i>PARRA René,</i> <i>BACHELET Guy,</i> <i>LECONTE Michel.</i>	Organisme / Direction / Service, laboratoire : <i>IFREMER / Centre de Brest / DYNECO/AG</i> <i>Université Bordeaux 1 / UMR EPOC / Talence</i> <i>IEEB / Bordeaux</i> <i>Université Bordeaux 1 / UMR EPOC / Arcachon</i>
Organisme commanditaire : nom développé, sigle, adresse <i>Electricité de France (EDF) - Production Transport - C.N.P.E. du Blayais</i> <i>B.P. 27 - 33820 ST-CIERS-S/GIRONDE</i> Titre du contrat de recherche : n° de contrat 06\1216318\MF Organisme(s) réalisateur(s) : nom(s) développé(s), sigle(s), adresse(s) <i>IFREMER Centre de Brest, B.P. 70, 29280 PLOUZANE</i> <i>UMR 5805 EPOC Université Bordeaux 1 - CNRS</i> <i>Avenue des Facultés – 33405 TALENCE Cedex</i> <i>UMR 5805 EPOC Université Bordeaux 1 -CNRS</i> <i>Station Marine d'Arcachon, 2 rue du Professeur Jolyet - 33120 ARCACHON</i> <i>Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux (IEEB)</i> <i>Laboratoire d'Hygiène et Santé, 1 rue du Professeur Vézès - 33300 BORDEAUX</i> Responsable scientifique : <i>Jean-Yves QUINTIN - IFREMER/BREST/DYNECO/AG</i>	
Cadre de la recherche : Surveillance des centrales en bord de mer et en estuaire	
Programme : <i>Surveillance et évaluation</i> <i>de la qualité du milieu marin</i> Projet : <i>I.G.A.</i> <i>Impact des Grands Aménagements</i> Campagne océanographique : (nom de campagne, année, nom du navire) <i>SOGIR, 2006, Navire Océanographique « Côte d'Aquitaine »</i>	Convention : Marché n° C349C65050 Commandes d'exécution n°5100-CQG-4200130417 et n°5100-CQG-4200131914 (1 ^{er} et 2 ^{ème} semestres 2006) Autres (préciser) : <i>Le Blayais Surveillance</i>

Résumé :

L'étude de surveillance n° 29 du site électronucléaire du BLAYAIS (département de la Gironde) concerne la période de avril à novembre 2006. Les domaines pélagique et benthique sont étudiés (physico-chimie, bathymétrie, hydrobiologie, bactériologie, zooplancton, macrofaune benthique).
[Voir fiche résumé p. 7 - 10]

Abstract :

Monitoring n° 29 of the BLAYAIS nuclear power plant takes into account studies conducted between April and November 2006. Physicochemistry, Bathymetry, Hydrobiology, Bacteriology, Zooplankton, Benthic macrofauna, are reported.
[see summary p. 7 - 10 (in French)]

Mots-clés :

Centrale nucléaire – Estuaire de la Gironde – Surveillance - Pelagos - Physico chimie – Bathymétrie - Hydrologie - Microbiologie – Zooplancton – Macrofaune benthique.

Keywords :

Nuclear power plant – Gironde estuary – Monitoring - Pelagos - Physico chemistry – Bathymetry - Hydrology – Microbiology - Zooplankton – Benthic macrofauna.

Commentaire :

Ce document doit être cité de la manière suivante :

Référence générale

QUINTIN J.Y. (coord.) *et al.* (2007) – Surveillance écologique du site du Blayais, année 2006. Rapp. IFREMER RST DYNECO/AG/07-02, mars 2007, 220 p.

Référence particulière

CASTAING P., JOUANNEAU J.M., OGGIAN G., (2007). – Résultats des mesures in situ. *In* : QUINTIN J.Y. (coord.) *et al.* (2007) - Surveillance écologique du site du Blayais, année 2006. Rapp. IFREMER RST DYNECO/AG/07-02, mars 2007, pp. 41 – 104.

Avant - propos

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

- chapitres 1 à 4 (P. Castaing, J.M. Jouanneau, G. Oggian,²) ;
- chapitre 5 (B. Chaurial)³ ;
- chapitre 6 (B. Chaurial, N. Gournier)³ ;
- chapitre 7 (B. Sautour, R. Parra)⁴ ;
- chapitre 8 (G. Bachelet, M. Leconte)⁴

Il a été réalisé suite à la réunion de synthèse, qui s'est tenue le 11 janvier 2007 au CNPE du Blayais, et qui a réuni les personnes suivantes : Mme Le-Lous K., M. Lundy D., M. Dales M., Mazoyer J.L., Mlle Beguer M. (EDF/CNPE du Blayais), Mme Thomas M.H., M. Travade F. (EDF/R&D), MM. Castaing P., Oggian G. (Université Bordeaux 1 - Talence), MM. Sautour B., Bachelet G. Leconte M., Mlle David V. (Station Marine d'Arcachon), M. Chaurial B. (IEEB), Quintin J.Y. (IFREMER), MM. Castelnau G., Boët P., Gonthier P. (CEMAGREF Bordeaux).

¹IFREMER. Département Dynamiques de l'Environnement Côtier.

²Université Bordeaux 1 – Talence (U.M.R. EPOC 5805).

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

⁴Université Bordeaux 1 - Station Marine d'Arcachon (U.M.R. EPOC 5805).

Surveillance du Blayais 2006 - résumé

L'année 2006 peut être classée parmi les années sèches et très chaudes.

Le déficit pluviométrique est généralisé sur l'ensemble de l'année 2006, hormis pour les mois de février-mars et août-septembre qui présentent des moyennes supérieures à la normale. Les débits fluviaux sont très faibles tout au long de l'année, avec un débit fluvial annuel moyen déficitaire par rapport à la moyenne de la période 1982-2005 ($656 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}/\text{an}$ au lieu de $854 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}/\text{an}$). A noter cependant la forte crue du mois de mars, pour lequel le débit maximum de l'année (Garonne + Dordogne) a dépassé $5000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ le 12 mars 2006.

La plus forte température moyenne mensuelle de l'air ($25,2 \text{ }^\circ\text{C}$) a été atteinte en juillet, ce qui situe ce mois au premier rang pour les températures moyennes depuis 1921 avec $4,4 \text{ }^\circ\text{C}$ au dessus de la normale. Au niveau estuarien, la température moyenne des eaux de l'estuaire en 2006, est nettement supérieure à la température moyenne calculée pour la période 1976-2005. Au même titre que 2005, l'année 2006 est très chaude surtout en juin et juillet, alors que août et septembre se rapprochent de la moyenne trentenaire.

Un lever bathymétrique effectué par le Département de Géologie et Océanographie de l'université Bordeaux 1 en Février 2002 avait montré que le fort allongement vers l'aval du banc de Patiras observé en 2000, se poursuivait (allongement de 150 mètres). La modification de la morphologie des fonds provoquait à ce moment-là une meilleure chenalisation des courants au point E, ce qui se traduisait par une très forte augmentation des vitesses maximales moyennes, en flot et en jusant. La situation courantologique est restée favorable jusqu'en 2003, s'est dégradée jusqu'en 2005 et largement améliorée en 2006 où les vitesses maximales de flot et de jusant n'ont jamais été aussi élevées. Mais, cette situation favorable ne peut perdurer, car des sondages bathymétriques de 2005 montrent que le banc de Patiras poursuit son allongement vers l'aval tout en s'étant engraisé de $500\,000 \text{ m}^3$ depuis 2002. Il est nécessaire de suivre l'évolution bathymétrique par des levés fréquents.

Comme en 2005, l'intrusion haline est marquée par des eaux fortement salées au cours de l'été dans tout l'estuaire, avec une remontée du bouchon vaseux en amont du Bec d'Ambès, où les eaux sont fortement turbides ; en revanche, elles restent " claires " à l'aval, notamment à la hauteur de la centrale. L'oxygénation est bonne, même au cours de l'été. Au point E, c'est l'une des meilleures années depuis 1981, avec des valeurs moyennes d'oxygène dissous qui évoluent autour de 86,8 % du taux de saturation, situées entre celles d'aval (89,6 % au point F), et d'amont (80,7 % au point K).

Le pH, montre une évolution des tendances dans le même sens que celles de l'oxygène dissous. Les variations sont faibles au cours de l'année (7,75 à 8,10) et du même ordre de grandeur qu'en 2004 et 2005.

La courte période de fortes crues du mois de mars s'est traduit par d'importantes charges particulières aux stations K et E au début de la période d'étude, reflétant la présence du bouchon vaseux entre Blaye et Ambès ; elle a été suivie d'une période d'étiage prolongé repoussant le bouchon vaseux en amont. Ces phénomènes ont influencé l'ensemble des paramètres physicochimiques mesurés.

D'une manière générale, 90 % du carbone organique total contenu dans les eaux de l'estuaire ont une origine particulière. Compte tenu des fortes charges particulières enregistrées au début de l'année 2006, les teneurs en carbone organique total sont globalement en augmentation, notamment à la station K en amont. En aval, l'intrusion des eaux halines agit sur la répartition du carbone organique : à la station F, pour une grande partie des mesures réalisées, la fraction dissoute représente plus de 30% du carbone organique total.

En ce qui concerne la chlorophylle (a), la normalisation au carbone organique particulière de ces teneurs montre une augmentation de la biomasse phytoplanktonique pour la station F (PK 67), et à une moindre échelle à la station E, au niveau du rejet du CNPE (PK 52). En revanche, malgré des teneurs en chlorophylle (a) élevées en avril, cette biomasse est restée faible à la station K (PK 35) au regard de la teneur en carbone organique particulière.

Les crues marquées du mois de mars ont eu un effet sur l'évolution des teneurs en nitrate – nitrites des eaux de l'estuaire. Pour l'ensemble des stations, les teneurs sont en nette augmentation ; les valeurs des moyennes annuelles sont proches de celles de 2004 ; à la station E, la valeur de la moyenne est légèrement plus élevée que celle de la moyenne pluriannuelle 1992 - 2006. En revanche, les teneurs en orthophosphates sont en légère diminution par rapport à celles des années précédentes. Ainsi, une augmentation du rapport molaire N/P est constatée.

Sur l'estuaire de la Gironde, les silicates sont apportés majoritairement par la Dordogne. Les concentrations les plus élevées sont enregistrées à la station K ; au sein de l'estuaire, ces apports sont dilués par l'intrusion des eaux halines ; la stratification des valeurs entre basse mer et pleine mer est nette.

Le bore (acide borique), utilisé dans le processus de conditionnement des eaux des circuits primaires de la centrale, s'avère être aussi un élément naturel de l'eau de mer. La courbe de dilution mise en évidence dans les eaux de l'estuaire, en particulier au

niveau de la station E, montre l'absence d'impact du fonctionnement de la centrale sur les concentrations en bore enregistrées.

Aucune trace d'amines utilisées dans le processus de traitement des eaux industrielles de la centrale n'a été détectée dans les eaux de l'estuaire de la Gironde. En revanche, des traces d'agents de surface anioniques ont été décelées aux stations E et F.

Pour l'étude bactérienne, la méthode en milieu solide par filtration a été utilisée. Plus précise pour des eaux « claires », elle semble moins adaptée aux eaux limoneuses de l'estuaire et l'information relative aux espèces identifiées est moins riche que par la méthode en milieu liquide.

En 2006, les *Vibrio* halophiles ont été dénombrés dès la campagne du mois de mai. La fréquence de dénombrements positifs a été plus élevée qu'en 2005, notamment à la station K. L'abondance de chaque dénombrement est du même ordre que celles de 2005. Les espèces les plus fréquemment rencontrées sont *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio vulnificus*.

Dans le zooplancton, l'espèce dominante *Eurytemora affinis* représente plus de 80 % du zooplancton. En 2006, malgré des conditions d'étiage prononcé, la dominance est de l'ordre de 75 % du zooplancton total.

L'étude de la variabilité interannuelle des fluctuations de densité de cette espèce montre une bonne reproductibilité globale des cycles saisonniers, marqués par un pic annuel de densité dont la valeur est influencée par la migration du bouchon vaseux dans l'estuaire. Le pic d'abondance a été atteint en mai (24 300 ind/m³). Les résultats obtenus en 2006 confirment un retour à une situation caractérisée par de fortes abondances observées depuis 1998, avec une densité annuelle moyenne (8 500 ind/m³) supérieure à la moyenne générale calculée sur 28 ans (6 600 ind/m³).

La structure démographique de ses populations au point E en 2006 présente un pourcentage de femelles ovigères de 20 %, et un pourcentage de copépodites de 64 % supérieurs à ceux des points K et F ; un sex-ratio (rapport mâle/total adulte exprimé en pourcentage) de 42 %, une faible fécondité moyenne annuelle (2,9 œufs / sac), et une mortalité moyenne de 1 %, qui se situent dans la gamme de ceux des points K et F.

La stratégie d'échantillonnage, adaptée à la surveillance estuarienne, ne permet pas de préciser ponctuellement un éventuel effet des rejets thermiques par rapport à l'effet climatique ; elle a été complétée en 2006 par une étude particulière sur le transit dans les circuits de refroidissement de la centrale.

Les densités moyennes annuelles d'*E. affinis* (8 475 ind/m³), *Acartia bifilosa* (279 ind/m³) et *Acartia tonsa* (1 786 ind/m³), *Neomysis integer* (44 ind/m³) et *Mesopodopsis slabberi* (128 ind/m³) au point E sont intermédiaires à celles des autres points K et F. L'espèce *Acartia tonsa*, espèce polyhaline thermophile introduite dans l'estuaire, présente chaque année, depuis 2002, un décalage temporel de son pic de densité avec celui d'*Acartia bifilosa*. Les résultats de l'année 2006 confirment qu'*Acartia tonsa* est bien adaptée aux conditions estuariennes depuis 1999.

Pour la troisième année de surveillance du benthos en Gironde, les deux niveaux bathymétriques, intertidal et le subtidal, ont été échantillonnés. La richesse spécifique présente un gradient croissant de l'amont vers l'aval. La densité des organismes reste

plus forte sur les vasières intertidales (globalement d'un facteur 10 par rapport au domaine subtidal en 2006). La progression des peuplements s'est faite de l'amont vers l'aval en 2006, alors qu'en 2005, une progression inverse correspondait à une « marinisation ».

Une modification qualitative des peuplements benthiques a été observée dans les échantillons prélevés en 2006 : quelques espèces étaient absentes (11 en subtidal, 5 en intertidal), ou nouvellement présentes (3 en subtidal, 3 en intertidal).

La richesse spécifique des peuplements benthiques subtidaux est relativement élevée (18 espèces échantillonnées sur l'ensemble des trois stations), mais l'abondance totale est extrêmement faible en 2006 (maximum de 194 ind./m² au point F en novembre). La richesse spécifique des peuplements benthiques intertidaux est inférieure (14 espèces échantillonnées en 2006 sur l'ensemble des trois stations), mais les abondances sont élevées (maxima supérieurs à 20 000 ind./m² que seul le peuplement de la station du PK 55 atteint en 2006 ; les deux autres stations intertidales présentent cette année des abondances relativement faibles par rapport aux deux années précédentes).

.

Sommaire

Introduction	15
1. Présentation du site et stratégie d'étude	17
1.1. Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité du Blayais	17
1.1.1. Situation géographique	17
1.1.2. Caractéristiques du CNPE	17
1.2. L'estuaire de la Gironde	18
1.2.1. Eléments géographiques et géomorphologiques	18
1.2.2. Aperçu du fonctionnement hydro sédimentaire de l'estuaire.....	19
1.3. Les études écologiques	19
1.3.1. Schéma général des études	19
1.3.2. Etudes de projet.....	20
1.3.3. Etudes de surveillance	20
1.3.4. Programme des études de surveillance	21
1.4. La surveillance écologique - année 2006	21
1.4.1. Déroulement des campagnes à la mer	21
1.4.2. Points de prélèvements	22
1.4.3. Fréquence des prélèvements	22
1.4.4. Paramètres mesurés.....	23
1.4.5. Travaux réalisés.....	23
1.4.6. Paramètres, méthodes, précision	25
2. Conditions climatiques et hydrologiques	29
2.1. Caractères climatologiques dominants pour l'année 2006.....	29
2.2. Débits fluviaux.....	33
3. Evolution des fonds	35
3.1. Evolution des fonds.....	35
4. Résultats des mesures in situ	41
4.1. Température de l'eau	41
4.1.2. Variations annuelles.....	51
4.1.3. Variations pluriannuelles.....	54
4.2. Salinité	58
4.2.1. Variation dans le temps	58
4.3. Vitesse de courant	70
4.4. Turbidité	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.....	98
4.6. Mesure électrochimique du pH	102
4.6.1. Variations annuelles.....	102
5. Paramètres hydrobiologiques et contaminants chimiques.	105
5.1. Carbone organique	105
5.1.1. Carbone organique particulaire	105
5.1.2. Carbone organique dissous.....	114

5.1.3.	Carbone organique total	115
5.2.	Chlorophylle et phéopigments	118
5.2.1.	Variations saisonnières.....	118
5.2.2.	Evolution des moyennes annuelles	124
5.3.	Sels nutritifs et bore	126
5.3.1.	Ammonium	126
5.3.2.	Nitrates et nitrites	127
5.3.3.	Orthophosphates	129
5.3.4.	Rapport molaire N/P	132
5.3.5.	Silicates.....	135
5.3.6.	Relation avec la salinité	136
5.3.7.	Evolution des moyennes annuelles	137
5.3.8.	Bore.....	137
5.4.	Contaminants.....	140
5.4.1.	Famille des amines	140
5.4.2.	Agents de surface anioniques	140
6.	Vibrio halophiles.....	141
6.1.	Evolution spatio-temporelle.....	141
6.1.1.	Variations saisonnières.....	141
6.2.	Spéciation	143
6.2.1.	Occurrence des espèces	143
6.2.2.	Densité des espèces.....	143
7.	Zooplancton.....	145
7.1.	Evolution temporelle des principaux contingents au point E	145
7.1.1.	Variations des densités du Copépode <i>Eurytemora affinis</i>	145
7.1.2.	Variations des densités des copépodes Acartidés	147
7.1.3.	Variations des densités des Mysidacés.....	150
7.2.	Structure démographique d' <i>Eurytemora affinis</i> au point E	153
7.2.1.	Fécondité :	153
7.2.2.	Structure des populations	154
7.2.3.	Mortalité	157
7.3.	Comparaison de l'évolution des principaux contingents aux points F, E, K	158
7.3.1.	Variations des densités du Copépode <i>Eurytemora affinis</i>	158
7.3.2.	Variation des densités des Copépodes Acartidés	160
7.3.3.	Variation des densités de Mysidacés	165
7.4.	Structure démographique d' <i>Eurytemora affinis</i> aux points F, E, et K.....	169
7.4.1.	Paramètres de population.....	169
7.4.2.	Fécondité	171
7.4.3.	Mortalité	173
8.	Macrofaune benthique	177
8.1.	Evolution temporelle de la richesse spécifique des peuplements macrobenthiques.....	177
8.2.	Evolution temporelle des peuplements macrobenthiques subtidiaux	180
8.2.1.	Variations des densités totales	180
8.2.2.	Point F (PK 67).....	182
8.2.3.	Point E (PK 52)	182
8.2.4.	Point K (PK 30)	183
8.3.	Variations de densités des principales espèces subtidales	183
8.3.1.	Annélides Oligochètes	183
8.3.2.	Annélides Polychètes.....	184

8.3.3.	Crustacés Amphipodes et Isopodes	184
8.3.4.	Crustacés Mysidacés	187
8.3.5.	Larves d'Insectes	188
8.4.	Evolution temporelle des peuplements macrobenthiques intertidaux	188
8.4.1.	Variations des densités totales	188
8.4.2.	St-Christoly (PK 66)	190
8.4.3.	St-Estèphe (PK 55)	191
8.4.4.	Lamarque (PK 35).....	191
8.5.	Variations de densités des principales espèces intertidales	191
8.5.1.	Annélides Oligochètes	191
8.5.2.	Annélides Polychètes.....	192
8.5.3.	Mollusques	194
8.5.4.	Crustacés	196
8.5.5.	Larves d'Insectes	197
9.	Références bibliographiques	199
10.	Annexes	203
10.1.	Annexe 1 : Dénombrement des divers prélèvements et mesures.....	203
10.2.	Annexe 2 : Tableaux des résultats de mesures.....	208
10.3.	Annexe 3 : Tableau des résultats analytiques	212
10.3.1.	Résultats bruts de mesures de MES, COD et COP	212
10.3.2.	Résultats bruts de mesures de chlorophylle et phaeopigments.....	216
10.3.3.	Résultats bruts de mesures de sels nutritifs et du bore.....	217
10.3.4.	Contaminants.....	218
10.3.5.	Résultats bruts de Vibrios halophiles.....	219

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 2006, étude effectuée dans le cadre du marché EDF/IFREMER n° C349C65050. C'est une reconduction du protocole d'échantillonnage mis en place en 1992, amendé par Arrêté inter – ministériel du 18 septembre 2003 paru au Journal Officiel de la République Française du 26 septembre 2003.

Trois organismes ont participé à ce programme :

L'Université Bordeaux 1 (UMR EPOC - Talence)⁵ 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 la Station Marine d'Arcachon ;
- 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.

La Station Marine d'Arcachon (UMR EPOC - Arcachon)⁶ pour :

- étudier les peuplements zoo planctoniques ;
- étudier les peuplements zoo benthiques.

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

- effectuer au laboratoire les dosages de carbone organique particulaire et dissous, de chlorophylle et phaeopigments⁷, des sels nutritifs ammonium, nitrates et nitrites associés, silicates, orthophosphates, de l'élément mineur bore, la recherche de contaminants agents de surface anioniques, hydrazine, morpholine, éthanolamine, la recherche et l'identification des *Vibrio* halophiles, sur les échantillons prélevés.

⁵ Anciennement Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine (IGBA), puis Département de Géologie et Océanographie (DGO)

⁶ Anciennement Laboratoire d'Océanographie Biologique (LOB)

⁷ Produits de l'altérations de plusieurs type de chlorophylles (dénommées « a », « b » et « c »)

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 pK⁸ 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.

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

⁸ point kilométrique, compté à partir du Pont de Pierre de Bordeaux (pK 0)

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 $11 \text{ }^\circ\text{C}$, sans modifications notables de ses qualités chimiques avant rejet car, en l'absence de problèmes de fixation de moules, aucun traitement au chlore n'est réalisé.

1.2. L'estuaire de la Gironde⁹

1.2.1. Eléments géographiques et géomorphologiques

La Gironde est, par sa superficie d'environ 630 km^2 , 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 ($56\,000 \text{ km}^2$ et $24\,000 \text{ km}^2$ respectivement) et distincts géographiquement : la Garonne prend sa source dans le Massif de la

⁹ chapitre réalisé d'après les travaux d'Allen (1972) et de Castaing (1981)

Maladeta (Pyrénées centrales espagnoles) ; la Dordogne prend sa source dans le Puy de Dôme.

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

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

1.2.2. Aperçu du fonctionnement hydro sédimentaire de l'estuaire

L'hydrologie fluviale présente des débits très variables ($120 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ à plus de $5\,500 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)¹⁰ ; 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" 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

¹⁰ minimum et maximum journalier de 2003.

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 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 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 hydro biologiques, bactériologiques, et zoo planctoniques intégrés dans le contexte des caractéristiques d'un milieu estuarien complexe et des fluctuations climatiques auxquelles ils sont soumis, dont la température en particulier. Ce programme, qui s'est poursuivi jusqu'en 2003, a été complété dès 2004 par un suivi de la macro-faune dans le domaine benthique, et la mesure de polluants organiques dans le domaine pélagique pour mise en concordance avec le nouvel arrêté.

1.4. La surveillance écologique - année 2006

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'échantillons¹¹ lors des 8 campagnes mensuelles. Pour chaque campagne, 3 points (F, E, K) sont échantillonnés par l'UMR 5805 EPOC, 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, avec option : température, conductivité, salinité, capteur de pression ; pHmètre WTW mod. 315i/SET ; 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

¹¹ 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.

prélèvements de plancton ; benne Smith-McIntyre et table de pré-tri pour le benthos¹² ; glacières portables ; flacons et bidons 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).

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 2006, sont indiquées sur la carte de positionnement des points et dates de campagnes (**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, pH Matière en suspension (MES), Oxygène dissous, Carbone organique particulaire (COP) Carbone organique dissous (COD)	2	4	K-E-F
Sels nutritifs (nitrate, ammonium, phosphate, silicates). Chlorophylle, phaeopigments. Bore. Hydrazine, morpholine, éthanolamine, agents de surfaces	1 (Surface)	2	K-E-F
Vibrions	1 (Surface)	2	K-E-F
Zooplancton	2	4	K-E-F
Zoobenthos	1 (Fond)	sans objet	K-E-F

Niveau (1 = surface ou fond, 2 = surface et fond).

Moment de marée (2 = basse mer et pleine mer, 4 = basse mer, mi-flot, pleine mer, mi-jusant).

¹² Ensemble des organismes qui vivent sur les fonds des mers et s'y déplacent peu.

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, bore), les contaminants (hydrazine, morpholine, éthanolamine, agents de surface anioniques), 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. A partir de 2004 les mesures de pH sont ajoutées.

Les prélèvements de zooplancton sont effectués toutes les deux ou trois heures en moyenne pendant un cycle de marée. Chaque trait de filet WP2 (ou prélèvement) 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). Depuis 2004, des prélèvements benthiques sont réalisés aux trois points de mesures

1.4.5. Travaux réalisés

Pour chacun des paramètres analytiques étudiés, les quantités à prélever sont :

Points	Point F	Point E	Point K	Total prévu	Total réalisé
Hydrologie Mesures – EPOC Talence					
Hauteur d'eau	29	32	32	96	93
Températures	58	64	64	192	186
Salinités, conductivités	58	64	64	192	186
Vitesse du courant	58	64	64	192	186
Direction du courant	58	64	64	192	186
PH	58	64	64	192	186
Hydrologie – Prélèvements – EPOC Talence					
Dosage oxygène dissous (250 cc)	58	64	64	192	186
Détermination des MES (1 l)	56	64	64	192	184
Pollution - Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux					
COP	56	64	64	192	184
COT	56	64	64	192	184
Chlorophylle, phaeopigments	14	16	16	48	46
Sels nutritifs	14	16	16	48	46
Morpholine, hydrazine	14	16	16	48	46
Ethanolamine, bore total	14	16	16	48	46
Agents de surface	14	16	16	48	46
Bactériologiques (Vibrions)	14	16	16	48	44
Biologie - EPOC Arcachon					
Zooplancton (Filet WP2)	58	64	64	192	186
Zoobenthos subtidal (Benches)	35	40	40	120	115
Zoobenthos intertidal (Carottes)	80	80	80	240	270

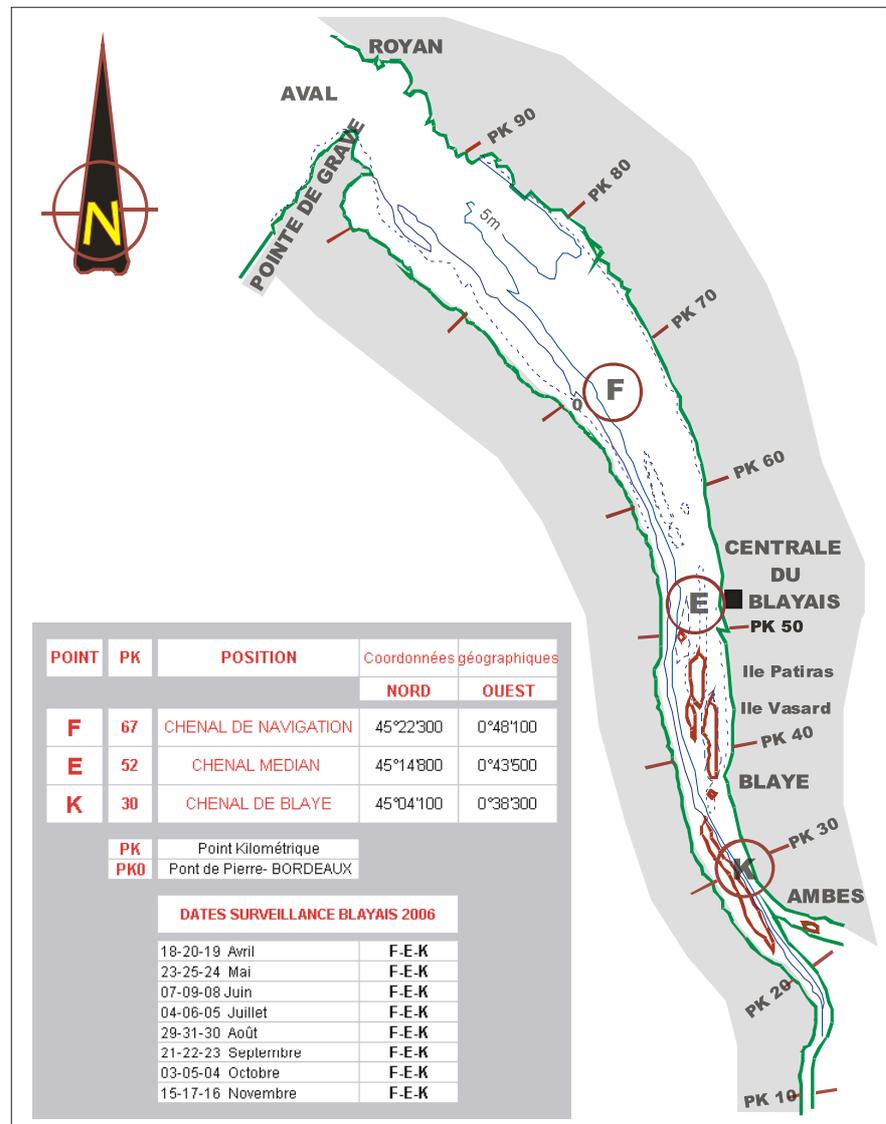


Figure 1-1 : Carte de positionnement des points et dates de campagnes

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 : VALEPORT MK 108 ; précision $\pm 0,1^\circ\text{C}$ et $\pm 0,5$ de salinité.

pH : pH-mètre WTW modèle 315i/SET ; précision \pm un digit

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 manganeux. 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 : la chlorophylle (*a*) est dosée selon la méthode spectrophotométrique trichromatique sur la fraction particulaire après filtration à 0,45 μm et extraction à l'acétone 90 % (norme Afnor NF T 90-117 de décembre 1999 ; Aminot & Kérouel, 2004). Les phéopigments sont calculés à partir des absorbances de l'extrait avant et après acidification à l'acide chlorhydrique 5 mol.l^{-1} , par application de la méthode de Lorenzen (Afnor NF T 90-117 ; Aminot & Kérouel, 2004).

Carbone organique particulaire (COP) : filtration d'eau brute sur filtre en fibre de verre de 0,45 μm de porosité, selon la norme NF EN 13342, et dosage par titrimétrie. La performance de cette méthode est fonction du volume filtré.

Carbone organique dissous (COD) : après filtration, dosage sur l'eau filtrée selon la norme européenne NF EN 1484 ; il s'agit d'une oxydation « ultraviolet » en milieu oxydant (proxodisulfate de potassium). Le seuil de quantification est de 0,25 mg.l^{-1} , soit un coefficient d'élargissement de 2 par rapport au seuil de détection.

Carbone organique total (COT) : obtenu par sommation du COP et COD.

Eléments nutritifs dissous : après filtration de l'échantillon d'eau brute, analyse réalisée sur l'eau filtrée d'après les méthodes Aminot & Kérouel (2004). Ces paramètres sont inscrits sur la portée spécifique du programme COFRAC 100.1 de l'IEEB.

Nitrites et nitrate (NO_2^- et NO_3^-) : réduction des nitrates en nitrites par passage sur une colonne de cadmium traité par CuSO_4 ; dosage spectrophotométrique des ions nitreux par coloration de Griess (Bendschneider & Robinson, 1952 ; Aminot & Kerouel 2004) reprise dans la norme NF EN 26777.

Ammonium (NH_4^+) : Application de la réaction de Berthelot à l'eau de mer, méthode spectrophotométrique de Koroleff également présentée dans la norme NF T 90-015.

Orthophosphates (PO_4^{3-}) : Méthode spectrophotométrique (Murphy & Riley 1962 ; Aminot & Kerouel 2004), décrite également dans la norme NF EN 1189.

Silicates : Méthode spectrophotométrique après formation et réduction de l'acide silicomolybdique par le métol sulfite, selon une adaptation de la norme NF T 90-007.

Elément mineur de l'eau de mer :

Bore : Le bore est dosé par ICP / AES¹³ (plasma optique, NF EN ISO 11885) à partir d'une dilution au 1/10ème de l'échantillon filtré afin de minimiser l'effet de matrice (chlorures). Le seuil de quantification est de 6 µg.l⁻¹.

Contaminants organiques :

Hydrazine : dosage par HPLC¹⁴ après dérivatization précolonne à l'aldéhyde salicylique, détection par spectrométrie UV. Le seuil de quantification est de 0,1 mg.l⁻¹.

Morpholine : dosage par HPLC après dérivatization précolonne (FMOC¹⁵), détection par fluorimétrie. Le seuil de quantification est de 0,1 mg.l⁻¹.

Ethanolamine : dosage par HPLC après dérivatization précolonne (FMOC), détection par fluorimétrie. Le seuil de quantification est de 0,1 mg.l⁻¹.

Agents de surface anioniques : selon NF EN 903 ; seuil de quantification 20 µg.l⁻¹.

1.4.6.3. Bactériologie

En 2004 et 2005, les *Vibrio halophiles* ont été recherchés dans les eaux de l'estuaire selon 2 méthodes différentes : *Méthode en milieu liquide* et *Méthode par filtration*. En 2006, la méthode en milieu liquide a été abandonnée au profit de la méthode par filtration.

Méthode par filtration : la méthode par filtration (Khalanski & Delesmont, 2002) comporte la filtration d'un volume connu d'échantillon sur membrane et mise en culture sur TCBS – agar et incubation à 37 °C pendant 20 heures ; repiquage sur milieu de Kligler salé à 3 % ; suivi de l'identification biochimique sur galerie API 20^E.

1.4.6.4. Zooplanctonologie

Prélèvements (traicts) 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

¹³ ICP-AES (Inductively coupled plasma optical emission spectroscopy « ICP-OES or ICP-AES ») = Spectrométrie d'Emission Atomique

¹⁴ HPLC (High Performance Liquid Chromatography) = Chromatographie liquide à haute performance

¹⁵ FMOC (9-fluorenylmethoxycarbonyl chloride) = 9-fluorénylméthyl chloroformate

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

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

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

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

Comptage des organismes : l'échantillon éventuellement fractionné à la boîte de Motoda, et coloré avec une solution diluée de rose bengale¹⁶, 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-

¹⁶ rose bengale : sel de potassium dérivé de la fluoresceine. Surcolorer dans une solution aqueuse à 1 pour 100 et régresser, d'abord par l'eau, puis par l'alcool à 70° pour obtenir un rose très léger.

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, copépodites¹⁷, *Acartia*, ...) atteint un minimum de 100 individus. D'après Frontier (1972) l'erreur relative sur l'estimation du nombre total d'individus est comprise entre -26 et +31%. Le comptage des espèces du genre *Acartia* s'effectue après identification de 20 individus sous microscope. Le nombre d'individus comptés est ensuite ramené au volume total de l'échantillon.

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

1.4.6.5. Domaine zoobenthique

Le benthos de la Gironde est abondant sur toutes les vasières intertidales, mais sa répartition est très hétérogène dans le domaine subtidal.

Les *stations subtidales*¹⁸ sont situées à des profondeurs respectives de 7 à 9 m à marée basse. En chaque station, les échantillons de sédiment sont prélevés à point fixe lors de l'étale de basse mer au moyen d'une benne Smith-McIntyre (5 réplicats de 0,1 m² de surface par station). Le tamisage du sédiment, la fixation et la localisation des refus de tamis sont effectués sur le pont du bateau.

Les *stations intertidales*¹⁹ sont échantillonnées à pied lors de la marée basse, au niveau de mi-marée. Les prélèvements sont réalisés au moyen d'un carottier en PVC de 66 cm² de section (10 réplicats par station), enfoncé dans le sédiment jusqu'à 10-15 cm de profondeur. Tamisage et fixation des prélèvements sont réalisés de retour au laboratoire. Outre les 8 dates mensuelles d'échantillonnage fixées contractuellement d'avril à novembre, un échantillonnage supplémentaire a été pratiqué en janvier sur ces trois stations intertidales.

Le tamisage du sédiment est effectué sur maille carrée de 0,5 mm, au moyen d'un jet d'eau en pluie. Les refus de tamis sont fixés au formol neutre à 4% et colorés au Rose Bengale pendant au moins 24 heures. Après tri à la loupe binoculaire, les organismes sont identifiés, si possible jusqu'au niveau spécifique, et dénombrés par taxon ou espèce, avant d'être conservés dans de l'éthanol à 70%. Cette méthodologie d'échantillonnage et de traitement des échantillons est conforme à la norme internationale ISO 16665 (ISO, 2005).

¹⁷ Juvéniles de copépodes

¹⁸ situé sous la zone d'oscillation de la marée.

¹⁹ situé dans la zone d'oscillation de la marée.

2. Conditions climatiques et hydrologiques

2.1. Caractères climatologiques dominants pour l'année 2006

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 1971 et 2000. La **Figure 2-1** présente l'évolution des températures moyennes de l'air au cours de l'année.

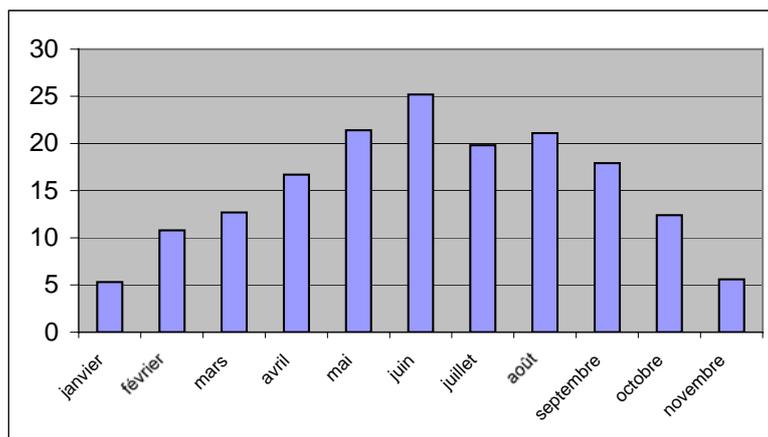


Figure 2-1 : Températures moyennes de l'air (Station de Bordeaux - Mérignac)

Janvier

T° moyenne de l'air : +5,7 °C mini : -2,6 °C maxi : +8,8 °C

Mois faiblement pluvieux, avec un cumul mensuel de 48.8 mm soit 47% en dessous de la normale. Après une première décade proche de la normale, une douceur relative s'installe du 12 au 24, gagnant 2°C, mais le déficit (-3°C) des derniers jours du mois donne une moyenne mensuelle déficitaire de 0.7°C

Février

T° moyenne de l'air : +5,3 °C mini : -1,5 °C maxi : +9 °C

Avec 12 jours de gel et des températures inférieures de plus de 2 degrés aux normales, ce mois de février est plutôt froid. Cependant les passages perturbés, du 14 au 21 essentiellement, ont donné près de 100 mm de pluie, soit un peu plus que la normale. L'insolation est habituelle.

Mars

T° moyenne de l'air : +10,8 °C mini : -6,7 °C maxi : +14,9 °C

Mois pluvieux avec 22 jours de pluie dont 6 au dessus de 10 mm. Le cumul mensuel est excédentaire de 570% avec 185 mm concentré dans la première décade avec 123 mm en 9 jours. Après les deux premières décades plutôt froides, les températures moyennes gagnent 4,3°C, donnant une moyenne mensuelle excédentaire de 1°C. On perd 51h d'ensoleillement.

Avril

T° moyenne de l'air : +12,7 °C mini : +7,6 °C maxi : +17,8 °C

Avec seulement 7 jours de pluie et 27,2 mm, le mois est sec avec un déficit de 66%. Les températures des deux premières décades sont proches de la normale, la troisième décade est un peu plus chaude avec un excédent de 2,7°C, la moyenne mensuelle est supérieure de 1,1°C. On gagne 7h d'ensoleillement.

Mai

T° moyenne de l'air : +16,7 °C mini : +11,4 °C maxi : +21,9 °C

Mois sec avec un déficit pluviométrique de 44% et 7 jours de pluie. Les passages perturbés ont donné un faible cumul excepté le 7 où des pluies orageuses ont apporté 10,4 mm en 1h20. Les températures, excédentaires de 1°C, fluctuent du très chaud (32,5°C le 17) au froid (4,5°C), nouveau record de la température la plus basse pour un 24 mai depuis 1963.

Juin

T° moyenne de l'air : +21,4 °C mini : +15,5 °C Maxi : +27,2°C

Mois sec et très chaud. Troisième mois consécutif avec un faible cumul pluviométrique. Le mois de juin accuse un déficit de 61% avec 24,6mm en 6 jours. Les températures sont excédentaires avec une moyenne mensuelle supérieure de 3,1°C. La deuxième décade a été particulièrement chaude avec 5,7°C au dessus des normales, plusieurs records de températures minimales sont tombés pendant cette période (le 12, 13, et 15). On gagne 24h d'ensoleillement.

Juillet

T° moyenne de l'air : +25,2 °C mini : +19,2 °C maxi : +31,2 °C

Mois très chaud avec un ensoleillement équivalent aux normales avec 242h. Les pluies sont déficitaires pour le quatrième mois consécutif avec un écart de 16% dû au déficit de la deuxième décade (72%). Le mois de juillet se situe au premier rang depuis 1921 pour les températures moyennes avec 25,2°C soit 4,4°C au dessus des normales, la moyenne des minimales (19,2°C) les plus chaudes et au deuxième rang pour la moyenne des maximales (31,2°C) la plus chaude.

Août

T° moyenne de l'air : +19,8 °C mini : +14,8 °C maxi : +24,8 °C

Après une première décade sèche et bien ensoleillée, le mois d'août est plutôt frais et humide, avec des températures atteignant rarement 25°C. Avec 19,8°C de température moyenne, c'est le mois d'août le plus frais depuis 20 ans ; Les 72,2 mm de pluie sont supérieurs de 21% à la valeur moyenne, les journées des 18, 24 et 25 donnant à elles seules 48 mm.

Septembre

T° moyenne de l'air : +21,1 °C mini : +16 °C maxi : +26,3 °C

Après 10 jours dignes d'un plein été, quelques épisodes pluvio-orageux du 11 au 25 ont amené près de 100 mm d'eau, soit un peu plus que la valeur moyenne. Avec des valeurs supérieures de 3°C aux normales, que ce soit pour les températures minimales ou maximales, c'est le mois de septembre le plus chaud depuis 60 ans avec 1961. Le soleil s'est également montré présent avec 204h, soit 20h de plus que la moyenne.

Octobre

T° moyenne de l'air : +17,9 °C mini : +13,6 °C maxi : +22,1 °C

Mois très doux et sec. Les pluies orageuses au début du mois ne sont pas suffisantes pour compenser le déficit des décades 2 et 3. Les températures placent le mois d'octobre 2006 en tête avec une température moyenne la plus chaude depuis 1920 avec 17,9°C et une moyenne des températures minimales la plus chaude avec 13,6°C.

Novembre

T° moyenne de l'air : +12,4 °C mini : +8,2 °C maxi : +16,6 °C

Novembre 2006 est l'un des plus doux avec 1992 et 1994, avec 12,4°C de température moyenne, soit 3°C de plus. On a atteint 21,9°C le 08, et aucune gelée ne s'est produite. Les pluies sont déficitaires avec 68mm au lieu de 107mm en moyenne.

Décembre

T° moyenne de l'air : +5,6°C mini : +2,4°C maxi : +8,8°C

Mois froid, avec une température moyenne de 5,7°C soit 1,5°C en dessous des normales. La remarquable douceur de la première décade où l'on atteint 18,5°C, a été compensée par la grisaille froide du 23 au 27 où il n'a pas dégelé. Après l'épisode pluvieux du 2 au 9, le reste du mois a été sec. Les précipitations sont déficitaires de 54%.

**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	10,2	14,8
2001	8,4	7,9	12,4	11,4	16,7	19,6	20,8	22,6	16,7	17,6	7,9	4,4	13,9
2002	8,4	9,7	11,6	12,8	15,3	19,7	20,0	19,9	18,1	15,6	11,6	10,2	14,4
2003	5,4	6,1	12,7	14,4	16,3	23,1	22,2	25,8	19,3	13,3	11,4	8,1	14,8
2004	7,6	7,4	8,8	11,8	16,0	20,9	20,7	21,6	19,3	16,2	8,8	6,3	13,8
2005	6,9	4,8	9,8	13,1	17,1	22,0	22,3	21,2	18,6	17,1	8,6	4,2	13,8
2006	5,7	5,3	10,8	12,7	16,7	21,4	25,2	19,8	21,1	17,9	12,4	5,6	14,6
							Valeur estimée						

2.2. Débits fluviaux

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

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

124 m³.s⁻¹ du 01 au 10/08/2006 et
2629 m³.s⁻¹ du 11 au 20/03/2006.

Le débit instantané maxima est de 5004 m³.s⁻¹ relevé le 12/03/2006.

Le débit instantané minima est de 113 m³.s⁻¹ relevé le 14/08/2006.

La moyenne annuelle pour l'année 2006 est de 656 m³.s⁻¹, soit un déficit de 198 m³.s⁻¹ par rapport à la moyenne annuelle pour la période 1982/2005 qui s'établit à 854 m³.s⁻¹. Il s'agit donc d'une année "sèche", par suite des débits très déficitaires tout au long de l'année.

Par rapport à la moyenne 1982/2005, les débits 2006 sont nettement déficitaires en début d'année ; excédentaires en mars et mi-avril (Première crue de l'année dans la 2^{ème} décade de mars avec un pic maximum de l'année de 5004 m³.s⁻¹ le 12/03) ; déficitaires jusqu'à mi-septembre, excédentaires fin septembre (2^{ème} crue, 3^{ème} décade de septembre avec un pic de 910 m³.s⁻¹, le 26/09) et à nouveau déficitaires jusqu'à la fin de l'année malgré une 3^{ème} crue dans la 3^{ème} décade d'octobre avec un pic de 706 m³.s⁻¹ et une 4^{ème} crue dans la 3^{ème} décade de novembre, 1^{ère} et 2^{ème} décade de décembre avec des pics successifs de 980 m³.s⁻¹, 1250 m³.s⁻¹, 1032 m³.s⁻¹. (**Figures 2.2 et 2.3**).

L'année 2006 nettement plus arrosée que 2005 en début d'année, est considérée comme une année sèche, car à partir du mois d'avril jusqu'à fin décembre les précipitations sont déficitaires. D'où grand déficit d'eaux douces permettant ainsi, très tôt, l'entrée des eaux marines qui vont repousser très loin en amont le bouchon vaseux après sa dilution en mars. Nous avons pu mesurer d'importantes valeurs de salinité et de faibles valeurs de turbidité.

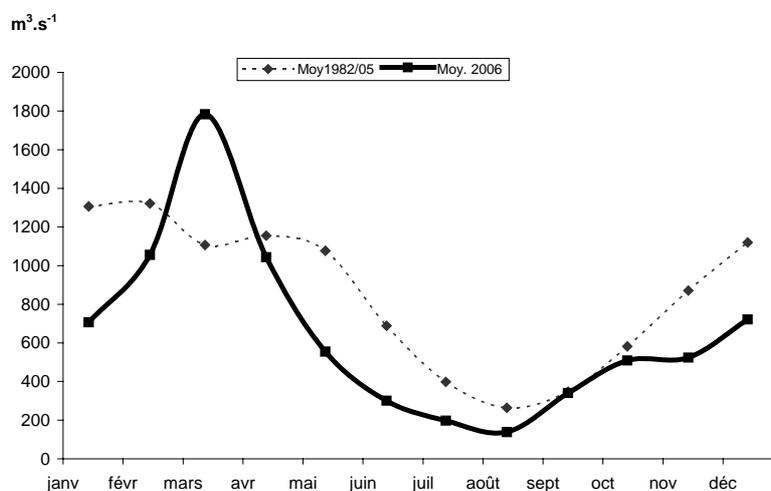


Figure 2-2 : Débits mensuels moyens de la Gironde en 2006.

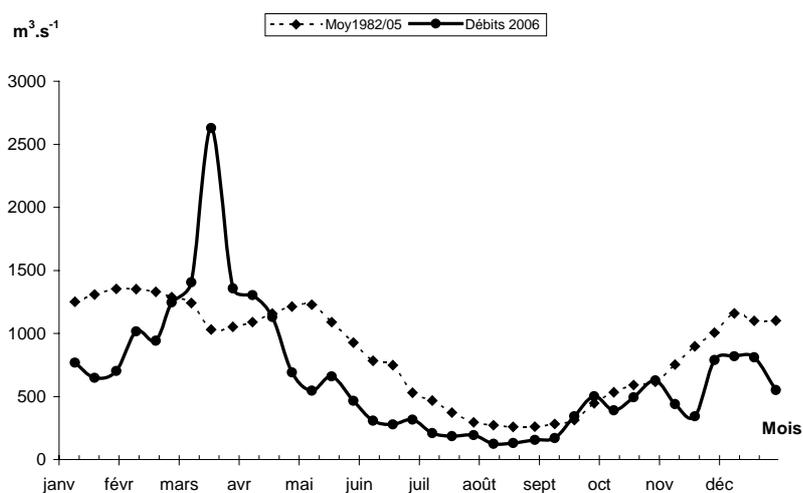


Figure 2-3: Débits moyens de la Gironde par périodes de 10 jours en 2006

3. Evolution des fonds

3.1. Evolution des fonds

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 est préoccupante, car elle a perduré. En effet, le lever effectué par nos soins, en février 2002, montre que le banc de Patiras a progressé de 150 mètres vers l'aval. Les données de bathymétrie de 2005 (LNHE) confirment cette tendance. Ainsi par exemple, le banc de Patiras s'est engraisé de 500 000 m³ (**Figures 3-1 à 3-3**).

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

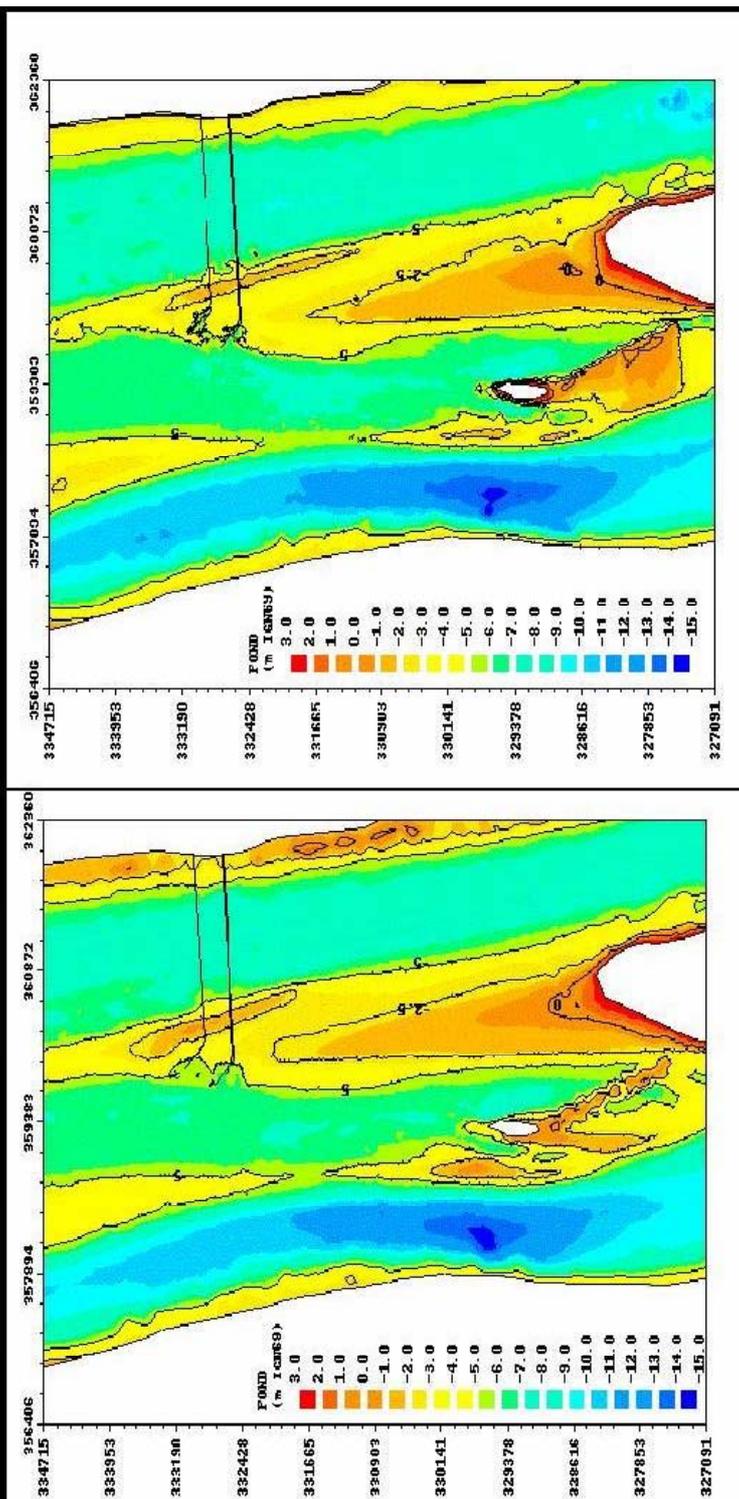
Au pire, une partie des sables du banc de Patiras peut venir entraver le rejet des eaux à la sortie de l'exutoire amont.

Il est donc de la plus haute importance de suivre de très près l'évolution de la morphologie dans la zone située entre le banc de Patiras et le banc de Saint Louis. Un lever annuel représente un minimum.

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.

DOCUMENT EDF-LNHE

Évolutions bathymétriques récentes



Bathymétrie 2005

Bathymétrie 2002

Figure 3-2 : Carte des fonds en 2002 et 2005

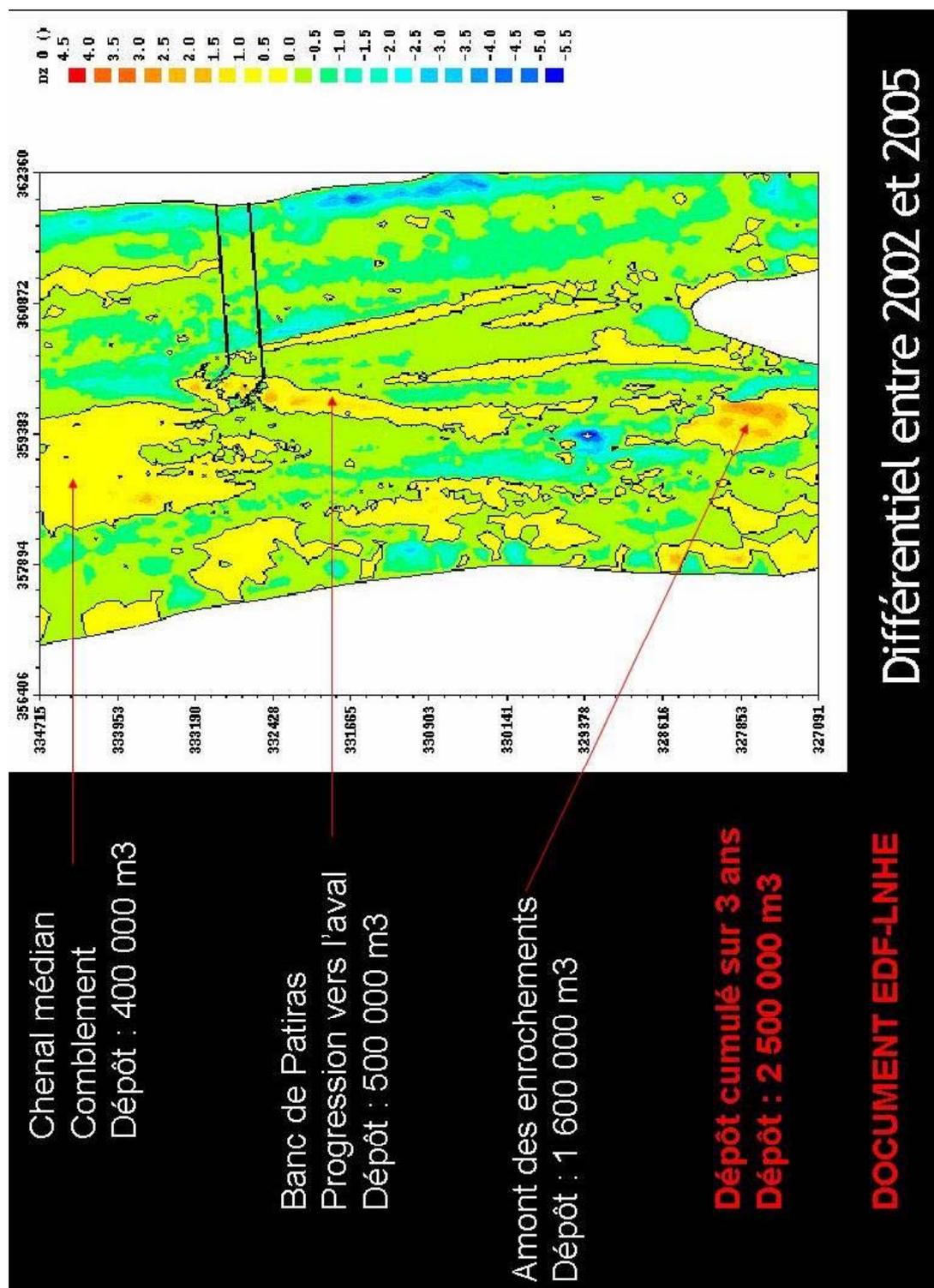


Figure 3-3 : Différentiel entre 2002 et 2005

4. Résultats des mesures in situ

4.1. Température de l'eau

4.1.1.1. Variations au cours de la marée

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

Le point F est situé à proximité du chenal de navigation. Les mesures de température relevées aux heures de basse mer, mi-marée et de pleine mer, font apparaître des écarts de température compris entre (écarts entre mini et maxi absolus)

0,34 °C et 1.44 °C en surface

0,01 °C et 1.34 °C au fond.

L'écart maxima : 1.44 °C en surface le 04 juillet, la température moyenne étant de 23.47 °C. et le débit de 191 m³.s⁻¹.

1.34 °C au fond le 23 mai, la température moyenne étant de 18.03 °C et le débit de 634 m³.s⁻¹.

L'écart minima : 0,34 °C en surface le 29 août et le 15 novembre, la température moyenne étant de 20.26 °C et 13.98°C et le débit de 156 et 410 m³.s⁻¹.

0,01 °C au fond le 15 novembre, la température moyenne étant de 13.95 °C et le débit de 410 m³.s⁻¹.

L'estuaire était alors bien mélangé.

En été, au moment de l'intrusion saline maximale (PM), le gradient de température est très marqué de la surface au fond ; et ceci, car les eaux marines sont beaucoup plus fraîches que les eaux continentales (**Figures 4-1 et 4-2**).

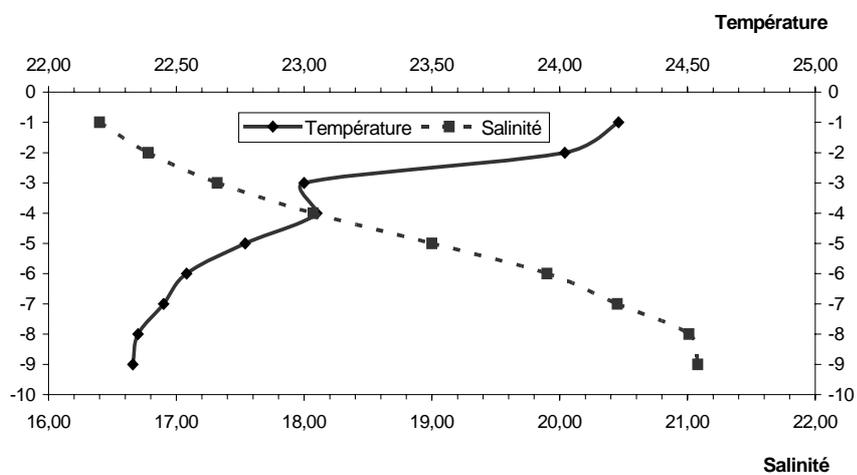


Figure 4-1: Evolution des gradients de température et de salinité au point F PK 67 le 04 juillet 2006 à 15h10 à PM

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

TEMPERATURES DE L'EAU EN SURFACE (S) ET AU FOND (F)								
POINT F PK 67								
ANNEE F2006								
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfl m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
18-avr	S	13,33	14,15	0,82	13,71	0,15	71-66	1164
	F	13,20	14,00	0,80	13,61			
23-mai	S	17,96	18,72	0,76	18,25	0,55	64-69	634
	F	17,41	18,75	1,34	18,03			
07-juin	S	19,26	20,09	0,83	19,66	0,51	46-50	354
	F	19,08	19,88	0,80	19,36			
04-juil	S	22,76	24,20	1,44	23,47	1,46	41-40	191
	F	22,26	23,50	1,24	22,77			
29-août	S	24,09	24,43	0,34	24,26	0,06	73-69	156
	F	24,09	24,37	0,28	24,23			
21-sept	S	20,65	21,68	1,03	21,22	0,07	78	344
	F	20,72	21,65	0,93	21,22			
03-oct	S	-	-	-	-	-	43-52	519
	F	-	-	-	-			
15-nov	S	13,82	14,16	0,34	13,98	0,22	40-43	410
	F	13,94	13,95	0,01	13,95			
Mini S	S	13,33	14,15	0,34	13,71	0,06		
Mini F	F	13,20	13,95	0,01	13,61			
Maxi S	S	24,09	24,43	1,44	24,26	1,46		
Maxi F	F	24,09	24,37	1,34	24,23			

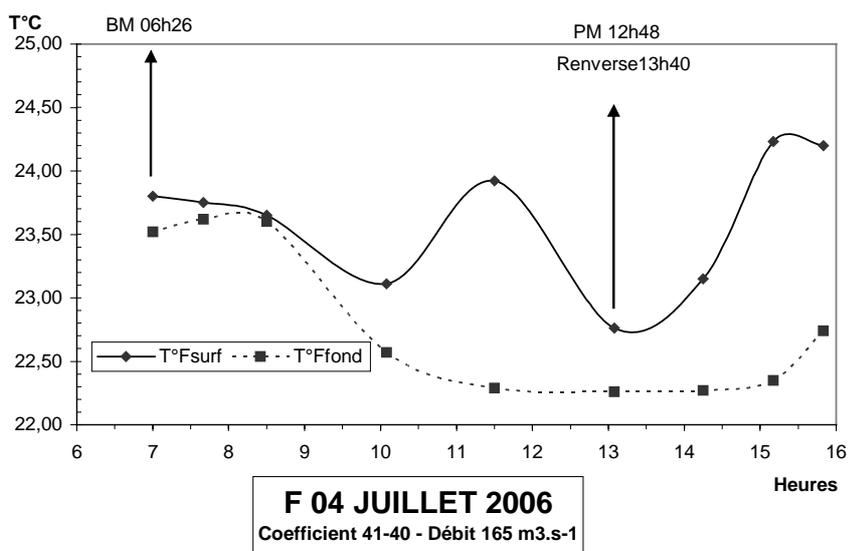
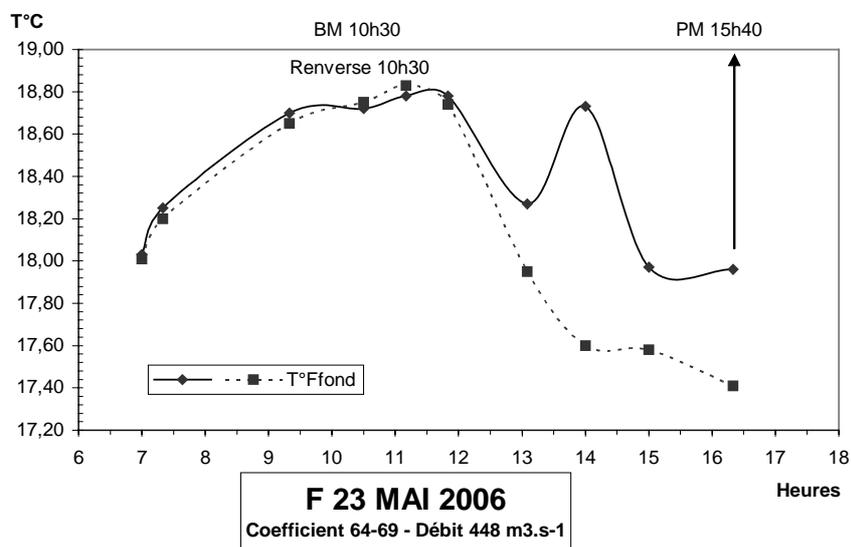


Figure 4-2 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au point F PK 67 en 2006

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) :

-0.53° C et 2.14° C en surface

-0.17° C et 0.71° C au fond.

L'écart maxima : 2.14° C en surface le 06 juillet la température moyenne étant de 24.87° C. Débit de 202 m³.s⁻¹.

0.71° C au fond le 17 novembre, la température moyenne étant 14.30° C et le débit de 406 m³.s⁻¹.

L'écart minima : 0,53° C en surface le 17 novembre, la température moyenne étant de 14.26° C. Débit de 406 m³.s⁻¹.

0,17° C au fond le 22 septembre la température moyenne étant de 21.93° C, et le débit de 360 m³.s⁻¹.

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

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

TEMPERATURES DE L'EAU EN SURFACE (S) ET AU FOND (F)								
POINT E PK 52								
ANNEE E2006								
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					
20-avr	S	13,90	14,69	0,79	14,41	0,19	48-43	1134
	F	14,07	14,74	0,67	14,39			
25-mai	S	18,49	19,14	0,65	18,85	0,72	83-86	589
	F	18,42	18,94	0,52	18,64			
09-juin	S	20,94	22,18	1,24	21,34	1,52	61-65	326
	F	20,66	21,08	0,42	20,90			
06-juil	S	24,29	26,43	2,14	24,87	2,19	40-41	202
	F	24,24	24,51	0,27	24,38			
31-août	S	21,78	23,35	1,57	22,52	1,73	54-48	156
	F	21,49	21,93	0,44	21,71			
22-sept	S	21,73	22,65	0,92	22,06	0,76	83-85	360
	F	21,83	22,00	0,17	21,93			
05-oct	S	19,77	20,38	0,61	20,10	0,12	81	533
	F	19,80	20,28	0,48	20,10			
17-nov	S	13,92	14,45	0,53	14,26	0,29	56-60	406
	F	13,88	14,59	0,71	14,30			
Mini S	S	13,90	14,45	0,53	14,26	0,12		
Mini F	F	13,88	14,59	0,17	14,30			
Maxi S	S	24,29	26,43	2,14	24,87	2,19		
Maxi F	F	24,24	24,51	0,71	24,38			

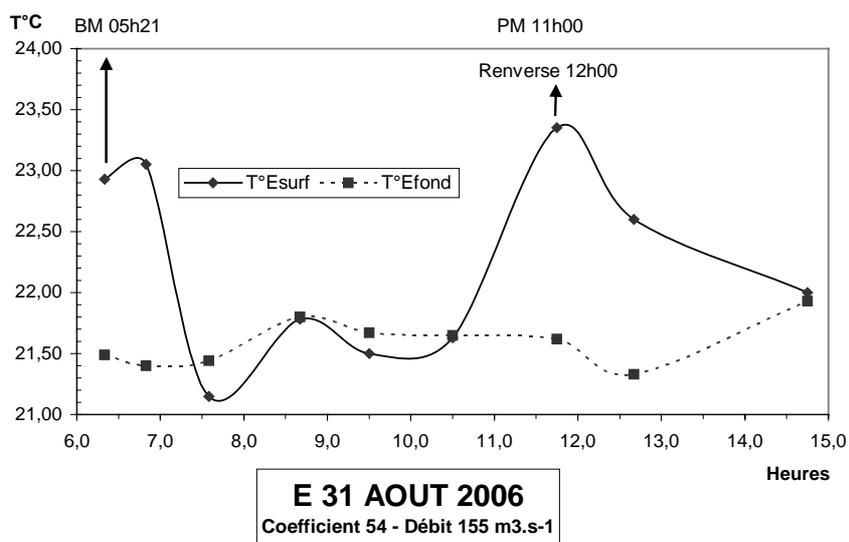
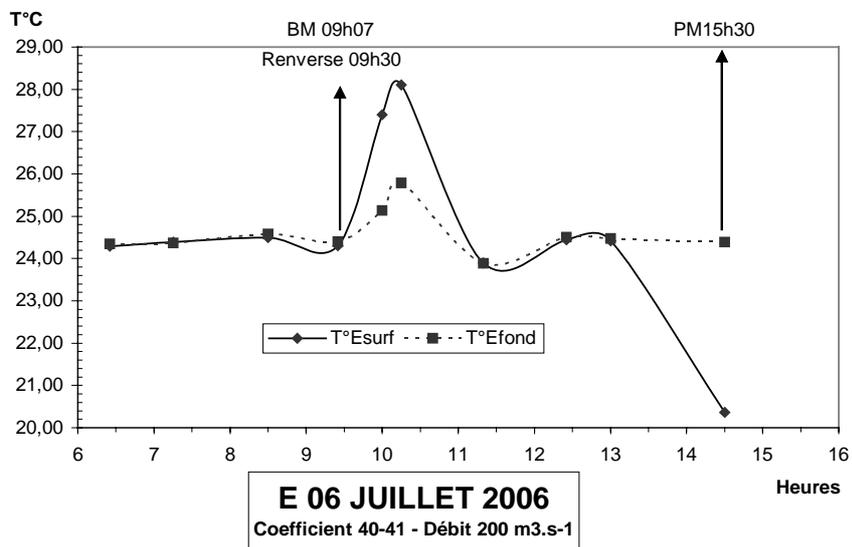


Figure 4-3 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au point E PK 52 en 2006

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) :

0,31 °C et 1,07 °C en surface

0,20 °C et 1,22 °C au fond.

L'écart maxima : 1,07 °C en surface le 04 octobre, la température moyenne étant de 19,53 °C. Débit de 530 m³.s⁻¹ ;

1,22 °C au fond le 04 octobre, la température moyenne étant de 19,47 °C. Débit de 530 m³.s⁻¹.

L'écart minima : 0,31 °C en surface le 23 septembre, la température moyenne étant de 21,3 °C, et les débits de 373 m³.s⁻¹.

0,20 °C au fond le 23 septembre, la température moyenne étant de 21,3 °C et les débits de 373 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 BM en été et à PM en hiver. On observe toujours, suivant les moments, une inversion des températures, celles du fond devenant légèrement plus élevées que celles de la surface (quelques dixièmes de degré seulement).

Tableau 4-3 : Température de l'eau au point K PK 30

TEMPERATURES DE L'EAU EN SURFACE (S) ET AU FOND (F)								
POINT K PK 30								
ANNEE K2006								
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					
19-avr	S	12,76	13,36	0,60	13,02	0,58	60-54	1148
	F	12,18	13,36	1,18	12,74			
24-mai	S	18,45	18,81	0,36	18,61	0,09	74-79	612
	F	18,41	18,72	0,31	18,59			
08-juin	S	19,99	20,65	0,66	20,30	0,31	53-57	335
	F	20,00	20,50	0,50	20,29			
05-juil	S	24,09	24,43	0,34	24,26	0,06	39	194
	F	24,09	24,37	0,28	24,23			
30-août	S	21,25	21,79	0,54	21,52	0,23	64-59	157
	F	21,39	21,62	0,23	21,45			
23-sept	S	21,20	21,51	0,31	21,30	0,24	86	373
	F	21,21	21,41	0,20	21,30			
04-oct	S	18,85	19,92	1,07	19,53	0,30	62	530
	F	18,74	19,96	1,22	19,47			
16-nov	S	12,74	13,61	0,87	13,16	0,16	48-52	403
	F	12,65	13,45	0,80	13,15			
Mini S	S	12,74	13,36	0,31	13,02	0,06		
Mini F	F	12,18	13,36	0,20	12,74			
Maxi S	S	24,09	24,43	1,07	24,26	0,58		
Maxi F	F	24,09	24,37	1,22	24,23			

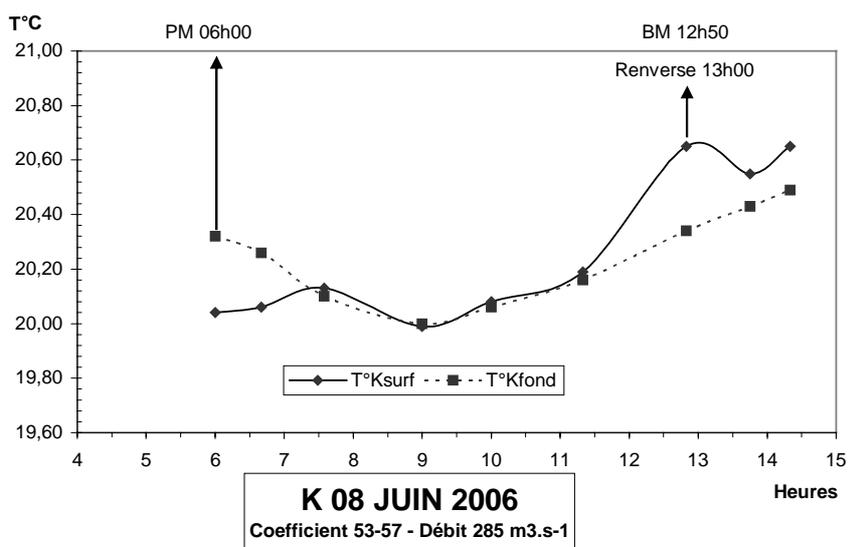
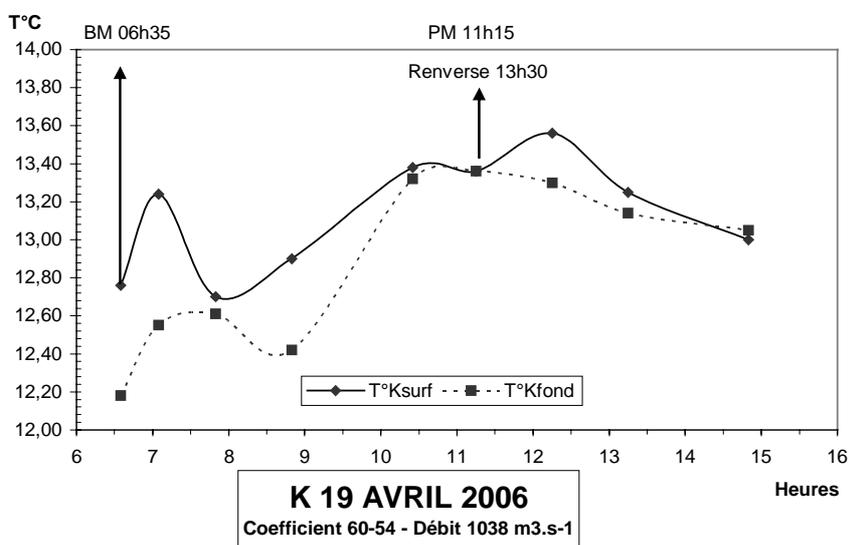


Figure 4-4 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au Point K (PK 30) en 2006

4.1.2. Variations annuelles

Point F - PK 67 (Figure 4-5)

Les températures moyennes, entre avril et novembre 2006 ont évolué :

de 13.71° C le 18 avril.
à 24.26° C le 29 août en surface.
et de 13.61° C le 18 avril.
à 24.23° C le 29 août au fond.

Les températures maximales relevées sont :

24.43° C le 29 août en surface
24.37° C le 29 août au fond.

Les températures minimales relevées sont :

13.33° C le 18 avril en surface
13.20° C le 18 avril au fond.

Point E-PK 52 (Figure 4-5)

Les températures moyennes, entre avril et novembre 2006 ont évolué :

de 14.26° C le 17 novembre.
à 24.87° C le 06 juillet en surface.
et de 14.30° C le 17 novembre.
à 24.38° C le 06 juillet au fond.

Les températures maximales relevées sont :

26.43° C le 06 juillet en surface
24.51° C le 06 juillet au fond.

Les températures minimales relevées sont :

13.90° C le 20 avril en surface
13.88° C le 20 avril au fond.

Point K-PK 30 (Figure 4-5)

Les températures moyennes, entre avril et novembre 2006 ont évolué :

De 13.02° C le 19 avril.
à 24.26° C le 05 juillet en surface
et de 12.74° C le 21 avril.
à 24.23° C le 05 juillet au fond.

Les températures maximales relevées sont :

24.43° C le 05^f juillet en surface
24.37° C le 05^f juillet au fond.

Les températures minimales relevées sont :

12.74° C le 16 novembre en surface
12.18° C le 19 avril au fond.

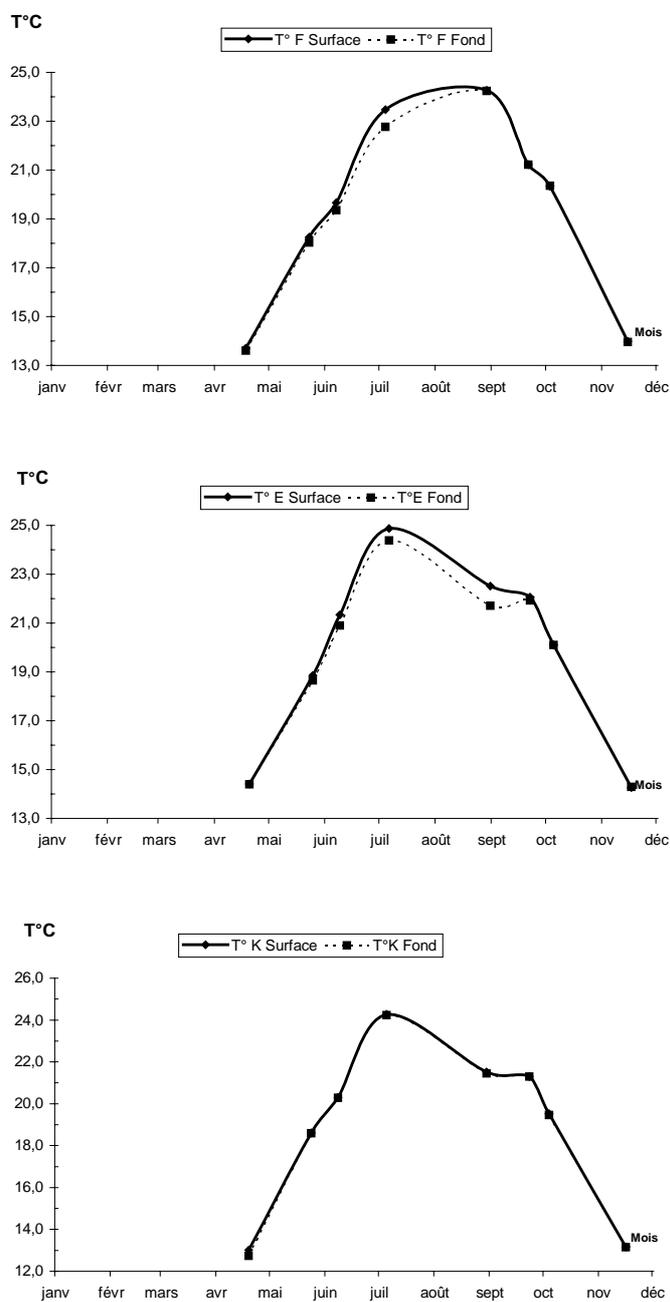


Figure 4-5 : Variations annuelles des températures moyennes de l'eau aux Points F,E,K en 2006

Par rapport à la moyenne 1976/2005 (**Figure 4-6**) la température moyenne en 2006 est nettement supérieure à celle de 1976 à 2005. La comparaison des quatre dernières années (**Figure 4-7**), montre que 2006 est une année où les températures mensuelles moyennes des eaux sont des plus élevées pendant la période sensible. L'insolation des mois de Juin, Juillet, est considérée comme excédentaire comme en 2004 par rapport à la normale. Les caractères dominants sont tirés du tableau climatologique mensuel de la station Météo France à Mérignac.

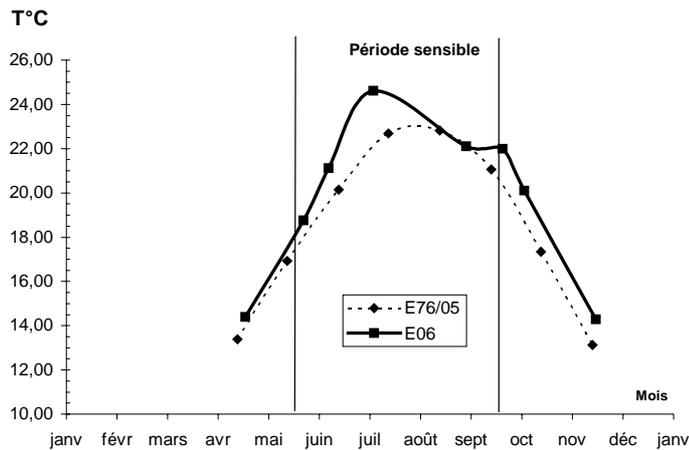


Figure 4-6 : Variations annuelles des températures mensuelles moyennes de l'eau au Point E (PK52) de 1976 à 2005 et en 2006

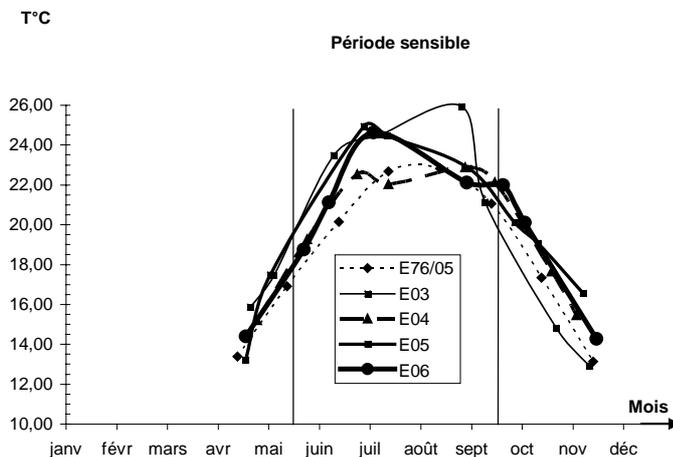


Figure 4-7 : Variations pluriannuelles des températures mensuelles moyennes de l'eau au point E (PK 52) en 2003, 2004, 2005 et 2006

4.1.3. Variations pluriannuelles

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

Mode opératoire.

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

Pour les températures de l'air on utilise la moyenne annuelle des $(T_n + T_x)/2$ pour la période Mai-Novembre.

T_n correspond à la moyenne des minima journaliers pendant un mois ; T_x à la moyenne des maxima journaliers pendant le même mois.

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

Résultats.

On présente ci-après les résultats obtenus au point E au droit de la centrale du Blayais (**Figure 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 ($-0,2^\circ \text{C}$) 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 qu'en 2001 la température de l'eau, et surtout en été, a été élevée).

En 2002, du fait que dans la période sensible l'insolation ait été déficitaire la température moyenne de l'air a baissé et, comme la température moyenne de l'eau dépend des conditions climatiques, elle a baissé aussi, du même ordre soit 0.3°C.

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

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

En 2004 les températures moyennes sont excédentaires hors période sensible, alors que le mois de juillet est légèrement déficitaire par rapport à la moyenne 1976/2003, et que le mois d'août est égal à cette moyenne (**Figures 4-6 et 4-7**). C'est une année normale.

En 2005 et 2006 les températures moyennes sont excédentaires tout au long de l'année par rapport aux moyennes 1976/2004 et 1976/2005. Dans la période sensible les températures sont moins élevées qu'en 2003, sauf au mois de juin, mais 2005 et 2006 sont des années sèches.

La comparaison des températures eau-air (**Figure 4-8**) révèle qu'il y a élévation de la température de l'eau près du fond (de 0.54°C) et de celle de l'air (de 0.49°C) par rapport à 2004. Notons 3 périodes chaudes (1981, 1982, 1983), (1989, 1990, 1991), 1997 et que (2003, 2004, 2005, 2006) est la 4^{ème} période en cours.

2005 est le record avec 20.36°C.

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 1978-2006, on note une assez bonne corrélation (**A**). Cette corrélation est évidemment améliorée et devient meilleure si on fait abstraction des 5 années qui s'écartent le plus de la droite de corrélation linéaire (**B**). Pour 1978 et 1979, l'explication réside vraisemblablement dans l'absence de mesures de températures de l'eau au mois de septembre, ce qui abaisse la moyenne des températures. Pour les autres années, 1991, 1996, 2004 et 2005 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.

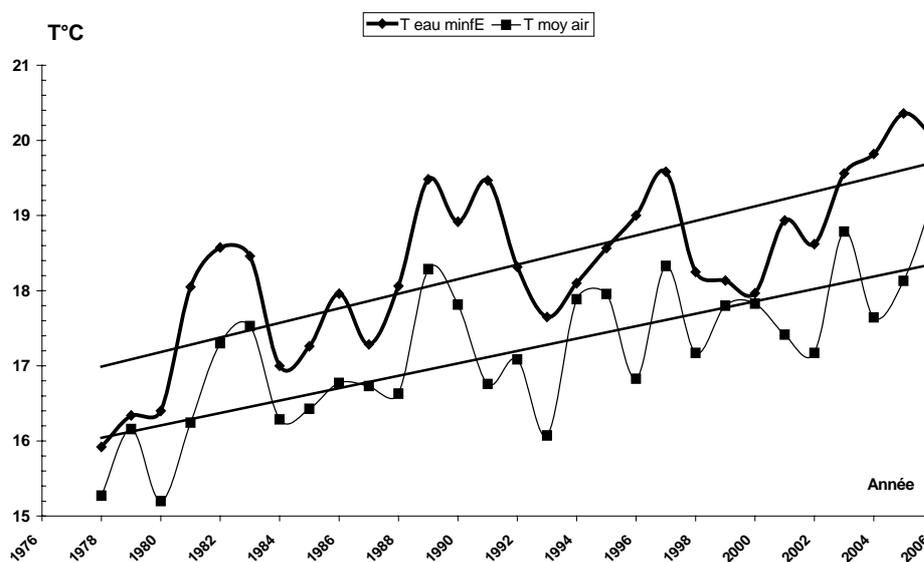


Figure 4-8 : Evolution relative des températures moyennes de l'air et de l'eau près du fond au point E PK 52 au cours de la période 1978-2006 (de mai à novembre)

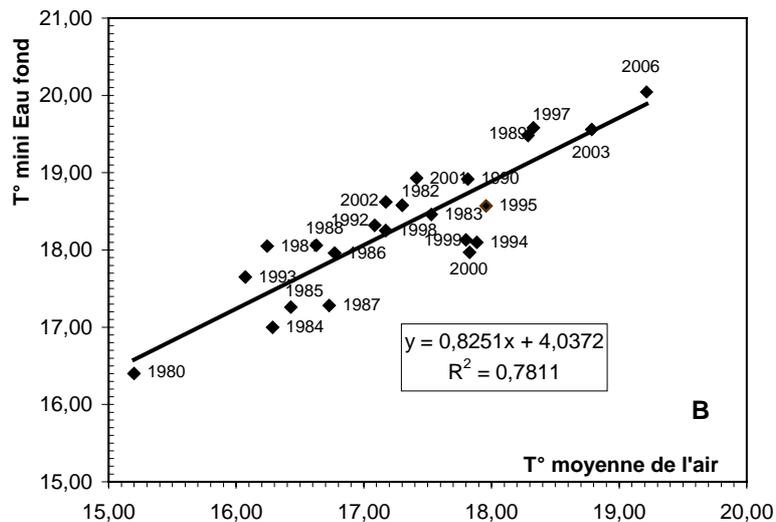
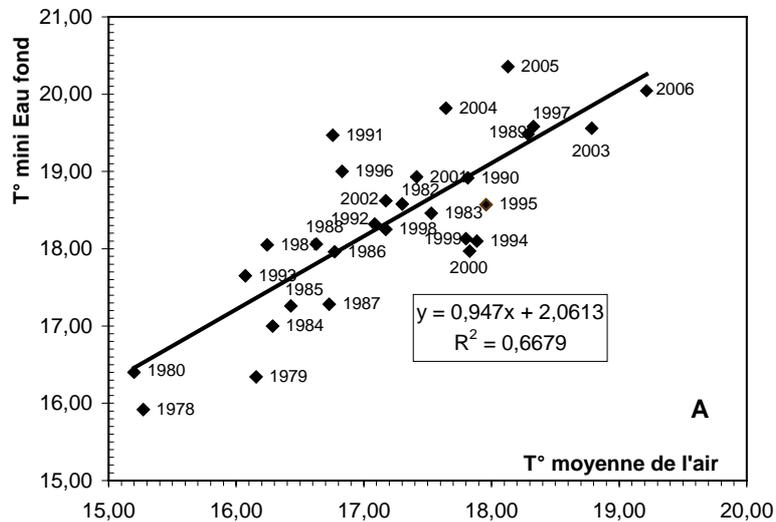


Figure 4- 9 : Corrélations entre les températures moyennes annuelles de l'air et les températures minimales moyennes annuelles de l'eau au point E PK 52 (mai à novembre) –

A (de 1978 à 2006)

B (de 1980 à 2006 sans 1991, 1996, 2004 et 2005)

4.2. Salinité

4.2.1. Variation dans le temps

4.2.1.1. Au cours de la marée.

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

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

en surface entre 6.22 (15 novembre)	(Coef 40-43)	(Débit 410 m ³ .s ⁻¹)
et 10.30 (21 septembre)	(Coef 78)	(Débit 344 m ³ .s ⁻¹)
au fond entre 7.86 (29 août)	(Coef 73-69)	(Débit 156 m ³ .s ⁻¹)
et 11.58 (23 mai)	(Coef 64-69)	(Débit 634 m ³ .s ⁻¹)

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

en surface entre 2.00 (25 mai)	(Coef 83-86)	(Débit 589 m ³ .s ⁻¹)
et 5.99 (05 octobre)	(Coef 81)	(Débit 533 m ³ .s ⁻¹)
au fond entre 2.02 (25 mai)	(Coef 83-86)	(Débit 589 m ³ .s ⁻¹)
et 5.55 (05 octobre)	(Coef 81)	(Débit 533 m ³ .s ⁻¹)

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

en surface entre 0.16 (19 avril)	(Coef 60-54)	(Débit 1148 m ³ .s ⁻¹)
et 4.72 (23 sept)	(Coef 86)	(Débit 373 m ³ .s ⁻¹)
au fond entre 0.16 (19 avril)	(Coef 60-54)	(Débit 1148 m ³ .s ⁻¹)
et 3.75 (04 octobre)	(Coef 62)	(Débit 530 m ³ .s ⁻¹)

Comme toujours, les salinités les plus fortes ont été relevées au voisinage de la pleine mer près du fond et les salinités les plus faibles à l'étale de basse mer en surface. Par rapport à 2005, du fait des conditions climatiques et malgré un début d'année plus arrosé, 2006 est une année sèche, donc les salinités sont fortes, mais inférieures de mi-août à la fin de l'année aux points F et E. Au point K, elles sont supérieures depuis le début de l'année jusqu'à fin septembre.

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

VI-T4 POINT F PK 67 SALINITES								
ANNEE F2006								
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfl m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
18-avr	S	2,18	8,99	6,81	6,09	3,34	71-66	1164
	F	2,38	12,33	9,95	7,14			
23-mai	S	6,01	15,14	9,13	10,31	2,48	64-69	634
	F	5,89	17,47	11,58	11,52			
07-juin	S	7,78	17,00	9,22	12,31	2,06	46-50	354
	F	9,74	18,67	8,93	13,96			
04-juil	S	12,03	19,10	7,07	15,20	4,37	41-40	191
	F	13,08	21,74	8,66	18,08			
29-août	S	15,08	22,40	7,32	18,19	2,61	73-69	156
	F	15,74	23,60	7,86	19,22			
21-sept	S	10,72	21,02	10,30	15,97	1,59	78	344
	F	12,31	22,59	10,28	16,77			
03-oct	S	-	-	-	-	-	43-52	519
	F	-	-	-	-			
15-nov	S	10,28	16,50	6,22	13,57	4,75	40-43	410
	F	11,88	19,83	7,95	16,77			
Mini S	S	2,18	8,99	6,22	6,09	1,59		
Mini F	F	2,38	12,33	7,86	7,14			
Maxi S	S	15,08	22,40	10,30	18,19	4,75		
Maxi F	F	15,74	23,60	11,58	19,22			

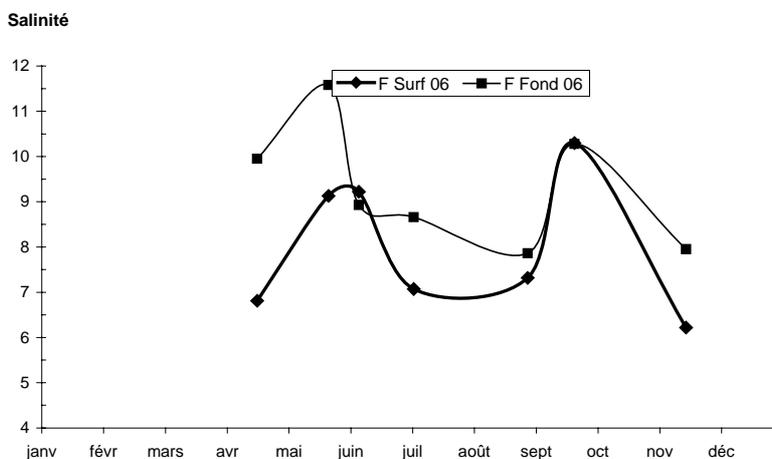


Figure 4-10 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point F PK 67 en 2006

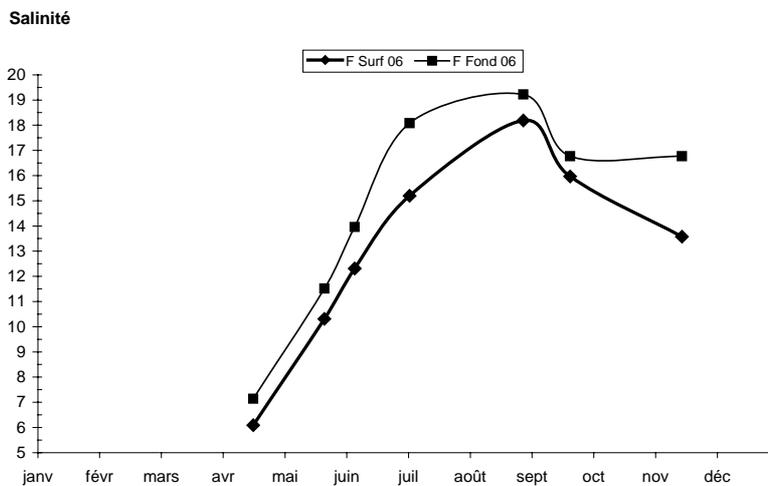


Figure 4-11 : Variations annuelles des salinités moyennes au point F PK 67 en 2006

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

VI-5								
POINT E PK 52								
SALINITES								
ANNEE E2006								
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfl m3/ s-1 (moyenne des 10 précédents)
20-avr	S	0,78	3,27	2,49	2,08	0,40	48-43	1134
	F	0,80	2,87	2,07	2,04			
25-mai	S	5,09	7,09	2,00	5,63	0,43	83-86	589
	F	5,49	7,51	2,02	6,01			
09-juin	S	4,58	9,11	4,53	6,91	0,64	61-65	326
	F	4,64	9,75	5,11	7,07			
06-juil	S	6,92	10,40	3,48	8,77	0,70	40-41	202
	F	7,00	11,10	4,10	8,99			
31-août	S	9,11	12,70	3,59	11,12	0,96	54-48	156
	F	8,97	13,66	4,69	11,47			
22-sept	S	7,02	12,13	5,11	9,90	0,75	83-85	360
	F	7,76	12,88	5,12	10,29			
05-oct	S	6,06	12,05	5,99	9,34	1,07	81	533
	F	6,85	12,40	5,55	9,78			
17-nov	S	6,55	10,05	3,50	8,75	0,80	56-60	406
	F	6,45	10,85	4,40	8,87			
Mini S	S	0,78	3,27	2,00	2,08	0,40		
Mini F	F	0,80	2,87	2,02	2,04			
Maxi S	S	9,11	12,70	5,99	11,12	1,07		
Maxi F	F	8,97	13,66	5,55	11,47			

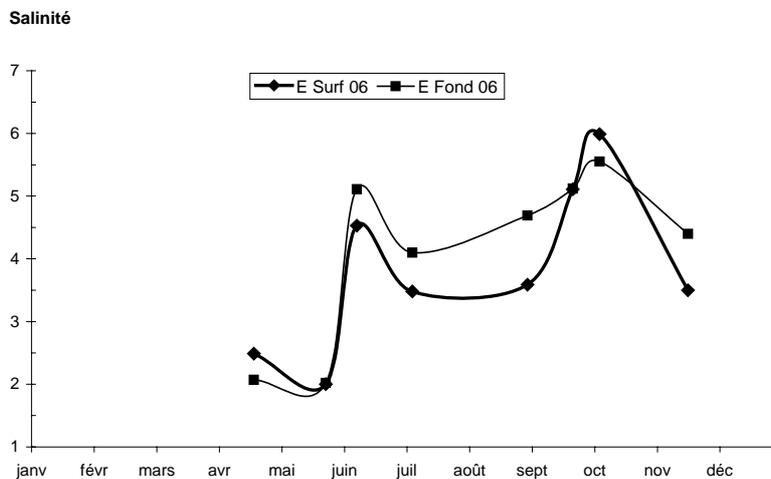


Figure 4-12 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point E PK 52 en 2006

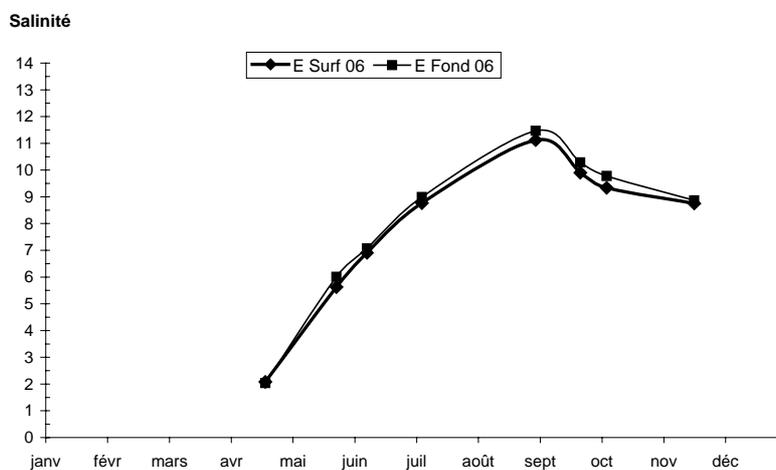


Figure 4-13 : Variations annuelles des salinités moyennes au point E PK 52 en 2006

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

VI-6								
POINT K PK 30								
SALINITES								
ANNEE K2006								
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qf1 m3/ s-1 (moyenne des 10 précédents)
19-avr	S	0,13	0,29	0,16	0,18	0,02	60-54	1148
	F	0,11	0,27	0,16	0,17			
24-mai	S	0,24	2,38	2,14	1,26	0,34	74-79	612
	F	0,26	2,48	2,22	1,22			
08-juin	S	0,87	3,48	2,61	2,28	0,25	53-57	335
	F	0,98	3,73	2,75	2,33			
05-juil	S	2,02	5,55	3,53	4,15	0,18	39	194
	F	2,10	5,37	3,27	4,10			
30-août	S	3,32	7,62	4,30	5,80	0,83	64-59	157
	F	4,15	6,87	2,72	5,73			
23-sept	S	1,63	6,35	4,72	4,11	0,73	86	373
	F	1,90	5,62	3,72	4,13			
04-oct	S	0,73	5,10	4,37	2,92	1,27	62	530
	F	0,75	4,50	3,75	2,54			
16-nov	S	0,94	4,23	3,29	2,53	0,43	48-52	403
	F	1,00	3,80	2,80	2,53			
Mini S	S	0,13	0,29	0,16	0,18	0,02		
Mini F	F	0,11	0,27	0,16	0,17			
Maxi S	S	3,32	7,62	4,72	5,80	1,27		
Maxi F	F	4,15	6,87	3,75	5,73			

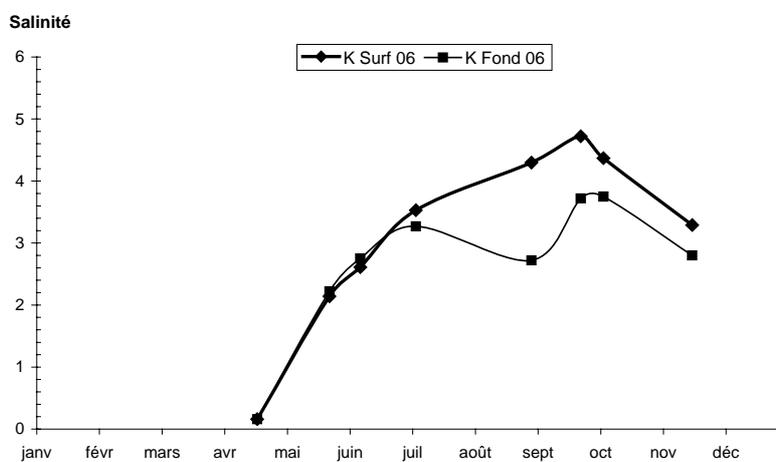


Figure 4-14 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point K PK 30 en 2006

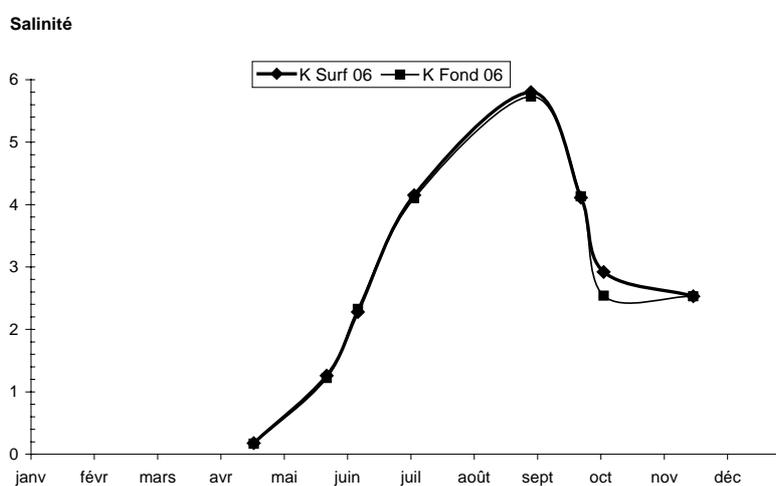


Figure 4-15 : Variations annuelles des salinités moyennes au point K PK 30 en 2006

4.2.1.2. Les variations annuelles

Les salinités moyennes relevées au cours de l'année 2006 ont évolué :

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

en surface entre 6.09 (18 avril) et 18.19 (29 août)

au fond entre 7.14 (18 avril) et 19.22 (29 août)

On relève les salinités minimales absolues le 18 avril:

2.18 en surface et 2.38 au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales absolues le 29 août :

22.40 en surface et 23.60 au fond à pleine mer.

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

en surface entre 2.08 (20 avril) et 11.12 (31 août)

au fond entre 2.04 (20 avril) et 11.47 (31 août)

On relève les salinités minimales absolues le 20 avril:

0.78 en surface et 0.80 au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales absolues le 31 août:

12.70 en surface et 13.66 au fond à pleine mer.

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

en surface entre 0.18 (19 avril) et 5.80 (30 août)

au fond entre 0.17 (19 avril) et 5.73 (30 août)

On relève les salinités minimales absolues le 19 avril :

0,13 en surface et 0.11 au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales absolues le 30 août:

7.62 en surface et 6.87 au fond à pleine mer.

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

En 2006, on relève aux 3 points, les grandes variations de salinités aux périodes indiquées ci-après :

	Point F	Point E	Point K
Salinités minimales	18 avril	20 avril	19 avril
Salinités maximales	29 août	31 août	30 août
Salinités moyennes maxi	29 août	31 août	30 août

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

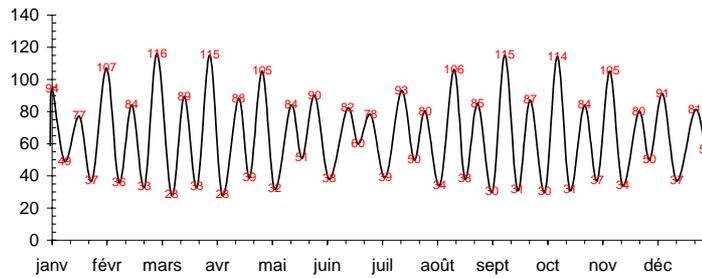
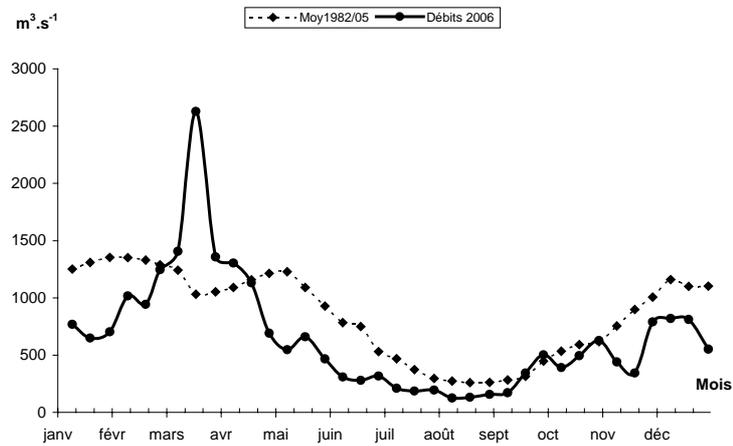
SALINITES											
ANNEE	POINT 2		POINT F		POINT E		POINT J		POINT K		
	Max.abs.	Max.moy									
1984	S	-	-	-	-	9,80	7,95	9,20	7,04	4,25	2,68
	F	-	-	-	-	10,10	8,38	12,90	8,62	4,42	2,82
1985	S	-	-	-	-	12,69	10,23	13,09	10,40	5,38	3,51
	F	-	-	-	-	13,39	10,58	13,89	10,93	5,40	3,47
1986	S	-	-	-	-	13,88	11,50	13,68	11,35	5,08	3,50
	F	-	-	-	-	14,85	12,15	14,94	11,75	5,52	3,73
1987	S	-	-	-	-	11,45	9,20	11,03	7,99	5,94	4,87
	F	-	-	-	-	12,37	9,44	12,86	8,88	6,97	5,11
1988	S	-	-	-	-	10,35	7,24	11,65	7,81	3,72	2,51
	F	-	-	-	-	11,62	8,00	14,86	10,03	3,85	2,57
1989	S	-	-	-	-	15,66	13,34	15,87	12,65	9,40	7,45
	F	-	-	-	-	16,23	14,22	16,75	13,55	8,90	7,51
1990	S	-	-	-	-	17,92	15,45	16,22	14,70	12,19	10,45
	F	-	-	-	-	19,08	15,75	18,27	15,09	12,72	11,01
1991	S	-	-	-	-	13,83	12,32	14,60	12,39	8,73	7,34
	F	-	-	-	-	15,30	12,80	15,49	12,93	9,64	7,90
1992	S	-	-	17,53	14,02	8,55	7,57	-	-	4,41	3,44
	F	-	-	18,69	14,78	10,03	7,99	-	-	4,90	3,53
1993	S	-	-	19,00	14,53	10,10	8,70	-	-	5,20	4,18
	F	-	-	19,60	15,03	11,60	9,28	-	-	5,90	4,43
1994	S	-	-	20,20	16,50	12,80	9,50	-	-	5,15	3,30
	F	-	-	21,50	18,00	13,50	9,90	-	-	5,15	3,50
1995	S	-	-	21,20	17,20	12,85	10,84	-	-	4,35	3,01
	F	-	-	22,30	20,33	15,20	11,80	-	-	4,40	3,14
1996	S	-	-	19,40	14,95	10,05	8,40	-	-	5,15	3,90
	F	-	-	21,50	15,53	11,30	8,84	-	-	5,15	3,85
1997	S	-	-	16,95	12,74	9,50	7,85	-	-	5,25	3,90
	F	-	-	17,50	13,88	10,30	8,08	-	-	5,25	4,00
1998	S	25,60	20,50	-	-	12,70	10,11	-	-	6,85	4,71
	F	26,50	21,15	-	-	13,85	10,48	-	-	6,80	4,94
1999	S	-	-	20,65	18,29	13,90	11,00	-	-	4,07	2,82
	F	-	-	22,35	19,68	15,20	11,37	-	-	4,12	2,99
2000	S	-	-	20,70	14,91	10,65	7,44	-	-	4,40	2,71
	F	-	-	22,40	16,58	11,43	8,03	-	-	4,30	2,90
2001	S	-	-	18,31	12,93	7,68	5,98	-	-	2,60	1,75
	F	-	-	20,04	15,49	8,53	6,36	-	-	2,90	1,82
2002	S	-	-	19,20	13,66	9,44	7,68	-	-	4,50	3,30
	F	-	-	20,75	14,84	10,41	8,15	-	-	4,37	3,22
2003	S	-	-	23,97	20,13	15,78	13,44	-	-	8,17	6,10
	F	-	-	29,98	21,77	17,11	14,02	-	-	7,85	5,95
2004	S	-	-	23,65	18,32	15,25	11,36	-	-	5,75	3,65
	F	-	-	24,45	18,74	15,50	11,71	-	-	5,87	3,78
2005	S	-	-	22,78	19,74	15,41	12,68	-	-	7,74	5,37
	F	-	-	25,80	23,04	16,00	12,82	-	-	7,55	5,62
2006	S	-	-	22,40	18,19	12,70	11,12	-	-	7,62	4,72
	F	-	-	23,60	19,22	13,66	11,47	-	-	6,87	3,75

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 (**Figures 4-16, 4-17, 4-18**)

En 2006, la moyenne des débits est légèrement supérieure à celle de 2005.

Nous relevons les salinités maximales en août aux Points F, E et K, au moment où les débits sont les plus faibles. Si nous comparons 2006 et 2005 nous noterons une légère diminution des salinités maxi, moyennes et mini aux 3 points.

Coefficient 2006

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

Salinité

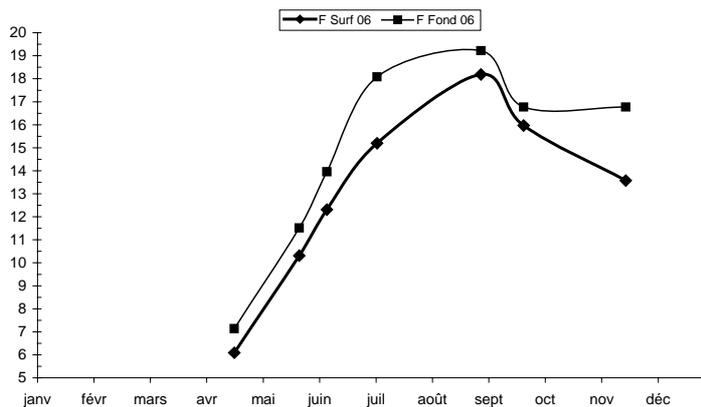
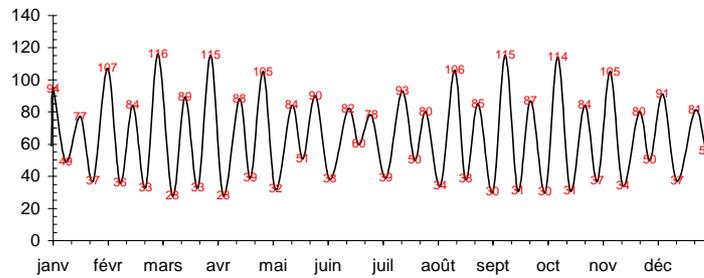
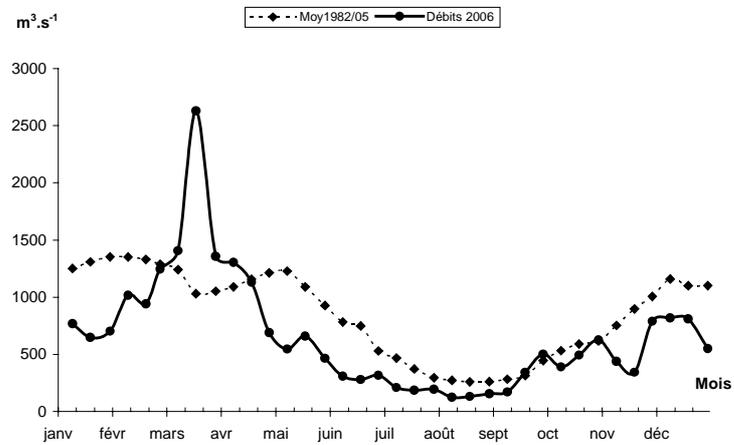


Figure 4-16 : Variations annuelles des salinités moyennes au Point F (PK 67), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2006

Coefficient 2006

m³.s⁻¹

Salinité

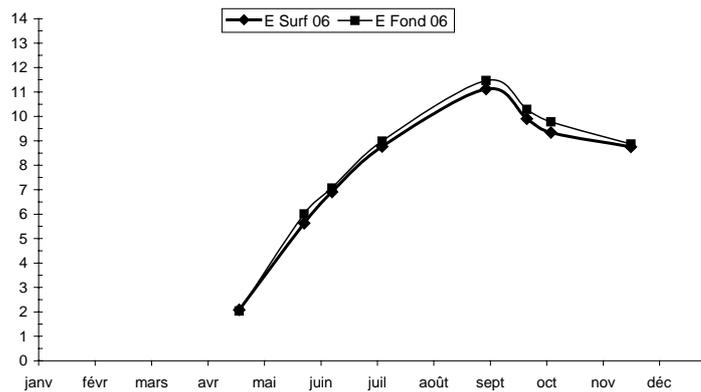
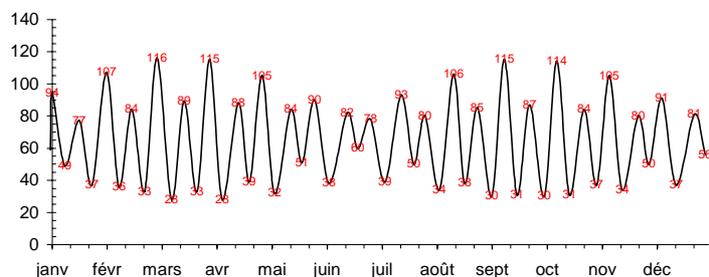
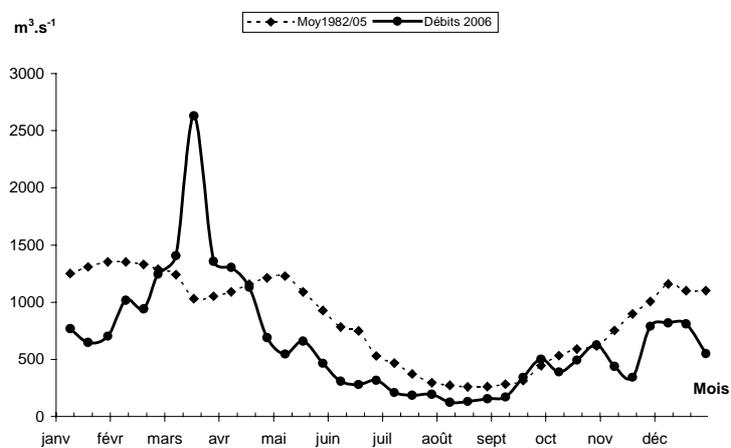


Figure 4-17 : Variations annuelles des salinités moyennes au Point E (PK 52), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2006

Coefficient 2006

m³.s⁻¹

Salinité

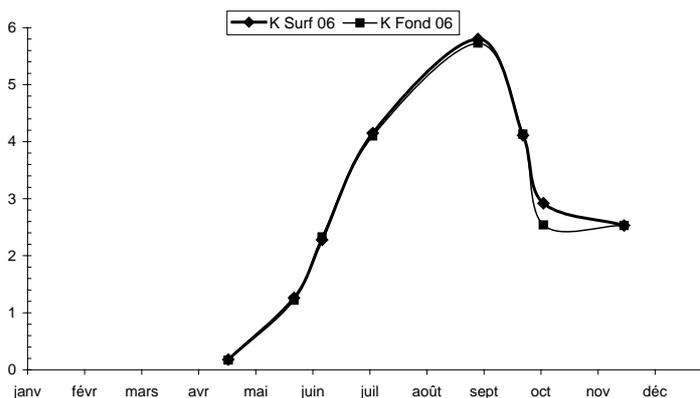


Figure 4-18 : Variations annuelles des salinités moyennes au Point K (PK 30), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2006

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, Figure 4-20**).

Les plus élevées ont été observées :

en surface le 18 avril:	155 cm.s ⁻¹ (Qfl : 1164 m ³ .s ⁻¹ - coef. 71-66)
et le 23 mai:	157 cm.s ⁻¹ (Qfl : 634 m ³ .s ⁻¹ - coef. 64-69)
au fond le 18 avril:	108cm.s ⁻¹ (Qfl : 1164 m ³ .s ⁻¹ - coef. 71-66)
et le 23 mai:	102 cm.s ⁻¹ (Qfl : 634 m ³ .s ⁻¹ - coef. 64-69)

Point E

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

Les plus élevées ont été observées :

en surface le 25 mai:	198 cm.s ⁻¹ (Qfl : 589 m ³ .s ⁻¹ - coef. 83-86)
et le 05 oct:	181 cm.s ⁻¹ (Qfl : 533 m ³ .s ⁻¹ - coef. 81)
au fond le 05 oct:	128 cm.s ⁻¹ (Qfl : 533 m ³ .s ⁻¹ - coef. 81)
et le 22 sept:	117 cm.s ⁻¹ (Qfl : 360 m ³ .s ⁻¹ - coef. 83-85)

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 19 avril:	-175 cm.s ⁻¹ (Qfl 1148 m ³ .s ⁻¹ - coef. 60-54)
le 04 oct:	-175 cm.s ⁻¹ (Qfl 530 m ³ .s ⁻¹ - coef. 62)
le 24 mai:	-157 cm.s ⁻¹ (Qfl 612 m ³ .s ⁻¹ - coef. 74-79)
et le 30 août:	-157 cm.s ⁻¹ (Qfl : 157 m ³ .s ⁻¹ - coef. 64-69)
au fond le 04 oct:	134 cm.s ⁻¹ (Qfl 530 m ³ .s ⁻¹ - coef. 62)
le 19 avril:	-128 cm.s ⁻¹ (Qfl : 1148 m ³ .s ⁻¹ - coef. 60-54)
et le 23 sept	- 118 cm.s ⁻¹ (Qfl : 373 m ³ .s ⁻¹ - coef. 86)

Au point E, les vitesses maximales en surface et au fond de flot sont supérieures à toutes les années précédentes. (**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 2006								
VITESSES MAXIMALES DE COURANT EN cm.s^{-1} .								
DATES	COEFFICIENTE	POINT F PK 67		POINT E PK 52		POINT K PK 30		Qfl $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$
		Vitesses Maximales SURFACE	Vitesses Maximales FOND	Vitesses Maximales SURFACE	Vitesses Maximales FOND	Vitesses Maximales SURFACE	Vitesses Maximales FOND	
18 avril	71-66	155	108					1164
20 avril	48-43			152	94			1134
19 avril	60-54					-175	-128	1148
23 mai	64-69	157	102					634
25 mai	83-86			198	103			589
24 mai	74-79					-157	88	612
7 juin	46-50	-108	70					354
9 juin	61-65			120	79			326
8 juin	53-57					134	-73	335
4 juillet	41-40	-105	-53					191
6 juillet	40-41			111	76			202
5 juillet	39					100	53	194
29 août	73-69	134	68					156
31 août	54-48			115	94			156
30 août	64-59					-157	-111	157
21 septembre	78	-128	-88					344
22 septembre	83-85			178	117			360
23 septembre	86					152	-118	373
3 octobre	43-52	-	-					519
5 octobre	81			181	128			533
4 octobre	62					-175	134	530
15 novembre	40-43	-123	70					410
17 novembre	56-60			123	88			406
16 novembre	48-52					-146	-100	403

Qfl $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ | 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.

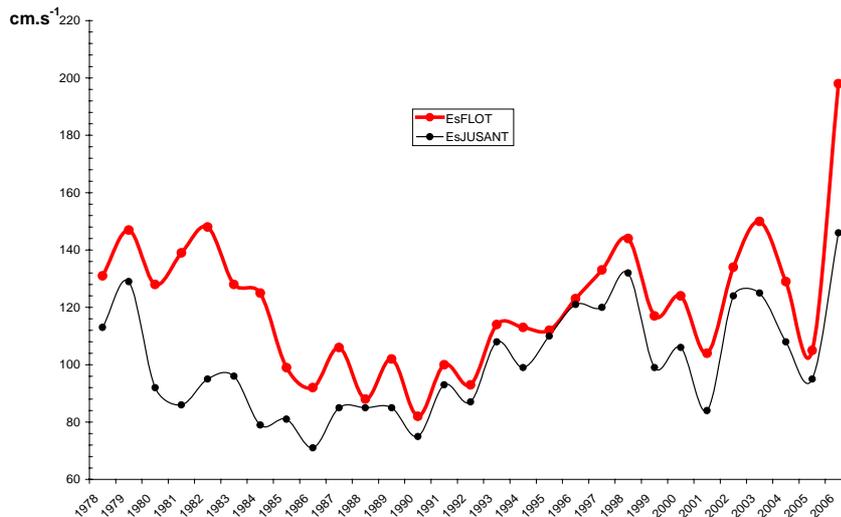


Figure 4-19 : Evolution de la vitesse maximale moyenne en surface au point E (PK52) au cours de la période 1978-2006

Coefficient 2006

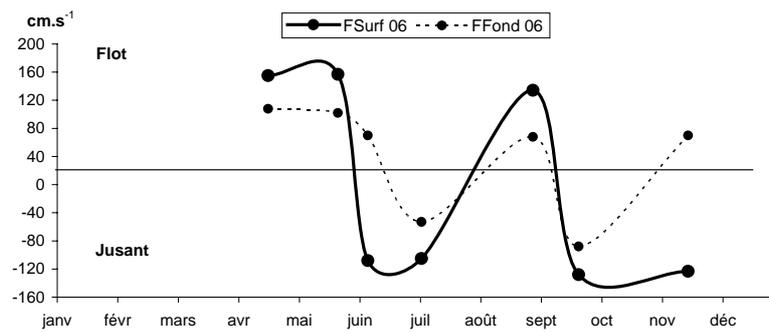
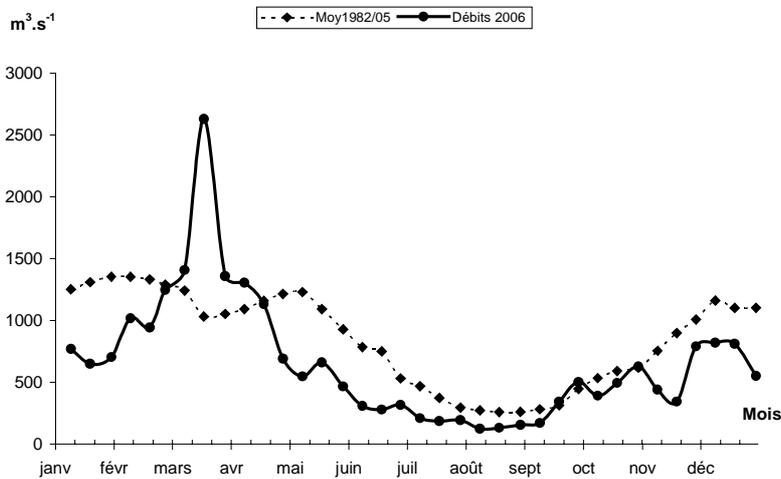
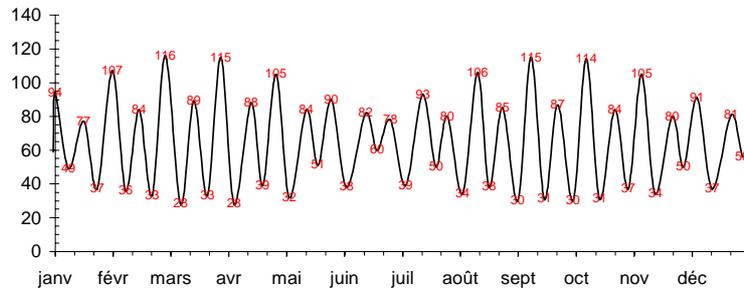


Figure 4-20 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point F (PK 67) au cours de l'année 2006, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux

Coefficient 2006

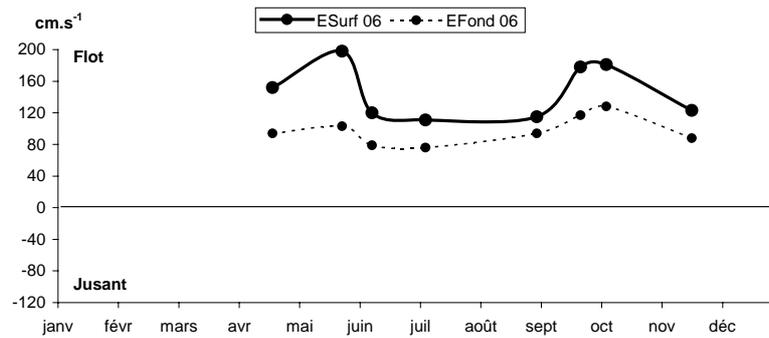
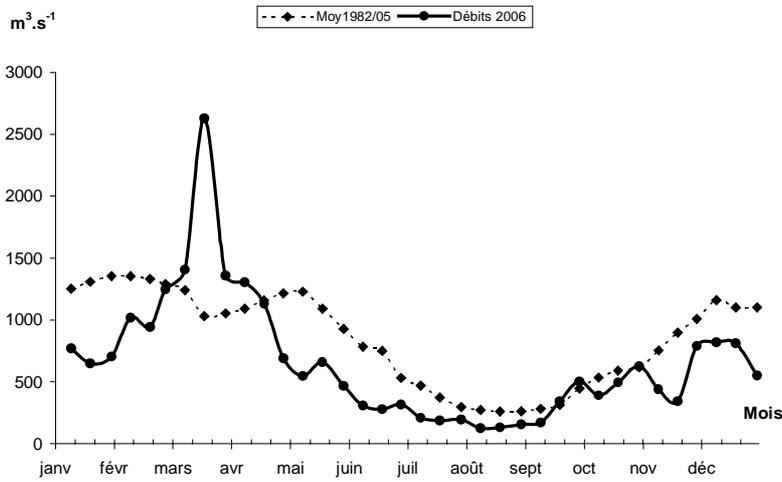
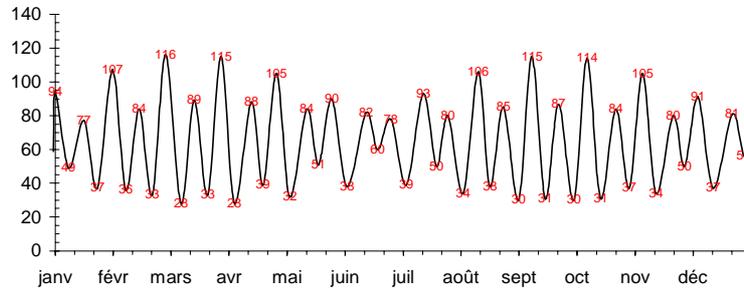


Figure 4-21 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point E (PK 52) au cours de l'année 2006, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux

Coefficient 2006

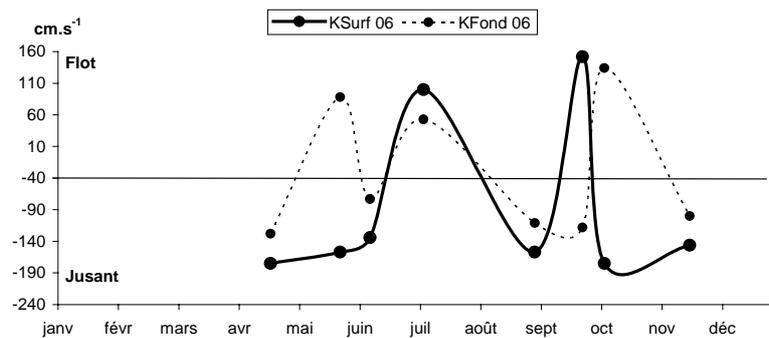
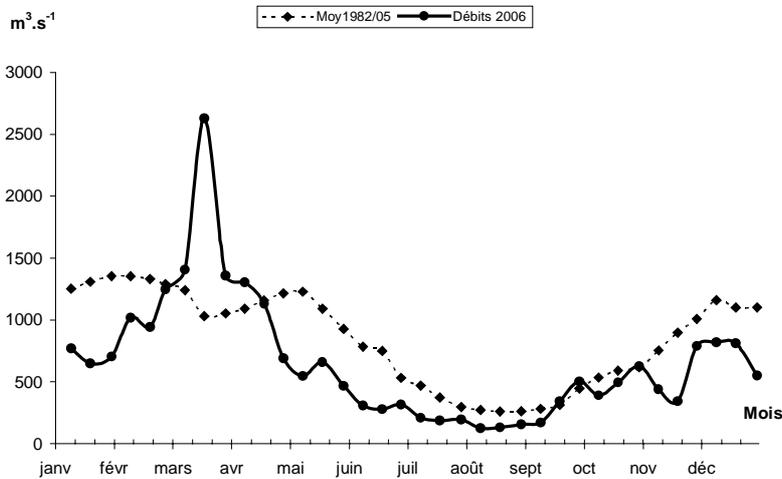
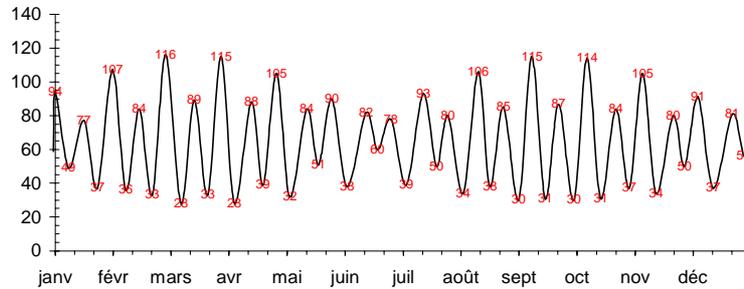


Figure 4-22 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point K (PK 30) au cours de l'année 2006, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux

4.4. Turbidité

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 0.045 g/l le 04 juillet	(Qfl : 191 m ³ .s ⁻¹ - coef. 41-40)
et 1.037 g/l le 23 mai	(Qfl : 634 m ³ .s ⁻¹ - coef. 64-69)
au fond entre 0.315 g/l le 15 nov	(Qfl : 410 m ³ .s ⁻¹ - coef. 40-43)
et 5.166 g/l le 23 mai	(Qfl : 634 m ³ .s ⁻¹ - coef. 64-69)

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

en surface entre 0.147 g/l le 31 août	(Qfl : 156 m ³ .s ⁻¹ - coef. 54-48)
et 0.840 g/l le 22 sept	(Qfl : 360 m ³ .s ⁻¹ - coef. 83-85)
au fond entre 0.408 g/l le 31 août	(Qfl : 156 m ³ .s ⁻¹ - coef. 54-48)
et 8.407 g/l le 20 avril	(Qfl : 1134 m ³ .s ⁻¹ - coef. 48-43)

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

en surface entre 0.335 g/l le 05 juillet	(Qfl : 194 m ³ .s ⁻¹ - coef. 39)
et 1.841 g/l le 24 mai	(Qfl : 612 m ³ .s ⁻¹ - coef. 74-79)
au fond entre 0.480 g/l le 05 juillet	(Qfl : 194 m ³ .s ⁻¹ - coef. 39)
et 19.040 g/l le 04 octobre	(Qfl : 530 m ³ .s ⁻¹ - coef. 62)

4.4.1.2. Variations annuelles

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

Les turbidités moyennes ont varié :

en surface de 0,079 g/l (04 juillet) à 0.536 g/l (23 mai)
 au fond de 0.245 g/l (04 juillet) à 3.429 g/l (18 avril)

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

le 04 juillet, en surface : 0,052 g/l - Qfl : 191 m³.s⁻¹ - coef. 41-40 à mi-jusant.
 le 04 juillet, au fond : 0,118 g/l - Qfl : 191 m³.s⁻¹ - coef. 41-40 à la pleine mer.

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

le 23 mai, en surface : 1.199 g/l - Qfl : 634 m³.s⁻¹ - coef. 64-69 à la basse mer.
 le 18 avril, au fond : 5.917 g/l - Qfl : 1164 m³.s⁻¹ - coef. 71-66 à mi-flot.

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

Les turbidités moyennes ont varié :
 en surface de 0,257 g/l (06 juillet) à 0.688 g/l (22 sept)
 au fond de 0,514 g/l (06 juillet) à 3.528 g/l (25 mai)

Les turbidités minimales (Figure 4-26) ont été observées :
 le 06 juil, en surface : 0,150 g/l - Qfl : 202 m³.s⁻¹ - coef. 40-41 à la basse mer.
 le 06 juil, au fond : 0,230 g/l - Qfl : 202 m³.s⁻¹ - coef. 40-41 à la basse mer.

Les turbidités maximales (Figure 4-26) ont été observées :
 le 09 juin, en surface : 1.189 g/l - Qfl : 326 m³.s⁻¹ - coef. 61-65 à mi-jusant
 le 20 Avril, au fond : 8.667 g/l - Qfl : 1134 m³.s⁻¹ - coef. 48-43 à mi- flot.
 le 20 Avril, au fond : 2,350 g/l - Qfl : 961 m³.s⁻¹ - coef. 48-45 à mi- flot.

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

Les turbidités moyennes ont varié :
 en surface de 0,428 g/l (19 avril) à 1.311 g/l (23 sept)
 au fond de 0.915 g/l (05 juil) à 9.828 g/l (30 août)

Les turbidités minimales (Figure 4-26) ont été observées :
 le 08 juin, en surface : 0.194 g/l - Qfl : 335 m³.s⁻¹ - coef. 53-57 à la pleine mer.
 le 19 avril, au fond : 0,343 g/l - Qfl : 1148 m³.s⁻¹ - coef. 60-54 à la basse mer.

Les turbidités maximales (Figure 4-26) ont été observées :
 le 24 mai, en surface : 2.128 g/l - Qfl : 612 m³.s⁻¹ - coef. 74-79 à mi-jusant.
 le 30 août, au fond : 21.048 g/l - Qfl : 157 m³.s⁻¹ - coef. 64-59 à la basse mer.

Les valeurs des minima et des maxima des turbidités de 2006 sont comparées à celles des années antérieures dans le **Tableau 4-11** et **Tableau 4-12**.

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

VI-T4 POINT F PK 67 TURBIDITES								
ANNEE F2006								
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfl m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
18-avr	S	0,199	0,885	0,686	0,458	5,544	71-66	1164
	F	0,813	5,917	5,104	3,429			
23-mai	S	0,162	1,199	1,037	0,536	5,460	64-69	634
	F	0,559	5,725	5,166	2,185			
07-juin	S	0,068	0,228	0,160	0,160	0,605	46-50	354
	F	0,131	0,806	0,675	0,353			
04-juil	S	0,052	0,097	0,045	0,079	0,418	41-40	191
	F	0,118	0,515	0,397	0,245			
29-août	S	0,092	0,722	0,630	0,319	0,136	73-69	156
	F	0,269	1,466	1,197	0,919			
21-sept	S	0,265	0,895	0,630	0,526	0,305	78	344
	F	0,425	1,200	0,775	0,718			
03-oct	S	-	-	-	-	-	43-52	519
	F	-	-	-	-			
15-nov	S	0,090	0,430	0,340	0,217	0,357	40-43	410
	F	0,205	0,520	0,315	0,421			
Mini S	S	0,052	0,097	0,045	0,079	0,136		
Mini F	F	0,118	0,515	0,315	0,245			
Maxi S	S	0,265	1,199	1,037	0,536	5,544		
Maxi F	F	0,813	5,917	5,166	3,429			

Coefficient 2006

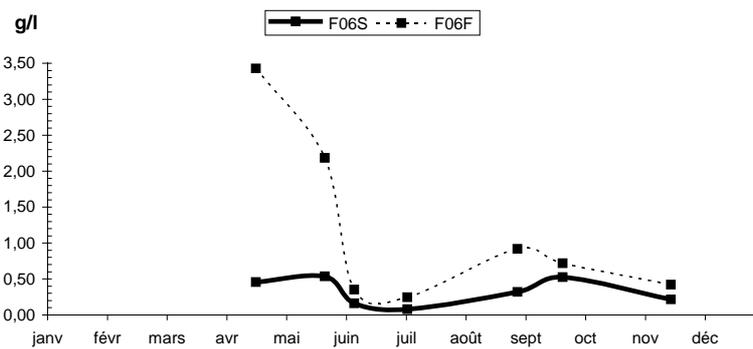
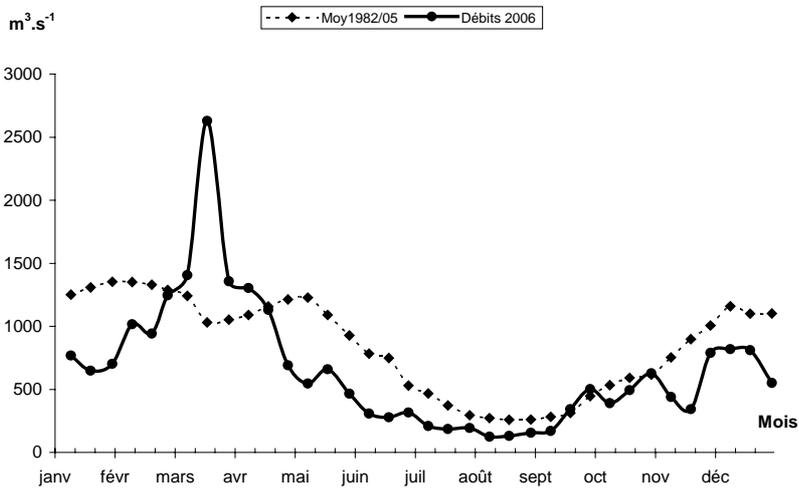
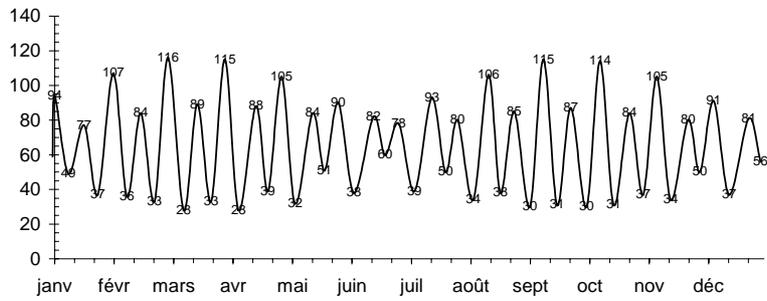


Figure 4-23 : Variations annuelles des turbidités moyennes au point F (PK 67) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2006

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

VI-5 POINT E PK 52 TURBIDITES								
ANNEE E2006								
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					
20-avr	S	0,229	0,631	0,402	0,413		48-43	1134
	F	0,260	8,667	8,407	2,536	8,313		
25-mai	S	0,288	0,624	0,336	0,461	6,296	83-86	589
	F	0,824	6,920	6,096	3,528			
09-juin	S	0,360	1,189	0,829	0,596	0,925	61-65	326
	F	0,396	1,323	0,927	0,922			
06-juil	S	0,150	0,400	0,250	0,257	0,600	40-41	202
	F	0,230	0,900	0,670	0,514			
31-août	S	0,176	0,323	0,147	0,263	0,451	54-48	156
	F	0,295	0,703	0,408	0,526			
22-sept	S	0,320	1,160	0,840	0,688	0,560	83-85	360
	F	0,665	1,580	0,915	1,089			
05-oct	S	0,178	0,995	0,817	0,513	5,760	81	533
	F	0,795	6,250	5,455	2,759			
17-nov	S	0,425	0,965	0,540	0,631	2,220	56-60	406
	F	0,880	2,850	1,970	1,885			
Mini S	S	0,150	0,323	0,147	0,257	0,451		
Mini F	F	0,230	0,703	0,408	0,514			
Maxi S	S	0,425	1,189	0,840	0,688	8,313		
Maxi F	F	0,880	8,667	8,407	3,528			

Coefficient 2006

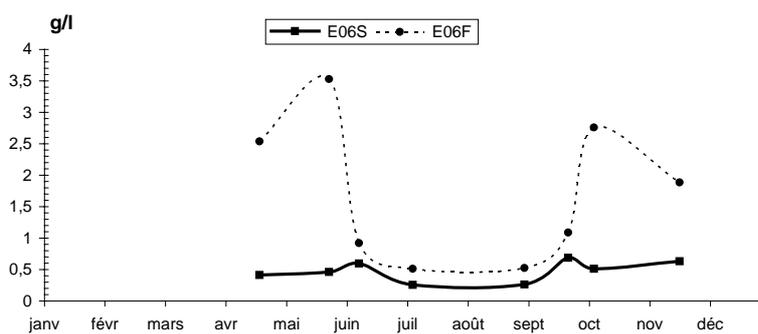
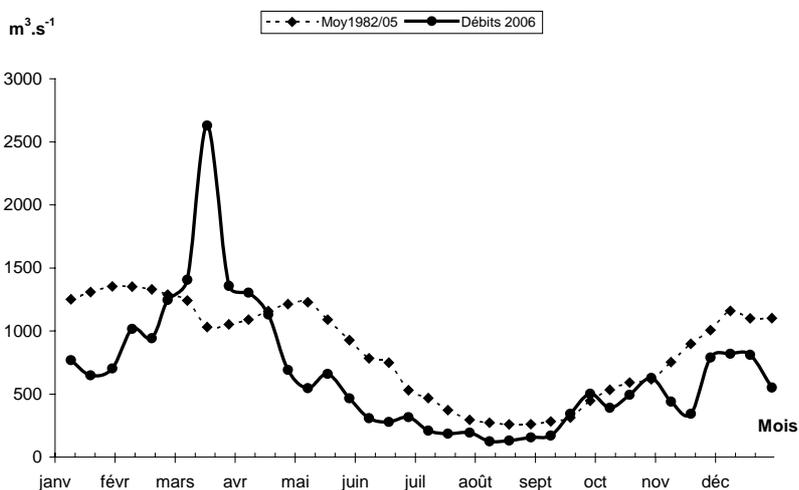
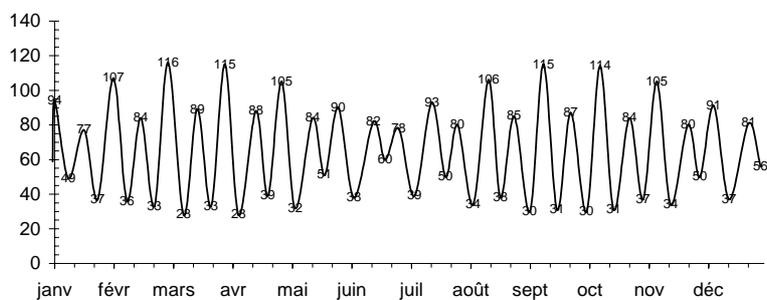


Figure 4-24 : Variations annuelles des turbidités moyennes au point E (PK 52) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2006

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

VI-6 POINT K PK 30 TURBIDITES								
ANNEE K2006								
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)
19-avr	S	0,200	0,566	0,366	0,428	1,406	60-54	1148
	F	0,343	1,797	1,454	1,099			
24-mai	S	0,287	2,128	1,841	1,010	2,661	74-79	612
	F	1,448	3,649	2,201	2,151			
08-juin	S	0,194	1,343	1,149	0,788	1,007	53-57	335
	F	0,572	1,754	1,182	1,331			
05-juil	S	0,275	0,610	0,335	0,435	0,825	39	194
	F	0,620	1,100	0,480	0,915			
30-août	S	0,559	1,664	1,105	0,865	20,433	64-59	157
	F	3,695	21,048	17,353	9,828			
23-sept	S	0,415	1,900	1,485	1,311	6,350	86	373
	F	1,140	8,250	7,110	3,670			
04-oct	S	0,355	1,380	1,025	0,904	20,345	62	530
	F	1,660	20,700	19,040	9,078			
16-nov	S	0,395	1,150	0,755	0,769	8,355	48-52	403
	F	1,430	8,750	7,320	4,158			
Mini S	S	0,194	0,566	0,335	0,428	0,825		
Mini F	F	0,343	1,100	0,480	0,915			
Maxi S	S	0,559	2,128	1,841	1,311	20,433		
Maxi F	F	3,695	21,048	19,040	9,828			

Coefficient 2006

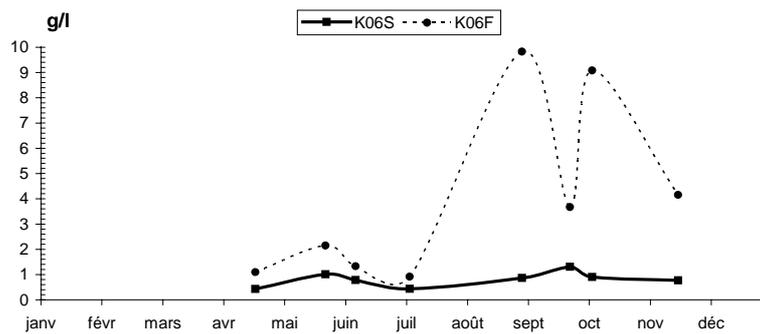
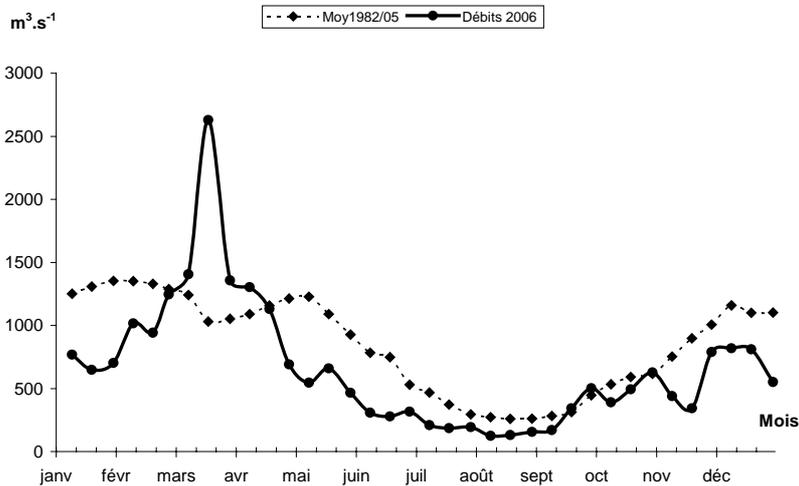
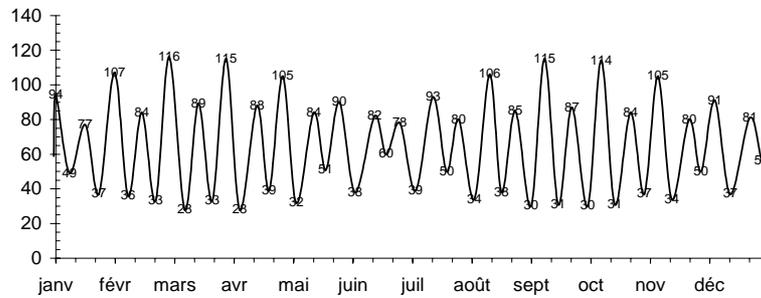


Figure 4-25 : Variations annuelles des turbidités moyennes au point K (PK 30) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2006

4.4.2. Variations spatiales

4.4.2.1. Variations longitudinales (Tableaux 4-8 à 4-10)

Les valeurs maximales sont relevées fin avril et fin mai au PK 67, fin Avril et début juin au PK52, fin mai et fin août au PK 30 :

au PK 67 : 1.199 g/l en surface et 5.917 g/l au fond

au PK 52 : 1.189 g/l en surface et 8.667 g/l au fond

au PK 30 : 2.128 g/l en surface et 21.048 g/l au fond

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

au PK 67 : 0,052 g/l en surface et 0,118 g/l au fond

au PK 52 : 0,150 g/l en surface et 0,230 g/l au fond

au PK 30 : 0,194 g/l en surface et 0,343 g/l au fond

4.4.2.2. variations verticales (Tableaux 4-8 à 4-10)

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

au Point F : de 0.136 g/l (29 août) à 5.544 g/l (18 avril)

au Point E : de 0,451 g/l (31 août) à 8.313 g/l (20 Avril)

au Point K : de 0.825 g/l (05 juil) à 20.433 g/l (30 août)

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

au Point F : de 0,045 g/l (04 juil) à 5.166 g/l (23 mai)

au Point E : de 0,147 g/l (31 août) à 8.407 g/l (20 avril)

au Point K : de 0,335 g/l (05 juil) à 19.040 g/l (04 octobre)

Par rapport à 2005, les valeurs des concentrations de 2006 sont en moyenne, supérieures du fait des crues du début de l'année, mais qui n'ont pu éjecter le bouchon vaseux qui, cette année encore, est remonté très en amont pendant la période d'étiage.

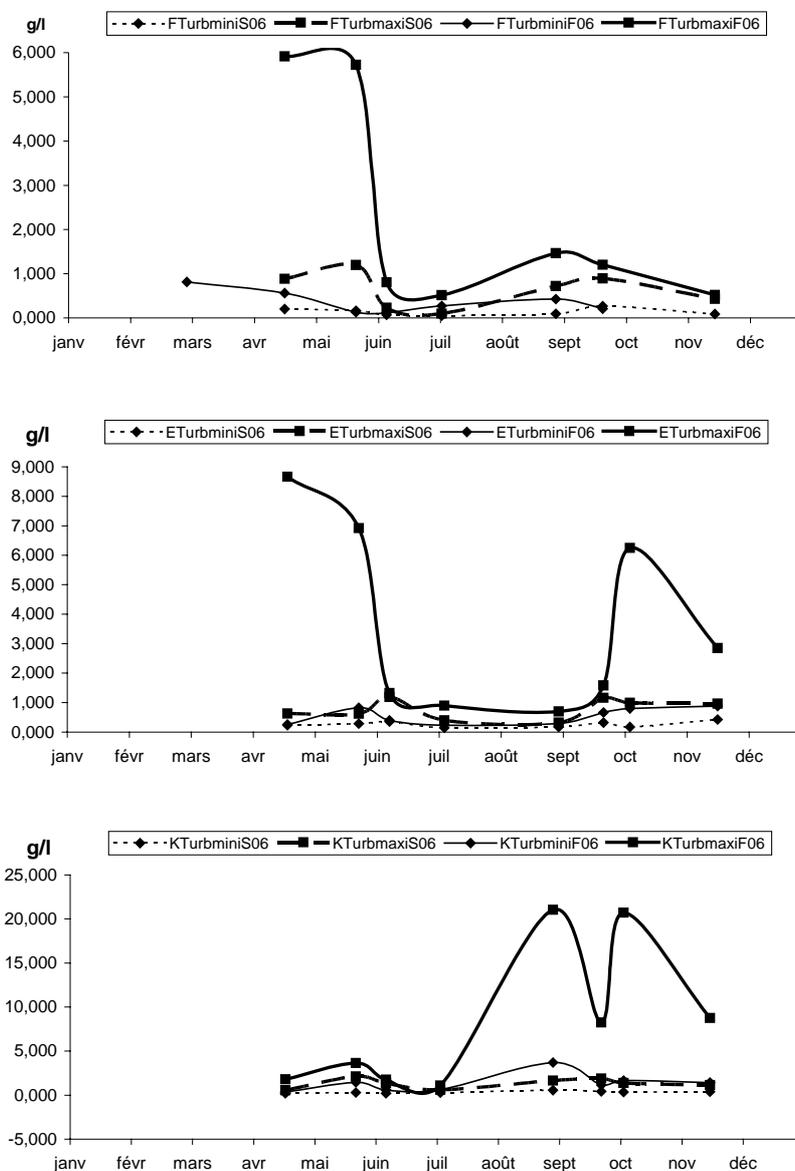


Figure 4-26 : Variations annuelles des turbidités minimales et maximales aux points F-E-K en 2006

Tableau 4-11 : Maximum et minimum de turbidité observés au cours des années 1978 à 2006

Point E -PK 52- SURFACE

Année	g/l	Date	Débits (*)	Coefficients	Vitesses max de courant (cm.s ⁻¹)	
1978	mini.	0,056	30-août	177	43-47	95
	maxi.	1,260	21-juin	840	91-96	165
1979	mini.	0,040	07-juin	1814	52-56	115
	maxi.	2,420	13-mars	685	73-77	155
1980	mini.	0,060	13-févr	1580	44-48	-85
	maxi.	1,900	18-juin	400	72-67	160
1981	mini.	0,050	12-août	263	41-44	70
	maxi.	2,470	22-avr	1276	85-84	180
1982	mini.	0,079	07-juil	372	72-73	160
	maxi.	1,682	17-mars	1548	55-49	170
1983	mini.	0,064	20-juil	442	54-52	115
	maxi.	1,220	30-nov	452	56-59	85
1984	mini.	0,152	08-août	275	49-50	85
	maxi.	2,424	08-mars	1371	79-75	133
1985	mini.	0,080	25-sept	260	41-47	-70
	maxi.	1,800	13-mars	1422	80-71	150
1986	mini.	0,072	14-mai	2146	62-58	90
	maxi.	1,760	19-nov	386	79-76	120
1987	mini.	0,108	19-août	438	33	70
	maxi.	1,780	28-janv	1034	73-66	160
1988	mini.	0,087	27-avr	1301	36-40	-75
	maxi.	1,700	24-août	327	36-40	108
1989	mini.	0,120	11-juil	205	54-50	97
	maxi.	1,902	12-avr	1030	64-56	145
1990	mini.	0,097	04-juil	487	43-44	90
	maxi.	1,768	14-nov	918	60-64	55
1991	mini.	0,037	05-juin	695	51-49	0,104
	maxi.	1,216	13-mars	838	41-47	98
1992	mini.	0,049	05-nov	1790	37-40	-78
	maxi.	1,334	09-juil	1410	57-54	94
1993	mini.	0,128	09-sept	325	51-45	Etale PM
	maxi.	1,380	04-nov	947	75-72	92
1994	mini.	0,081	07-juil	725	54-59	PM
	maxi.	0,878	10-nov	1885	66-59	120
1995	mini.	0,104	21-sept	285	39-44	Etale PM
	maxi.	0,660	13-avr	914	59-67	114
1996	mini.	0,122	25-juil	265	49-48	BM
	maxi.	1,055	10-oct	501	59-64	113
1997	mini.	0,141	16-avr	376	37-36	Etale PM
	maxi.	2,674	10-juil	485	72-69	148
1998	mini.	0,033	05-mars	626	79-70	-158
	maxi.	0,738	14-juil	268	89-87	155
1999	mini.	0,064	23-sept	397	55-62	+/-111
	maxi.	1,632	02-sept	230	82-76	143
2000	mini.	0,094	08-sept	307	31	82
	maxi.	1,209	29-sept	333	105-106	140
2001	mini.	0,072	31-août	236	50-55	106
	maxi.	0,829	04-juil	312	68-71	120
2002	mini.	0,078	17-sept	412	38-41	Etale BM
	maxi.	2,368	18-avr	692	73-68	178
2003	mini.	0,089	11-juil	173	61-65	116
	maxi.	1,965	12-sept	162	92-93	146
2004	mini.	0,082	27-juin	448	49-49	-108
	maxi.	0,212	06-nov	568	27-26	105
2005	mini.	0,126	15-juil	273	50-47	123
	maxi.	1,450	21-avr	961	48-45	157
2006	mini.	0,150	06-juil	202	40-41	111
	maxi.	1,189	09-juin	326	61-65	120

(*) Moyenne des 10 jours précédents.

Tableau 4-12 : Maximum et minimum de turbidité observés au cours des années 1978 à 2006

Point E-PK 52 FOND

Année		g/l	Date	Débits (*)	Coefficients	Vitesses max de courant (cm.s ⁻¹)
1978	mini.	0,136	29-août	177	43-47	90
	maxi.	3,340	18-juil	524	76-82	120
1979	mini.	0,080	06-juin	1814	52-56	95
	maxi.	5,470	12-mars	685	73-77	130
1980	mini.	0,090	12-févr	1580	44-48	-65
	maxi.	2,860	22-avr	480	48-43	110
1981	mini.	0,058	11-août	263	41-44	75
	maxi.	38,810	07-juil	327	66-62	105
1982	mini.	0,408	06-juil	372	72-73	150
	maxi.	40,980	10-août	249	75-72	90
1983	mini.	0,164	07-juin	1471	56-51	-100
	maxi.	41,960	21-juin	838	63-65	-100
1984	mini.	0,324	07-août	275	49-50	85
	maxi.	31,310	10-janv	686	51-48	135
1985	mini.	0,102	24-sept	260	41-47	-55
	maxi.	7,168	12-mars	1422	80-71	145
1986	mini.	0,124	13-mai	2146	62-58	65
	maxi.	3,090	26-août	222	57-51	70
1987	mini.	0,174	18-août	438	33	50
	maxi.	8,250	19-mai	700	58-54	110
1988	mini.	0,145	26-avr	1301	36-40	-55
	maxi.	3,580	23-août	327	36-40	95
1989	mini.	0,164	10-juil	205	54-50	80
	maxi.	9,574	14-mars	1340	50-42	108
1990	mini.	0,190	03-juil	487	43-44	90
	maxi.	5,940	03-avr	474	40	82
1991	mini.	0,060	04-juin	695	51-49	86
	maxi.	3,178	13-nov	308	44-40	-79
1992	mini.	0,082	24-juin	1657	46-46	-78
	maxi.	9,956	23-avr	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
2002	mini.	0,292	16-sept	412	38-41	PM
	maxi.	9,111	17-avr	692	73-68	-59
2003	mini.	0,160	10-juil	173	61-65	85
	maxi.	7,398	13-nov	286	65-60	85
2004	mini.	0,242	26-juin	448	49-49	88
	maxi.	0,523	21-oct	368	42-41	76
2005	mini.	0,118	29-sept	322	44-51	85
	maxi.	2,350	20-avr	961	48-45	108

(*) 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 0,35 ml/l (29 août) et 0.65 ml/l (23 mai)
au fond entre 0,26 ml/l (21 sept) et 0.76 ml/l (18 avril)

Au Point E PK 52 (Tableau 4-14)

en surface entre 0,12 ml/l (09 juin) et 0.75 ml/l (22 sept)
au fond entre 0,20 ml/l (25 mai) et 0.52 ml/l (06 juillet)

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

en surface entre 0,19 ml/l (24 mai) et 1.22 ml/l (23 sept)
au fond entre 0,10 ml/l (24 mai) et 1.20 ml/l (08 juin)

4.5.1.2. Variations annuelles

Point F-PK 67 (Figures 4-27 et 4-28)

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

en surface : +0,32 ml/l (+5.88 %) le 04 juil et 1.02 ml/l (14.47 %) le 18 avril.
au fond : +0,24 ml/l (+4.35 %) le 04 juil et 0.97 ml/l (12.37 %) le 18 avril.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées :

le 18 avril en surface : 6.02 ml/l (85.53 %) (Qfl : 1164 m³.s⁻¹ - coef. 71-66)
le 18 avril au fond : 6.03 ml/l (86.18 %) (Qfl : 1164 m³.s⁻¹ - coef. 71-66)

Les déficits moyens correspondants:

en surface : 1.02 ml/l (14.47 %)
au fond : 0.97 ml/l (13.82 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 29 août en surface : 4,97 ml/l (88.64 %) (Qfl : 156 m³.s⁻¹ - coef. 73-69)
le 29 août au fond : 4,89 ml/l (87.57 %) (Qfl : 156 m³.s⁻¹ - coef. 73-69)

Les déficits moyens correspondants :

en surface : 0.64 ml/l (11.36 %)
au fond : 0.70 ml/l (12.43 %)

Les déficits minimum de l'année ont été relevés :

le 04 juil en surface : 0,15 ml/l (2.68 %) (Qfl : 191 m³.s⁻¹ - coef. 41.40)

le 07 juin au fond : 0.07 ml/l (1.21 %) (Qfl : 354 m³.s⁻¹ - coef. 46-50)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 18 avril en surface : 1,21 ml/l (16.88 %) (Qfl : 1164 m³.s⁻¹ - coef. 71-66)

le 18 avril au fond : 1.35 ml/l (18.84 %) (Qfl : 1164 m³.s⁻¹ - coef. 71-66)

Les valeurs moyennes de l'année 2005 au point F évoluaient autour de 92.87 % du taux de saturation (5.57 ml.l). En 2006 les valeurs moyennes évoluent autour de 89.57% (5.43ml/l) soit -3.30 %. Le déficit moyen annuel est évalué à 0.65 ml/l (10.43 %) alors qu'en 2005, il était évalué à 0.45 ml/l (7.13 %). (Tableaux 4-10 et 4-13)

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

VI-13 - OXYGENE DISSOUS														
POINT F PK 67														
ANNEE F 2006														
DATES		TAUX DE SATURATION ml/l	MOY DE LA MAREE		DEFICIT						ECART MAXI TRANCHE D'EAU		COEFFICIENT	Qfl: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents)
			ml/l	%	Moyen ml/l	%	Minimum ml/l	%	Maximum ml/l	%	ml/l	%		
18-avr	S	7,04	6,02	85,53	1,02	14,47%	0,84	12,05%	1,21	16,88%	0,14	3,52	71-66	1164
	F	7,00	6,03	86,18	0,97	13,82%	0,58	8,53%	1,35	18,84%				
23-mai	S	6,26	5,45	87,12	0,81	12,88%	0,50	8,19%	1,15	18,14%	0,14	2,23	64-69	634
	F	6,24	5,39	86,39	0,85	13,61%	0,49	8,05%	1,15	18,07%				
07-juin	S	6,02	5,53	91,88	0,49	8,12%	0,18	3,00%	0,73	11,99%	0,11	2,06	46-50	354
	F	6,00	5,57	92,84	0,43	7,16%	0,07	1,21%	0,68	11,14%				
04-juil	S	5,48	5,15	94,12	0,32	5,88%	0,15	2,68%	0,51	9,13%	0,21	4,89	41-40	191
	F	5,46	5,22	95,65	0,24	4,35%	0,13	2,31%	0,43	7,69%				
29-août	S	5,61	4,97	88,64	0,64	11,36%	0,52	9,26%	0,87	15,40%	0,20	2,64	73-69	156
	F	5,59	4,89	87,57	0,70	12,43%	0,57	10,41%	0,86	15,25%				
21-sept	S	5,63	5,03	89,42	0,60	10,58%	0,36	6,43%	0,91	15,82%	0,18	4,20	78	344
	F	5,60	5,06	90,46	0,54	9,54%	0,40	7,22%	0,66	11,62%				
03-oct	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43-52	519
	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
15-nov	S	6,65	5,89	88,46	0,77	11,54%	0,51	7,63%	0,95	14,23%	0,14	2,27	40-43	410
	F	6,52	5,85	89,74	0,67	10,26%	0,45	6,93%	0,84	12,86%				
Moyennes	S	6,10	5,43	89,31	0,66	10,69%	0,44	7,04%	0,90	14,51%				
	F	6,06	5,43	89,83	0,63	10,17%	0,38	6,38%	0,85	13,64%				
	G	6,08	5,43	89,57	0,65	10,43%	0,41	6,71%	0,88	14,08%				

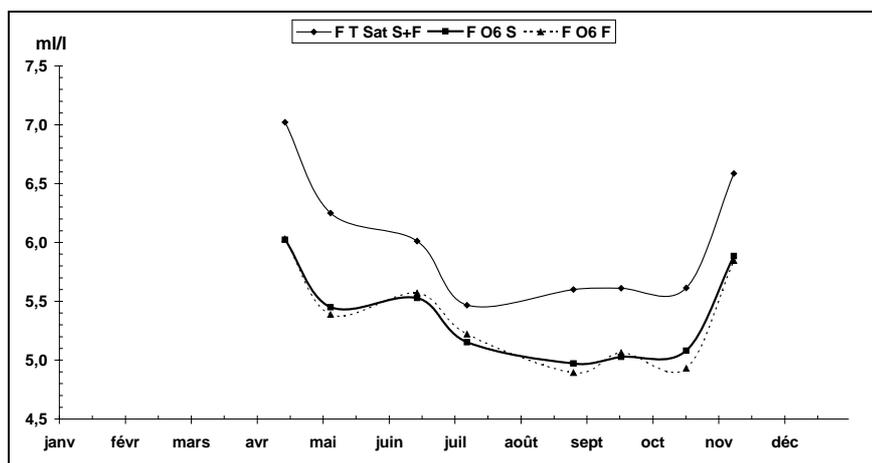


Figure 4-27 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml.l⁻¹ au Point F (PK 67) en 2006

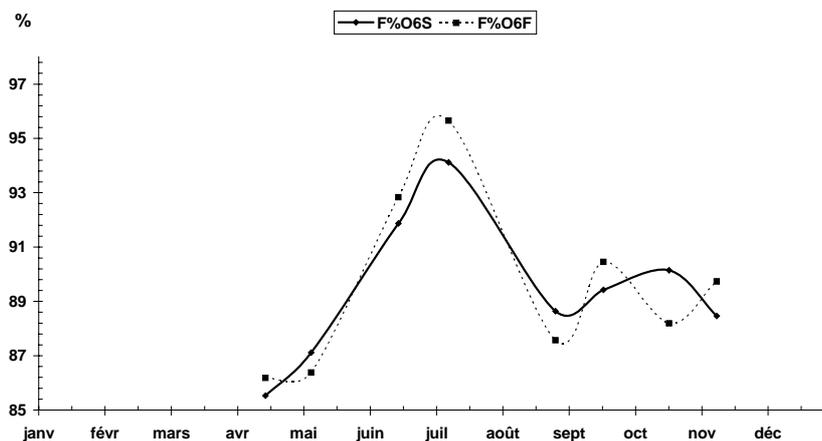


Figure 4-28 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % au Point F (PK 67) en 2006

Au Point E-PK 52 (Figures 4-29 et 4-30)

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

en surface : 0.41 ml/l (6.83 %) le 09 juin et 1,35 ml/l (22.11 %) le 05 octobre.

au fond : 0.49 ml/l (8.18 %) le 09 juin et 1,46 ml/l (24.04 %) le 05 octobre.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées

le 20 avril en surface : 6.22 ml/l (87.70 %) (Qfl : 1134 m³.s⁻¹ - coef. 48-43)

le 20 avril au fond : 6.22 ml/l (87.65 %) (Qfl : 1134 m³.s⁻¹ - coef. 48-43)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de:

en surface : 0.87 ml/l (12.30 %)

au fond : 0.88 ml/l (12.35 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 05 oct en surface : 4,74 ml/l (77.89 %) (Qfl : 533 m³.s⁻¹ - coef. 81)

le 05 oct au fond : 4.60 ml/l (75.96 %) (Qfl : 533 m³.s⁻¹ - coef. 81)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 1.35 ml/l (22.11 %)

au fond : 1.46 ml/l (24.04 %)

Les déficits minimum de l'année ont été observés :

le 06 juil en surface : 0,21 ml/l 3.90 %) (Qfl : 202 m³.s⁻¹ - coef. 40-41)

le 06 juil au fond : 0.23 ml/l 4.14 %) (Qfl : 202 m³.s⁻¹ - coef. 40-41)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 05 oct en surface : 1,58 ml/l (25.31 %) (Qfl : 533 m³.s⁻¹ - coef. 81)

le 05 oct au fond : 1.69 ml/l (27.20 %) (Qfl : 533 m³.s⁻¹ - coef. 81)

Les valeurs moyennes de l'année 2005 au point E évoluaient autour de 86.91 % du taux de saturation (5.35ml.l). En 2006 les valeurs moyennes évoluent favorablement, autour de 86.80 % (5.36 ml/l). Le déficit moyen annuel est évalué à 0.82 ml/l (13.20 %) alors qu'en 2005 il était évalué à 0.82 ml/l (13.09 %). (**Tableau 4-14**)

Tableau 4-14 Oxygène dissous au point E PK 52

VI-14 - OXYGENE DISSOUS														
POINT E PK 52														
ANNEE E 2006														
DATES		TAUX DE SATURATION ml/l	MOY DE LA MAREE		Moyen		DEFICIT		Maximum		ECART MAXI FRANCHE D'EAU		COEFFICIENT	Qli: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents)
			ml/l	%	ml/l	%	ml/l	%	ml/l	%	ml/l	%		
20-avr	S	7,09	6,22	87,70	0,87	12,30%	0,70	9,85%	1,10	15,75%	0,31	4,37	48-43	1134
	F	7,09	6,22	87,65	0,88	12,35%	0,80	11,25%	1,03	14,50%				
25-mai	S	6,40	5,55	86,67	0,85	13,33%	0,53	8,46%	1,00	15,64%	0,38	6,92	83-86	589
	F	6,41	5,39	84,12	1,02	15,88%	0,94	14,60%	1,15	17,84%				
09-juin	S	5,98	5,58	93,17	0,41	6,83%	0,36	5,95%	0,48	7,98%	0,14	4,50	61-65	326
	F	6,03	5,54	91,82	0,49	8,18%	0,39	6,36%	0,63	10,61%				
06-juil	S	5,54	5,02	90,55	0,53	9,45%	0,21	3,90%	0,79	13,88%	0,18	1,27	40-41	202
	F	5,59	5,03	90,05	0,56	9,95%	0,23	4,14%	0,75	13,37%				
31-août	S	5,75	5,10	88,58	0,66	11,42%	0,48	8,34%	0,82	14,16%	0,26	6,73	54-48	156
	F	5,83	5,07	86,92	0,76	13,08%	0,68	11,77%	0,89	15,08%				
22-sept	S	5,75	4,98	86,73	0,77	13,27%	0,38	6,75%	1,13	19,15%	0,22	4,74	83-85	360
	F	5,75	5,00	86,97	0,75	13,03%	0,61	10,76%	0,84	14,41%				
05-oct	S	6,08	4,74	77,89	1,35	22,11%	1,13	18,69%	1,58	25,31%	0,20	2,96	81	533
	F	6,06	4,60	75,96	1,46	24,04%	1,25	20,64%	1,69	27,20%				
17-nov	S	6,80	5,88	86,42	0,92	13,58%	0,83	12,26%	1,01	14,60%	0,09	2,32	56-60	406
	F	6,77	5,94	87,66	0,84	12,34%	0,73	10,90%	0,98	14,17%				
Moyennes	S	6,18	5,38	87,21	0,79	12,79%	0,58	9,28%	0,99	15,81%				
	F	6,19	5,35	86,40	0,84	13,60%	0,70	11,30%	1,00	15,90%				
	G	6,18	5,36	86,80	0,82	13,20%	0,64	10,29%	0,99	15,85%				

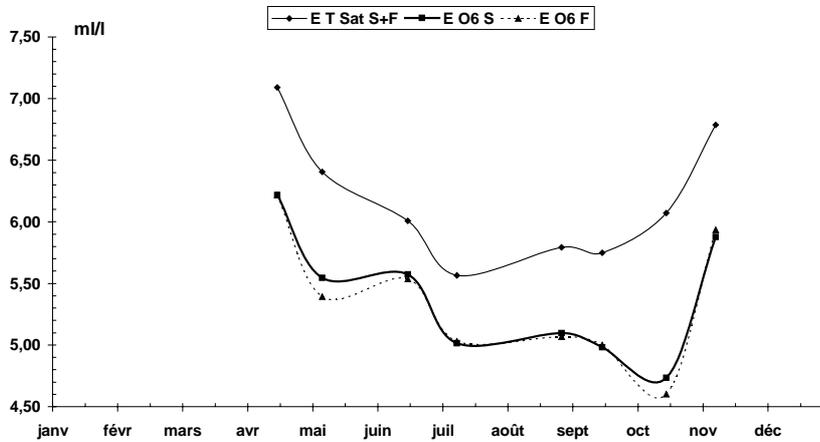


Figure 4-29 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml.l⁻¹ au Point E (PK 52) en 2006

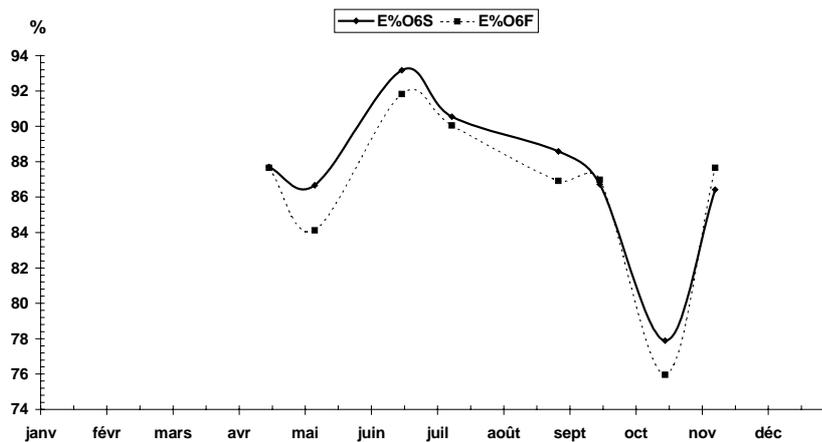


Figure 4-30 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % au Point E (PK 52) en 2006

Point K-PK 30 (Figures 4-31 et 4-32)

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

en surface : 0.79 ml/l (10.65 %) le 19 avril et 1.58 ml/l (24.78 %) le 04 oct.
 au fond : 0.76 ml/l (11.82 %) le 08 juin et 1.76 ml/l (27.58 %) le 04 oct.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées

le 19 avril en surface : 6.63 ml/l (89.35 %) (Qfl : 1148 m³.s⁻¹ - coef. 60-54)
 le 19 avril au fond : 6.57 ml/l (87.98 %) (Qfl : 1148 m³.s⁻¹ - coef. 60-54)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de:

en surface : 0.79 ml/l (10.65 %)
 au fond : 0.90 ml/l (12.02 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 05 juil en surface : 4,41 ml/l (76.80 %) (Qfl : 194 m³.s⁻¹ - coef. 39)
 le 23 sept au fond : 4.43 ml/l (73.46 %) (Qfl : 373 m³.s⁻¹ - coef. 86)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 1.34 ml/l (23.20 %)
 au fond : 1.60 ml/l (26.54 %)

Les déficits minimum de l'année ont été observés :

le 19 avril en surface : 0.50 ml/l (6.68 %) (Qfl : 1148 m³.s⁻¹ - coef. 60-54)
 le 08 juin au fond : 0.0.9 ml/l (1.47 %) (Qfl : 335 m³.s⁻¹ - coef. 53-57)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 23 sept en surface : 2.18 ml/l (35.76 %) (Qfl : 373 m³.s⁻¹ - coef. 86)
 le 04 oct au fond : 2.03 ml/l (32.18 %) (Qfl : 530 m³.s⁻¹ - coef. 62)

Les valeurs moyennes de l'année 2005 au point K évoluaient autour de 80.79 % du taux de saturation (5.23 ml/l). En 2006 les valeurs moyennes évoluent autour de 80.73 % (5.24 ml/l). Le déficit moyen annuel est évalué à 1.22 ml/l (19.27 %) alors qu'en 2005 il était évalué à 1.24 ml/l (19.21 %). (**Tableaux 4-15 et 4-17**)

La comparaison des années 2005 et 2006, dites sèches, met en évidence des oxygénations relativement élevées, car le bouchon vaseux est beaucoup plus en amont que les années précédentes.

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

VI-15 - OXYGENE DISSOUS														
POINT K PK 30														
ANNEE K 2006														
DATES		TAUX DE SATURATION ml/l		MOYEN DE LA MAREE ml/l %		Moyen ml/l %		DEFICIT Minimum ml/l %		Maximum ml/l %		ECART MAXI TRANCHE D'EAU ml/l %		Q01: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents)
													COEFFICIENT	
19-avr	S	7,42	6,63	89,35	0,79	10,65%	0,50	6,68%	1,03	13,84%	0,17	3,49	60-54	1148
	F	7,46	6,57	87,98	0,90	12,02%	0,77	10,18%	1,01	13,73%				
24-mai	S	6,59	5,45	82,70	1,14	17,30%	1,07	16,27%	1,25	18,94%	0,29	4,78	74-79	612
	F	6,60	5,25	79,48	1,36	20,52%	1,29	19,75%	1,39	21,05%				
08-juin	S	6,28	5,40	85,04	0,88	14,96%	0,72	11,43%	1,17	18,66%	0,63	10,08	53-57	335
	F	6,29	5,53	88,18	0,76	11,82%	0,09	1,47%	1,29	20,41%				
05-juil	S	5,75	4,41	76,80	1,34	23,20%	1,06	18,63%	1,90	32,76%	0,21	3,62	39	194
	F	5,75	4,46	77,62	1,29	22,38%	1,00	17,54%	1,69	29,14%				
30-août	S	6,04	4,74	78,45	1,30	21,55%	1,17	19,35%	1,40	23,45%	0,44	7,27	64-59	157
	F	6,05	4,51	74,46	1,55	25,54%	1,27	21,11%	1,81	29,64%				
23-sept	S	6,03	4,61	76,41	1,43	23,59%	0,96	16,16%	2,18	35,76%	0,54	8,83	86	373
	F	6,03	4,43	73,46	1,60	26,54%	1,46	24,24%	1,77	28,99%				
04-oct	S	6,35	4,77	75,22	1,58	24,78%	1,06	16,95%	2,09	32,13%	0,43	6,87	62	530
	F	6,36	4,60	72,42	1,76	27,58%	1,49	23,82%	2,03	32,18%				
16-nov	S	7,18	6,25	87,01	0,93	12,99%	0,75	10,70%	1,22	16,71%	0,23	3,03	48-52	403
	F	7,18	6,25	87,15	0,92	12,85%	0,79	11,17%	1,05	14,64%				
Moyennes	S	6,46	5,28	81,37	1,17	18,63%	0,91	14,52%	1,53	24,03%				
	F	6,47	5,20	80,09	1,27	19,91%	1,02	16,16%	1,51	23,72%				
	G	6,46	5,24	80,73	1,22	19,27%	0,97	15,34%	1,52	23,88%				

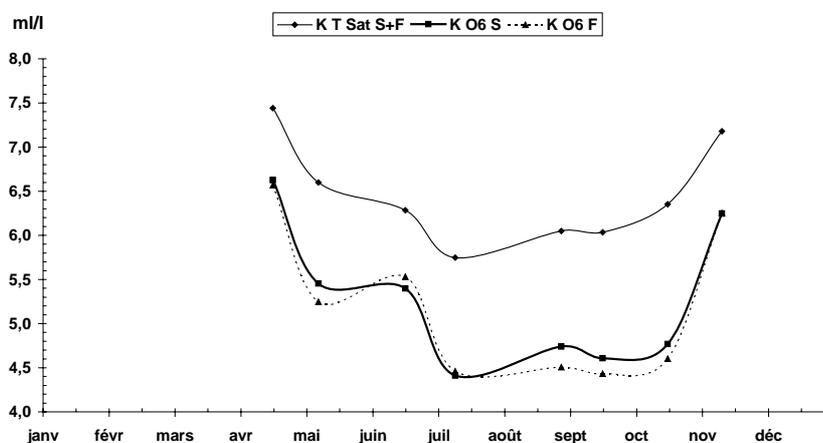


Figure 4-31 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml.l¹ au Point K (PK 30) en 2006

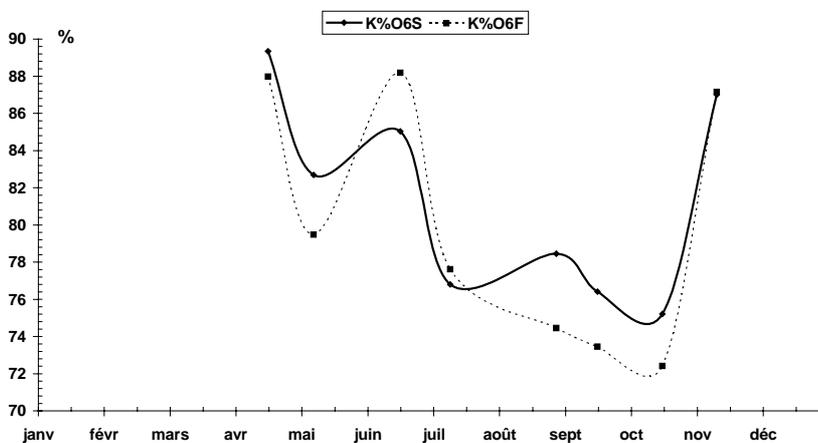


Figure 4-32 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % au Point K (PK 30) en 2006

4.5.1.3. Variations pluriannuelles

Tableau 4-7 : 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 : m/l	Intervalle de confiance	n-1
Point F	1992	62	1,110	0,0582	0,275
	1993	60	1,238	0,0610	0,284
	1994	64	1,107	0,0790	0,380
	1995	64	0,800	0,0645	0,310
	1996	64	0,937	0,0634	0,305
	1997	64	0,990	0,0355	0,171
	1998	64	0,873	0,0507	0,243
	1999	64	1,040	0,0534	0,256
	2000	64	1,201	0,0560	0,268
	2001	64	0,997	0,0617	0,295
	2002	64	1,010	0,0619	0,296
	2003	64	0,842	0,0752	0,360
	2004	64	0,786	0,1045	0,496
	2005	64	0,448	0,0842	0,400
	2006	58	0,584	0,0690	0,330
Point E	1978	124	0,499	0,1766	1,186
	1979	157	0,420	0,0611	0,463
	1980	163	0,496	0,0599	0,462
	1981	168	0,820	0,0526	0,412
	1982	162	0,843	0,0499	0,384
	1983	168	1,165	0,0444	0,348
	1984	100	1,337	0,0461	0,278
	1985	90	1,312	0,0599	0,342
	1986	90	1,175	0,0536	0,306
	1987	90	1,301	0,0554	0,316
	1988	90	1,362	0,0496	0,283
	1989	90	1,254	0,0782	0,446
	1990	86	1,186	0,0513	0,286
	1991	88	1,199	0,0531	0,300
	1992	64	1,259	0,0630	0,303
	1993	64	1,420	0,0535	0,257
	1994	64	1,097	0,1081	0,520
	1995	64	1,000	0,0730	0,351
	1996	64	1,047	0,0552	0,266
	1997	64	1,064	0,0435	0,209
1998	64	1,147	0,0573	0,274	
1999	64	1,154	0,0558	0,267	
2000	64	1,456	0,0598	0,286	
2001	64	0,939	0,0845	0,405	
2002	64	1,170	0,0687	0,329	
2003	64	1,111	0,0851	0,408	
2004	64	1,039	0,0836	0,397	
2005	64	0,817	0,0670	0,318	
2006	64	0,819	0,0655	0,314	

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 4-8 : Moyenne des déficits annuels aux points J (PK 52) et K (PK 30) Intervalle de confiance Tn-1

	ANNEE	Nombre de valeurs	Moyenne des déficits annuels : ml/l	Intervalle de confiance	n-1
Point J	1984	86	1,387	0,0698	0,390
	1985	90	1,294	0,0397	0,227
	1986	90	1,025	0,0576	0,329
	1987	90	1,470	0,0631	0,360
	1988	90	1,518	0,0503	0,287
	1989	90	1,422	0,0751	0,428
	1990	90	1,328	0,0524	0,299
	1991	88	1,338	0,0597	0,337
Point K	1984	90	1,511	0,0678	0,387
	1985	90	1,419	0,0708	0,474
	1986	90	1,241	0,0736	0,420
	1987	90	1,800	0,0790	0,451
	1988	90	1,361	0,0710	0,405
	1989	90	1,517	0,0644	0,368
	1990	90	1,628	0,0634	0,362
	1991	88	1,600	0,0620	0,350
	1992	64	1,592	0,0850	0,409
	1993	64	1,896	0,0746	0,359
	1994	64	1,132	0,1556	0,749
	1995	64	1,470	0,1522	0,732
	1996	64	1,553	0,0645	0,310
	1997	64	1,674	0,0658	0,317
	1998	64	1,516	0,0580	0,277
	1999	64	1,539	0,0642	0,307
	2000	64	1,709	0,0711	0,340
	2001	64	1,119	0,1103	0,528
2002	64	1,710	0,0509	0,244	
2003	64	1,605	0,0927	0,444	
2004	64	1,542	0,1229	0,584	
2005	64	1,242	0,0682	0,324	
2006	64	1,219	0,0834	0,399	

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 (Tableaux 4-13 à 4-15)

La moyenne des teneurs annuelles 2006 est de :

En surface :

Au Point F :

5.43 ml/l (89.31 %) pour une valeur de saturation de 6.10 ml/l, d'où un déficit de 0.66 ml/l (10.69 %).

Au Point E :

5.38 ml/l (87.21 %) pour une valeur de saturation de 6,18 ml/l, d'où un déficit de 0.79 ml/l (12.79 %)

Au Point K:

5.28 ml/l (81.37 %) pour une valeur de saturation de 6,46 ml/l, d'où un déficit de 1,17 ml/l (18.63 %).

Au fond :

Au point F :

5,43 ml/l (89.83 %) pour une valeur de saturation de 6.06 ml/l, d'où un déficit de 0.63 ml/l (10.17 %)

Au point E :

5,35 ml/l (86.40 %) pour une valeur de saturation de 6,19 ml/l, d'où un déficit de 0.84 ml/l (13.60 %)

Au Point K :

5.20 ml/l (80.09 %) pour une valeur de saturation de 6,47 ml/l, d'où un déficit de 1,27 ml/l (19.91 %)

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

Au Point F :

entre +0,28 ml/l (5.11 %) le 04 juil. et 1.00 ml/l (14.14 %) le 18 avril.

Au Point E :

entre 0.45 ml/l (7.50 %) le 09 juin. et 1,40 ml/l (23.07 %) le 05 octobre.

Au Point K :

entre 0.82 ml/l (13.39 %) le 08 juin. et 1.67 ml/l (26.18 %) le 04 octobre.

Pour l'année 2006 la comparaison des déficits aux trois points est représentée sur la **Figure 4-36..**

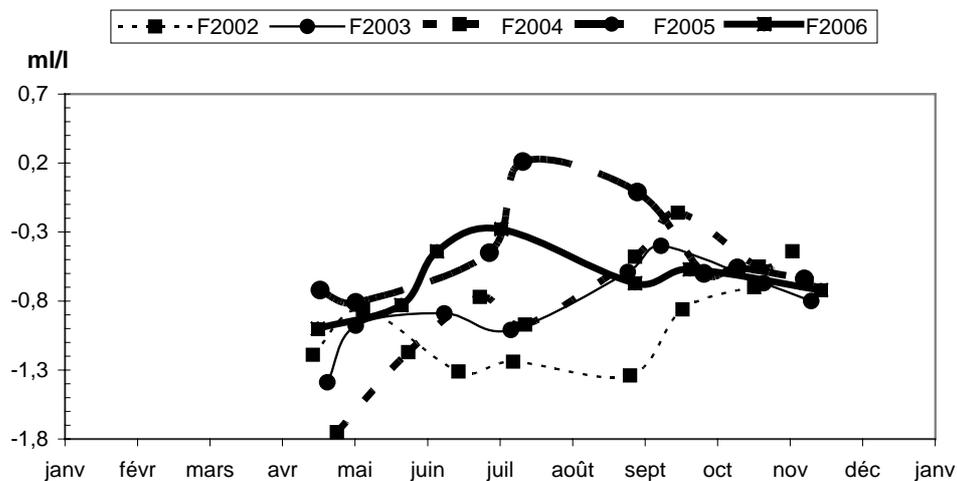


Figure 4-33 : Variations annuelles du déficit en oxygène dissous au Point F (PK 67) (Valeurs moyennes) de 2002 à 2006

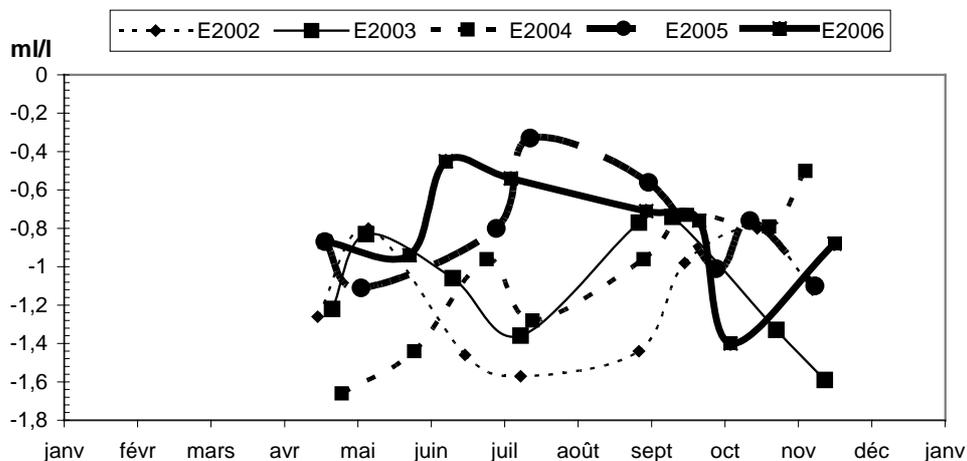


Figure 4-34 : Variations annuelles du déficit en oxygène dissous au Point E (PK 52) (Valeurs moyennes) de 2002 à 2006

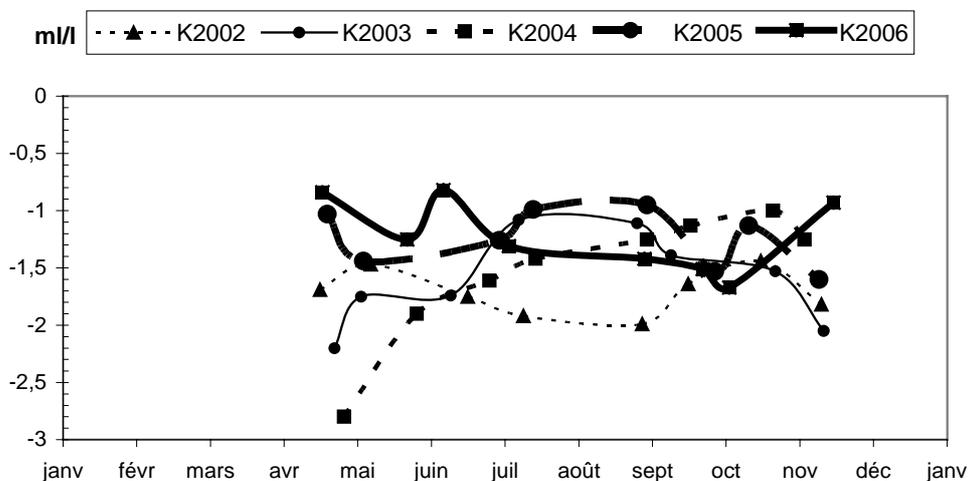


Figure 4-35 : Variations annuelles du déficit en oxygène dissous au Point K (PK 30) (Valeurs moyennes) de 2002 à 2006

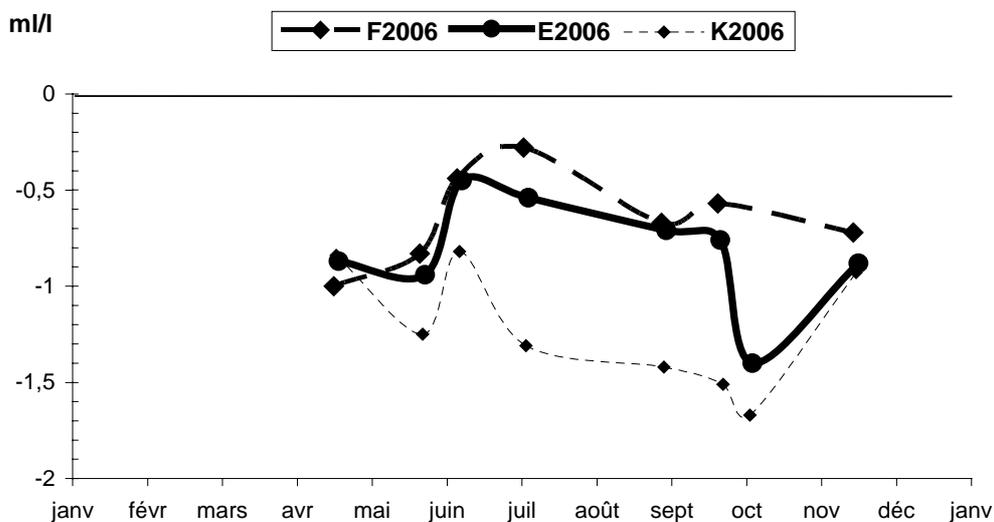


Figure 4-36 : Variations du déficit en oxygène dissous au Point F, E, et K (Valeurs moyennes) en 2006

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 0,11 ml/l (2.06 %) le 7 juin et 0,21 ml/l (4.89 %) le 04 juil. Cette dernière valeur a été observée à mi-flot et correspond à des eaux ayant une température de 19.80° C en surface et 19.29° C au fond, et de turbidité : 0,201 g/l en surface et 0.806 g/l au fond.

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

Entre 0,09 ml/l (2.32 %) le 17 nov et 0,38 ml/l (6.92 %) le 25 mai.. Cette dernière valeur a été observée à la pleine mer et correspond à des eaux ayant une température de 19.14° C en surface et 18.42°C au fond, et de turbidité : 0,328 g/l en surface et 1.321 g/l au fond.

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

Entre 0,17 ml/l (3.49 %) le 19 avril et 0,63 ml/l (10.08 %) le 08 juin. Cette dernière valeur a été observée à mi flot et correspond à des eaux ayant une température de 20.53° C en surface et 20.50°C au fond, et de turbidité : 1.117 g/l en surface et 1.754 g/l au fond.

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

4.6. Mesure électrochimique du pH

4.6.1. Variations annuelles

Le pH moyen relevé au cours de l'année 2006 a évolué :

Au point F (Figure 4-37)

en surface entre 7.91 (18 avril) et 8.12 (07 juin et le 04 juil)
au fond entre 7.89 (18 avril) et 8.11 (07 juin, le 04 juil et le 15 nov.)

Au point E (Figure 4-37)

en surface entre 7.92 (05 octobre) et 8.11 (06 juil.)
au fond entre 7.91 (25 mai) et 8.10 (06 juil. et le 17 nov.)

Au point K (Figure 4-37)

en surface entre 7.77 (19 avril et le 24 mai) et 8.08 (16 nov.)
au fond entre 7.80 (19 avril) et 8.04 (16 nov.)
Ces valeurs varient très peu sur la tranche d'eau.

Le pH augmente d'amont en aval, au fur et à mesure que la proportion d'eau marine devient plus importante.

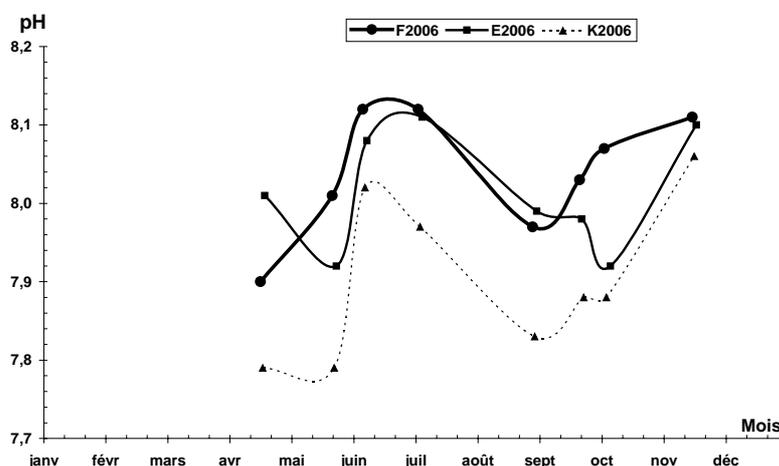


Figure 4-37 : Evolution du pH moyen (fond+surface) aux points FEK en 2006

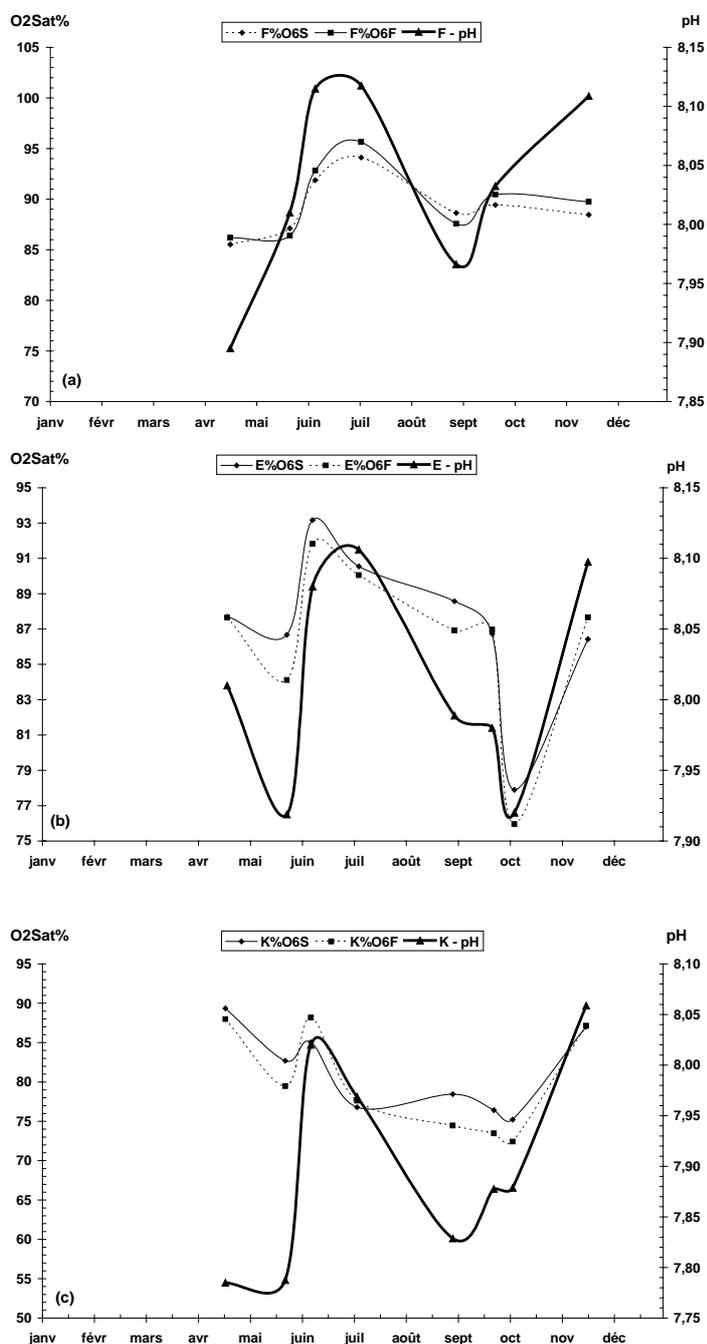


Figure 4-38 : Variations moyennes annuelles du pH (fond, surface) et du taux de saturation en oxygène au point F (a), E (b), K (c) en 2006

Il y a une bonne corrélation entre l'oxygène dissous et le pH aux stations aval. Ceci est moins net à la station K. Au cours de l'été, le pH diminue, alors que les salinités augmentent, car le taux de CO₂ croît du fait des décompositions organiques.

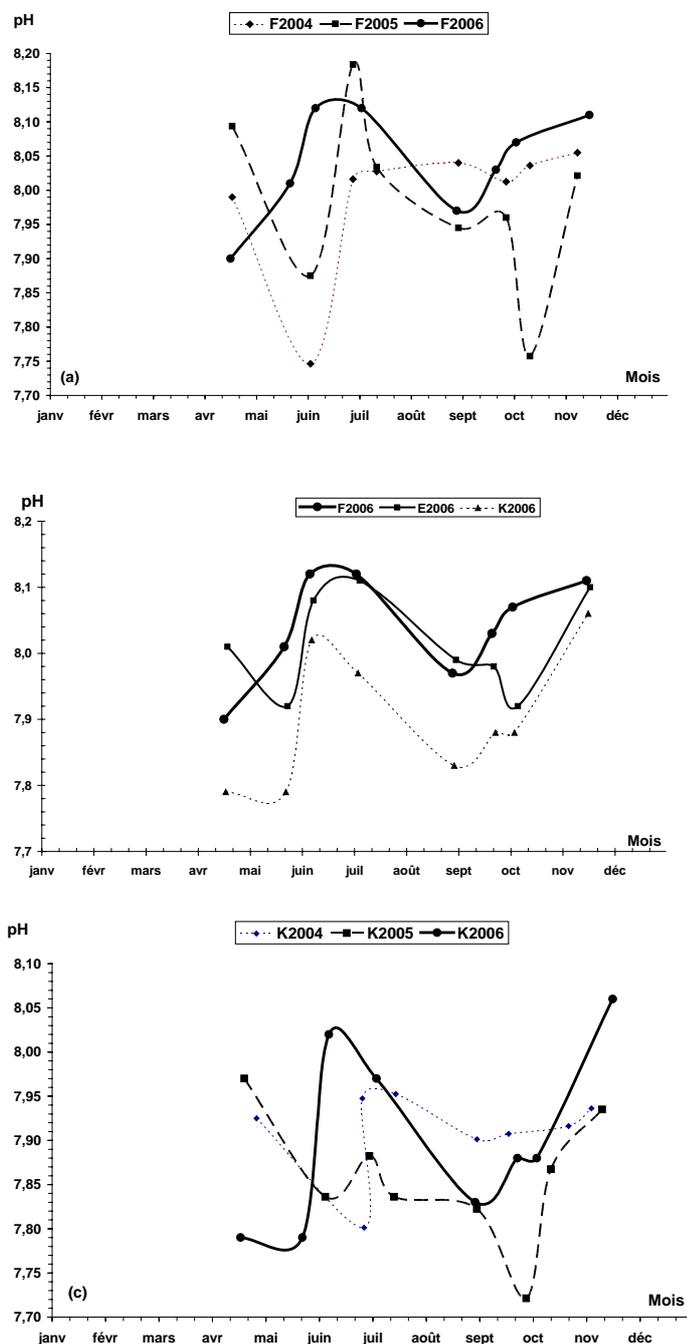


Figure 4-39 : Variations moyennes annuelles du pH aux points F (a), E (b), K (c) en 2004, 2005 et 2006

Si on compare les 3 années, on note que le pH est très sensible au débit fluvial. Une augmentation du débit fluvial (même minime), provoque une diminution du pH

5. Paramètres hydrobiologiques et contaminants chimiques

5.1. Carbone organique

L'article 29 de l'arrêté du 18 septembre 2003 autorisant Electricité de France à poursuivre les prélèvements d'eau et les rejets d'effluents liquides et gazeux pour l'exploitation du site nucléaire du Blayais, prévoit la quantification du carbone organique particulaire, tel que réalisé depuis 1992, et celle du carbone organique total. Compte tenu de la nature limoneuse des eaux de l'estuaire de la Gironde, il a été décidé²⁰ de réaliser le dosage du carbone organique dissous ; la teneur en carbone organique total est alors obtenue par sommation des fractions particulières et dissoutes.

5.1.1. Carbone organique particulaire

5.1.1.1. Variations saisonnières

5.1.1.1.1 Concentrations brutes

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 (**Figures 5-1 et 5-2**).

²⁰ Réunion annuelle de suivi du 18 décembre 2003 au CNPE du Blayais

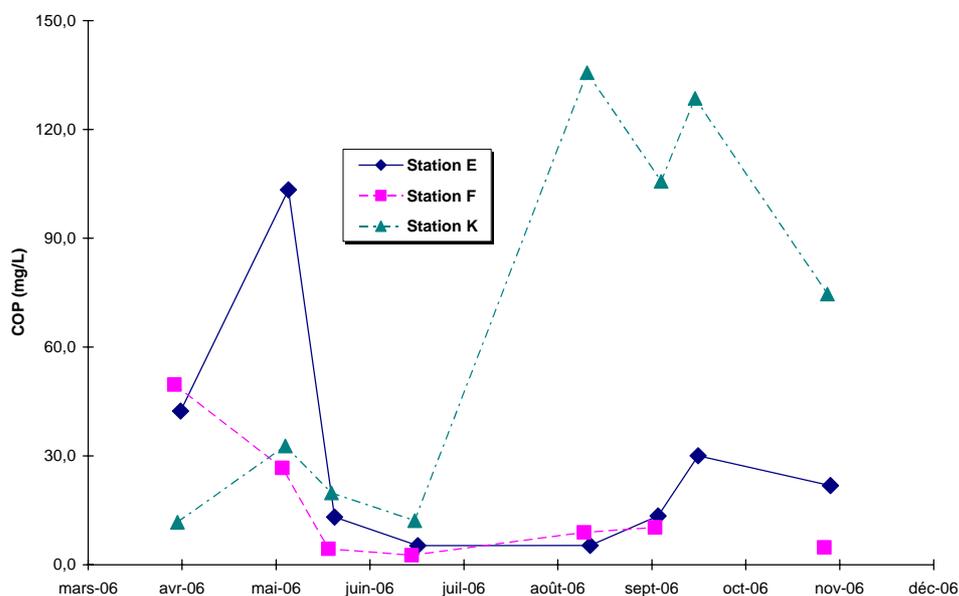


Figure 5-1 : Variations saisonnières des teneurs en carbone organique particulaire, moyenne par station et mission

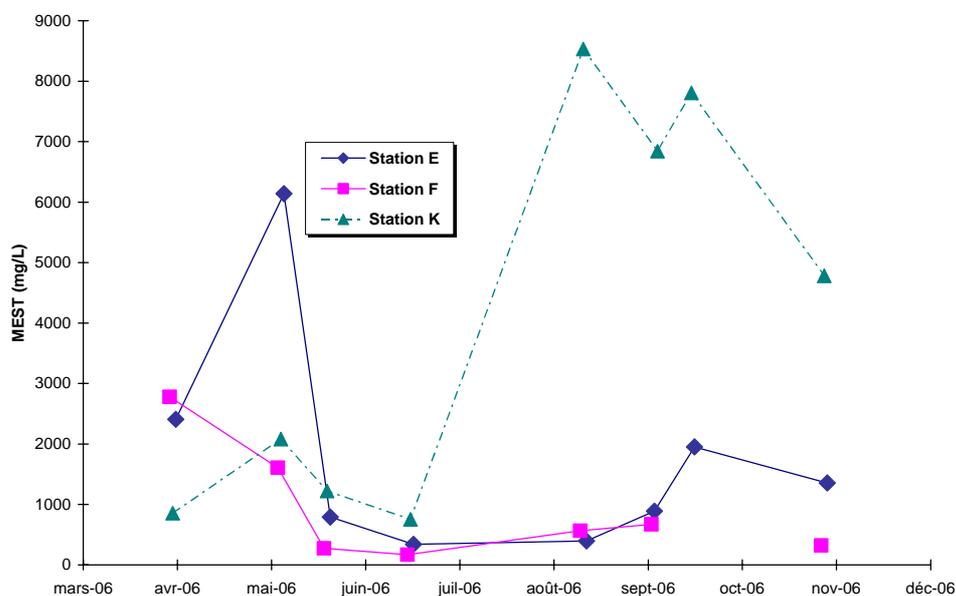


Figure 5-2 : Variations saisonnières des teneurs en matières en suspension, moyenne par station et mission

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

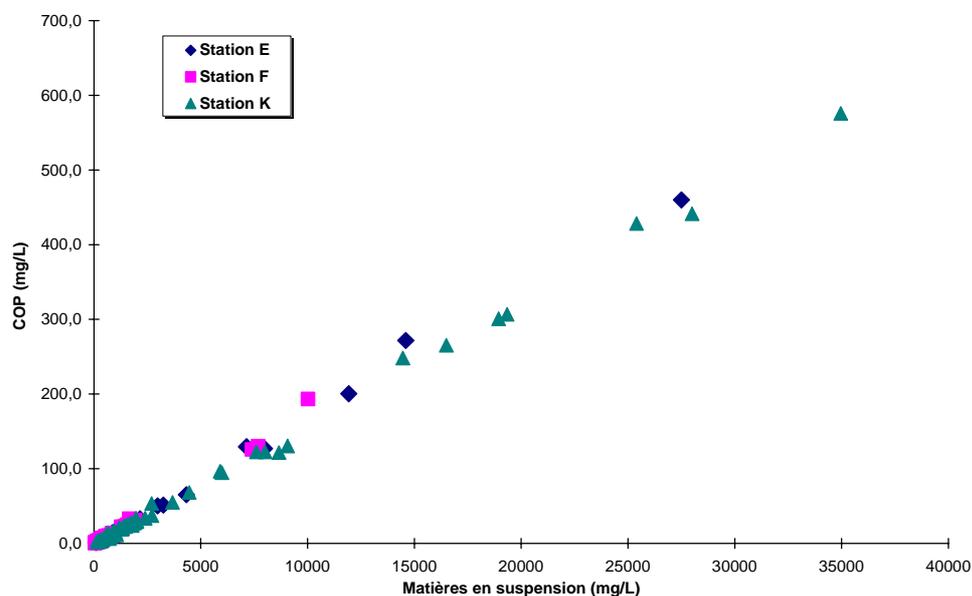


Figure 5-3 : répartitions des teneurs en COP par rapport à celles des matières en suspension, niveaux et missions confondus par station

Comme nous le verrons, les teneurs enregistrées en 2006, tant en carbone organique particulaire qu'en matières en suspension, ont été particulièrement élevées pour les stations K et E notamment. Ainsi, l'étude des variations de la proportion de carbone organique dans les MES (rapport COP/MES) permet de mieux appréhender l'évolution de la matière organique au sein de l'estuaire de la Gironde.

5.1.1.1..2 Rapport COP/MES

D'une manière générale, la valeur du rapport dans l'estuaire de la Gironde est de l'ordre de 1,62%²¹. Cependant au cours de l'année, en fonction de la station considérée et, surtout du niveau, des variations peuvent apparaître (**Figures 5-4 et 5-5**).

²¹ Moyenne des mesures réalisées depuis 1993, toutes stations, temps de marée et niveaux confondus

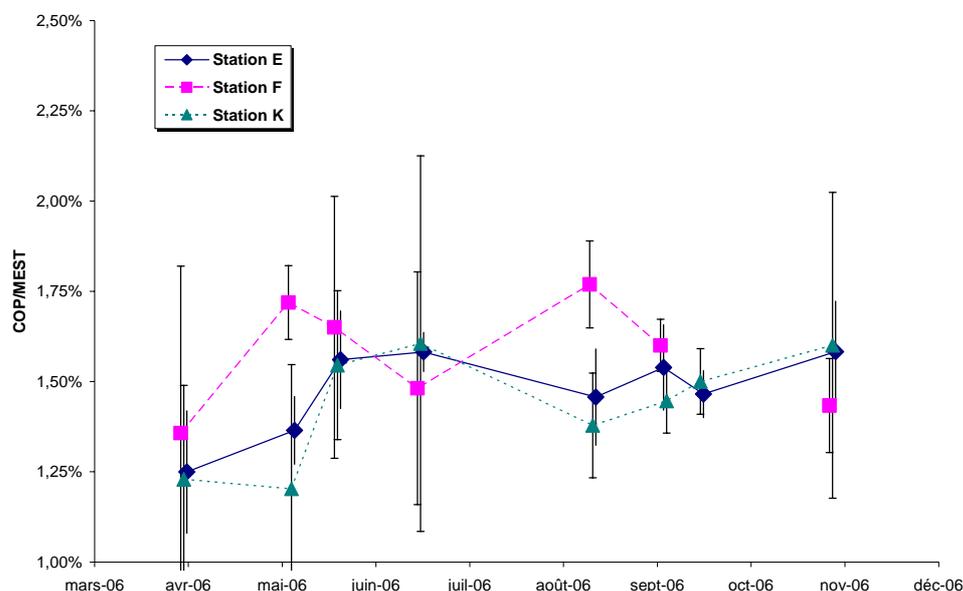


Figure 5-4 : Variations saisonnières du rapport COP/MES en surface, en moyenne par station et mission

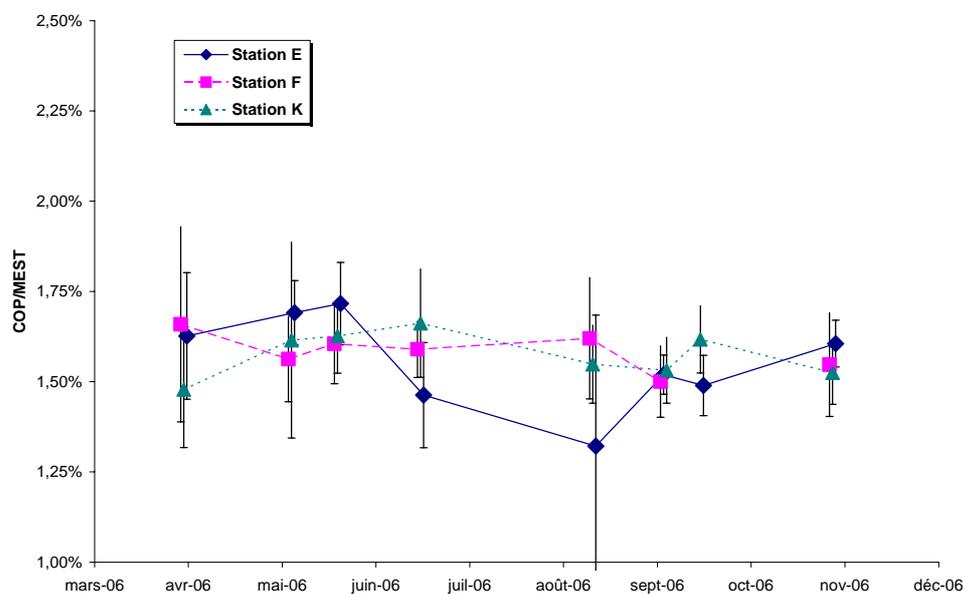


Figure 5-5 : Variations saisonnières du rapport COP/MES au fond, en moyenne par station et mission

Ainsi, l'amplitude des variations saisonnières ainsi que l'écart type au cours d'un cycle de marée (barres d'incertitudes) diffère en fonction de la station et du niveau. Les valeurs les plus élevées sont enregistrées à la station la plus aval (F) ; les amplitudes les plus élevées au cours d'un cycle de marée sont toujours enregistrées au niveau de la surface. A noter cependant dans ce cadre, les variations importantes pour les valeurs de la station E au niveau du fond.

5.1.1.2. Relation avec les paramètres hydrobiologiques

5.1.1.2.1 Rapport COP/MES et matière en suspension

Lorsque la teneur en matières en suspension augmente, au niveau du fond notamment, la dispersion des valeurs du rapport COP/MES diminue – Figure III-6 ; elles tendent une valeur proche de celle de la moyenne pluriannuelle (1,62 % toutes stations, niveaux et temps de marée confondus).

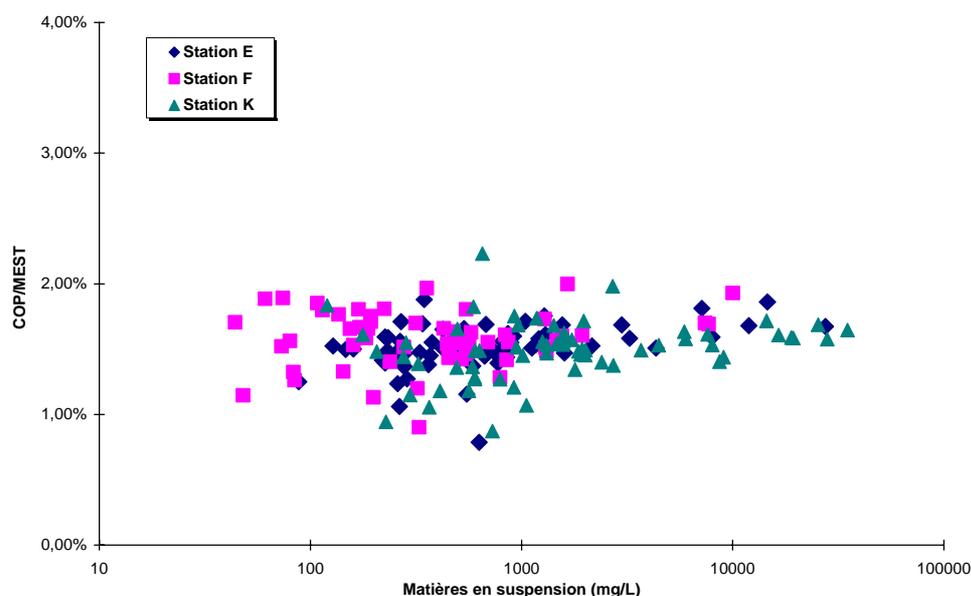


Figure 5-6 : Répartition des valeurs du rapport COP/MES (y) avec les teneurs en MES (x), par station

5.1.1.2.2 Salinité et déficit en oxygène dissous

Malgré l'intrusion importante des eaux halines en période d'étiage, contrairement aux phénomènes observés au cours de l'année 2005²², au cours de l'année 2006, aucune relation n'a été mise en évidence entre le rapport COP/MES et la salinité ou le déficit en oxygène dissous.

5.1.1.3. Evolution des moyennes annuelles

Pour les trois stations, l'évolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et celles du COP sont à peu près identiques (**Figures 5-7 à 5-9**).

En raison de la présence du bouchon vaseux au niveau des stations E et surtout K, au niveau du fond, les valeurs des moyennes annuelles des teneurs en matières en

²² Chaurial 2005.- Paramètres hydro biologiques et contaminants chimiques. In : Quintin. J.Y. (coord) et al., 2006 - Surveillance écologique du site du Blayais, année 2005. Rapport IFREMER RST DYNECO/VIGIES/06-07, mars 2006. pp. 107-146.

suspension et en carbone organique particulaire sont en nette augmentation par rapport à celles des années précédentes. Depuis le début du suivi de ces paramètres – 1992, pour ces deux stations, au niveau du fond, les valeurs de 2006 sont les valeurs les plus élevées. Ces augmentations des moyennes annuelles sont moins nettes pour la station F ; les valeurs ne dépassent pas celles des années 2003 et 2004.

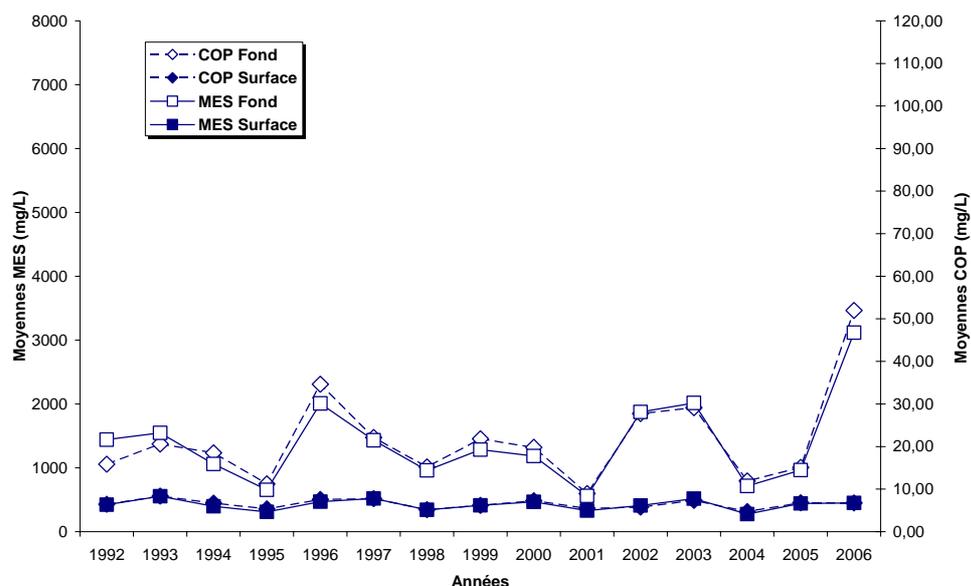


Figure 5-7 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et en COP à la station E, par niveau

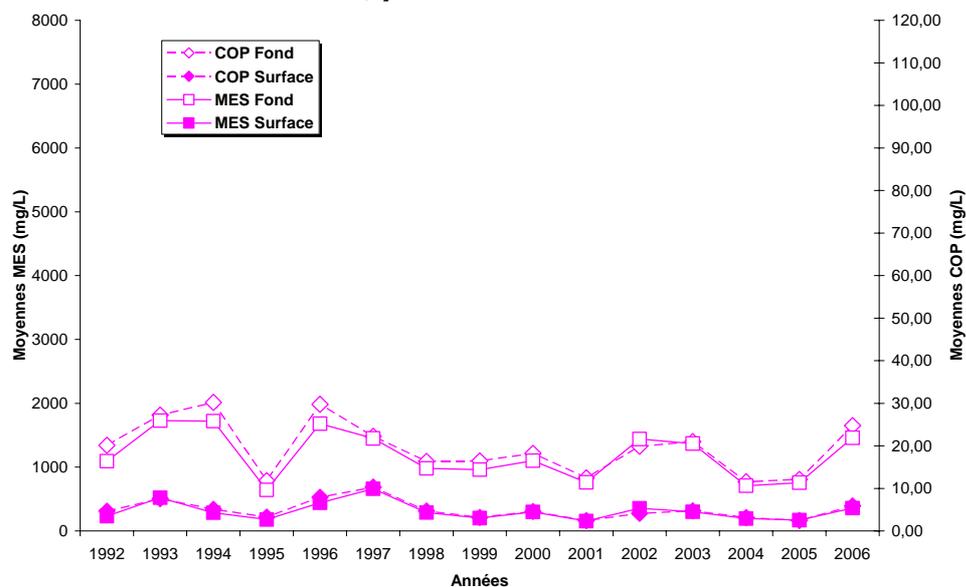


Figure 5-8 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et en COP à la station F, par niveau

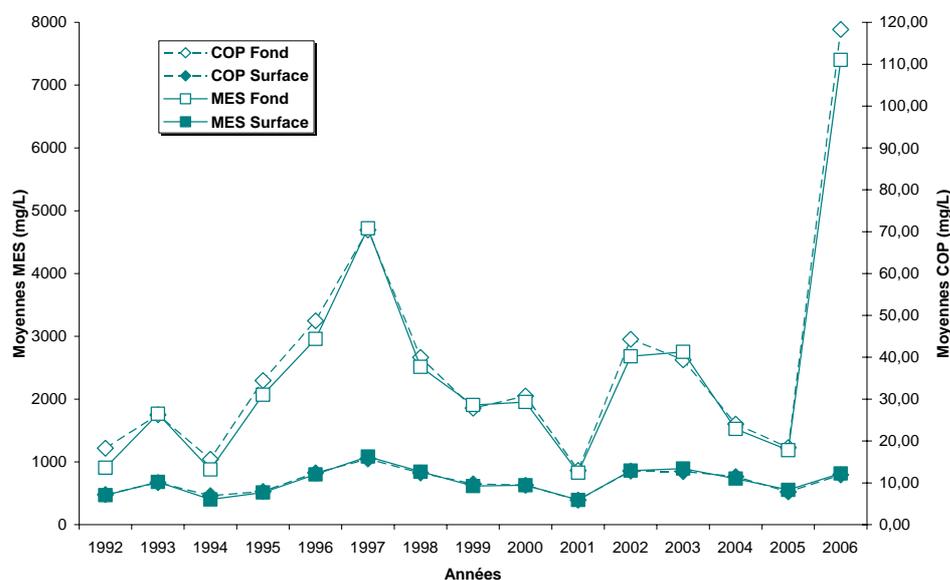


Figure 5-9 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et en COP à la station K, par niveau

Le tableau **Tableau 5-1** fournit les valeurs des paramètres des régressions qui lient les concentrations en COP à celles des MES pour chaque année depuis 1993, toutes stations confondues. La moyenne annuelle (1,53%), toutes stations et niveaux confondus, est nettement inférieure à la valeur de la moyenne pluriannuelle 1993 – 2006 (1,62%).

Tableau 5-1 : Paramètres des droites de régression entre les teneurs en COP (mg/L) et celles en MES (mg/L), moyennes annuelles du rapport COP/MES, toutes stations confondues, pour la période 1993 – 2006

	Nb	Pente	Ord.	R	α^{23}	COP/MES
1993	188	1,36%	1,2	0,94	5.10^{-89}	1,56%
1994	192	1,77%	-0,1	1,00	4.10^{-240}	1,86%
1995	168	1,67%	0,2	0,98	1.10^{-118}	1,72%
1996	192	1,77%	-1,1	1,00	3.10^{-202}	1,68%
1997	192	1,48%	0,4	0,99	8.10^{-168}	1,51%
1998	168	1,62%	-0,4	1,00	3.10^{-185}	1,59%
1999	191	1,62%	-0,3	0,97	3.10^{-116}	1,64%
2000	189	1,63%	-0,3	1,00	3.10^{-189}	1,62%
2001	192	1,61%	-0,1	0,99	1.10^{-161}	1,62%
2002	191	1,50%	-0,3	0,97	3.10^{-113}	1,46%
2003	192	1,42%	0,5	0,98	3.10^{-126}	1,57%
2004	192	1,50%	0,7	0,99	1.10^{-161}	1,56%
2005	192	1,59%	-0,3	0,99	1.10^{-147}	1,60%
2006	184	1,65%	-0,8	1,00	2.10^{-227}	1,53%

²³ Risque α selon la loi de Snédécov (Loi F) pour $u1 = 1$ et $u2 = N - 2$ degrés de liberté.

A la station E, pour 2006, au niveau du fond, la valeur de la moyenne du rapport COP/MES évolue peu par rapport à celles des années antérieures (moyenne annuelle 2006 : 1,55%, moyenne pluriannuelle 1993 – 2003 : 1,59%). En revanche, en ce qui concerne la surface, la diminution de la moyenne annuelle du rapport COP/MES enregistrée au cours de 2005 s'est poursuivie en 2006 (moyenne annuelle 2006 : 1,47%, moyenne pluriannuelle 1993 – 2003 : 1,58%). A noter pour cette année les écarts types (barres d'erreurs) particulièrement faibles par rapport à celles des années précédentes.

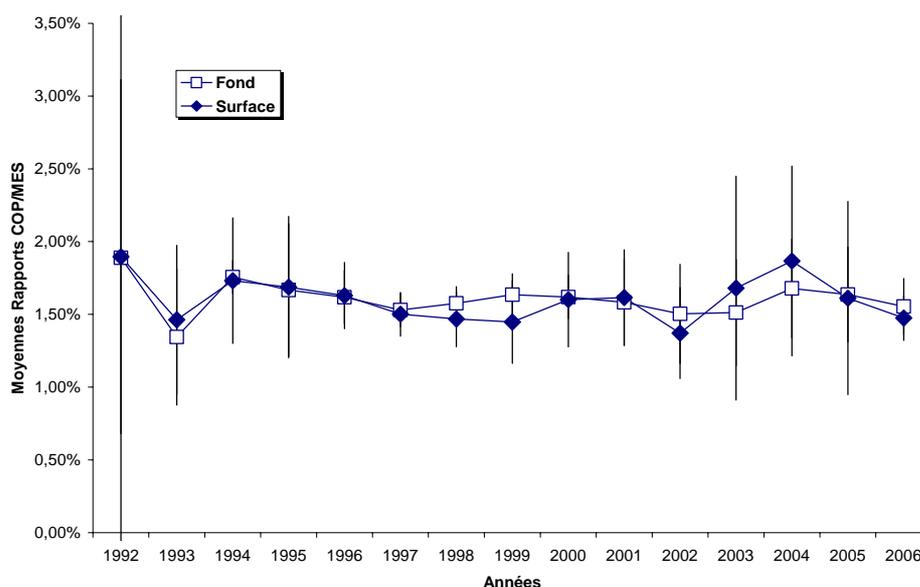


Figure 5-10 : Evolution des moyennes annuelles du rapport COP/MES à la station E, par niveau

A la station F, pour 2006, les valeurs des moyennes annuelles du rapport COP/MES sont proches de celles obtenues les années précédentes (moyennes annuelles 2006 : 1,55% au fond et 1,57% en surface ; moyennes pluriannuelles 1993 – 2003 : 1,68% au fond et 1,70 en surface). Bien que plus élevés qu'à la station E, les écarts enregistrés à la stations F pour les deux niveaux en 2006 sont faibles par rapport à ceux des années précédentes (**Figure 5-11**).

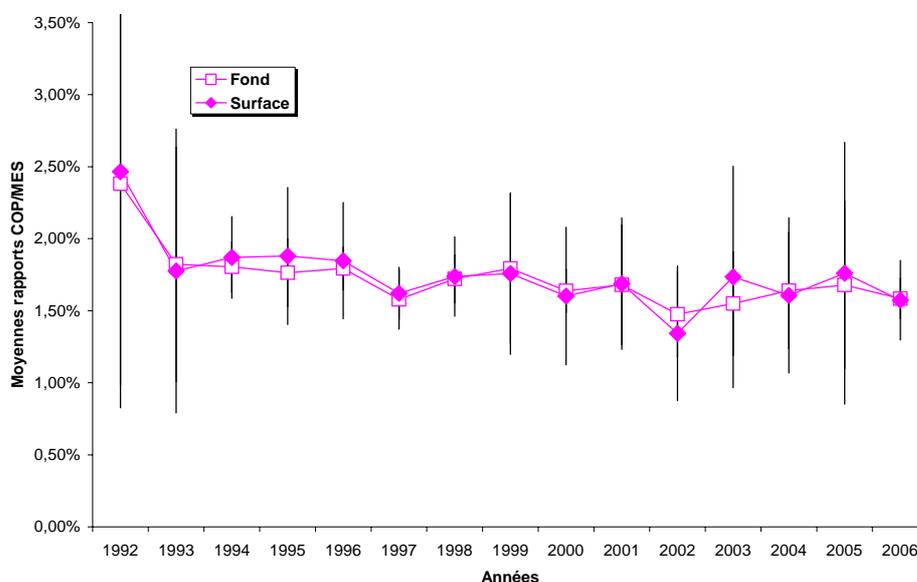


Figure 5-11 : Evolution des moyennes annuelles du rapport COP/MES à la station F, par niveau

A la station K (**Figure 5-12**), bien que les valeurs des moyennes annuelles des teneurs en COP et en MES soient très élevées, les valeurs des moyennes annuelles des rapports COP/MES sont proches de celle enregistrées en 2005 (moyennes annuelles 2006 : 1,58% au fond et 1,44% en surface ; moyennes pluriannuelles 1993 – 2003 : 1,62% au fond et 1,54% en surface).

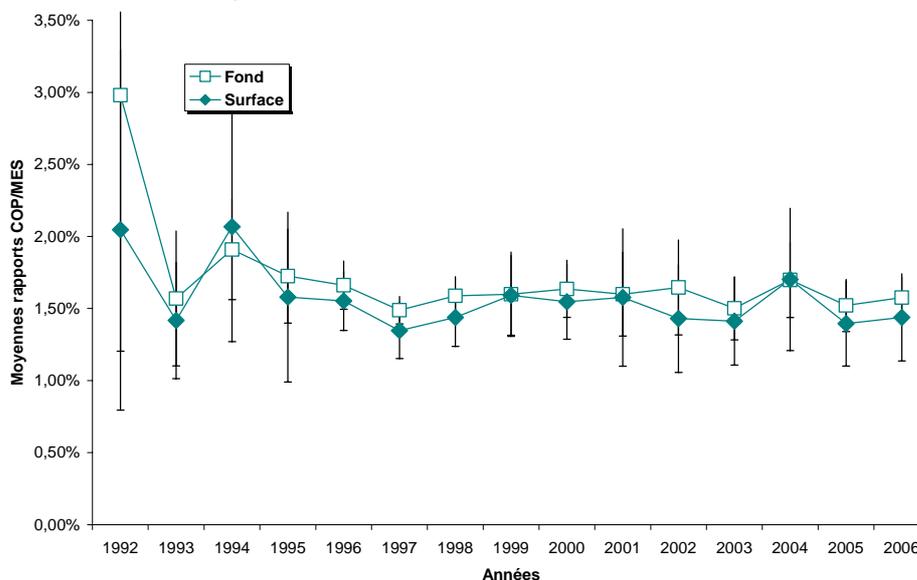


Figure 5-12 : Evolution des moyennes annuelles du rapport COP/MES à la station K, par niveau

5.1.2. Carbone organique dissous

5.1.2.1. Variations saisonnières

D'une manière générale, les teneurs en carbone organique dissous sont dix fois inférieures à celles en carbone organique particulaire. Les valeurs des moyennes sur un cycle de marée sont plus faibles à la station F qu'aux deux autres stations. En période d'étiage, le gradient de concentration aval – amont apparaît nettement ; la station E représente une situation intermédiaire entre la station F en aval et la station K en amont (**Figure 5-13**).

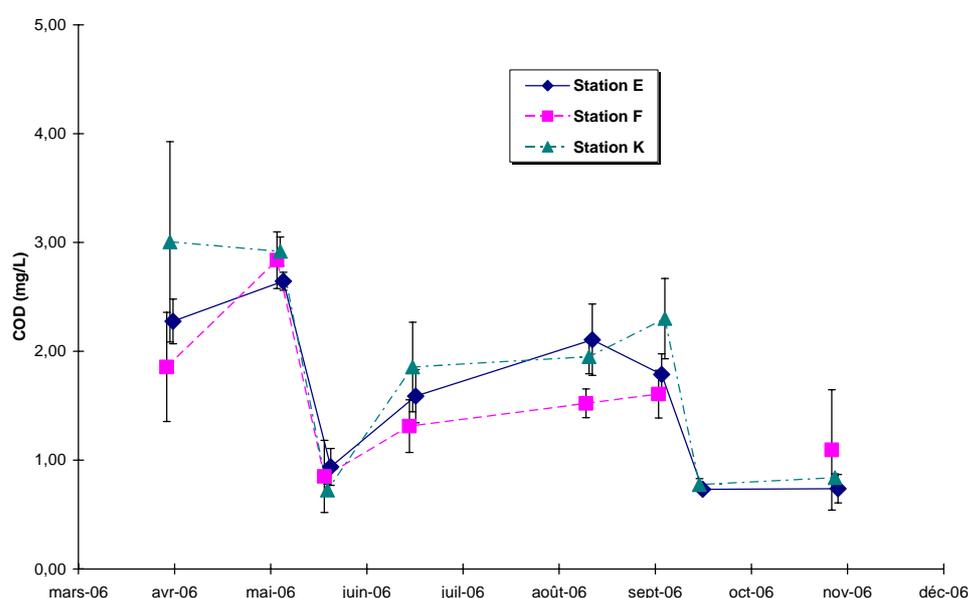


Figure 5-13 : Variations saisonnières des teneurs en carbone organique dissous (COD), en moyenne par station et mission.

5.1.2.2. Relation avec les paramètres hydrobiologiques

Au cours de l'année 2006, aucune relation n'a été mise en évidence entre les teneurs en carbone organique dissous et les autres paramètres du suivi hydrobiologique.

5.1.2.2.1 Déficit en oxygène dissous

D'une manière générale, pour les trois stations, les teneurs moyennes annuelles en surface et au fond sont proches. Cependant, depuis 2005, les valeurs en surface sont toujours supérieures à celles de fond (**Figure 5-14**). Pour les stations E et K les valeurs de 2006 sont proches de celles obtenues en 2005. En revanche, à la station F les valeurs sont en légère augmentation, sans atteindre cependant celles de 2004.

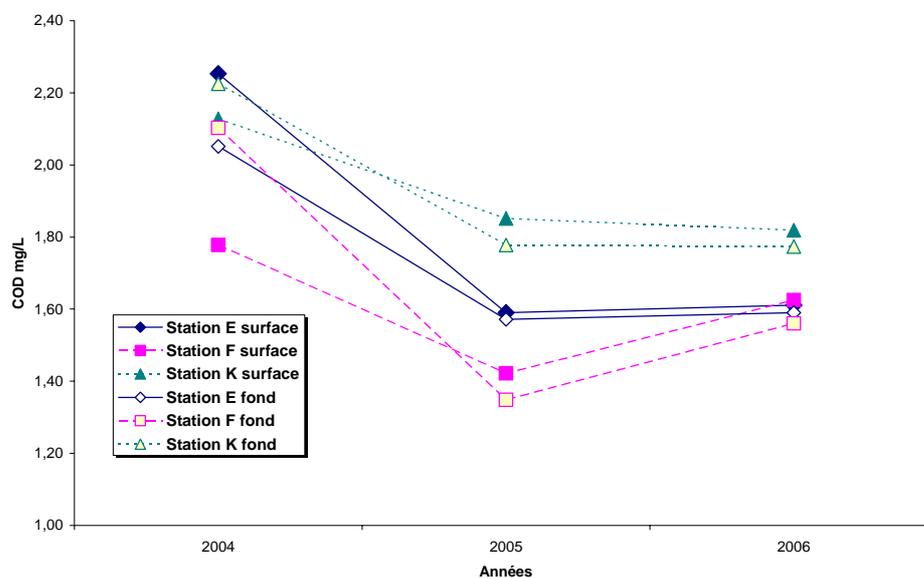


Figure 5-14 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en carbone organique dissous, par niveau.

5.1.3. Carbone organique total

D'une manière générale, la fraction dissoute du carbone organique représente environ 1/3 du total des deux fractions. Cependant, compte tenu de l'importance des matières en suspension dans l'estuaire de la Gironde, ce ratio est le plus souvent inférieur à cette valeur (**Figure 5-15**).

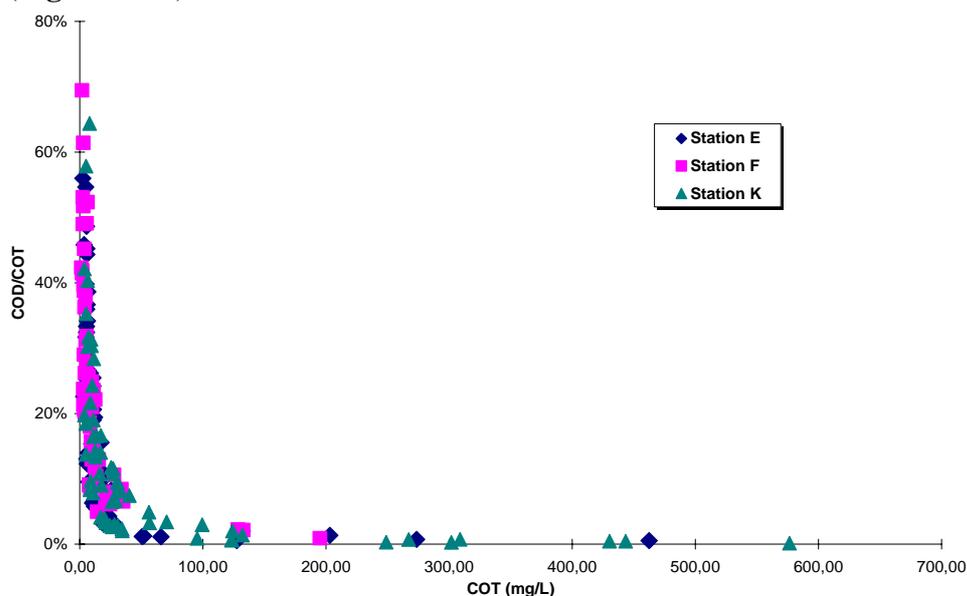


Figure 5-15 : Répartition du carbone organique entre COT et COD, toutes stations, niveaux et temps de marée confondus

Ainsi, pour les 183 mesures réalisées en 2006, seules 40 d'entre elles ont une teneur en carbone organique dissous représentant plus de 30% de la teneur en COT.

L'examen de la répartition du carbone organique pour les mesures dont le COD est supérieur à 30% du COT fait apparaître que près de la moitié d'entre elle sont associées à la station F (**Figure 5-16**). On peut donc considérer que cette répartition est due, en l'occurrence, à l'intrusion des eaux halines.

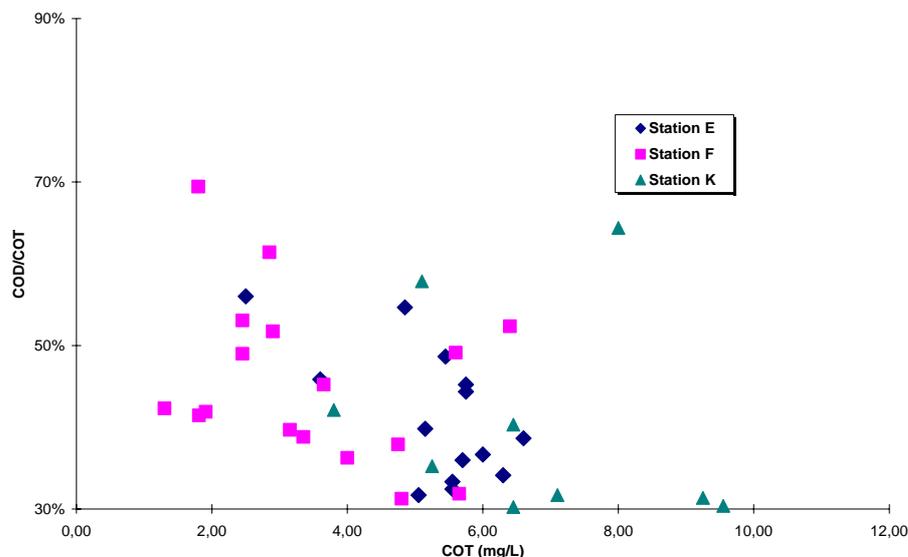


Figure 5-16 : Répartition du carbone organique entre COT et COD, détail pour $COD/COT \geq 30\%$, toutes stations, niveaux et temps de marée confondus.

5.1.3.1. Variations saisonnières

Compte tenu de la répartition entre phase particulaire et phase dissoute présentée ci-dessus, les variations saisonnières des teneurs en carbone organique total (**Figure 5-17**) sont similaires à celles des teneurs en carbone organique particulaire (**cf. § 5.1.1.1**).

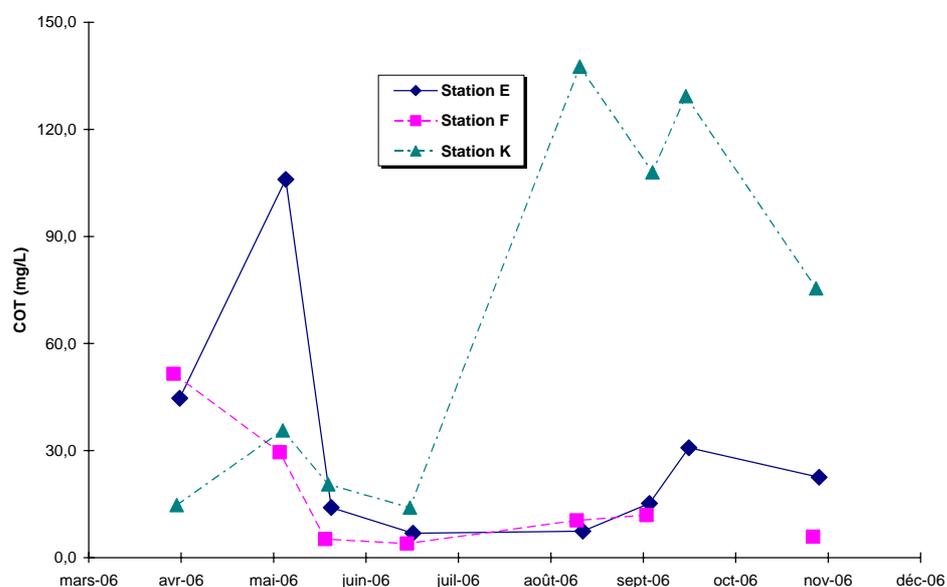


Figure 5-17 : Variations saisonnières des teneurs en carbone organique total (COT), en moyenne par station et mission.

5.1.3.2. Evolution des moyennes annuelles

L'étude des teneurs en carbone organique total a été intégrée à l'étude de surveillance à partir de l'année 2004. Compte tenu de l'impact des matières en suspension, l'évolution des moyennes annuelles (**Figure 5-18**) est comparable à celle décrite pour le carbone organique particulaire, pour la période considérée. De plus, à l'inverse du carbone organique dissous, les valeurs de fond sont toujours plus élevées.

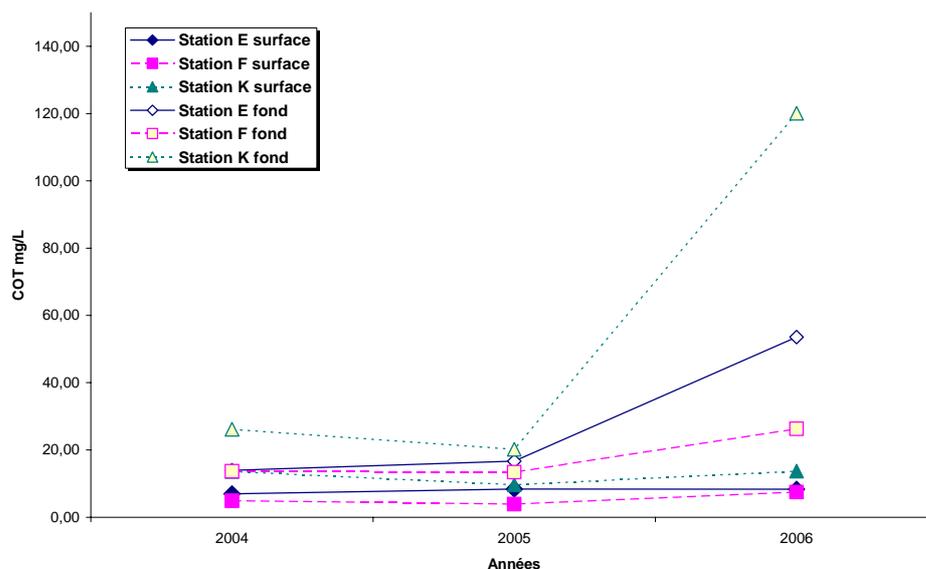


Figure 5.18 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en carbone organique total, par niveau.

5.2. Chlorophylle et phéopigments

5.2.1. Variations saisonnières

5.2.1.1. Concentration en chlorophylle (a)

D'une manière générale, à la station E, les variations des teneurs en chlorophylle (a) sont similaires entre la basse et la pleine mer (**Figure 5-19**). Les valeurs sont faibles avec un maximum lors de la campagne du mois de juin 2006.

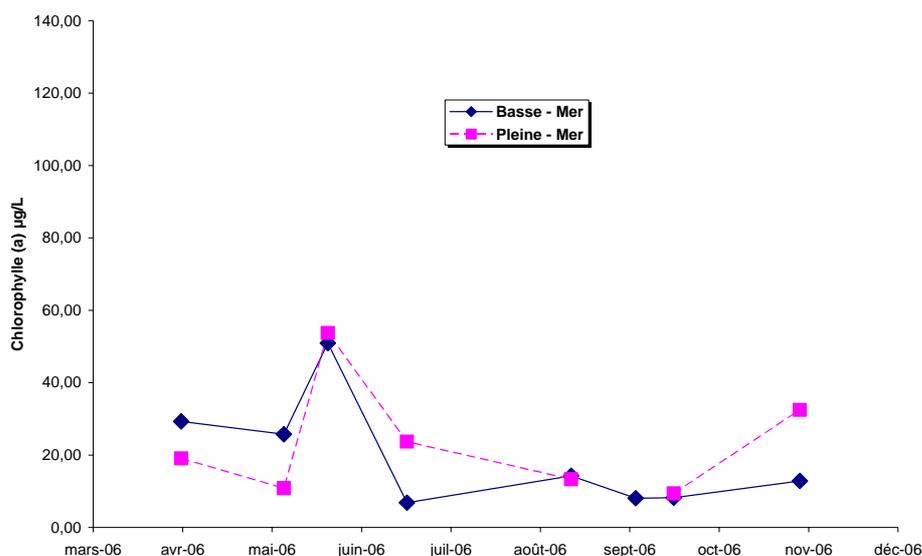


Figure 5-19 : Variations saisonnières des teneurs en chlorophylle (a) à la station E.

A la station F, pendant la première partie de la période d'étude, les teneurs en chlorophylle (a) sont faibles (inférieures à celles des deux autres stations). Cependant, celles augmentent de façon significative en fin de période d'étude (**Figure 5-20**). A une exception près, les teneurs de basse mer sont supérieures à celles de pleine mer.

Pour la station K, lors de la première campagne de l'année, les teneurs en chlorophylle (a) sont notables à basse comme à pleine mer (**Figure 5-21**). Pour le reste de la période d'étude, les teneurs en chlorophylle (a) restent faibles pour les deux temps de marée. La présence du bouchon vaseux au niveau de cette station au cours de cette période n'est certainement pas étrangère aux faibles variations enregistrées.

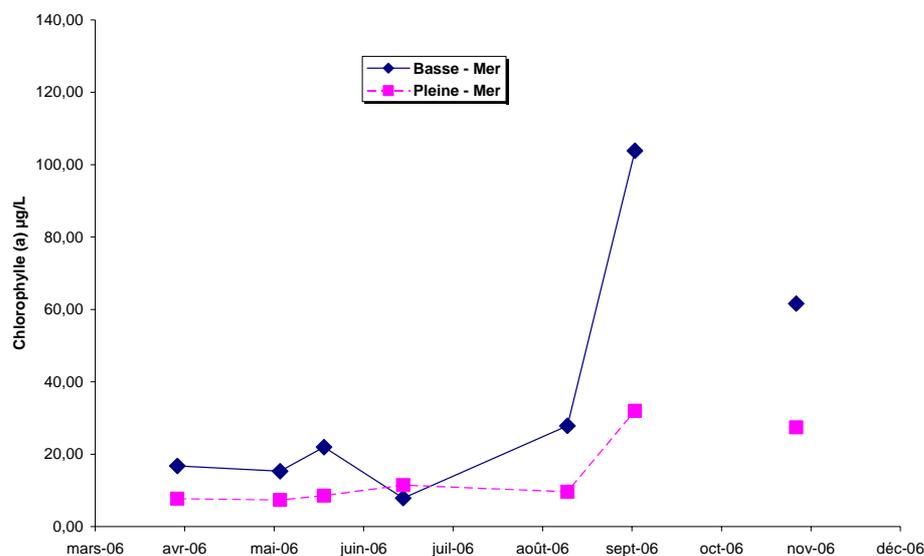


Figure 5-20 : Variations saisonnières des teneurs en chlorophylle (a) à la station F.

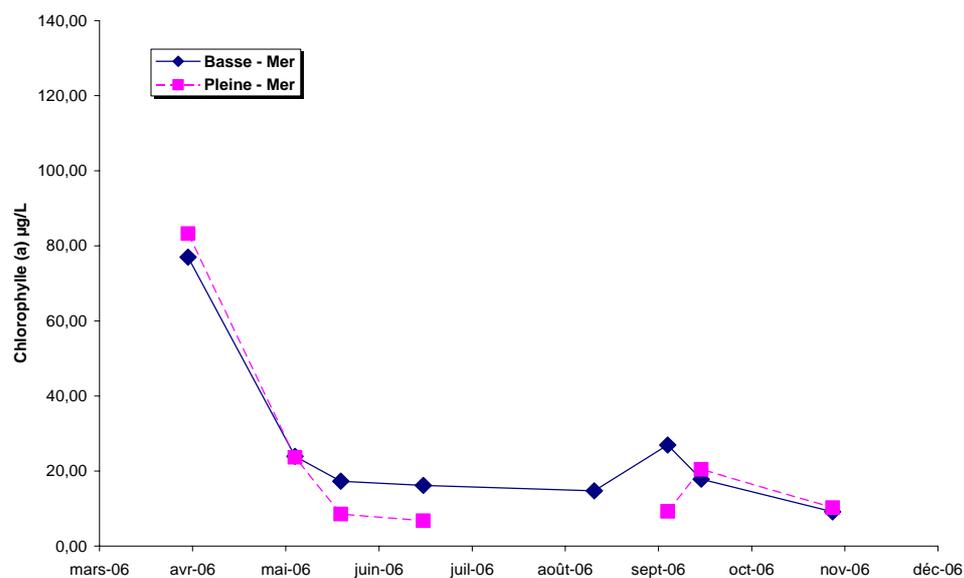


Figure 5-21 : Variations saisonnières des teneurs en chlorophylle (a) à la station K.

5.2.1.2. Taux de chlorophylle active

Le taux de chlorophylle active (T_{CA}) est la concentration en chlorophylle (a) d'un échantillon d'eau superficielle, rapportée à la somme des pigments chlorophylliens mesurés :

$$T_{CA} = Ca / [Ca + P],$$

où C_a est la concentration en chlorophylle a ($\mu\text{g.l}^{-1}$) et P celle en phéopigments ($\mu\text{g.l}^{-1}$). Ce paramètre est un bon indicateur de l'évolution de la biomasse phytoplanctonique.

Pour 2006, à la station E, les taux de chlorophylle active à basse mer et à pleine mer suivent approximativement les mêmes variations (**Figure 5-22**). Les valeurs enregistrées en période d'étiages (Juillet, août et septembre) à pleine mer sont légèrement supérieures à celles de basse mer.

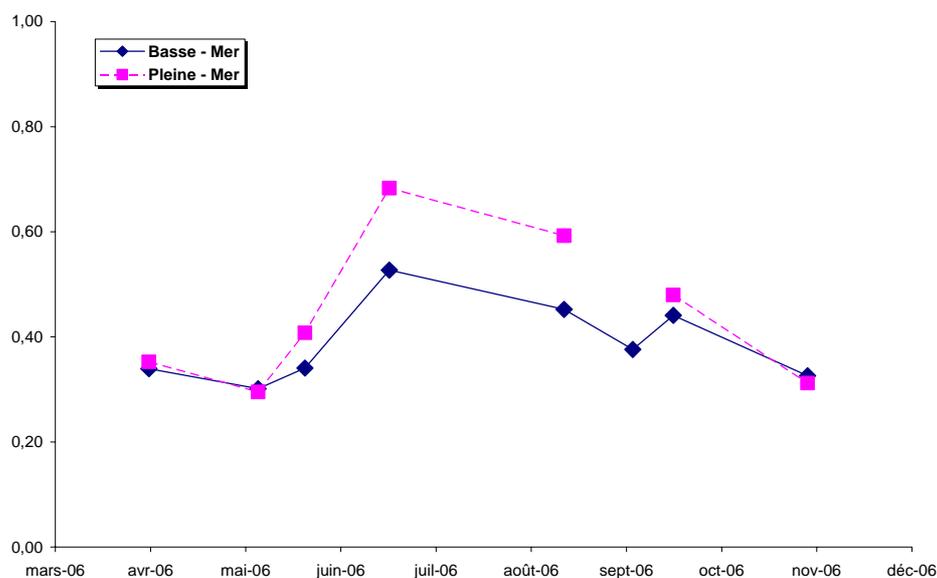


Figure 5-22 : Variations saisonnières des taux de chlorophylle active à la station E.

Pour la station F (**Figure 5-23**), les valeurs des taux de chlorophylle active à pleine mer sont restés élevées ($> 0,50$) du mois de mai au mois de septembre 2006. A basse mer, les valeurs sont à peine plus faibles.

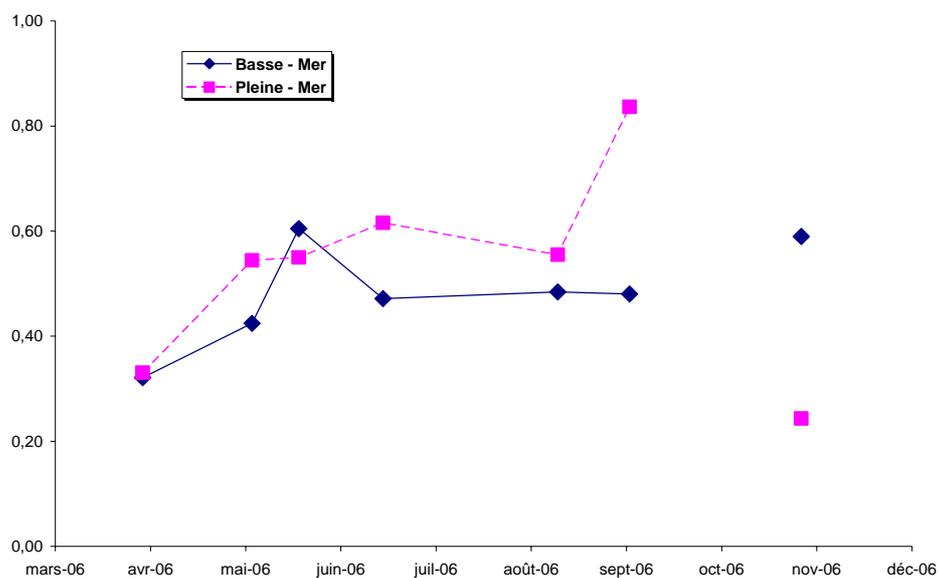


Figure 5-23 : Variations saisonnières des taux de chlorophylle active à la station F

Enfin, à la station K, en dehors de 2 valeurs de pleine mer en avril et en octobre, les taux de chlorophylle active sont sensiblement identiques à basse et pleine mer (**Figure 5-24**). Les valeurs enregistrées restent faibles (<0,50) ; elles sont le reflet d'une production primaire relativement pauvre.

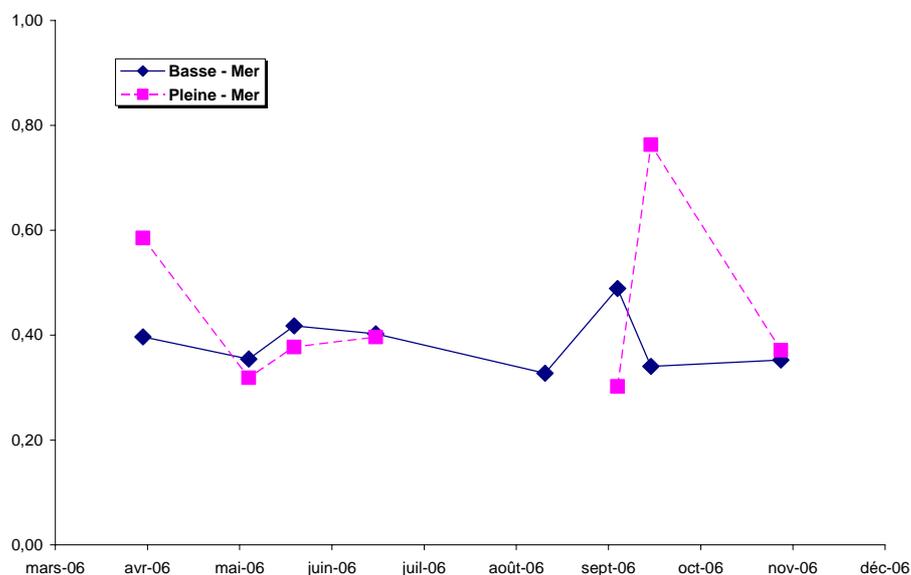


Figure 5-24 : Variations saisonnières des taux de chlorophylle active à la station K

5.2.1.3. Normalisation au carbone organique particulaire

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

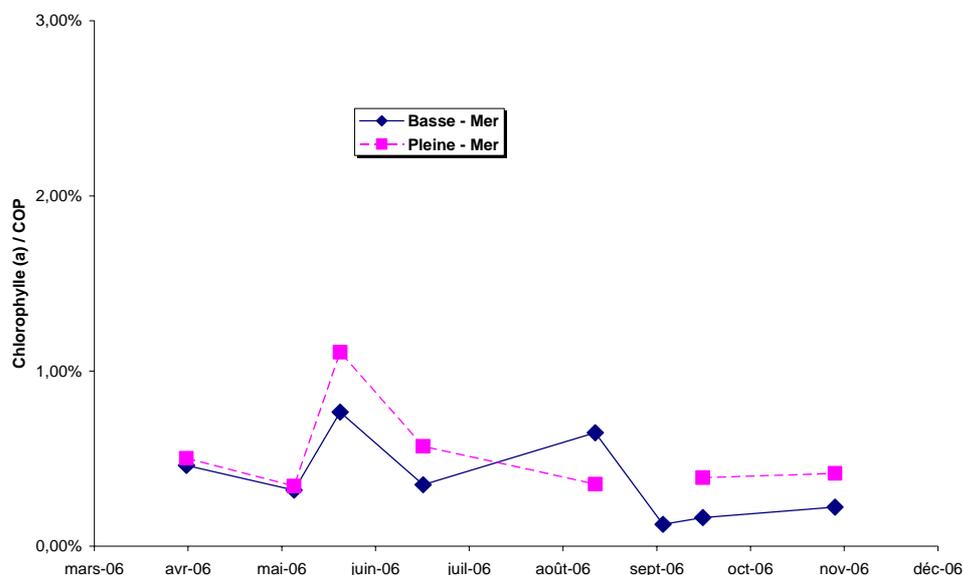


Figure 5-25 : Variations saisonnières du rapport entre la chlorophylle (a) et le COP à la station E.

Pour la station E, cette normalisation n'apporte pas d'information complémentaire quant à l'évolution saisonnière de la biomasse phytoplanctonique (**Figure 5-25**). En effet, les variations saisonnières du rapport Chlorophylle (a) / carbone organique particulaire sont proches de celles présentées ci-dessus pour les concentrations brutes.

En revanche, pour la station F, cette normalisation permet de mettre en évidence l'augmentation significative la biomasse phytoplanctonique en période estivale lors de l'intrusion des eaux halines. En effet, les valeurs des rapports chlorophylle (a) / carbone organique particulaire, enregistrés au cours de la période estivale, sont plus élevées qu'aux deux autres stations (**Figure 5-26**). De plus, les valeurs de pleine mer sont supérieures à celles de basse mer.

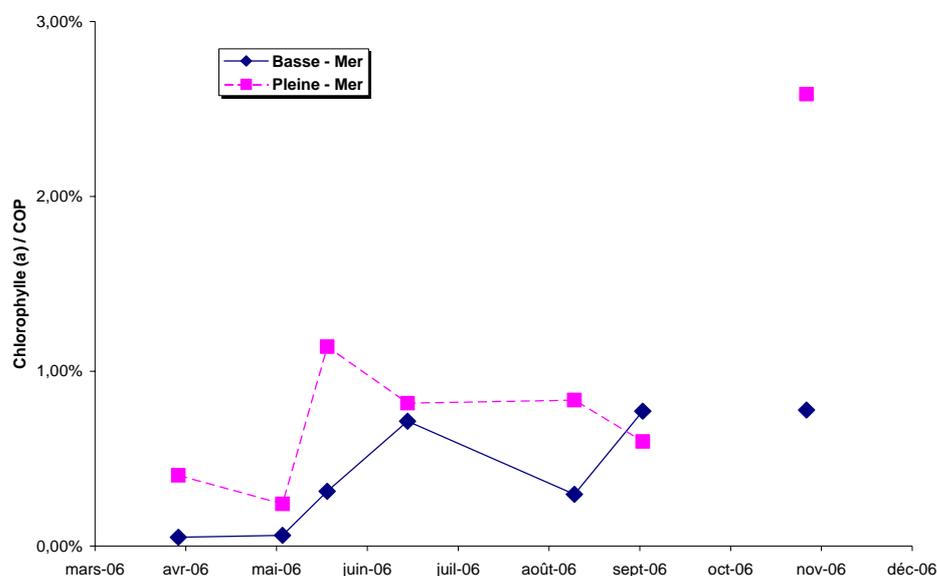


Figure 5-26 : Variations saisonnières du rapport entre la chlorophylle (a) et le COP à la station F.

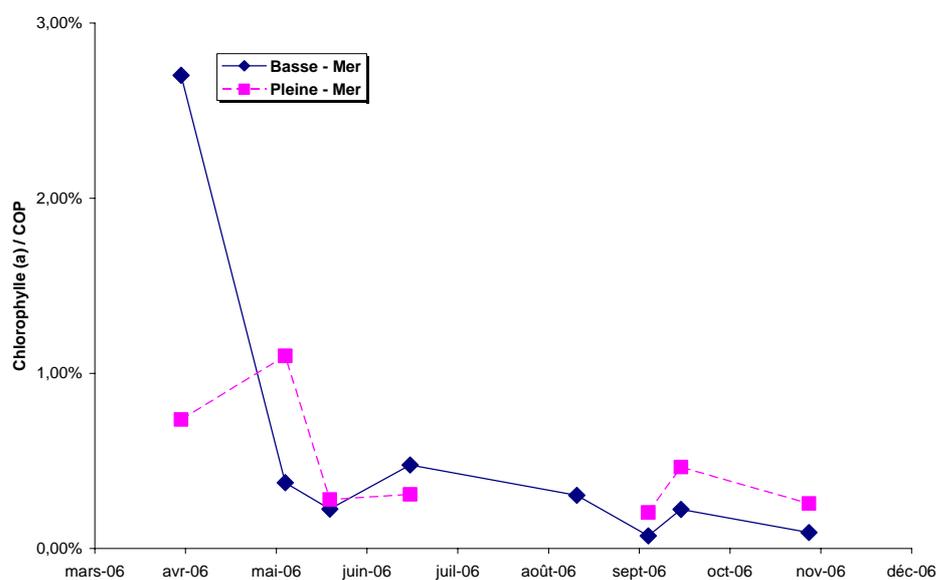


Figure 5-27 : Variations saisonnières du rapport entre la chlorophylle (a) et le COP à la station K

A la station K, la valeurs élevées des rapports chlorophylle (a) / carbone organique particulaire enregistrés lors de la première campagne de la période d'étude traduisent l'effet des débits importants enregistrés au cours du mois de mars (éclaircissement des eaux dans la partie amont de l'estuaire), (**Figure 5-27**). En revanche, pour la période estivale les valeurs confirment l'absence de production primaire, biomasse phytoplanctonique faible.

5.2.2. Evolution des moyennes annuelles

5.2.2.1. Concentration en chlorophylle a

Pour les trois stations, l'augmentation des teneurs moyennes annuelles mises en évidence pour 2005 s'est poursuivie sur 2006 ; les valeurs pour 2006 (Station E : 21,25 $\mu\text{g/L}$; Station F : 25,66 $\mu\text{g/L}$; Station K : 24,35 $\mu\text{g/L}$) sont supérieures aux moyennes pluriannuelles 1992 – 2006 de chacune des stations (Station E : 11,62 $\mu\text{g/L}$; Station F : 11,88 $\mu\text{g/L}$; Station K : 15,24 $\mu\text{g/L}$). Cependant, cette augmentation est plus sensible pour les stations K et F que pour la station E (**Figure 5-28**).

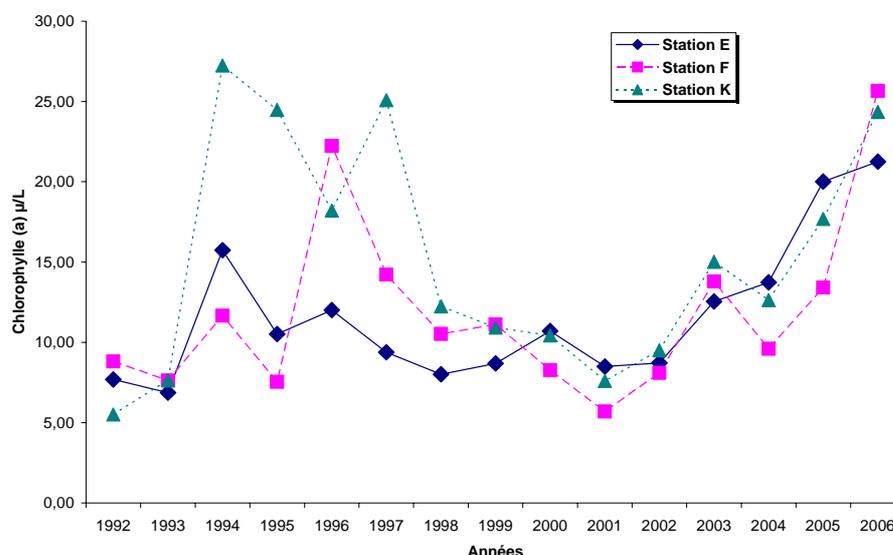


Figure 5-28 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en chlorophylle (a), par station.

5.2.2.2. Taux de chlorophylle active

Pour les stations E et K les valeurs des moyennes annuelles des taux de chlorophylle active obtenues pour 2006 (Station E : 0,42 et Station K : 0,41) sont très proches de celles obtenues au cours des deux années précédentes (**Figure 5-29**). Comme les années précédentes, elles sont légèrement inférieures aux moyennes pluriannuelles 1992 – 2006 (0,45 pour les 2 stations). A la station F, la valeur de la moyenne du taux de chlorophylle active (0,50) est en nette augmentation par rapport à celle des années précédentes ; elle est proche de celles obtenues au cours des années 2002 et 2003 et de la moyenne pluriannuelle 1992 – 2006 (0,49).

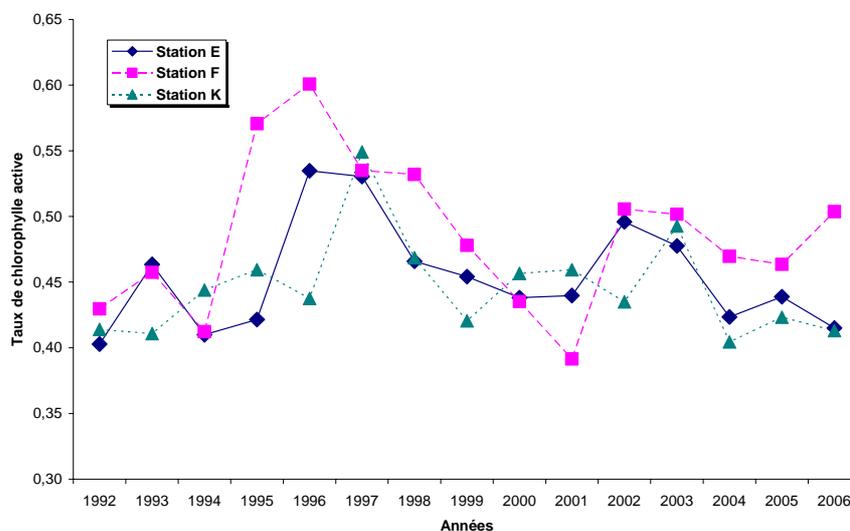


Figure 5-29 : Evolution des moyennes annuelles des taux de chlorophylle active, par station.

5.2.2.3. Normalisation au carbone organique particulaire

Pour les moyennes annuelles du rapport entre la chlorophylle (a) et le carbone organique particulaire, d'une manière générale, les moyennes les plus élevées sont enregistrées à la station F (moyenne 2006 : 0,69% ; moyenne pluriannuelle 1992 – 2006 : 0,46%) (**Figure 5-30**). A la station E la valeur pour 2006 (0,45%) est proche de celles obtenues au cours des trois dernières années et supérieure à la moyenne pluriannuelle 1992 – 2006 (0,33%). Enfin, pour la station K la valeur de 2006 (0,52%) est nettement supérieure à celles des années précédentes (moyenne pluriannuelle 1992 – 2006 : 0,33%).

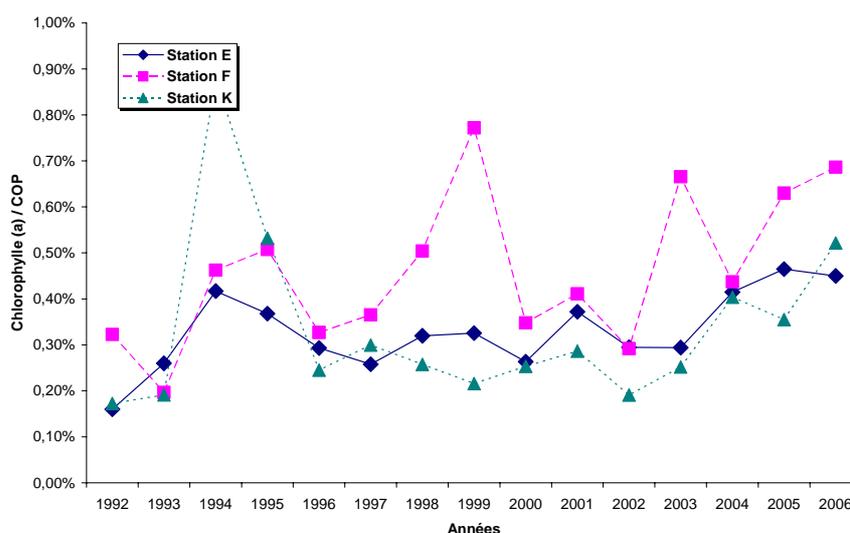


Figure 5-30 : Evolution des moyennes annuelles des rapports entre la chlorophylle (a) et le COP, par station

5.3. Sels nutritifs et bore

La mise en application du nouvel arrêté d'exploitation du 18 septembre 2003 a modifié considérablement le programme de surveillance relatif aux sels nutritifs dans le cadre de la surveillance écologique du milieu récepteur.

Initialement réalisée à la station E, la quantification des sels nutritifs a été étendue aux 2 autres stations de l'estuaire. De plus, le dosage des silicates est venu compléter la liste des sels dosés.

Enfin, en raison de l'utilisation de l'acide borique dans le cycle du traitement des eaux industrielles du CNPE, la quantification de cet élément a été demandée. Compte tenu de sa présence naturelle dans le milieu marin, nous n'avons pas considéré cet élément comme un polluant.

5.3.1. Ammonium

En 2006, à la station F, l'ensemble des mesures réalisées a montré des résultats inférieurs au seuil de quantification de la méthode d'analyse ($0,5 \mu\text{mol/L}$). Pour la station E, seulement $\frac{1}{4}$ des valeurs ont été supérieures à ce seuil ($1,3 \mu\text{mol/L}$ en avril à basse et pleine mer ; $0,8 \mu\text{mol/L}$ à basse mer en le 24 mai et $1,4 \mu\text{mol/L}$ à basse mer au moi de juin). En revanche, à la station K, bon nombre de valeurs sont supérieures au seuil de quantification. D'une manière générale, les teneurs sont un peu plus élevées à basse mer, au printemps et à l'automne (**Figure 5-31**).

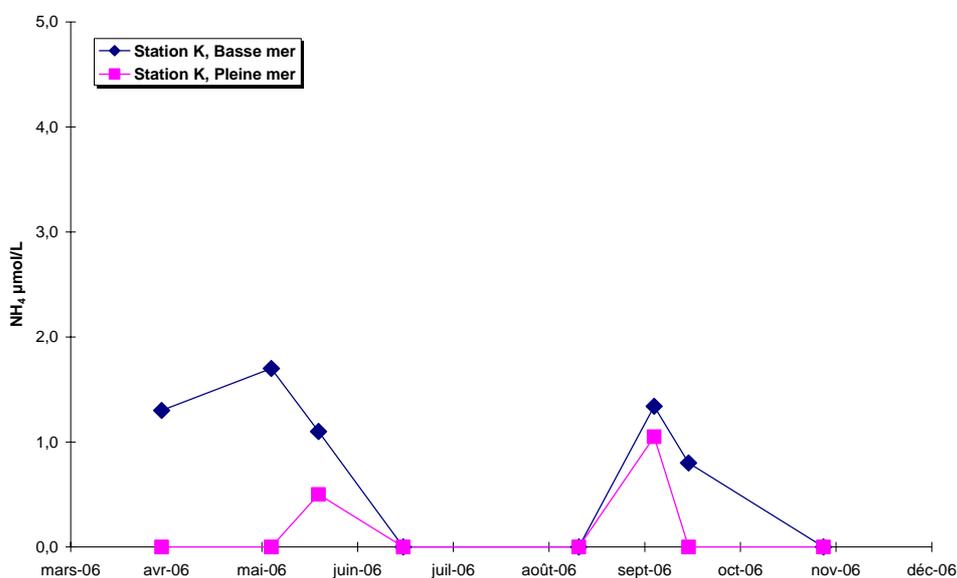


Figure 5-31 : Variations saisonnières des teneurs en ammonium à la station K

5.3.2. Nitrates et nitrites

5.3.2.1. Variations saisonnières

Les débits importants de la Garonne et de la Dordogne enregistrés au cours du mois de mars, peu de temps avant la première mission de la période d'étude, ont eu des conséquences notables sur les apports en sels nutritifs dans l'estuaire de la Gironde. Ainsi, à la station E lors de la campagne du mois d'avril 2006, des teneurs assez élevées ont été enregistrées (**Figure 5-32**). Par la suite les valeurs ont tendance à diminuer, mais restent d'un niveau élevé pour cette station. Enfin, les missions d'avril, juin, juillet et novembre, les teneurs enregistrées à basse mer sont inférieures à celle de pleine.

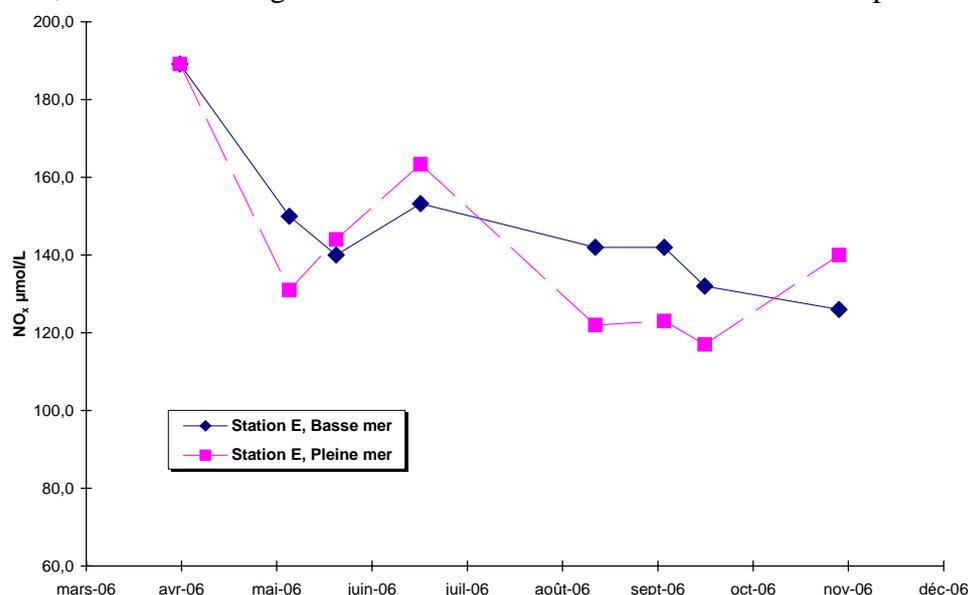


Figure 5-32 : Variations saisonnières des teneurs en nitrates – nitrites à la station E

A la station F, à part lors de la campagne du mois d'avril, les valeurs de basse mer sont toujours supérieures à celles de pleine mer. Au cours de la période d'étiage, l'écart des valeurs entre les deux temps de marée reflète l'intrusion importante des eaux halines ; cependant, les valeurs de basse mer restent d'un niveau élevé, même au cours de la période d'étiage (**Figure 5-33**).

Enfin, à la station K, les écarts entre teneurs en nitrates – nitrites à basse mer et à pleine mer sont faibles (**Figure 5-34**). De plus, comme à la station E, les valeurs restent élevées même pendant la période d'étiage (172 µmol/L à basse mer, campagne du 4 juillet 2006).

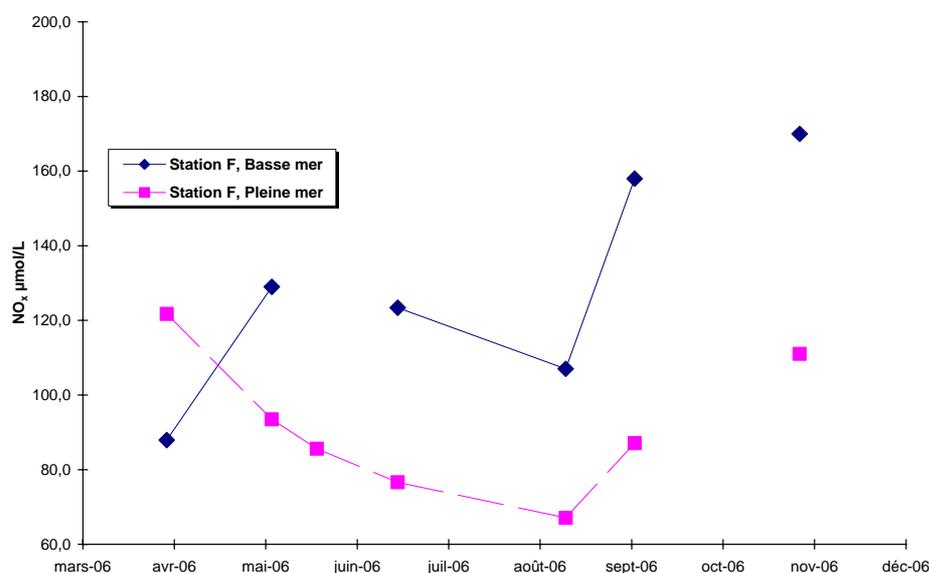


Figure 5-33 : Variations saisonnières des teneurs en nitrates – nitrites à la station F

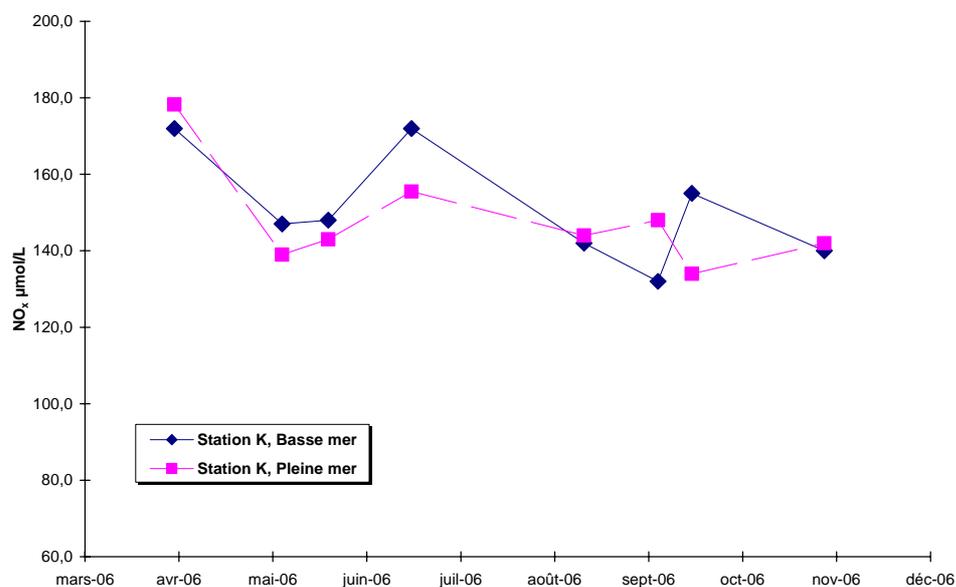


Figure 5-34 : Variations saisonnières des teneurs en nitrates – nitrites à la station K

5.3.2.2. Evolution des moyennes annuelles

Après la diminution importante des moyennes annuelles des teneurs en nitrates – nitrites enregistrées pour 2005, compte tenus des apports du début de l'année et du niveau élevée des teneurs en période d'étiage dans l'estuaire, la moyenne annuelle des teneurs en nitrates – nitrites est en nette augmentation pour les trois stations (**Figure 5-35**). Pour

la station E, la valeur obtenue en 2006 (144 $\mu\text{mol/L}$) est légèrement supérieure à la moyenne pluriannuelle 1992 – 2006 (138,3 $\mu\text{mol/L}$).

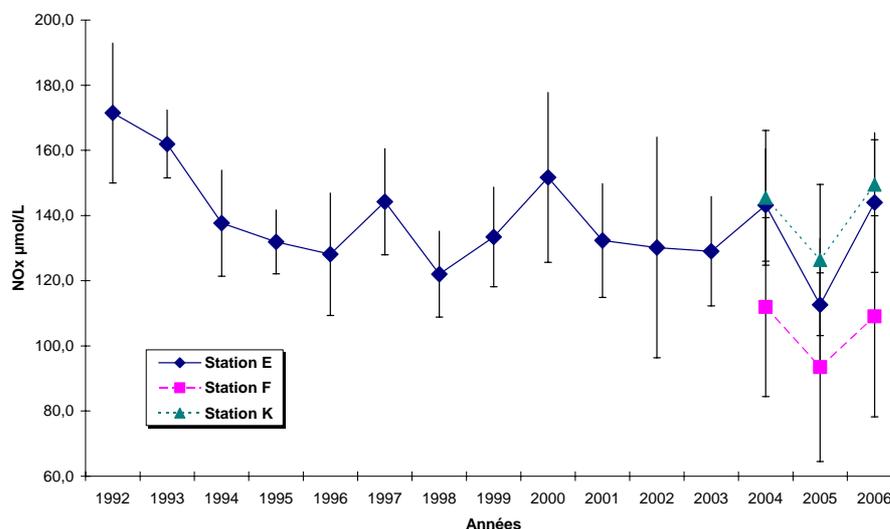


Figure 5-35 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en nitrates – nitrites

5.3.3. Orthophosphates

5.3.3.1. Variations saisonnières

Au cours de l'année 2006 aucune mesure réalisée n'a montré de concentration inférieure au seuil de quantification. D'une manière générale, les valeurs des concentrations évoluent de façon croissante de l'aval de l'estuaire (station F) vers l'amont (station K), (**Figure 5-36** à **Figure 5-38**). De même, pour chaque station, les teneurs enregistrées à basse mer sont légèrement plus élevées que celles de pleine mer ; les écarts des valeurs entre basse et pleine mer les plus importants sont enregistrés à la station F.

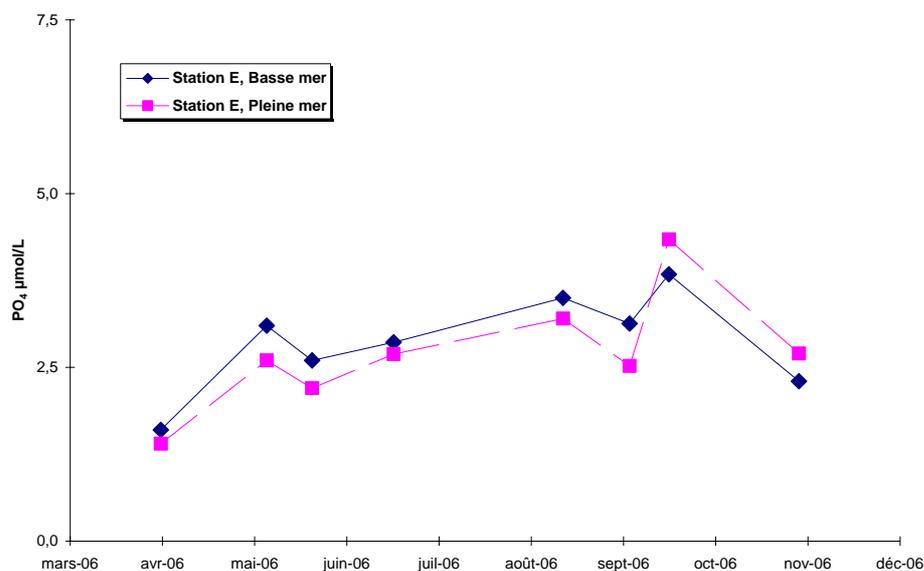


Figure 5-36 : Variations saisonnières des teneurs en orthophosphates à la station E

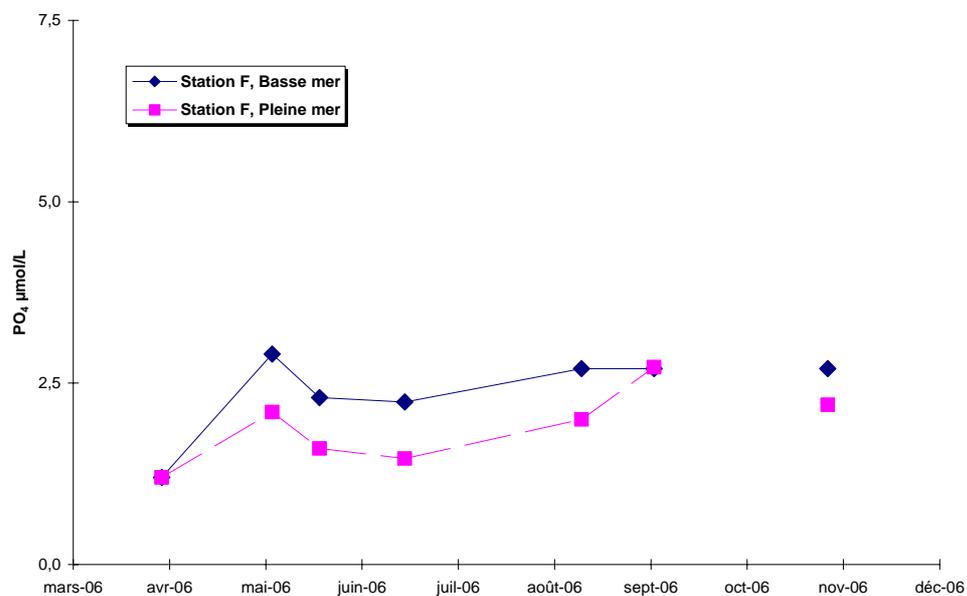


Figure 5-37 : Variations saisonnières des teneurs en orthophosphates à la station F

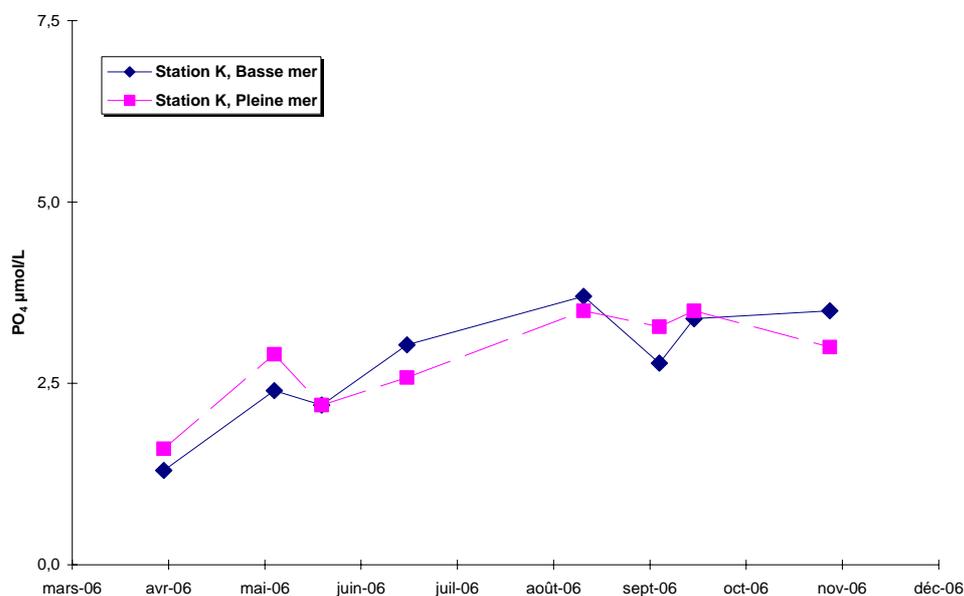


Figure 5-38 : Variations saisonnières des teneurs en orthophosphates à la station K

5.3.3.2. Evolution des moyennes annuelles

Pour les trois stations, les valeurs des moyennes annuelles des teneurs en orthophosphates sont en diminution par rapport à celles obtenues en 2005 (Figure 5-39). A la station E, la valeur obtenue en 2006 (2,8 µmol/L) est très légèrement inférieure à la moyenne pluriannuelle 1992 – 2006 (3,0 µmol/L).

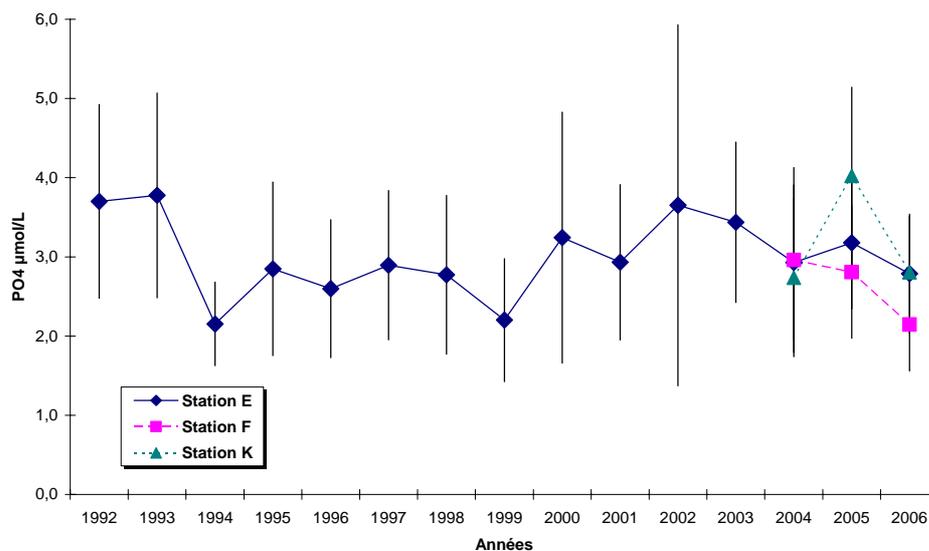


Figure 5-39 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en orthophosphates

5.3.4. Rapport molaire N/P

L'étude du rapport molaire N/P en milieu estuarien est primordiale pour apprécier les évolutions de biomasses planctoniques. En effet, en milieu océanique la valeur de ce rapport est de 16 (REDFIELD).

5.3.4.1. Variations saisonnières

Compte tenu des résultats présentés ci-dessus, d'une manière générale, en raison des apports importants dus aux crues du mois de mars, pour les trois stations, les valeurs du rapport molaire N/P sont très élevées lors de la campagne du mois d'avril 2006.

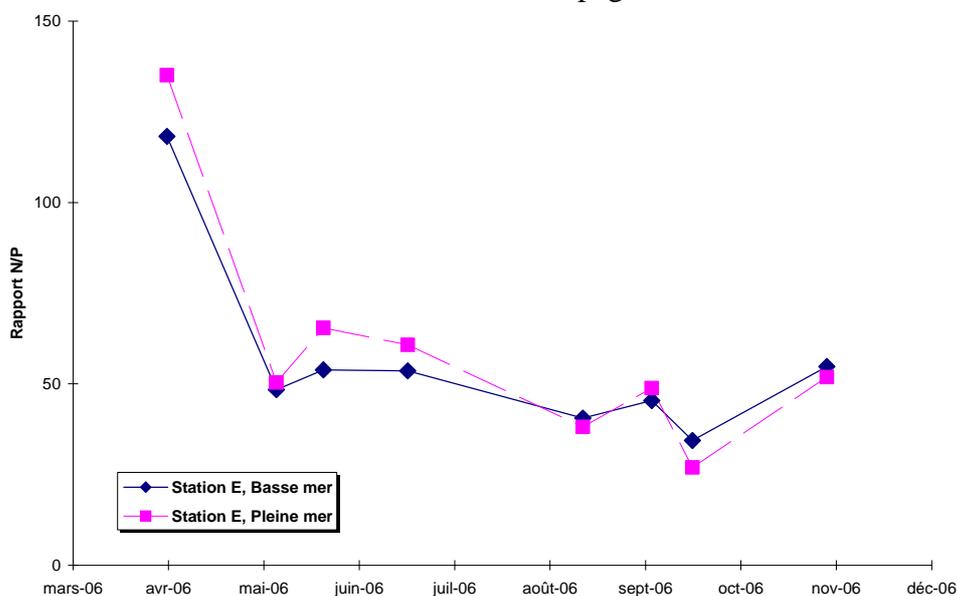


Figure 5-40 : Variations saisonnières du rapport N/P à la station E

Par la suite, les valeurs se stabilisent autour de 40 (Figures 5-40 à 5-42).

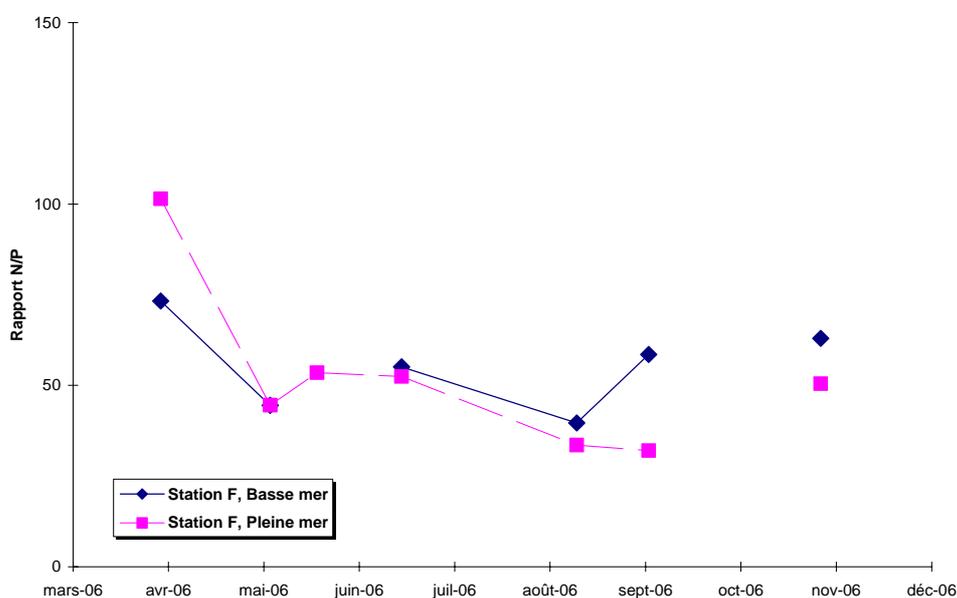


Figure 5-41 : Variations saisonnières du rapport N/P à la station F

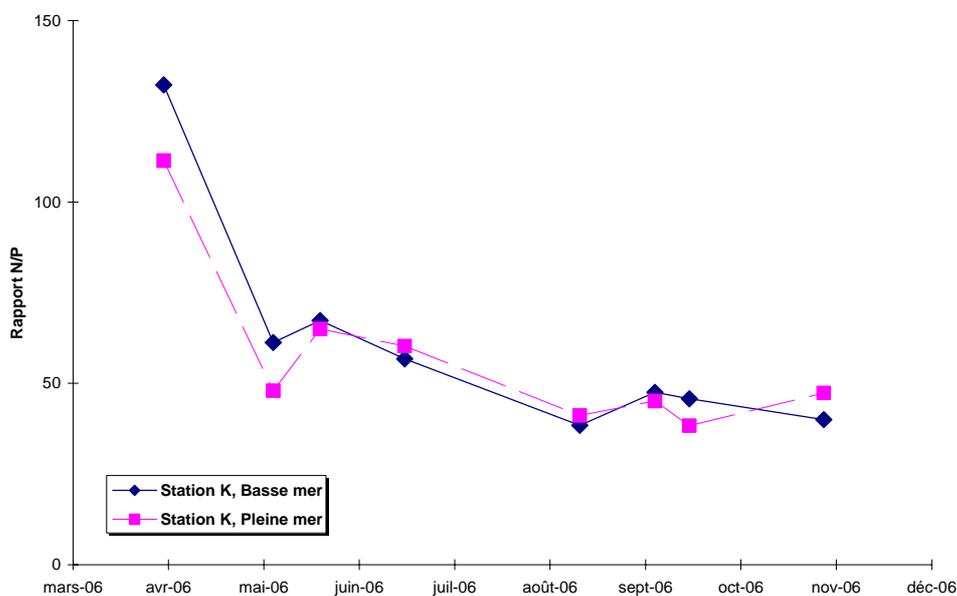


Figure 5-42 : Variations saisonnières du rapport N/P à la station K

5.3.4.2. Relation du rapport N/P avec la salinité

La relation entre le rapport molaire N/P et la salinité est moins nette que lors des études des années 2003 et 2004. Cependant, comme en 2005, les valeurs se répartissent selon un cône ; la dispersion est plus importante pour de faibles salinités (**Figure 5-43**).

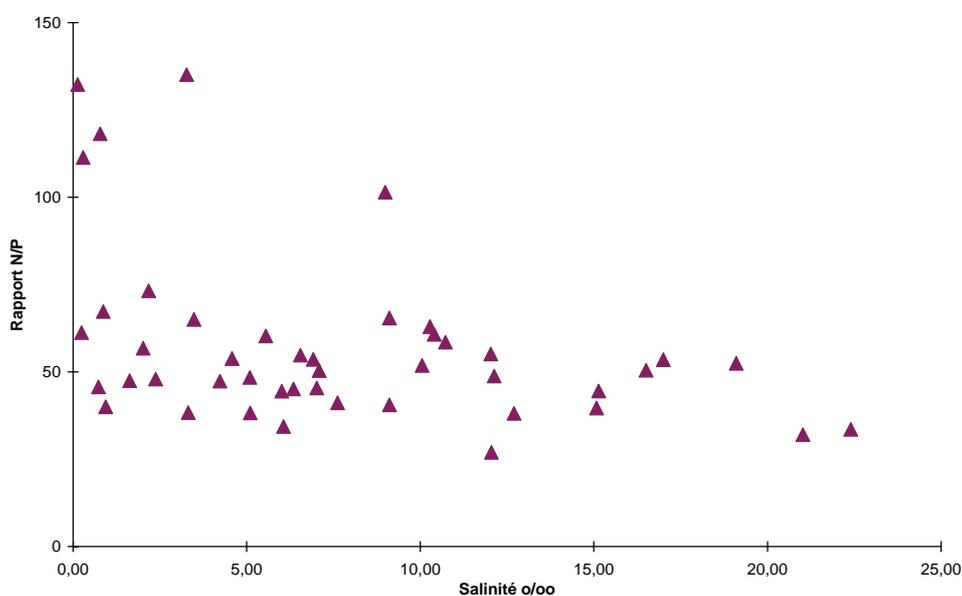


Figure 5-43 : Répartition du rapport N/P avec la salinité, toutes stations et temps de marée

5.3.4.3. Evolution des moyennes annuelles

Depuis 2003, année pour laquelle la quantification des sels nutritifs a été étendue aux deux autres stations de l'estuaire, les valeurs des moyennes annuelles sont assez proches pour les trois stations (**Figure 5-44**). A la station E la valeur de la moyenne pour 2006 (58) est légèrement supérieure à la moyenne pluriannuelle 1992 – 2006 (54).

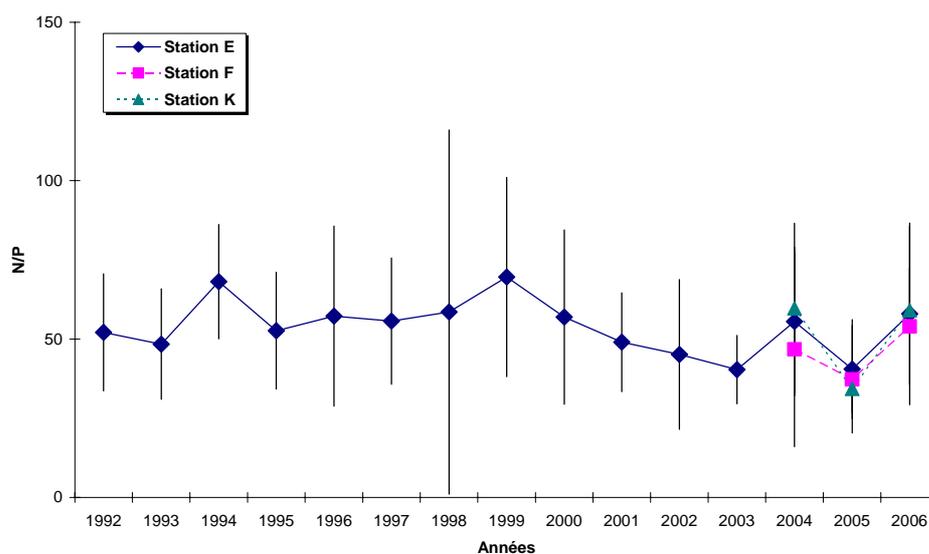


Figure 5-44 : SESB 2006, évolution des moyennes annuelles des rapports molaires N/P.

5.3.5. Silicates

5.3.5.1. Variations saisonnières

Comme l'ont montré les études de surveillances écologiques antérieures à 1992, la Dordogne présente des concentrations en silicates nettement supérieures à celles de la Garonne. Sur l'estuaire, il y a donc un gradient de concentration amont – aval. La station E (**Figure 5-45**) représentant une situation intermédiaire entre la station F en aval où les teneurs sont plus faibles (**Figure 5-46**) et la station K en amont où les teneurs sont plus élevées (**Figure 5-47**). D'une manière générale, les teneurs à pleine mer sont plus faibles que celles de basse mer.

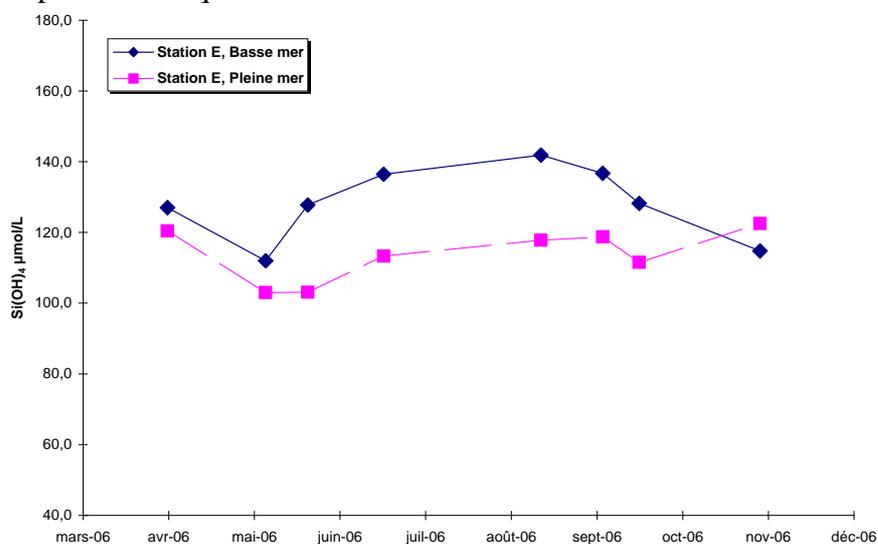


Figure 5-45 : Variations saisonnières des teneurs en silicates, station E

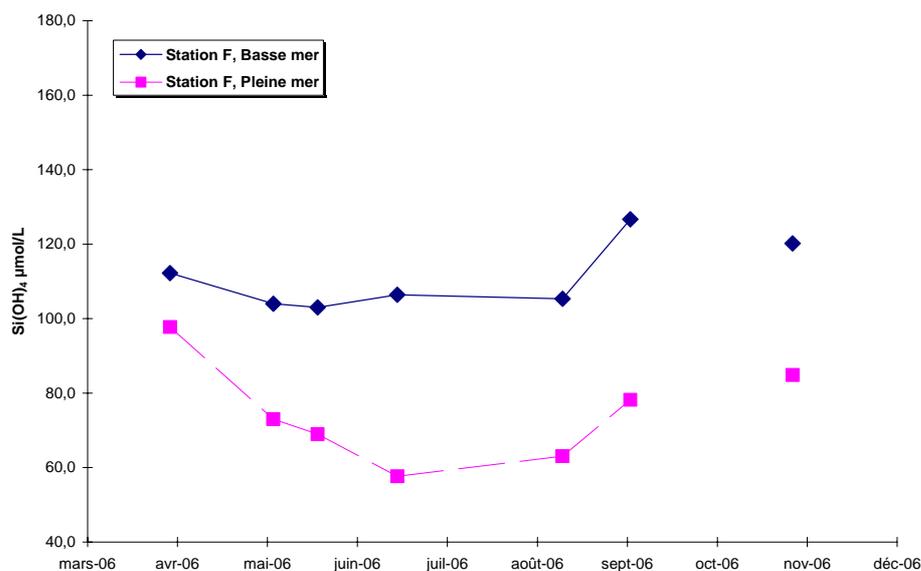


Figure 5-46 : Variations saisonnières des teneurs en silicates, station F

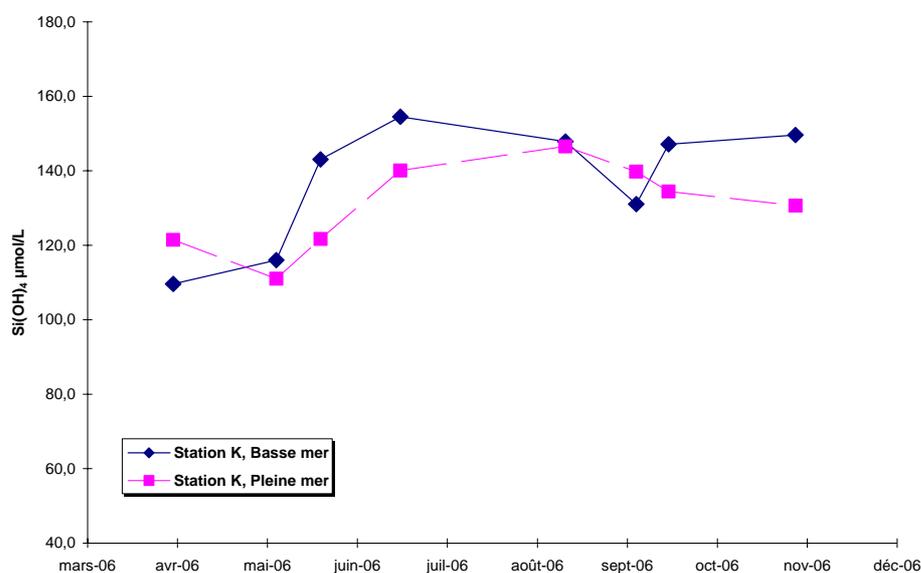


Figure 5-47 : Variations saisonnières des teneurs en silicates, station K

5.3.6. Relation avec la salinité

L'intrusion des eaux océaniques, en période d'étiage joue un rôle important sur la dilution des silicates avec la salinité (**Figure 5-48**). En effet, l'ensemble des valeurs s'organise autour d'une droite de dilution significative avec la salinité. Les paramètres de cette droite de dilution sont comparables à ceux obtenus au cours des deux années antérieures ; pour 2006, cette droite de dilution conduit à une teneur océanique théorique de l'ordre d'une trentaine de µmol/L.

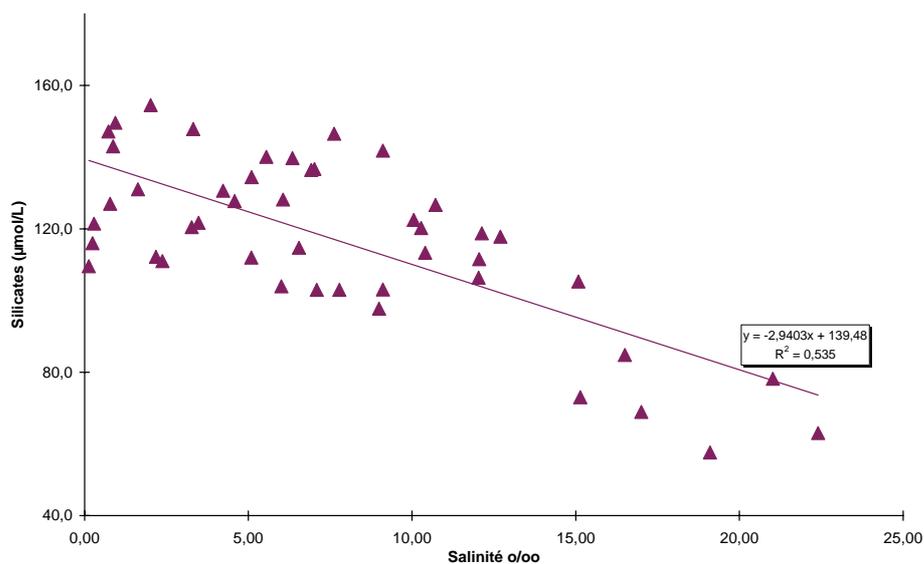


Figure 5-48 : Répartition des teneurs en silicates avec la salinité, toutes stations et temps de marée

5.3.7. Evolution des moyennes annuelles

Pour les trois stations considérées, les valeurs des moyennes annuelles des teneurs en silicates obtenues au cours de l'année 2006 sont proches de celles obtenues au cours des deux précédents exercices (**Figure 5-49**).

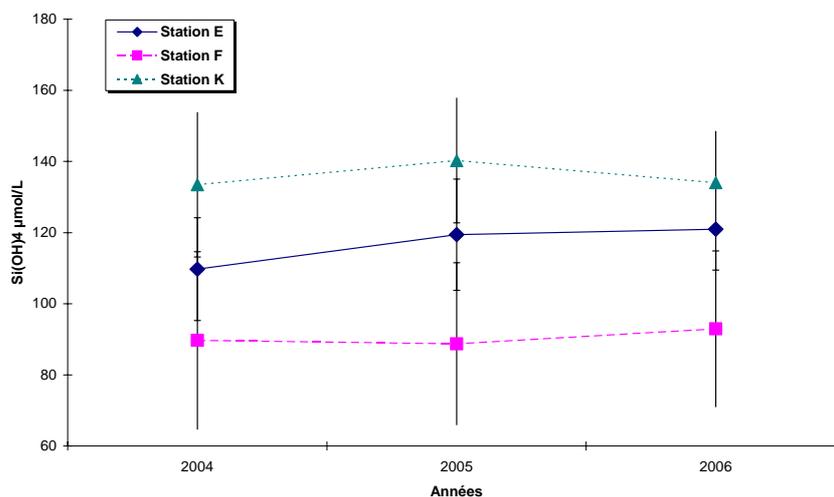


Figure 5-49 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en silicates

5.3.8. Bore

5.3.8.1. Variations saisonnières

Pour les trois stations de l'estuaire, sur la période d'étude, les variations saisonnières des teneurs en bore sont proches. Elles augmentent au cours de la période d'étiage et diminuent par la suite. Les teneurs de pleine mer sont presque toujours supérieures à celles de basse mer (**Figures 5-50 à 5-52**).

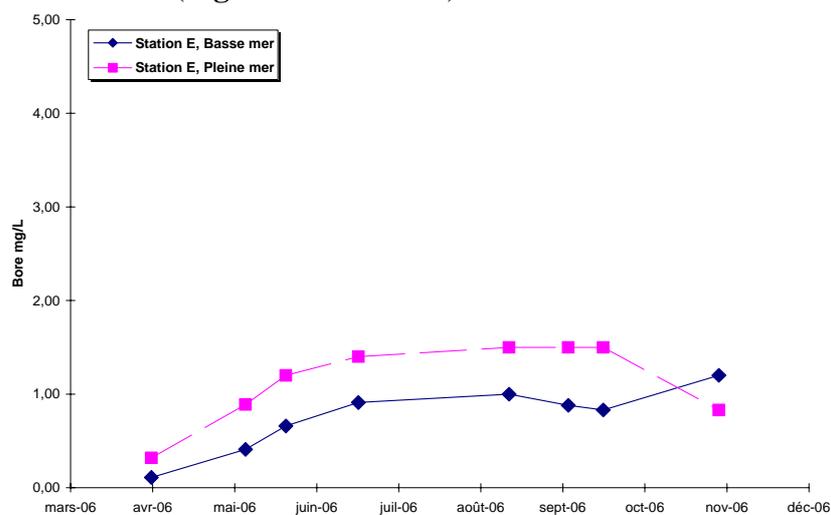


Figure 5-50 : Variations saisonnières des teneurs en bore, station E

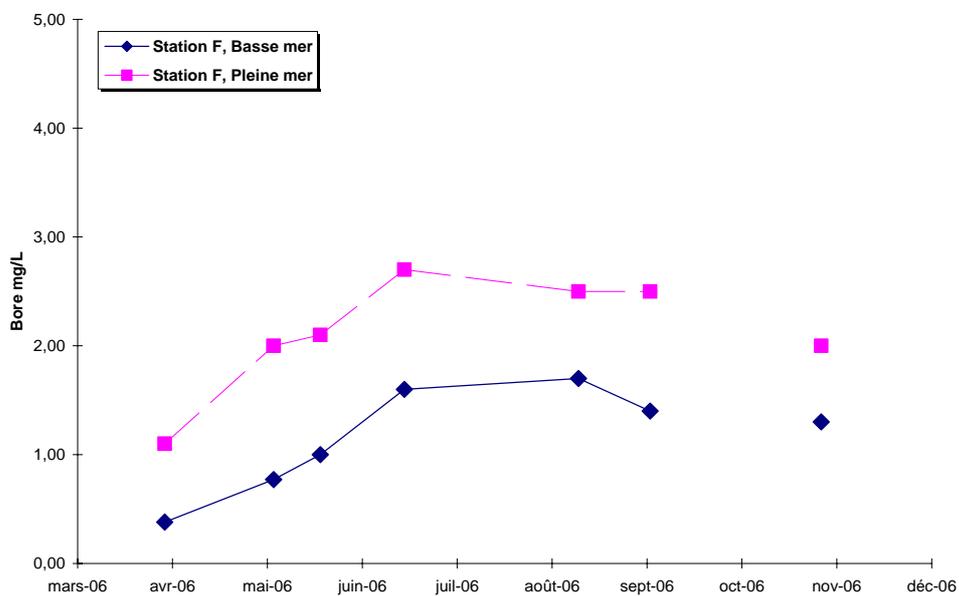


Figure 5-51 : Variations saisonnières des teneurs en bore, station F

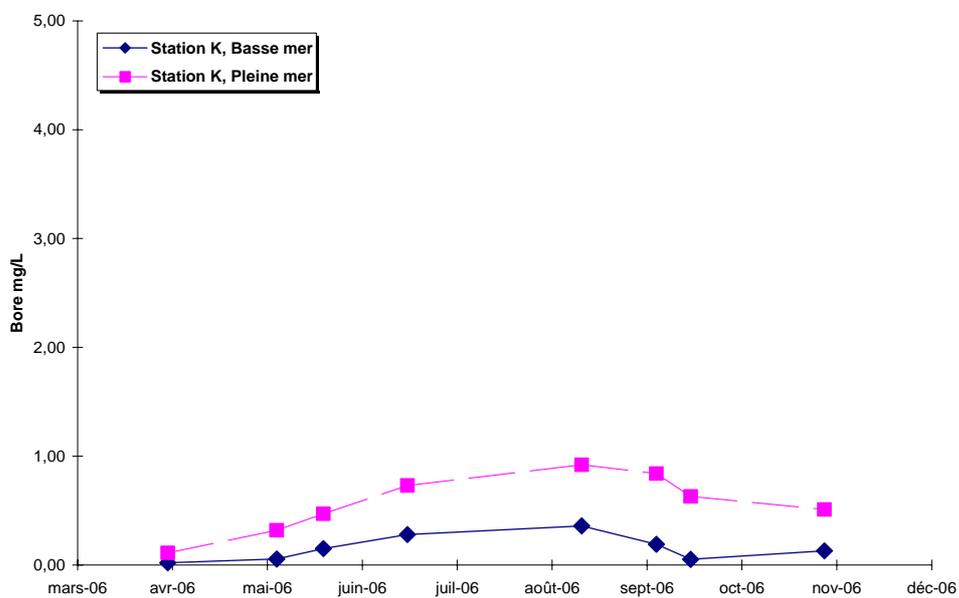


Figure 5-52 : Variations saisonnières des teneurs en bore, station K

5.3.8.2. Relation avec la salinité

Le bore étant présent de façon naturelle dans l'eau de mer, il n'est pas étrange d'avoir une droite de régression de pente positive entre les teneurs en bore enregistrées sur l'estuaire et la salinité des eaux (**Figure 5-53**). Pour l'année 2006, les paramètres de droites de régression sont proches de ceux obtenues pour les deux précédents exercices.

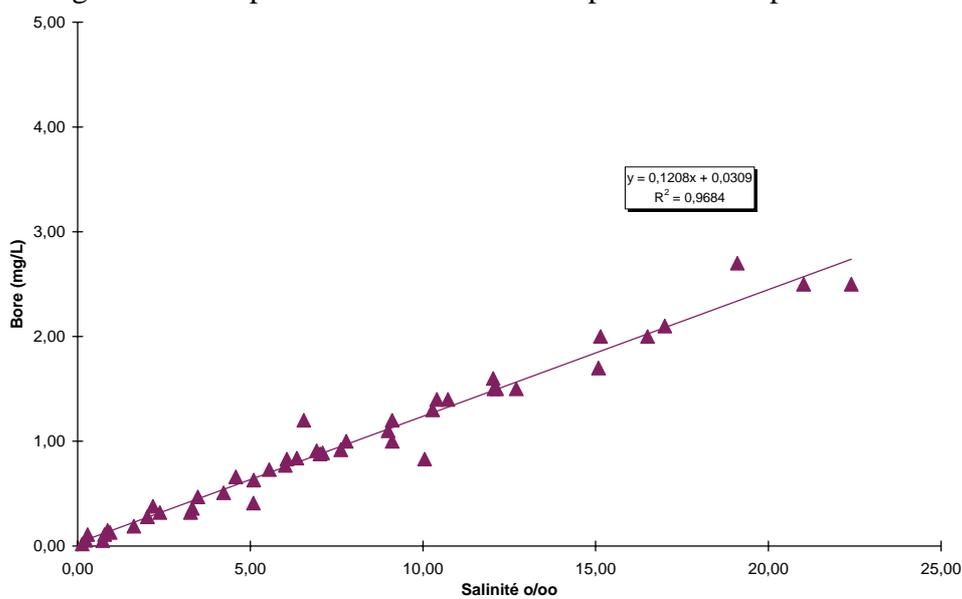


Figure 5-53 : Répartition des teneurs en bore avec la salinité, toutes stations et temps de marée

En particulier, à la station E, aucune déviation de cette relation n'est observée du fait d'un rejet éventuel d'acide borique de la part du CNPE du Blayais (**Figure 5-54**).

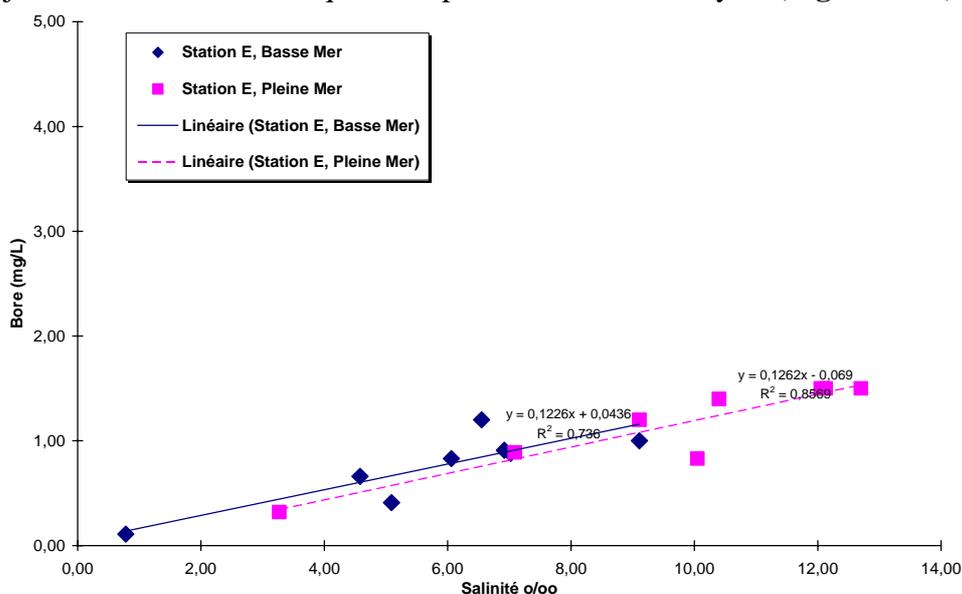


Figure 5-54 : Répartition des teneurs en bore avec la salinité, station E

5.3.8.3. Evolution des moyennes annuelles

En diminution entre 2004 et 2005, pour 2006, les valeurs des moyennes annuelles sont proches de celles obtenues l'année précédente (**Figure 5-55**).

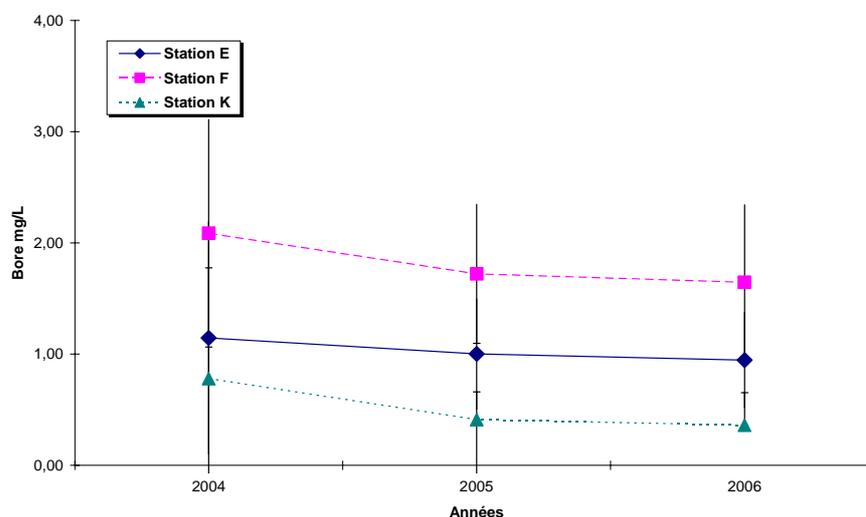


Figure 5-55 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en silicates

5.4. Contaminants

5.4.1. Famille des amines

Pour les trois stations, les recherches de résidus de traitements des circuits secondaires du CNPE (éthanolamine, morpholine et hydrazine), dans les eaux de l'estuaire, se sont révélées négative tout au long de la période d'étude.

5.4.2. Agents de surface anioniques

Sur les 46 mesures réalisées au cours de l'année 2005, huit d'entre elles se sont révélées positives – **Tableau 5-2**. Cinq d'entre elles sont situées à la station E et le reste à la station F. Aucune valeur supérieure au seuil de quantification n'a été enregistrée à la station K.

Tableau 5-2 : Recherche positive d'agents de surface anioniques

Date	Station	TM	Valeur µg/L
17-avr-06	F	BM	50
17-avr-06	F	PM	50
22-mai-06	F	BM	30
30-août-06	E	BM	35
20-sept-06	F	BM	20
21-sept-06	E	PM	40
14-nov-06	F	BM	20
16-nov-06	E	PM	20

6. *Vibrio* halophiles

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

En 2004 et 2005, deux méthodes de quantification avaient été mises en œuvre. La méthode en milieu liquide qui a été utilisée depuis le début de la surveillance -1987-. La seconde est celle proposée par EDF dans le cadre du suivi de la qualité des eaux des CNPE en milieu marin et estuarien ; elle utilise la filtration et la culture de la membrane filtrante.

En 2006, seule la méthode en **milieu solide** est réalisée. Les résultats de cette méthode par filtration sont exprimés en UFC/100mL (UFC = unité formant colonie).

6.1. Evolution spatio-temporelle

6.1.1. Variations saisonnières

A la station E, la présence de *Vibrio* est détectée dès le mois de mai les abondances sont faibles (100 UFC/100mL) à basse mer comme à pleine mer (**Figure 6-1**). Par la suite, les abondances oscillent autour de 1 000 UFC/100mL.

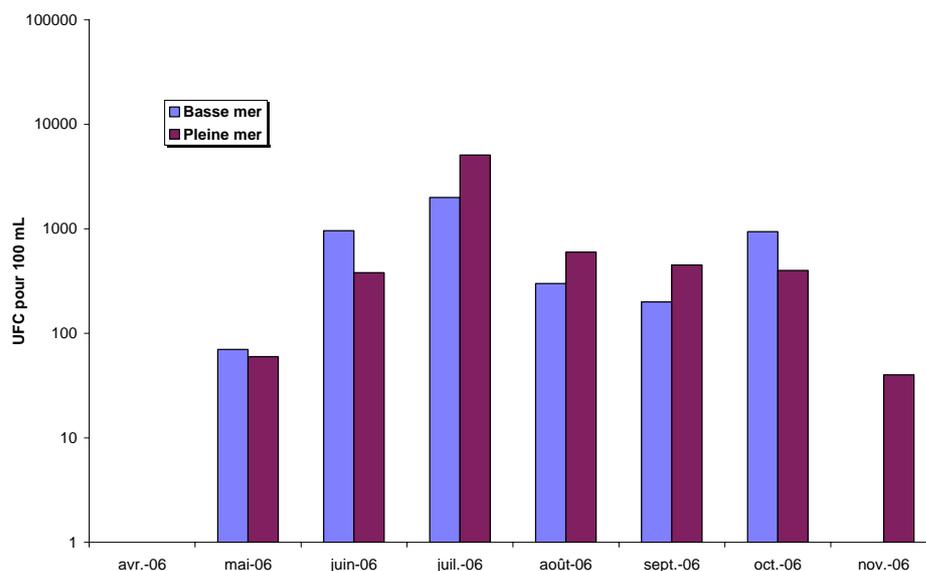


Figure 6-1 : Variations saisonnières des dénombrements de *Vibrio halophiles* à la station E

A la station F. Bien que les eaux y soient plus salées, la présence de *Vibrio* n'est détectée qu'à partir de la campagne du mois de juin 2006 (Figure 6-2). Les abondances restent élevées pendant toute la période d'été.

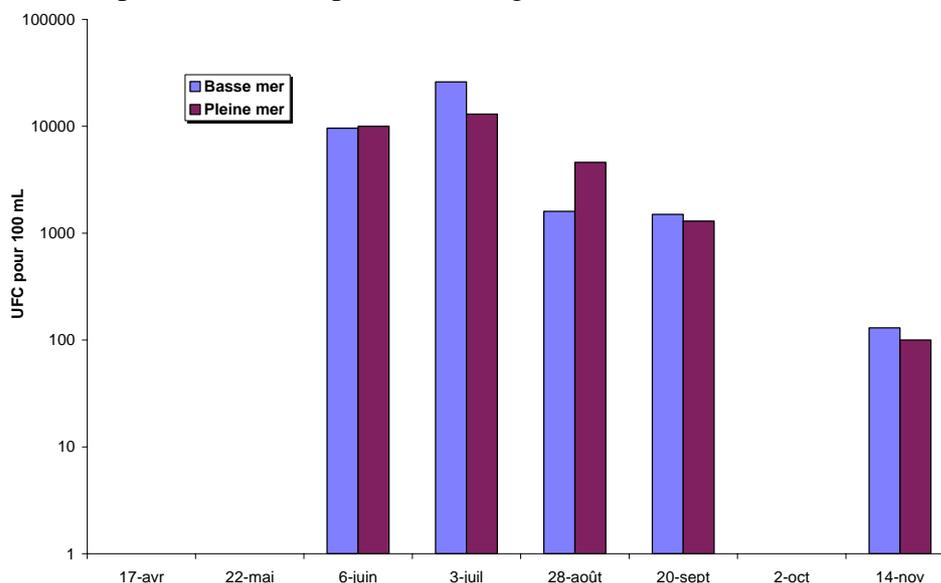


Figure 6-2 : Variations saisonnières des dénombrements de *Vibrio halophiles* à la station F

A la station K, la présence de *Vibrio* est détectée à basse mer dès la campagne du mois de mai 2006. Cette présence persiste pendant toute la période d'étude ; mais les abondances restent faibles (Figure 6-3).

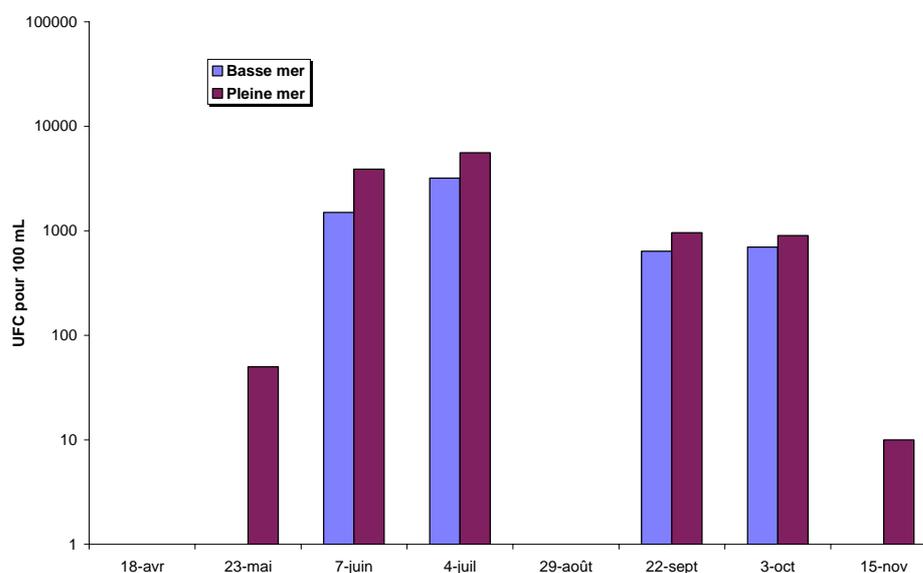


Figure 6-3 : Variations saisonnières des dénombrements de *Vibrio halophiles* à la station K

6.2. Spéciation

6.2.1. Occurrence des espèces

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*, *Vibrio alginolyticus* et *Vibrio vulnificus*.

La répartition des espèces, représentée par le rapport des espèces identifiées comme *Vibrio* sur le nombre d'espèces à identifier (40 par cette méthode en 200), montre que :

- 63 % des souches sont des *Vibrio parahaemolyticus* ;
- 13 % des souches sont des *Vibrio alginolyticus* ;
- 20 % des souches sont des *Vibrio vulnificus* ;
- 5 % des souches sont des *Vibrio mimicus* ou *Vibrio cholerae* ;

6.2.2. Densité des espèces

La densité de l'espèce prend en compte la quantité de germes de chaque espèce identifiée rapportée au nombre total de *Vibrio*.

Pour 2006, contrairement aux deux années passées, *Vibrio parahaemolyticus* (91 % en nombre) est largement majoritaire. *Vibrio alginolyticus* (2% en nombre) et *Vibrio vulnificus* (6% en nombre) présente des densité nettement plus faibles. Enfin, *Vibrio mimicus* ou *Vibrio cholerae* ne représente que 1% en nombre des espèces quantifiées.

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; peu représentée, elle n'est pas prise en considération dans cette étude. Enfin, quelques espèces dulçaquicoles peuvent être récoltées en très petit nombre lors de 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 janvier et novembre 2006.

Les copépodes sont largement dominés par l'espèce *Eurytemora affinis* qui constitue habituellement plus de 80 % du zooplancton, sauf quand les conditions d'étiage sont très accentuées comme ce fut le cas en 1990, 1991 et 1997. En 2006 l'abondance relative de cette espèce est du même ordre de grandeur : de l'ordre de 75% du zooplancton total en moyenne (malgré des conditions d'étiage prononcées).

La densité annuelle moyenne d'*E. affinis* en 2006 ($8475 \pm 2254 \text{ ind./m}^3$) est supérieure à la moyenne générale calculée sur 28 ans ($6582 \pm 680 \text{ ind./m}^3$).

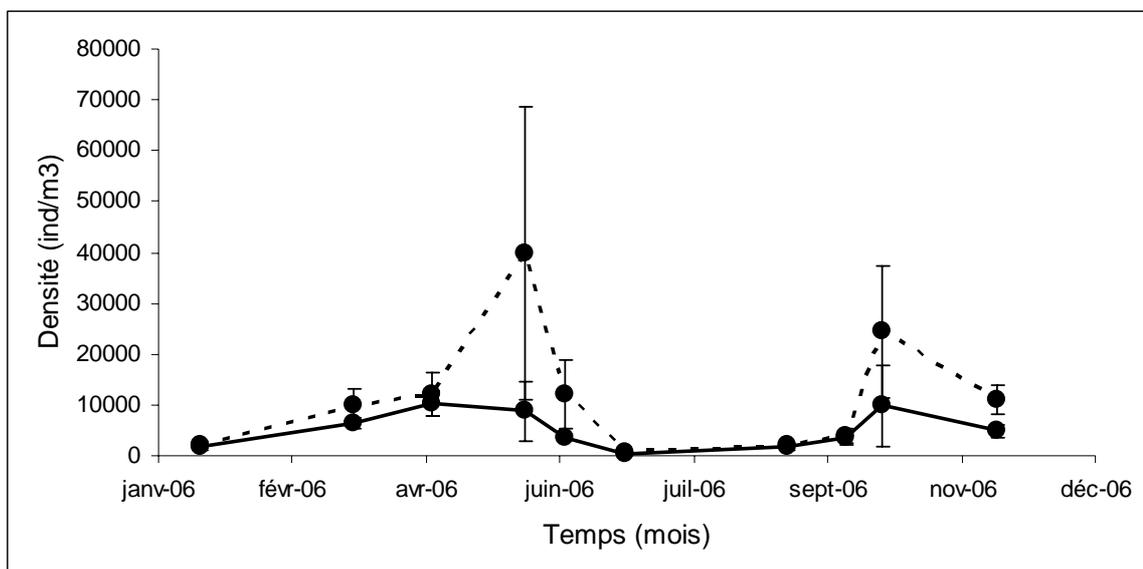


Figure 7-1 : Evolution mensuelle de la densité du copépode *Eurytemora affinis* en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au point E (pk 52) en 2006. Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée.

Ses fortes abondances s'étalent généralement entre Mars (hors protocole) et Juin pour une période correspondant à des températures comprises entre 9 et 15 °C et à des salinités comprises entre $0,3 \cdot 10^{-3}$ et $3,6 \cdot 10^{-3}$ psu. L'année 2006 (comme l'année 2005) se distingue de ce schéma général par un pic d'abondances plus tardif (Mai). La valeur du maximum de densité en 2006 est observée au fond le 25 Mai : 24330 ± 15664 ind./m³, il est caractérisé par une forte différence d'abondances au fond et en surface (respectivement : 39851 ± 28746 ind./m³ et 8809 ± 5890 ind./m³).

Après le maximum annuel, les densités diminuent jusqu'en juillet, mois durant lequel le minimum annuel est observé (en moyenne le 01 juillet au fond : 559 ± 228 ind./m³ et en surface : 185 ± 121 ind./m³), puis restent stables et faibles jusqu'en fin d'année.

L'étude de la variabilité interannuelle des fluctuations de densité (**Figure 7.2**) montre une bonne reproductibilité globale des cycles saisonniers marqués par un pic annuel de densité. Globalement la série reste stable sur la période étudiée. On constate qu'après une certaine tendance à l'augmentation entre 1980 et 1984, les valeurs maximales ont diminué entre 1984 et 1990. Cette diminution, de même que la baisse des effectifs moyens, a été attribuée à la migration vers l'amont de la position moyenne du bouchon vaseux (maximum de turbidité) consécutive à la baisse générale des débits durant cette période.

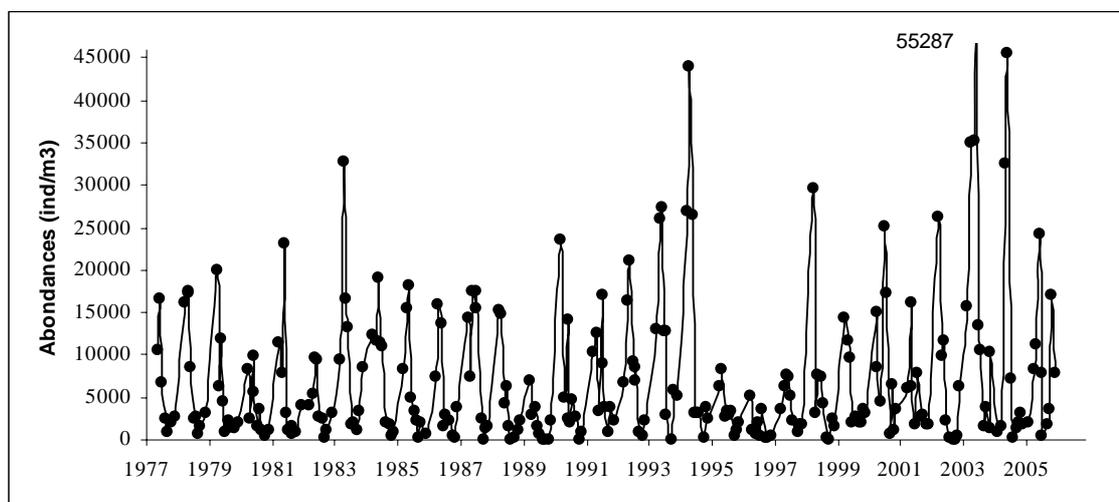


Figure 7-2 : Variation mensuelle des densités du copépode *Eurytemora affinis* au point E entre l'année 1978 et 2006 - Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond)

La baisse du débit des fleuves a probablement entraîné un positionnement des populations de ce copépode vers la partie amont de l'estuaire (point K). A partir de 1991, le retour à des conditions de débit plus proches de la normale, a stoppé cette évolution et une augmentation des valeurs maximales apparaît jusqu'en 1995. Les observations de 1996 et 1997 marquent un retour à des conditions de débits modérés et s'accompagnent d'effectifs particulièrement faibles, comparables à ceux rencontrés en 1990. Les résultats obtenus en 2006 confirment un retour à une situation caractérisée par de fortes abondances observées depuis 1998 (bien que les abondances maximales soient plus faibles qu'en 2004 et 2005).

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**).

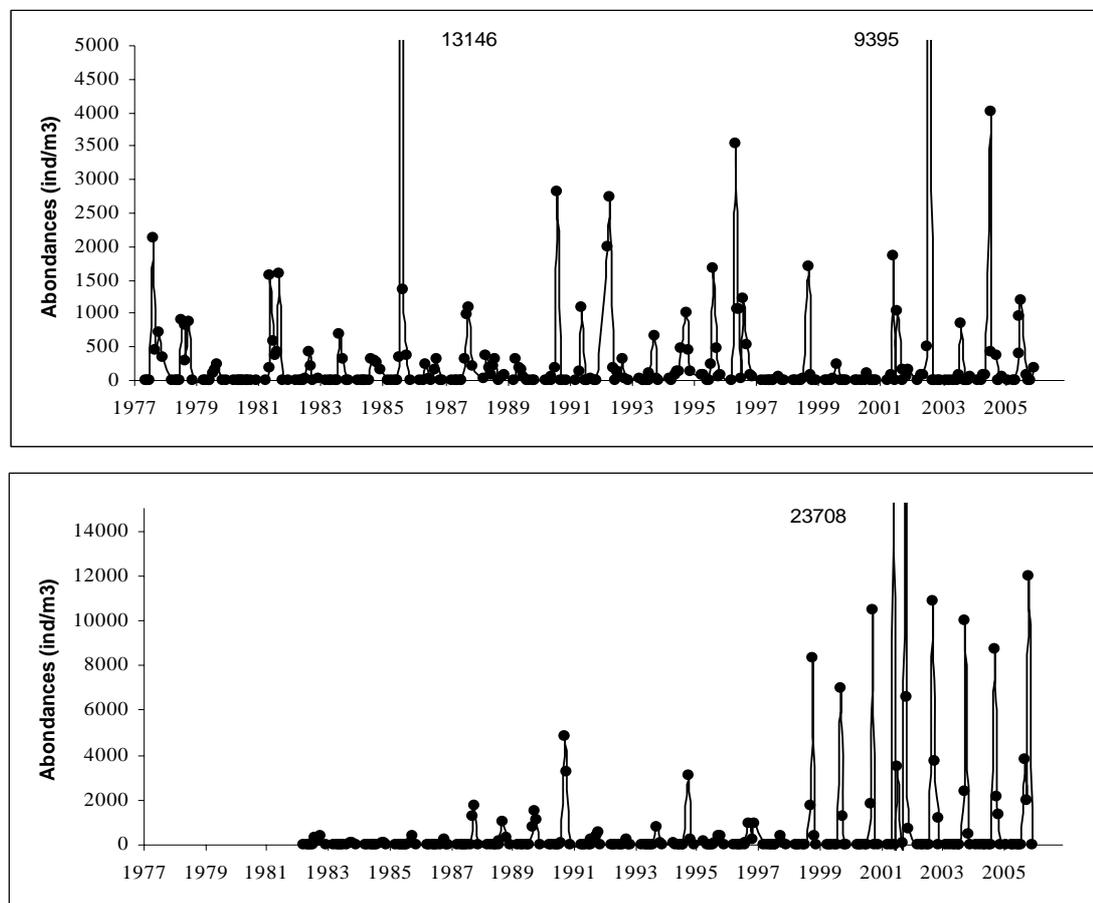


Figure 7-3 : Variations mensuelles de densités du copépode *Acartia bifilosa* (en haut) et *Acartia tonsa* (en bas). En pointillé : limite supérieure de l'échelle utilisée pour *A. bifilosa*) au point E entre 1978 et 2006 (densités mensuelles moyennes entre surface et fond) - Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond)

La densité annuelle moyenne observée en 2006 au point E (279 ± 132 ind./m³) est inférieure à ce qui avait été observé en 2005 et du même ordre de grandeur que la moyenne observée sur la série établie sur les 29 précédentes années de prélèvements (318 ± 68 ind./m³). Cette variabilité confirme la forte variabilité interannuelle des abondances de l'espèce. Le maximum de densité est observé le 01 juillet (1188 ± 387 ind./m³) et se situe parmi les valeurs « moyennes » mensuelles enregistrées entre les années 1978 et 2006. Les moyennes des abondances en surface et au fond sont respectivement de 1214 ± 435 et 1161 ± 640 ind./m³ (Figures 7.3 et 7.4).

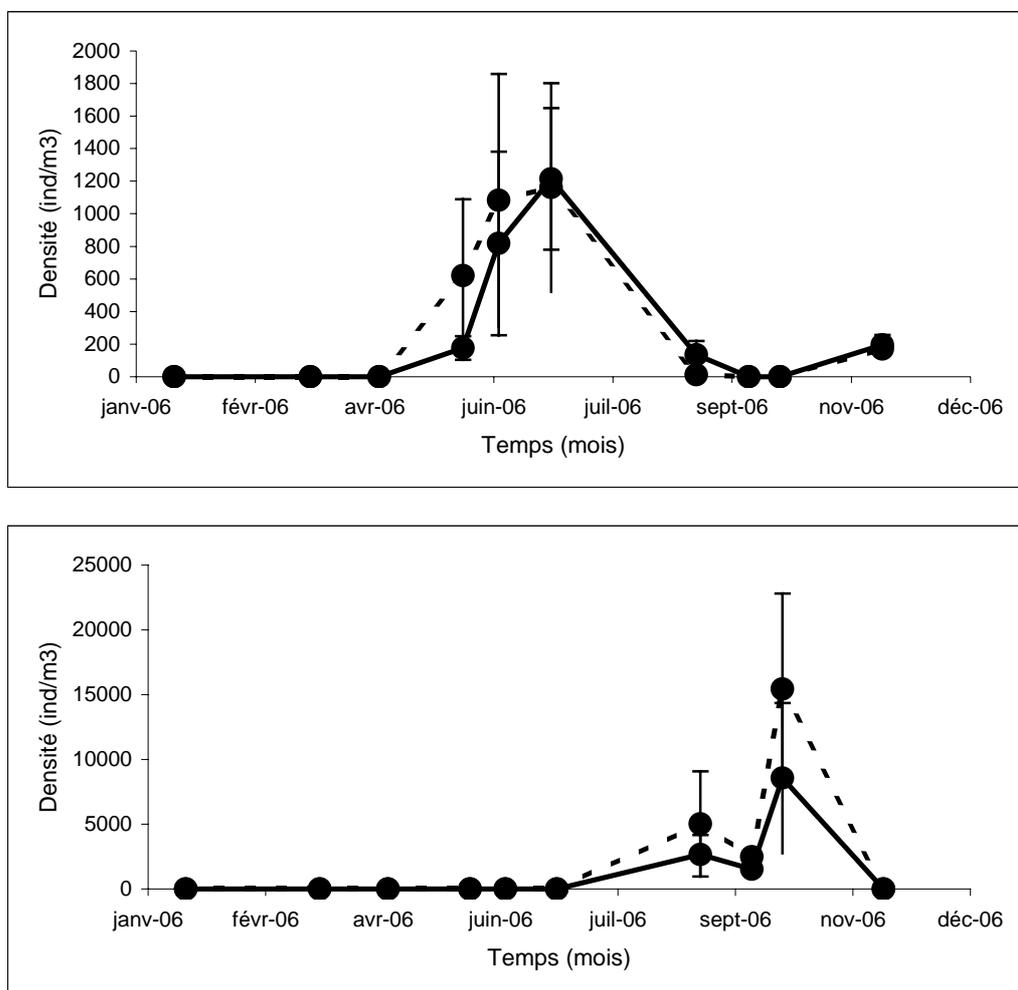


Figure 7-4 : Evolution mensuelle de la densité des copépodes *Acartia bifilosa* (en haut) et *Acartia tonsa* (en bas) en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au point E (pk 52) en 2006 - Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée.

Acartia tonsa, est une espèce introduite dans l'estuaire. C'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 ($>18 \cdot 10^{-3}$). La densité annuelle moyenne observée au point E (1786 ± 1145 ind./m³) est supérieure à la moyenne des années suivant son apparition en Gironde (1983-2006 : 801 ± 275 ind./m³). En 2006, elle présente un maximum de densité en Octobre (5 Octobre : 12009 ± 4838 ind./m³ - **Figure 7.4**) conforme aux observations habituelles (août à début octobre selon les années). Le maximum observé en 2006 (respectivement en surface et au fond : 8564 ± 5800 ind./m³, 15453 ± 7352 ind./m³) est très supérieur à la moyenne des maxima enregistrés depuis

1978 mais dans la gamme de valeurs habituellement trouvées depuis 1999. Il confirme donc le développement important de cette population dans l'estuaire depuis cette date.

Le décalage temporel des pics de densité de ces deux espèces d'*Acartidae*, observé au point E en 1997, 2000, et de 2002 à 2005 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 $22,0 \cdot 10^{-3}$.

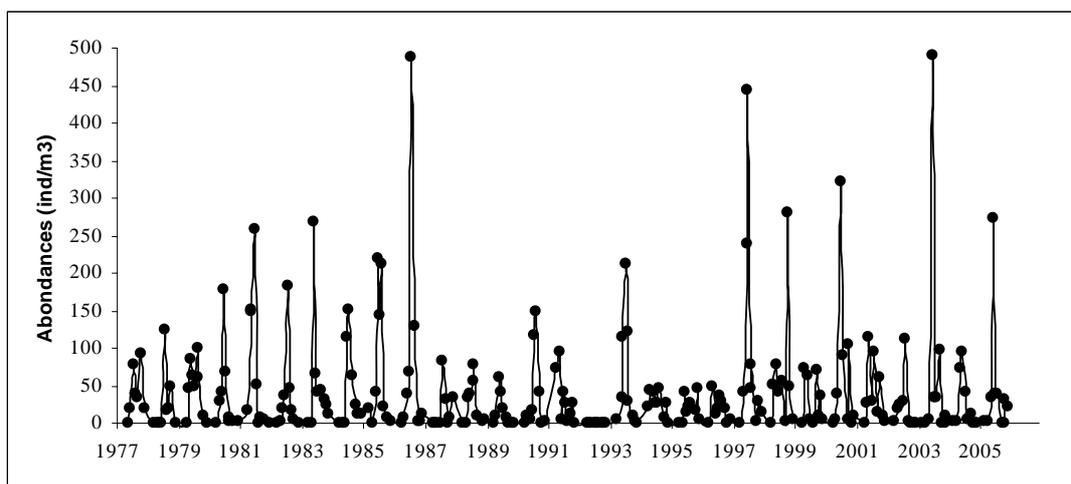


Figure 7-5 : Variations mensuelles de densités du Mysidacé *Neomysis integer* au point E entre 1978 et 2006 - Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond)

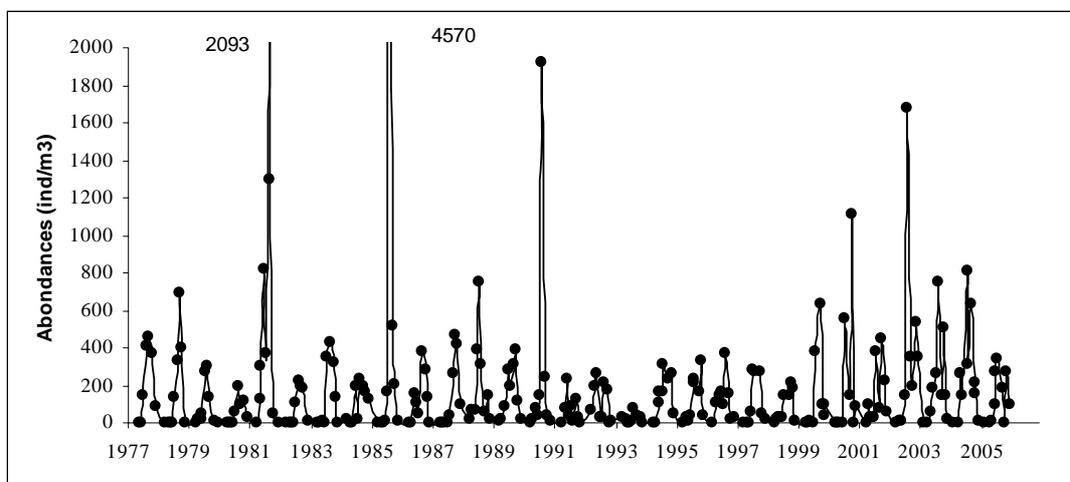


Figure 7-6 : Variations mensuelles de densités du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* au point E entre 1978 et 2006 - Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond)

Les deux Mysidacés *N. integer* et *M. slabberi* sont habituellement récoltés d'avril à octobre au point E.

La densité moyenne annuelle de *Neomysis integer* en 2006 (44 ± 25 ind./m³) est du même ordre de grandeur que la moyenne générale des densités observées depuis 1978 (42 ± 4 ind./m³). Généralement, *N. integer* est l'espèce la plus abondante à la fin du printemps tandis que *M. slabberi* est mieux représentée à la fin de l'été, ce qui est le cas cette année. En 2006, cette espèce a été récoltée tout au long de la période de prélèvement et le maximum mensuel de densité s'observe en Mai (**Figure 7.7**). La valeur du pic (moyenne mensuelle en Mai : 273 ± 191 ind./m³) est forte par rapport aux maxima observés sur la série pour ce secteur de l'estuaire (moyenne des maxima : 176 ± 24 ind./m³). La plus forte valeur est observée au fond (465 ± 350 ind./m³ / 81 ± 66 ind./m³ en surface - **Figure 7.7**), ce qui correspond au schéma classique connu pour cette espèce (habituellement plus abondante à proximité du fond).

Mesopodopsis slabberi présente des densités moyennes annuelles plus importantes que celles de l'espèce précédente (128 ± 39 ind./m³), cependant les maxima d'abondance sont du même ordre de grandeur, ce qui est inhabituel : en moyenne les abondances maximales de *Mesopodopsis* sont 4 fois plus élevées que celles de *Neomysis* (**Figure 7.5 et 7.6**). En 2006 sa densité moyenne annuelle est du même ordre de grandeur que la moyenne générale des observations effectuées entre 1978 et 2006 (178 ± 24 ind./m³). *M. slabberi* a été récolté au point E à partir du mois d'avril. Le maximum de densité (moyenne mensuelle : 341 ± 92 ind./m³ - **Figure 7.6**) s'observe cette année en juillet (avec une distribution des organismes hétérogène dans la colonne d'eau : maximum au fond : 381 ± 246 ind./m³, ce qui est inhabituel en Gironde pour cette espèce meilleure nageuse que la précédente et que l'on trouve souvent répartie de manière homogène dans la colonne d'eau).

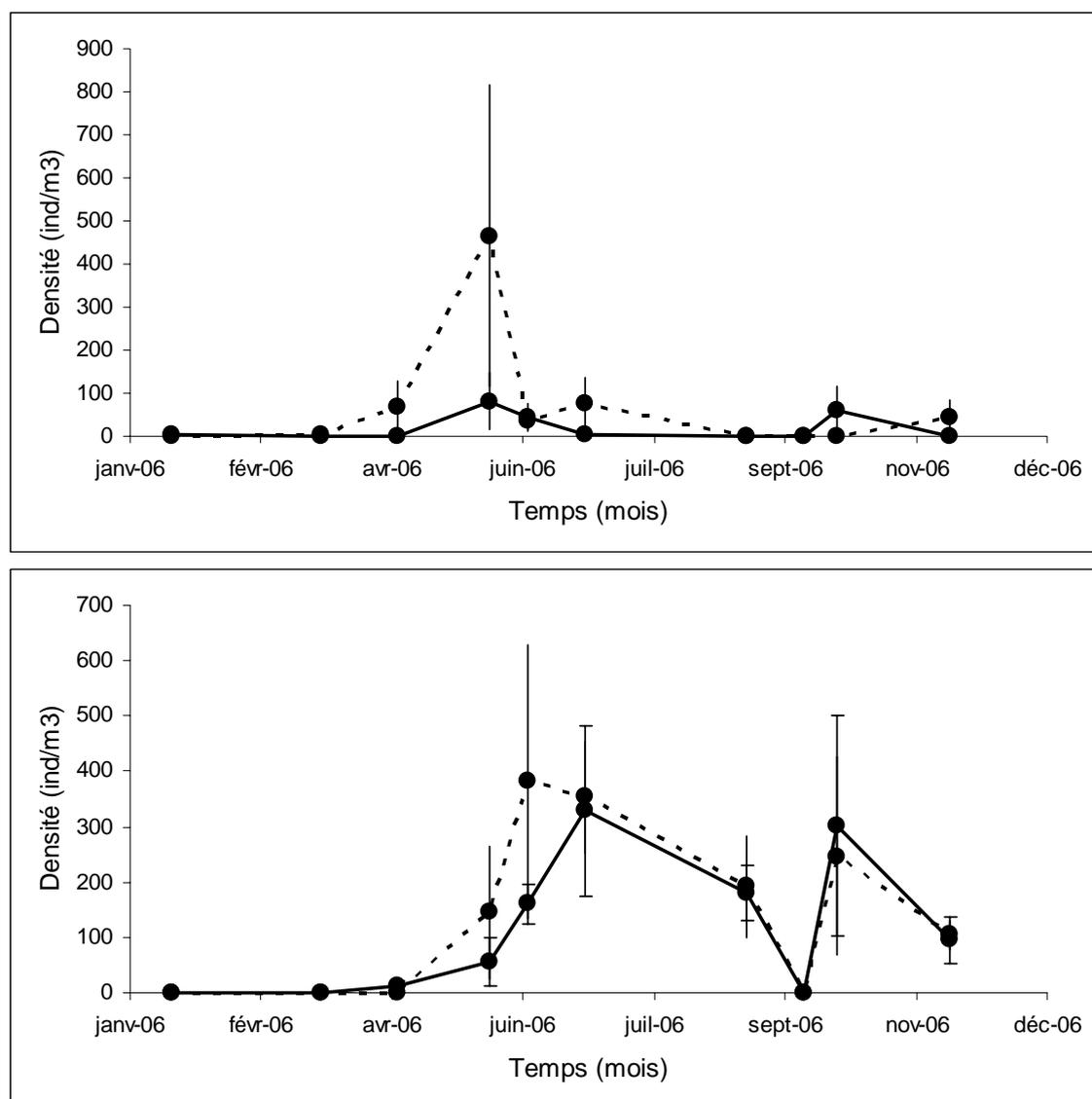


Figure 7-7 : Evolution mensuelle de la densité des Mysidacés *Neomysis integer* (en haut) et *Mesopodopsis slabberi* (en bas) au point E (pk 52), en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au cours de l'année 2006 - Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités 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 porté par les femelles) 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 et la qualité des matières en suspension. (CASTEL & FEURTET, 1985). D'importantes turbidités peuvent en effet s'avérer préjudiciables au développement du phytoplancton et de faibles concentrations en phytoplancton sont susceptibles d'affecter la fécondité, même si l'espèce peut se nourrir à partir d'autres sources de carbone organique (IRIGOIEN *et al.*, 1996).

Les variations mensuelles de fécondité en 2006 (**Figure 7.8**) ne sont pas conformes aux observations habituelles : les valeurs les plus importantes ne sont pas observées cette année durant les périodes de développement de la population. De fortes valeurs sont observées en début et fin d'année (sac > 10 œufs, mais avec une forte variabilité).

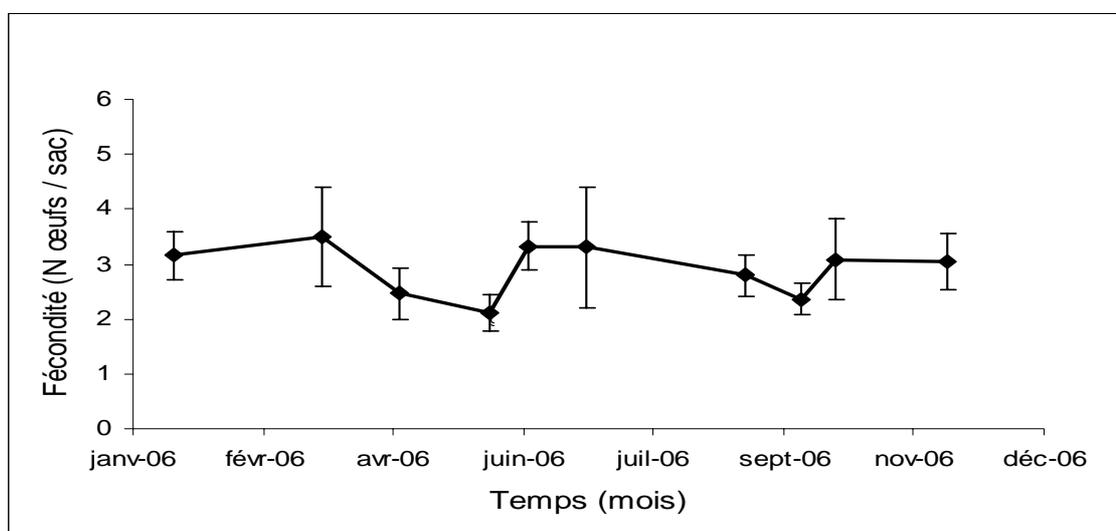


Figure 7-8 : Evolution du nombre moyen d'œufs par sac ovigère chez *Eurytemora affinis* au point E au cours de l'année 2006 -Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs observées au cours d'un demi-cycle de marée

Depuis le début du suivi (1978), la fécondité d'*E. affinis* a, dans un premier temps, subi une forte diminution jusqu'en 1994, année à partir de laquelle la fécondité est restée à un niveau relativement stable et bas (**Figure 7.9**). En 2006, la fécondité moyenne ($2,9 \pm 0,4$ œufs/sac) est du même ordre de grandeur que celles observées depuis 1994. La décroissance générale de la fécondité depuis 1978 pourrait être liée à l'évolution des températures dans l'estuaire (CASTEL, 1995); la stabilisation à un niveau bas des fécondités depuis 1994 reste inexplicée.

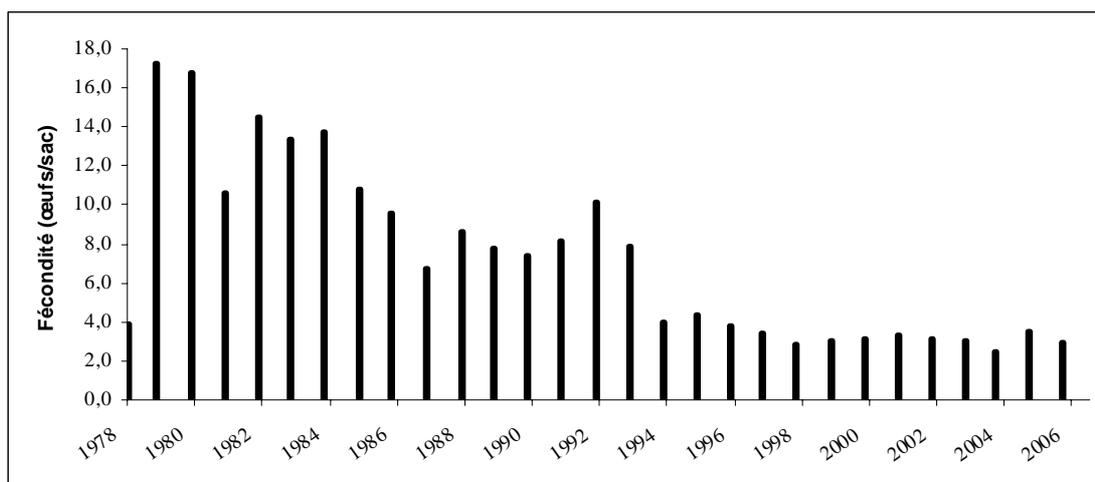


Figure 7-9: Evolution annuelle de la fécondité (nombre moyen d'œufs par sac ovigère/an) du copépode *Eurytemora affinis* au point E entre 1978 et 2006 - Chaque point représente la moyenne des valeurs mensuelles calculée entre avril et novembre

7.2.2. Structure des populations

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

Le sex-ratio des adultes est habituellement légèrement en faveur des mâles, ce qui ne se vérifie pas en 2006 (44 % de mâles en moyenne). Contrairement à ce qui a pu être observé lors des années précédentes, les variations saisonnières du sex ratio sont relativement importantes (**Figure 7.10**) avec de forts déséquilibres en faveur des mâles en début et fin d'année et une forte proportion de femelles lors du pic d'abondance de l'espèce (89%, ce qui est rare sur la série). En général, le pourcentage de mâles est toujours un peu plus élevé en surface qu'au fond. En 2006 cette caractéristique n'est pas observée (ce schéma classique est pratiquement inversé jusqu'en Août).

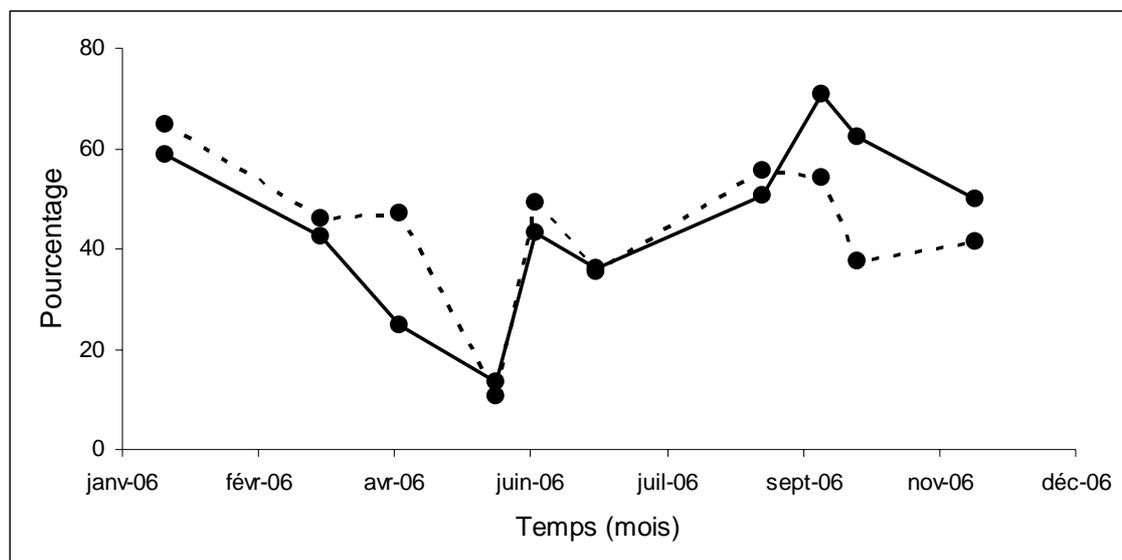


Figure 7-10 : Evolution mensuelle du pourcentage de mâles dans la population adulte du copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au cours de l'année 2006 - Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée

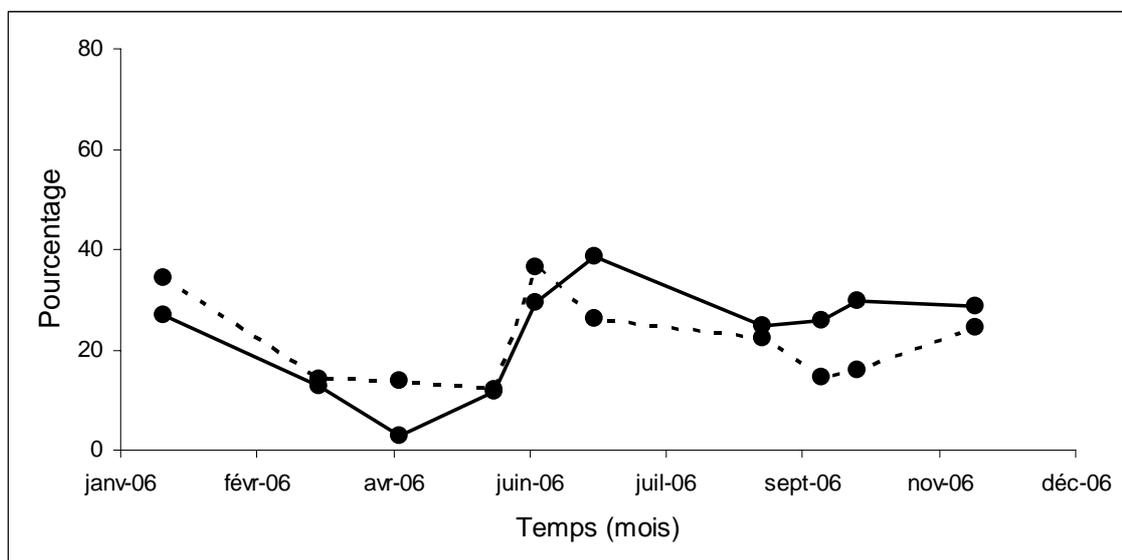


Figure 7-11 : Evolution mensuelle du pourcentage de femelles ovigères chez le copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au cours de l'année 2006 - Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée

Le pourcentage de femelles ovigères est inférieur en surface par rapport à ce qui est observé au fond en début d'année. Les valeurs les plus fortes (**Figure 7.11**) sont observées en janvier et à partir de juin. Le pourcentage moyen annuel de l'année 2006 (21,4 %) est faible par rapport à la moyenne calculée à partir des valeurs des précédentes années de surveillance (30,3 %) mais se situe dans la gamme de valeurs observées depuis 1999.

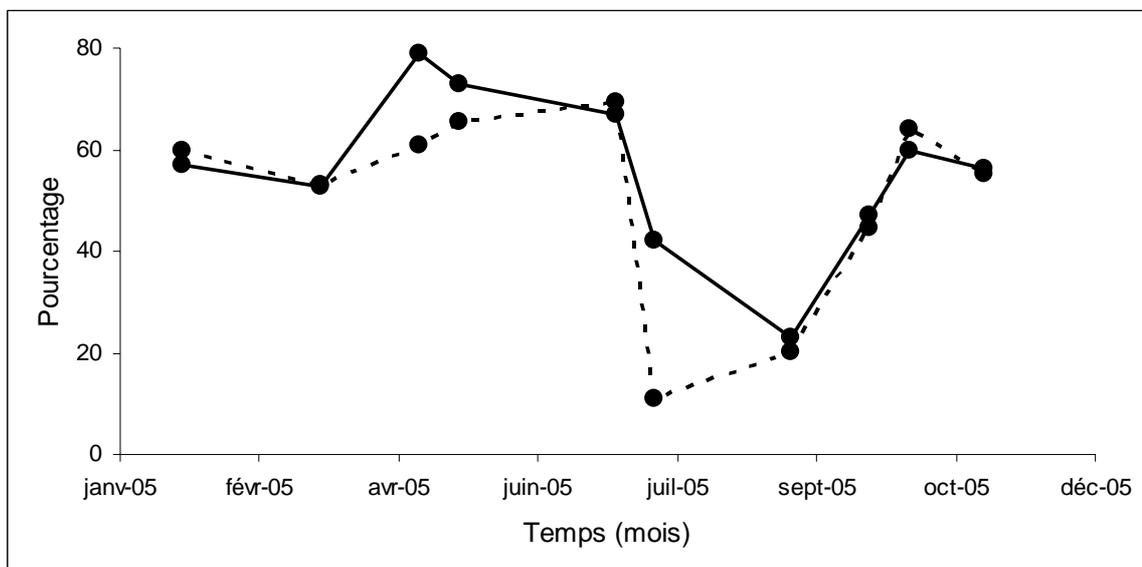


Figure 7-12 : Evolution mensuelle du pourcentage de copépodites dans la population totale du Copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface (trait plein) et au fond (pointillés) au cours de l'année 2006 - Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée

La proportion moyenne de copépodites (copépodites 1 à 5 = stades juvéniles) en 2006 est plus importante en surface qu'au fond (sauf en Mai et Novembre), ce qui traduit une distribution préférentielle des jeunes stades en surface (phénomène classiquement observé). La moyenne annuelle (61 %) est identique à la moyenne des observations des années précédentes (60 %). Les plus forts pourcentages sont notés d'avril à mai (pendant le pic d'abondance de l'espèce) et pendant la période estivale (période durant laquelle les effectifs sont très faibles). (**Figure 7.12**).

7.2.3. Mortalité

La série est interrompue en juin et juillet suite à deux problèmes consécutifs de conservation d'échantillons n'ayant pas permis un traitement fiable.

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

Les fluctuations temporelles observées au cours du cycle annuel en 2006 (**Figure 7.13**) sont faibles en dehors des valeurs observées en Août, mois durant lequel la mortalité observée à haute mer était forte en surface et au fond.

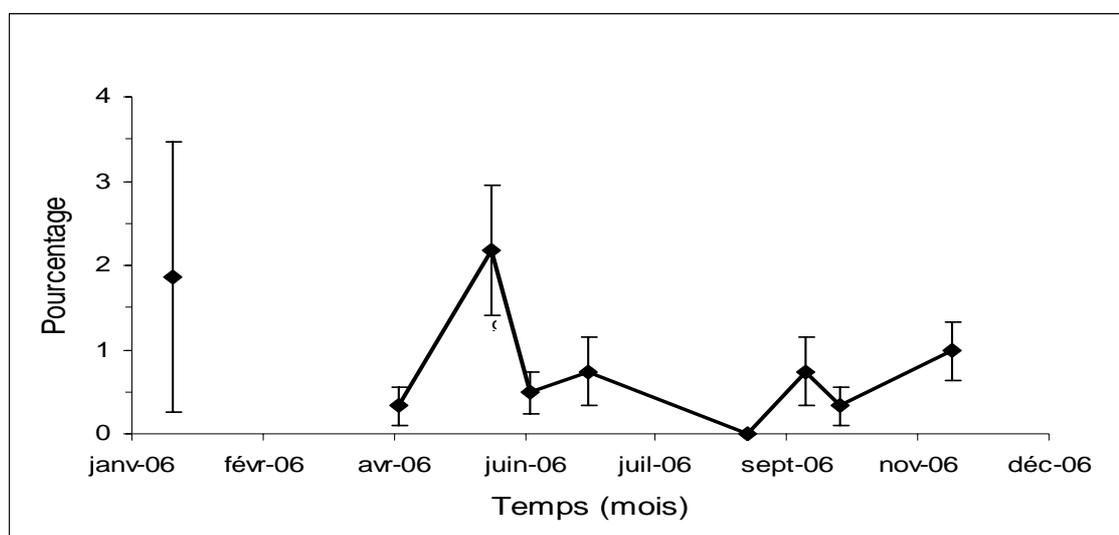


Figure 7-13 : Evolution mensuelle du pourcentage de mortalité du copéopode *Eurytemora affinis* au point E, au cours de l'année 2006 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne (\pm erreur standard) calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée (2 en surface et 2 au fond)

La mortalité annuelle moyenne en 2006 ($1,0 \pm 0,6$ %) est faible et du même ordre de grandeur que ce qui a été observé lors des années précédentes.

La moyenne annuelle observée en 2006 concorde avec la diminution de la mortalité observée depuis 1999. La tendance observée au cours des 9 dernières années (**Figure 7.14**) est proche de celle des années 1984 à 1988.

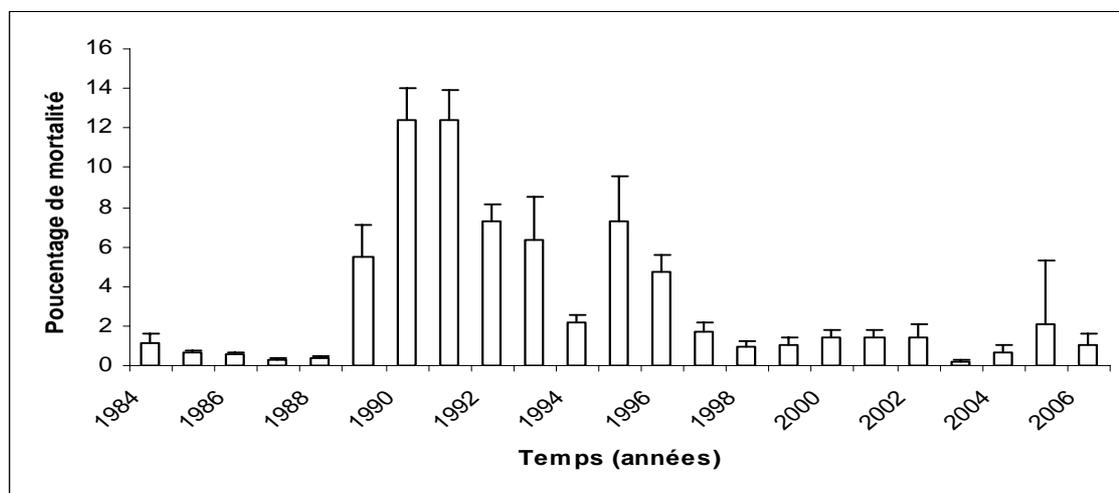


Figure 7-14 : Evolution du pourcentage de mortalité du Copépode Eurytemora affinis au point E, entre 1984 et 2006 - Chaque point sur le graphique représente la valeur moyenne annuelle (\pm erreur standard) calculée sur l'ensemble des prélèvements

7.3. Comparaison de l'évolution des principaux contingents aux points F, E, K

Les espèces dominantes sont identiques dans les trois stations mais leur représentativité est différente. Dans la partie amont de l'estuaire, c'est l'espèce *E. affinis* qui domine ; la partie médiane est essentiellement occupée par les copépodes *Acartidae*. Au point le plus amont (pk 30), notamment à marée basse, on trouve quelques espèces dulçaquicoles (*Acanthocyclops* sp, *Bosmina* sp, *Daphnia* sp, etc., notamment des copépodes cyclopoïdes cette année au point K en Septembre et Novembre) mais leur densité est toujours très faible, de même que dans le point le plus aval, à marée haute et en période d'étiage, on peut noter l'intrusion d'espèces néritiques (en particulier cette année des Cténaires en Mai et Juillet au point F et des méduses au point E en Septembre).

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

7.3.1. Variations des densités du Copépode Eurytemora affinis

E. affinis constitue l'essentiel du peuplement de copépodes dans les trois stations étudiées. En 2006, la densité moyenne annuelle de cette espèce au point F (9277 ± 6539 ind./m³) est identique à celle observée au point E (8475 ± 2254 ind./m³, **Figure 7.15**). Cette forte valeur moyenne au point F est due au pic atypique important observé en Mai (67377 ± 34227 ind./m³). Cette localisation aval de l'espèce, déjà observée en 2005, est cependant limitée dans le temps (Mai). Cette configuration n'avait jamais été observée sur l'ensemble de la série jusqu'en 2005 et traduit, cette année encore une localisation plus aval de l'espèce dans l'estuaire par rapport à ce qui est habituellement observé (le pic de densité est de façon générale toujours situé juste en amont du maximum de

turbidité, là où les copépodes sont piégés : CASTEL, 1995). La période de fortes abondances de l'espèce est identique dans la Station médiane (Station E, mois de Mai : 24330 ± 15664 ind./m³) mais différente en amont (Station K : mois de Mars : 29679 ± 23418 ind./m³).

L'année 2006 se distingue donc par des périodes d'abondances maximales différentes en amont et en aval, mais aussi par une augmentation plus précoce (Mars, hors protocole) et plus durable des abondances en amont (Station K). Ceci se traduit par une abondance moyenne annuelle plus importante en amont qu'en aval (14034 ± 2923 ind./m³). Cette persistance de fortes abondances plus longue au point K qu'en aval a déjà été observée en 2005.

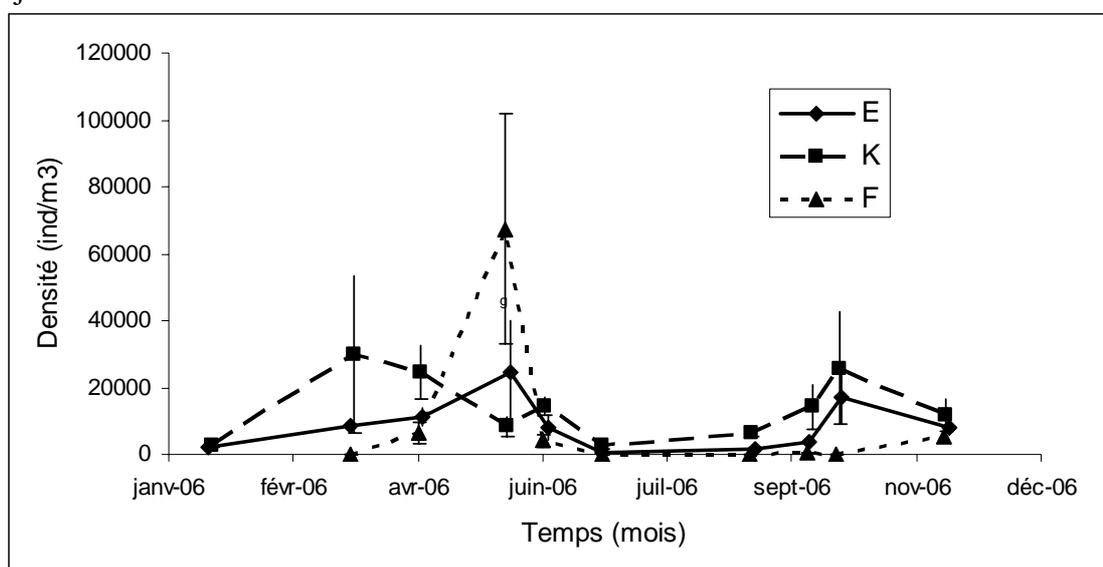


Figure 7-15 : Evolution mensuelle de la densité du copépode *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52) et K (pk 30) au cours de l'année 2006 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

Tableau 7-1 : Evolution des densités moyennes annuelles (ind./m³) du copépode *Eurytemora affinis* observées au cours de la période 1984-2005 - Le point J est situé au niveau du pk 52 dans le chenal de navigation

Année	Point F Pk 67	Point E Pk 52	Point J Pk 52	Point K Pk 30
1984		9600	8500	6100
1985		9100	11100	5500
1986		5900	7900	4900
1987		5300	6400	5800
1988		7400	7900	5200
1989		5300	5500	8200
1990		2400	2400	3000
1991		5600	4700	7100
1992		6400		4700
1993	4300	8200		9300
1994	3000	6252		1873
1995	2161	7896		3673
1996	3743	3010		6843
1997	2156	1098		2526
1998	832	5226		7167
1999	4704	6214		5283
2000	2747	5693		5653
2001	7069	8393		23358
2002	3470	5112		3978
2003	2175	3857		4956
2004	4238	17216		11400
2005	11104	9641		8886
2006	9277	8475		14034

La comparaison des densités moyennes interannuelles (**Tableau 7.1**) entre 1984 et 2006 montre que les années caractérisées par une absence de crues²⁴ (notamment printanières) ou par une forte turbidité (sècheresse printano-estivale) sont des années pour lesquelles la densité du copépode est plus élevée au point K qu'au point E, ce qui correspond au schéma observé en 2006.

7.3.2. Variation des densités des Copépodes Acartidés

Les copépodes *Acartiidae* sont représentés par deux espèces : *Acartia bifilosa* et *Acartia tonsa* dont la distribution spatio-temporelle est sensiblement différente (**Figure 7.4**).

²⁴ 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-).

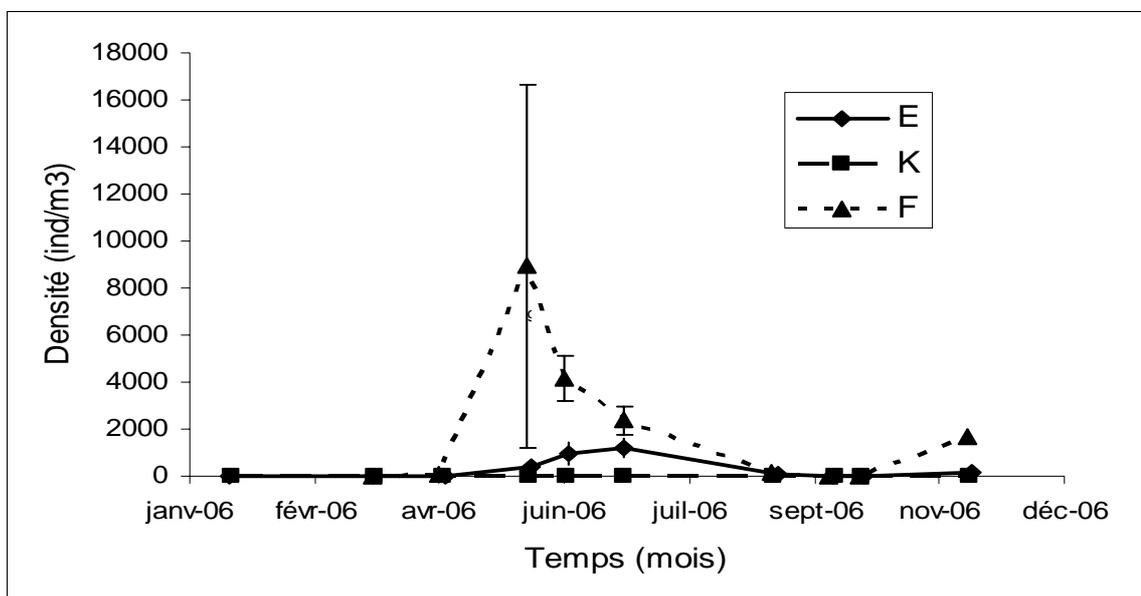


Figure 7-16 : Evolution mensuelle de la densité du Copépode *Acartia bifilosa* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2006 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

Les densités moyennes du copépode *Acartia bifilosa* (**Tableau 7.2**) sont maximales au point F (1927 ± 895 ind./m³) et décroissent vers l'amont de l'estuaire (maximum au point E : 279 ± 132 ind./m³ et maximum au point K : 5 ± 4 ind./m³).

La période d'abondance maximale est décalée dans les différentes Stations : printanière en aval (Mai : maximum annuel au point F : 8928 ± 7691 ind./m³) et décalée vers la fin de printemps et l'été en zone amont (maximum annuel au point E en Juillet : 1188 ± 387 ind./m³ et maximum annuel au point K en Juin : 38 ± 35 ind./m³). Un seul pic d'abondance est par ailleurs observé cette année au point F (printemps, mois de Mai), le pic estival observé certaines années (1979, 1982, 1987, 1993, 1997, 2002, 2005) n'apparaît pas en 2006.

Ceci qui correspond à un schéma classique de la distribution spatio-temporelle de l'espèce dans l'estuaire : le caractère polyhalin de l'espèce se confirme cette année encore (*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, ce qui se traduit cette année par les fortes différences d'abondances observées dans la partie aval de l'estuaire par rapport à ce qui est observé en amont).

Tableau 7-2 : Evolution des densités moyennes annuelles (ind./m³) du copépode *Acartia bifilosa* au cours de la période 1984-2006 - Le point J est situé au pk 52 dans le chenal de navigation

Année	Point F	Point E	Point J	Point K
1984		209	198	1
1985		321	418	15
1986		2514	2862	14
1987		94	238	4
1988		464	1101	4
1989		149	150	9
1990		147	314	16
1991		569	726	4
1992	609	173		1
1993	970	430		2
1994	1000	17		5
1995	3440	287		3
1996	733	340		5
1997	1133	846		1
1998	804	9		3
1999	2232	204		12
2000	1646	34		0
2001	11210	15		0
2002	544	415		3
2003	519	1359		139
2004	1102	97		1
2005	1976	500		5
2006	1927	279		5

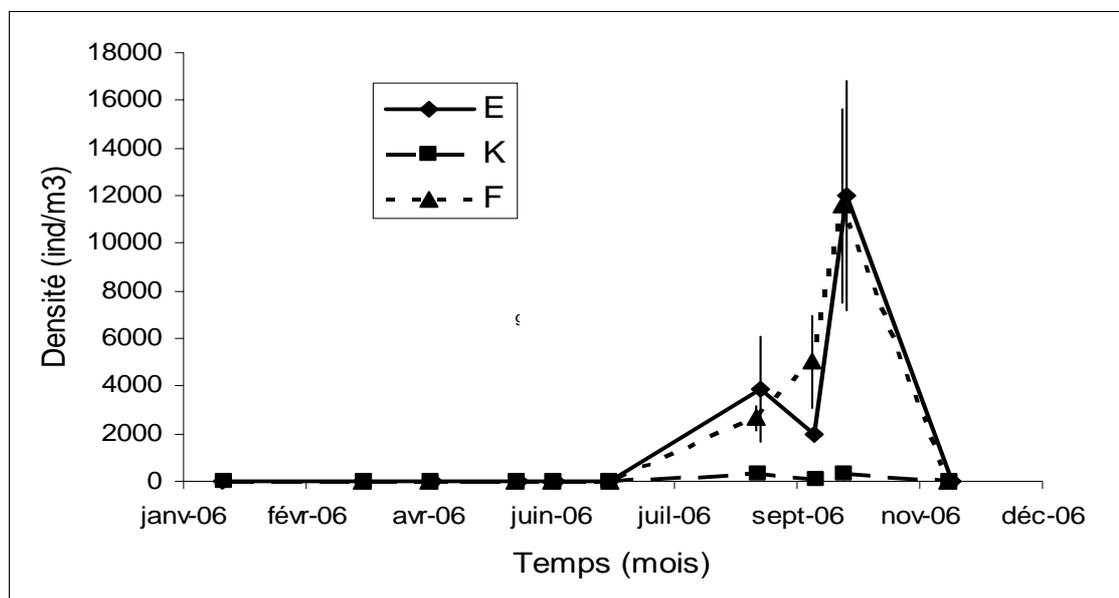


Figure 7-17 : Evolution mensuelle des densités du copépode *Acartia tonsa* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2006 - Chaque point du graphique représente la moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

Le copépode *Acartia tonsa* est une espèce polyhaline : il présente en 2006 un gradient décroissant d'abondance des stations aval vers les stations amont (**Tableau 7.3**). Les plus fortes abondances sont observées au point F (moyenne annuelle : 2138 ± 1178 ind./m³), elles sont intermédiaires (mais peu différentes) au point E (moyenne annuelle : 1786 ± 1145 ind./m³), l'espèce étant très peu représentée au point K (moyenne annuelle : 74 ± 42 ind./m³). Son caractère thermophile se traduit en terme de développement dans l'estuaire par une période de production estivale succédant à la période de production d'*A. bifilosa*. *A. tonsa* a présenté en 2006 (**Figure 7.17**) un pic de densité identique et simultané en Octobre aux points F et E (11572 ± 4091 ind./m³ et 12009 ± 4838 ind./m³), les abondances ne dépassant pas 350 ind./m³ au point K.

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

Tableau 7-3 : Evolution des densités moyennes annuelles (ind./m³) du copépode *Acartia tonsa* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de la période 1984-2006 - Le point J est situé au pk 52 dans le chenal de navigation

Année	Point F	Point E	Point J	Point K
1984		58	97	20
1985		35	459	27
1986		129	356	48
1987		64	406	36
1988		410	484	16
1989		302	519	233
1990		534	3253	478
1991		933	1223	261
1992	1120	114		14
1993	970	430		4
1994	81	15		7
1995	1168	417		8
1996	291	109		6
1997	366	165		7
1998	1849	57		18
1999	2880	1183		149
2000	1086	918		123
2001	1918	1541		472
2002	1386	1048		42
2003	1	1971		1039
2004	3626	1289		79
2005	2177	1224		134
2006	2138	1786		72

7.3.3. Variation des densités de Mysidacés

En 2006, les effectifs de *Neomysis integer* sont globalement du même ordre de grandeur que ce qui a pu être observé sur la série ; en moyenne l'espèce est peu représentée dans la station amont (**Tableau 7.4** : moyennes annuelles au point K de 12 ± 4 ind./m³, au point E de 44 ± 25 ind./m³, au point F de 56 ± 45 ind./m³).

Généralement, les densités maximales de l'espèce s'observent aux points F ou E ; cette année, les pics sont observés simultanément dans les 3 stations en Mai et le schéma classique se retrouve avec des abondances maximales observées au point F (**Figure 7.18** : 454 ± 311 ind./m³ au point F, 273 ± 191 ind./m³ et 36 ± 13 ind./m³ au point K). Globalement, l'espèce est plus présente autour de la station E (même si les effectifs y sont parfois faibles), ce qui indique une localisation de l'aire de distribution de l'espèce autour de cette station.

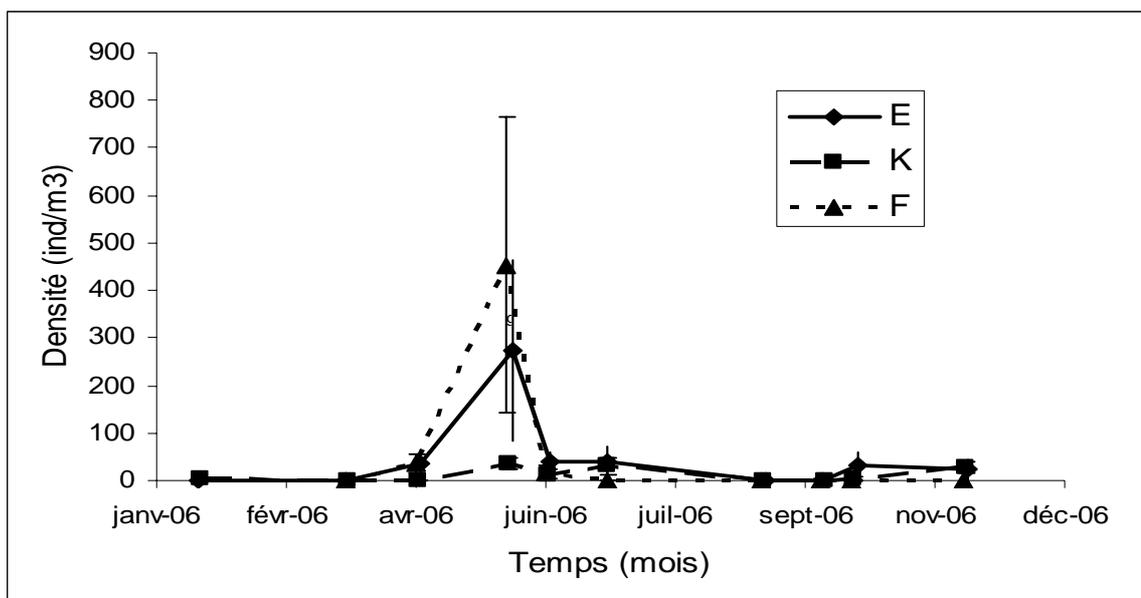


Figure 7-18 : Evolution mensuelle de la densité du Mysidacé *Neomysis integer* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30), au cours de l'année 2006 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) au cours d'un demi-cycle de marée (\pm erreur standard)

Tableau 7-4 : Evolution des densités moyennes annuelles (ind./m³) du Mysidacé *Neomysis integer* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de la période 1984-2006 - Le point J est situé au pk 52 dans le chenal de navigation

Année	Point F	Point E	Point J	Point K
1984		36	45	22
1985		57	51	21
1986		78	147	63
1987		101	68	33
1988		79	41	37
1989		17	34	16
1990		27	15	6
1991		55	15	12
1992	26	20		3
1993	18	3		3
1994	45	30		1
1995	51	35		10
1996	7	21		5
1997	9	22		7
1998	29	105		37
1999	18	41		8
2000	29	31		12
2001	120	73		24
2002	21	43		9
2003	5	23		15
2004	1	67		13
2005	36	23		47
2006	56	44		12

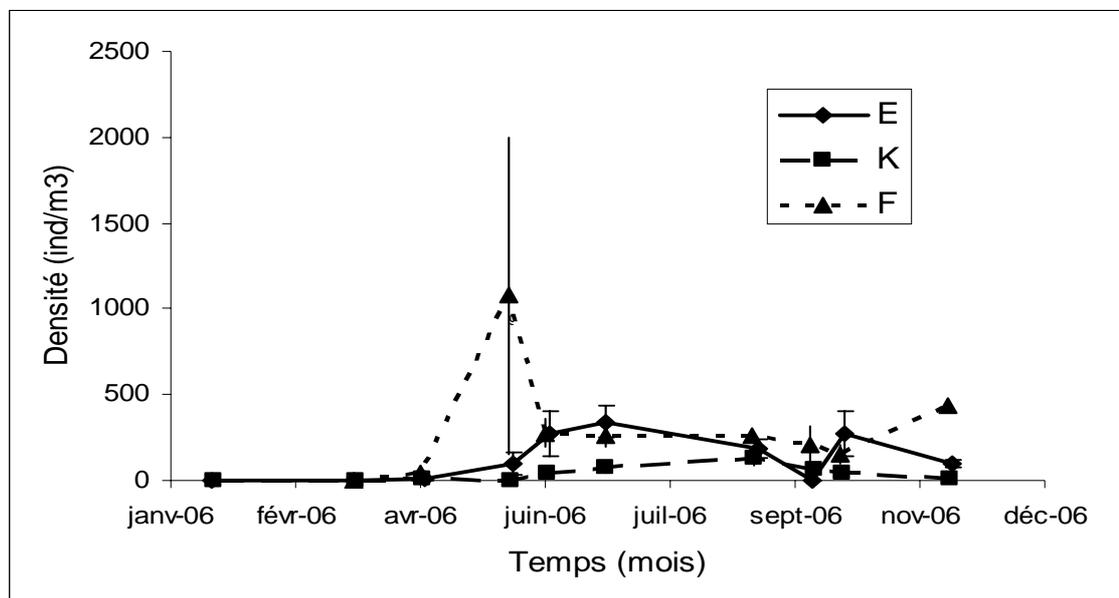


Figure 7-19 : Evolution mensuelle de la densité du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30), au cours de l'année 2006 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 8 prélèvements au cours d'un demi cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) au cours d'un demi-cycle de marée (\pm erreur standard)

La seconde espèce dominante, *Mesopodopsis slabberi* (Figure 7.19) présente un schéma de distribution classique (gradient décroissant de l'aval vers l'amont, Tableau 7.5) : abondances plus importantes au point F (moyenne annuelle : 303 ± 95 ind./m³) qu'au point E (128 ± 39 ind./m³), tandis que l'espèce est mal représentée au point K (38 ± 13 ind./m³). Il s'agit d'une espèce polyhaline dont le centre de distribution se situe normalement en aval du pk 67 et dont la pénétration dans l'estuaire est fortement dépendante des débits fluviaux. Les plus fortes abondances sont trouvées en Mai en aval (point F : 1076 ± 923 ind./m³) et en période estivale en amont : Juillet au point E : 341 ± 92 ind./m³ et Août au point K : 129 ± 40 ind./m³ - point F : 922 ± 324 ind./m³).

Tableau 7-5 : Evolution des densités moyennes annuelles (ind./m³) du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de la période 1984-2006 - Le point J est situé au pk 52 dans le chenal de navigation

Année	Point F	Point E	Point J	Point K
1984		191	135	46
1985		114	151	40
1986		787	2740	178
1987		169	367	211
1988		223	408	88
1989		177	173	85
1990		124	521	41
1991		260	234	62
1992	155	65		8
1993	114	106		6
1994	71	12		4
1995	185	141		10
1996	166	130		8
1997	137	136		9
1998	215	118		15
1999	177	92		9
2000	214	144		32
2001	310	211		63
2002	258	169		31
2003	74	180		134
2004	434	209		49
2005	294	254		98
2006	303	128		38

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

7.4.1. Paramètres de population

De manière générale (**Tableau 7.6**), la structure démographique d'*Eurytemora affinis* n'est pas très différente d'une station à l'autre.

Tableau 7-6 : Principaux paramètres démographiques de *Eurytemora affinis* au cours de la période 1984-2006 - M : % de mâles par rapport à la population adulte, F. ov. : % de femelles ovigères/total des femelles, C : % de copépodites

Année	Point F			Point E			Point K		
	M	F. ov.	C	M	F. ov.	C	M	F. ov.	C
1984				53	25	67	54	15	67
1985				55	23	67	56	18	67
1986				58	30	60	55	26	56
1987				54	35	65	59	23	77
1988				54	19	62	51	20	52
1989				52	32	67	52	31	71
1990				48	34	60	50	21	59
1991				46	27	67	46	26	67
1992	60	34	58	54	36	62	54	25	58
1993	62	33	55	51	33	65	44	17	75
1994	53	25	67	45	24	68	44	18	62
1995	39	19	59	41	32	62	45	18	62
1996	52	30	60	49	30	54	47	20	62
1997	51	26	49	53	30	48	46	16	58
1998	50	27	46	48	32	52	47	17	68
1999	60	22	34	42	20	53	39	9	57
2000	48	18	63	35	13	65	40	11	60
2001	50	15	58	52	20	47	42	13	47
2002	57	26	48	56	26	45	45	12	53
2003	50	15	82	37	15	66	54	17	64
2004	43	20	55	45	20	64	42	10	59
2005	51	17	58	51	26	54	50	15	63
2006	32	9	39	42	20	64	44	12	57

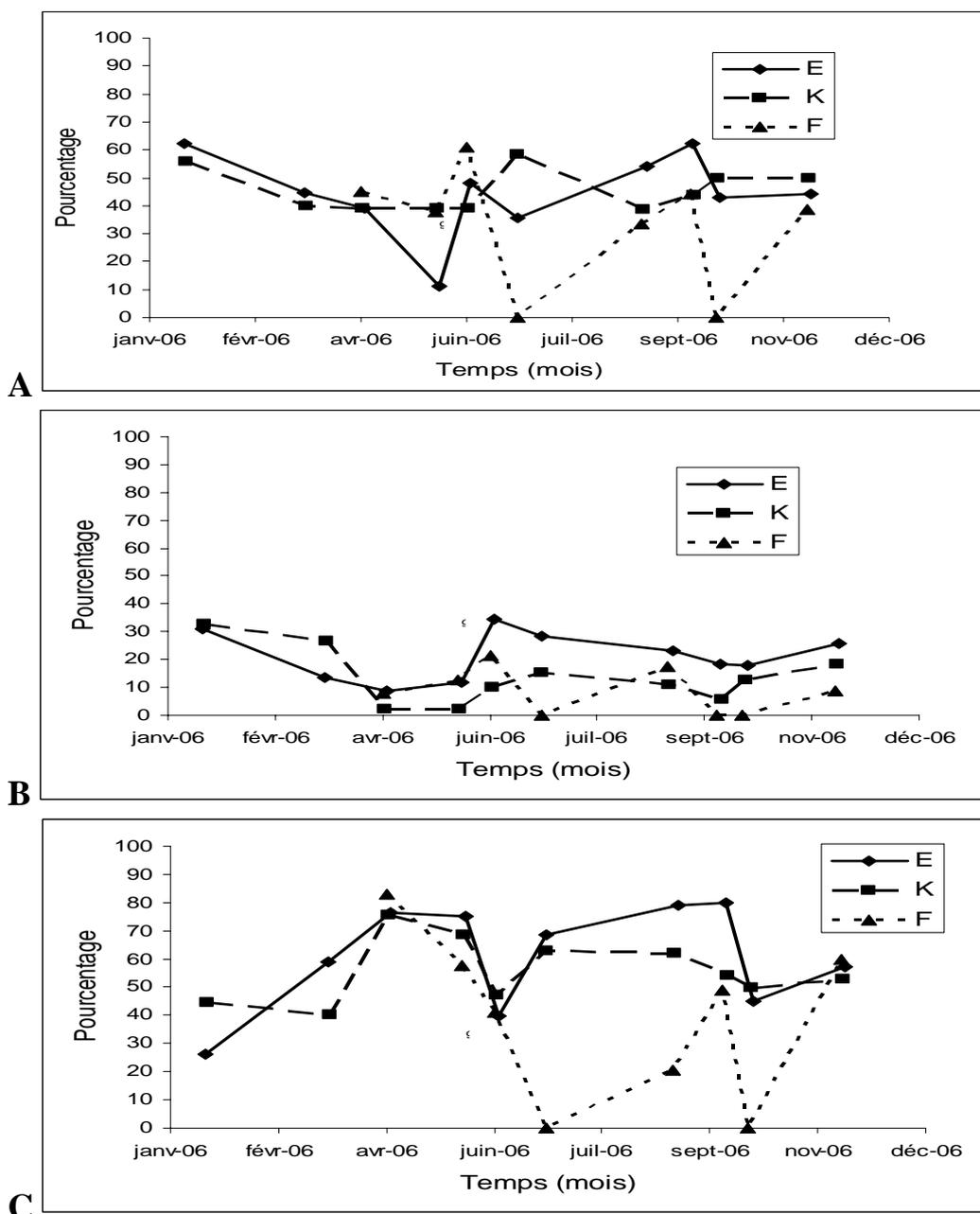


Figure 7-20 : Evolution mensuelle de la structure démographique du copépoïde *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2006 - % mâles/adultes (A), % femelles ovigères (B), % de copépodites (C), calculés sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond)

L'évolution saisonnière du sex-ratio (**Figure 7.20**) est assez différente d'une station à l'autre. On observe globalement un équilibre (proche de 40-45%) du sex ratio sur la période d'étude avec, en moyenne, une prédominance de femelles (ce qui représente une différence avec les données du début de l'étude : dominance de mâles) : au point F : 32% de mâles en moyenne, 42% au point E et 44% au point K. L'année 2006 est cependant marquée par quelques épisodes de forte variabilité caractérisés par un déséquilibre en faveur des femelles : en Mai au point E (pic d'abondance de l'espèce sur ce point : 24330 ind./m³) et Juillet et Octobre au point F (très faibles effectifs : 1 ind./m³ en juillet et 22 ind./m³ en Octobre).

L'année 2006 est marquée par une faible représentation moyenne des femelles ovigères : 9% au point F (23% sur l'ensemble de la série), 20% au point E (26% sur la série) et 12% au point K (18% sur la série). Le pourcentage de femelles ovigères est globalement faible lors de la période de forte abondance de l'espèce (période durant laquelle les copépodites sont dominants). Elles constituent en outre l'essentiel des femelles en période estivale (dominance de mâles).

L'évolution du pourcentage de copépodites est habituellement « homogène » dans l'estuaire. Cette année en début et en fin de période de fortes abondances printanière la population est dominée par les adultes (dominance de copépodites en période de fortes abondances et l'été lorsque les effectifs sont faibles (les pourcentages nuls trouvés au point F en été sont liés aux très faibles abondances mentionnées plus haut). L'année 2006 est par ailleurs marquée par une meilleure représentativité des jeunes stades au point E (64%) qu'en aval (39%) ou en amont (57%).

7.4.2. Fécondité

En 2006 les fécondités enregistrées aux points K, E et F (**Figure 7.21**) ne diffèrent pas significativement d'une station à l'autre : les faibles valeurs trouvées au point E se retrouvent donc en aval et en amont ($3,0 \pm 0,9$ œufs/femelle au point E, $2,9 \pm 0,4$ en F et $2,3 \pm 0,6$ en K).

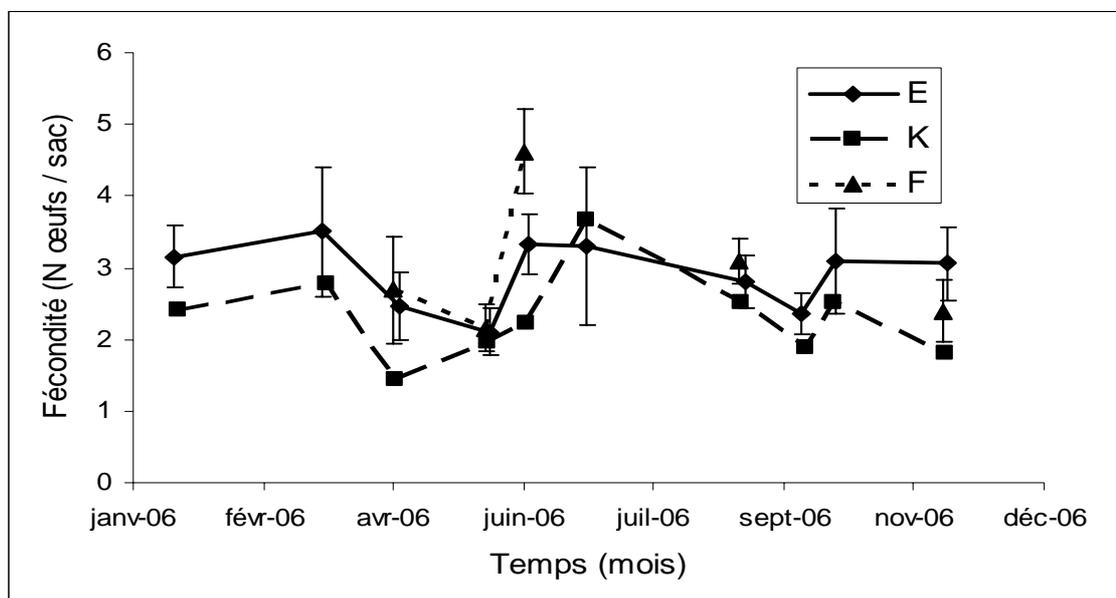


Figure 7-21 : Evolution mensuelle de la fécondité (nombre d'œufs moyen/sac ovigère) des femelles du copépode *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2006 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

En 2006 pour les 3 points, la fécondité est donc à nouveau particulièrement faible par rapport à l'ensemble des précédentes années (**Tableau 7.7**).

Tableau 7-7 : Fécondité moyenne du copépode *Eurytemora affinis* (nombre moyen d'œufs par sac ovigère \pm erreur standard) entre les stations F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de la période 1984-2006 - Le point J est situé au pk 52 dans le chenal de navigation

Année	Point F	Point E	Point J	Point K
1984		12,9 \pm 1,9	14,8 \pm 1,9	13,7 \pm 1,7
1985		11,1 \pm 3,9	9,5 \pm 1,3	10,3 \pm 2,1
1986		9,1 \pm 1,5	8,4 \pm 0,6	7,6 \pm 1,0
1987		6,4 \pm 0,6	6,8 \pm 0,8	6,4 \pm 1,3
1988		7,5 \pm 0,8	7,0 \pm 0,5	6,6 \pm 0,6
1989		7,4 \pm 0,4	7,5 \pm 0,4	7,6 \pm 0,6
1990		6,8 \pm 0,5	6,8 \pm 0,4	5,7 \pm 0,3
1991		7,6 \pm 0,8	7,5 \pm 0,3	7,0 \pm 0,2
1992	9,2 \pm 0,9	9,6 \pm 0,8		8,5 \pm 0,5
1993	7,5 \pm 0,6	7,4 \pm 0,9		10,1 \pm 3,5
1994	3,6 \pm 0,5	4,0 \pm 0,4		3,1 \pm 0,3
1995	3,3 \pm 0,5	4,0 \pm 0,4		2,8 \pm 0,3
1996	4,1 \pm 0,5	3,4 \pm 0,2		3,4 \pm 0,2
1997	4,1 \pm 0,3	3,4 \pm 0,2		2,7 \pm 0,2
1998	3,6 \pm 0,1	2,9 \pm 0,1		2,7 \pm 0,2
1999	2,9 \pm 0,2	3,0 \pm 0,1		2,5 \pm 0,1
2000	2,6 \pm 0,2	3,1 \pm 0,3		2,1 \pm 0,1
2001	3,5 \pm 0,2	3,3 \pm 0,3		3,1 \pm 0,1
2002	3,0 \pm 0,2	2,9 \pm 0,2		2,6 \pm 0,1
2003	2,7 \pm 0,4	2,9 \pm 0,2		2,7 \pm 0,3
2004	2,7 \pm 0,2	2,5 \pm 0,4		2,5 \pm 0,4
2005	3,3 \pm 0,6	3,3 \pm 0,6		2,6 \pm 0,2
2006	3,0 \pm 0,9	2,9 \pm 0,4		2,3 \pm 0,6

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 (stabilisation depuis 1994). Cette décroissance du nombre d'œufs peut être liée aux variations de la température de l'eau comme cela a été observé chez *E. affinis* tant en laboratoire (POLY & CASTEL, 1983) que sur le terrain (CASTEL & FEURTET, 1992 ; HIRCHE, 1992).

7.4.3. Mortalité

Le pourcentage moyen de mortalité reste faible tout au long de l'année sur l'ensemble de l'aire de répartition de l'espèce (**Figure 7.22**).

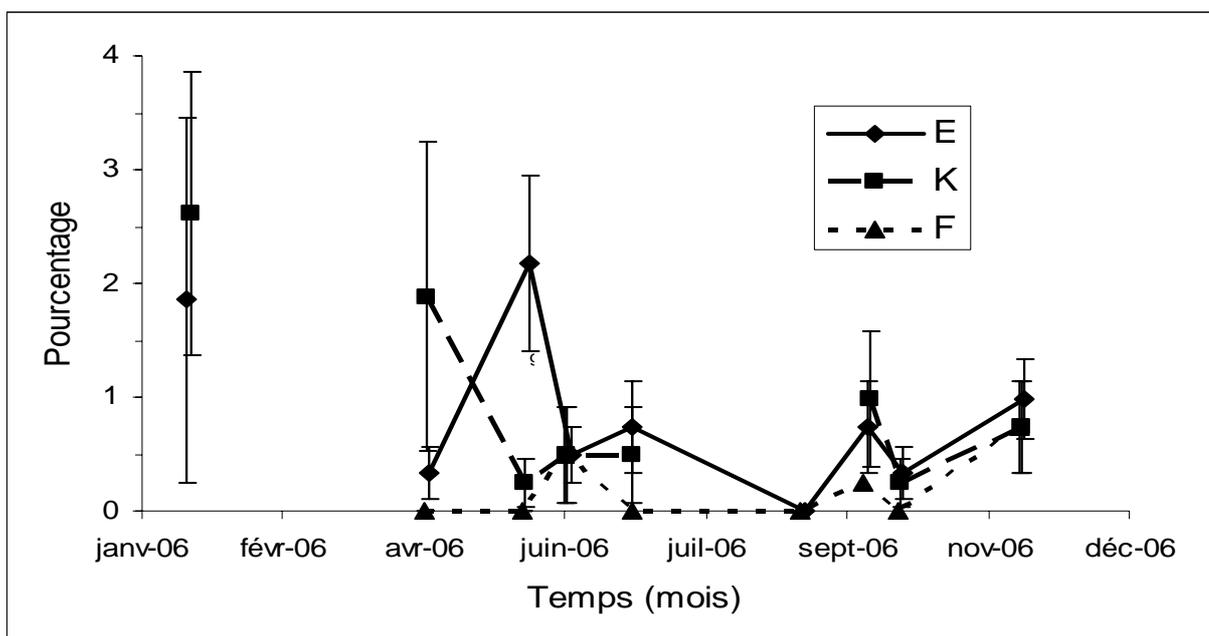


Figure 7-22 : Evolution mensuelle de la mortalité du copépode *Eurytemora affinis* aux points E (pk 52, rejet), F (pk 67) et K (pk 30) au cours de l'année 2006 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 4 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

Les valeurs sont très faibles sur l'ensemble du suivi (**Tableau 7.8**). Les fortes mortalités observées dans la partie médiane et dans la partie amont de l'estuaire en été en 2005, ne sont pas observées cette année. La stratégie d'échantillonnage utilisée n'est pas en mesure de vérifier si les rejets thermiques de la centrale engendrent un phénomène de surmortalité (voir étude particulière sur les conséquences du passage dans les circuits de refroidissement).

Tableau 7-8 : Mortalité moyenne annuelle du copépode *Eurytemora affinis* (\pm erreur standard) aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de la période 1984-2006 - Le point J est situé au pk 52 dans le chenal de navigation

Année	Point F	Point E	Point J	Point K
1984		1,1 \pm 0,5	0,7 \pm 0,2	0,7 \pm 0,2
1985		0,7 \pm 0,1	0,9 \pm 0,1	1,1 \pm 0,3
1986		0,6 \pm 0,1	0,5 \pm 0,1	0,5 \pm 0,1
1987		0,3 \pm 0,1	0,2 \pm 0,1	0,2 \pm 0,1
1988		0,4 \pm 0,1	0,5 \pm 0,1	0,3 \pm 0,1
1989		5,5 \pm 1,6	3,7 \pm 0,8	5,0 \pm 1,4
1990		12,4 \pm 1,6	11,3 \pm 1,8	8,7 \pm 1,3
1991		12,4 \pm 1,5	14,0 \pm 1,6	12,2 \pm 2,8
1992	5,8 \pm 1,1	7,3 \pm 0,8		5,7 \pm 0,8
1993	5,7 \pm 1,8	6,3 \pm 2,2		4,4 \pm 1,1
1994	6,8 \pm 2,7	2,2 \pm 0,4		7,8 \pm 3,2
1995	1,1 \pm 0,3	7,3 \pm 2,3		3,3 \pm 1,0
1996	5,8 \pm 1,9	4,7 \pm 0,9		9,3 \pm 2,4
1997	2,0 \pm 0,9	1,7 \pm 0,5		1,5 \pm 0,5
1998	0,7 \pm 0,3	0,9 \pm 0,3		5,9 \pm 2,8
1999	0,7 \pm 0,3	1,0 \pm 0,4		1,6 \pm 0,6
2000	0,6 \pm 0,3	1,4 \pm 0,4		1,8 \pm 0,7
2001	0,6 \pm 0,3	1,4 \pm 0,4		2,1 \pm 0,5
2002	0,9 \pm 0,3	1,4 \pm 0,7		0,8 \pm 0,4
2003	0,2 \pm 0,1	0,2 \pm 0,1		0,5 \pm 0,2
2004	0,8 \pm 0,3	0,7 \pm 0,3		0,3 \pm 0,1
2005	0,7 \pm 0,2	2,1 \pm 3,2		0,8 \pm 0,4
2006	0,2 \pm 0,3	1,0 \pm 0,7		1,0 \pm 2,3

8. Macrofaune benthique

Le suivi de la macrofaune benthique est réalisé en 6 stations :

- 3 stations dans le domaine subtidal (chenaux toujours immergés), localisées aux points F (PK 67), E (PK 52) et K (PK 30), conformément à l'article 29 de l'arrêté du 18 septembre 2003,
- 3 stations dans le domaine intertidal (zone découvrant à marée basse), localisées sur la rive gauche de l'estuaire en vis-à-vis des stations subtidales, à savoir St-Christoly (PK 66), St-Estèphe (PK 55) et Lamarque (PK 35).

8.1. Evolution temporelle de la richesse spécifique des peuplements macrobenthiques

En 2006, dans le domaine subtidal, *la richesse spécifique mensuelle* (nombre d'espèces échantillonnées chaque mois par station) suit globalement un gradient croissant vers l'aval (0 à 6 espèces par date au PK 30, 3 à 6 au PK 52, 5 à 9 au PK 67), sans tendance saisonnière marquée, mais avec une diminution sensible par rapport à l'année 2005 (**Figure 8-1**). Dans le domaine intertidal, ce gradient croissant de richesse spécifique vers l'aval est également constant (1 à 5 espèces par date au PK 35, 4 à 7 au PK 55, 6 à 10 au PK 66) ; il n'y a pas de tendance saisonnière marquée, et les richesses spécifiques mensuelles sont voisines de celles de 2005 (**Figure 8-2**).

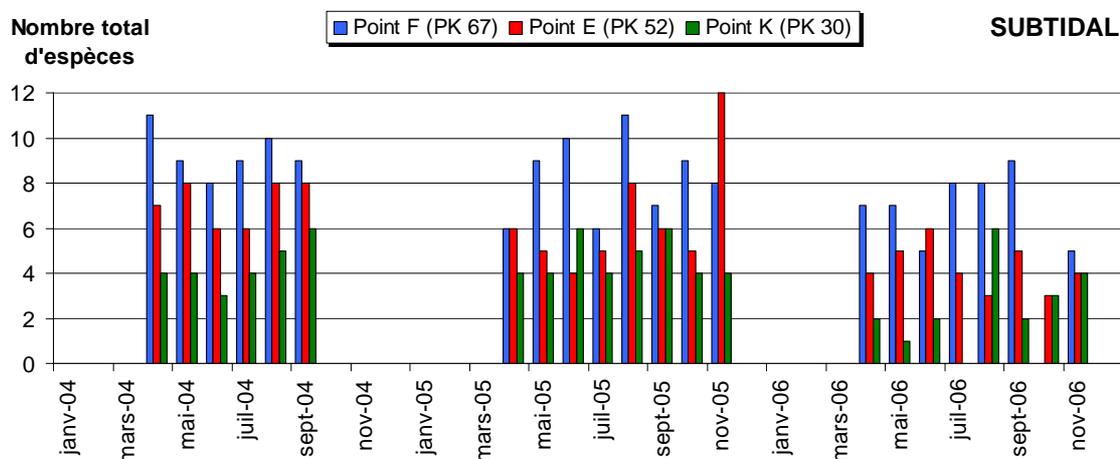


Figure 8-1 : Evolution mensuelle de la richesse spécifique du macrobenthos des stations subtidales au cours des années 2004 à 2006.

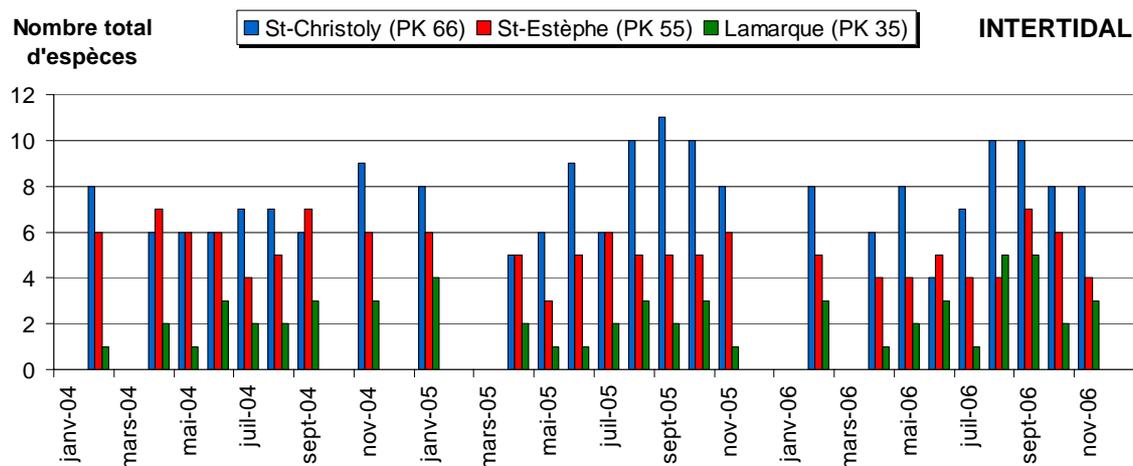


Figure 8-2 : Evolution mensuelle de la richesse spécifique du macrobenthos des stations intertidales au cours des années 2004 à 2006.

A l'échelle de l'année, en 2006 comme lors des deux années précédentes, la richesse spécifique annuelle (nombre d'espèces échantillonnées au cours de l'année dans chaque station) suit nettement un gradient croissant vers l'aval, que ce soit dans le domaine subtidal ou dans le domaine intertidal (**Tableau 8-1**). Cette richesse spécifique annuelle, qui avait augmenté dans toutes les stations entre 2004 et 2005, revient en 2006 à un niveau comparable à celui de 2004 dans le domaine subtidal ; dans le domaine intertidal, elle diminue légèrement par rapport à 2005 (**Tableau 8-1**).

Tableau 8-1 : Comparaison de la richesse spécifique totale du macrobenthos aux six stations échantillonnées de 2004 à 2006.

	Subtidal			Intertidal			
	2004	2005	2006		2004	2005	2006
PK 67	16	22	15	PK 66	11	15	14
PK 52	12	14	12	PK 55	7	10	8
PK 30	6	10	7	PK 35	4	6	7

Les modifications de la répartition qualitative des peuplements macrobenthiques ont été déterminées en comparant la distribution de chaque espèce d'une année à l'autre. Pour cela, une valeur n_i a été attribuée à chaque espèce i lorsqu'elle a progressé de n stations contiguës (avec $n = 0$ à 3) durant deux années consécutives, soit vers l'amont, soit vers l'aval. Les valeurs n_i (« stations-espèces ») ont ensuite été cumulées pour chaque couple d'années. La comparaison de l'année 2006 avec l'année 2005 indique :

- dans le domaine subtidal : une progression vers l'amont de 4 stations-espèces, et vers l'aval de 16 stations-espèces, soit un gain global de 12 stations-espèces vers l'aval ;
- dans le domaine intertidal : une progression vers l'amont de 3 stations-espèces, et vers l'aval de 11 stations-espèces, soit un gain global de 8 stations-espèces vers l'aval.

Le même calcul effectué pour l'année 2005 par rapport à l'année 2004, donne des résultats opposés :

- dans le domaine subtidal : une progression vers l'amont de 15 stations-espèces, et vers l'aval de 2 stations-espèces, soit un gain global de 13 stations-espèces vers l'amont ;
- dans le domaine intertidal : une progression vers l'amont de 13 stations-espèces, et vers l'aval de 1 station-espèce, soit un gain global de 12 stations-espèces vers l'amont.

Ceci indique, pour 2006, une progression des peuplements vers l'aval, contrairement à l'année 2005 où avait déjà été mise en évidence une « marinisation » des peuplements (progression vers l'amont), vraisemblablement due à une augmentation de la salinité consécutive à de faibles débits fluviaux en 2005.

Un nombre important d'espèces ont disparu dans les échantillons de 2006, confirmant cette modification qualitative des peuplements durant cette année :

- dans le domaine subtidal (11 espèces) : les annélides polychètes **Alkmaria romijni* (* = espèces qui étaient apparues en 2005), **Eteone* sp., *Neanthes succinea* et **Pseudopolydora pulchra*, les mollusques bivalves **Abra alba*, *Cerastoderma edule* et *Macoma balthica*, les crustacés **Carcinus maenas*, *Corophium volutator*, *Palaemon longirostris* et **Sphaeroma rugicauda* ;
- dans le domaine intertidal (5 espèces) : les polychètes **Boccardiella ligerica*, **Eteone* sp. et **Nephtys hombergii*, le bivalve **Parvicardium exiguum* et le crustacé **Pinnotheres pisum*.

Quelques espèces sont cependant apparues en 2006, qui n'avaient jamais été échantillonnées auparavant :

- dans le domaine subtidal (3 espèces) : l'annélide polychète *Nematonereis unicornis*, les crustacés *Galathea intermedia* et *Rhithropanopeus harrisi* ;
- dans le domaine intertidal (3 espèces) : le polychète *Paradoneis armata*, les crustacés *Gammarus salinus* et *Mesopodopsis slabberi*.

8.2. Evolution temporelle des peuplements macrobenthiques subtidaux

8.2.1. Variations des densités totales

Si la richesse spécifique des peuplements benthiques subtidaux est relativement élevée (18 espèces échantillonnées en 2006 sur l'ensemble des trois stations), leur abondance totale est extrêmement faible en 2006, atteignant au maximum 194 ind./m² (Point F en novembre). Ceci constitue le fait marquant de l'année 2006, en ce qui concerne le suivi du macrobenthos. Le détail des variations mensuelles des densités de l'ensemble des espèces dans chaque station subtidale est donné dans le **Tableau 8-2**.

Tableau 8-2 : Evolution mensuelle des densités (nombres moyens d'individus par m²) des diverses espèces macrobenthiques subtidales au cours de l'année 2006. Entre parenthèses, erreur standard de la moyenne. Les phylums auxquels appartiennent les différents taxons sont indiqués dans la colonne de gauche : O = Annélides Oligochètes, P = Annélides Polychètes, C = Crustacés, I = Insectes.

	Taxons	18/04/06	23/05/06	7/06/06	4/07/06	29/08/06	21/09/06	3/10/06*	16/11/06
Point F (PK 67)									
P	<i>Boccardiella ligERICA</i>	-	-	-	-	2 (2)	-		-
	<i>Heteromastus filiformis</i>	78 (27)	28 (12)	6 (4)	34 (9)	46 (14)	62 (12)		132 (40)
	<i>Nematonereis unicornis</i>	6 (6)	-	-	-	-	-		-
	<i>Nephtys hombergii</i>	-	-	-	-	2 (2)	-		-
	<i>Streblospio shrubsolii</i>	60 (13)	8 (6)	-	14 (7)	32 (9)	64 (10)		30 (12)
C	<i>Bathyporeia</i> sp.	-	2 (2)	-	-	-	-		-
	<i>Crangon crangon</i>	-	-	2 (2)	-	-	4 (2)		-
	<i>Cyathura carinata</i>	12 (4)	-	-	2 (2)	-	2 (2)		18 (10)
	<i>Eurydice</i> cf. <i>spinigera</i>	-	-	6 (4)	16 (8)	4 (4)	2 (2)		2 (2)
	<i>Galathea intermedia</i>	-	-	-	-	-	2 (2)		-
	<i>Gammarus salinus</i>	6 (2)	12 (7)	-	8 (4)	2 (2)	-		-
	<i>Mesopodopsis slabberi</i>	16 (6)	2 (2)	38 (15)	38 (10)	38 (16)	10 (5)		12 (7)
	<i>Neomysis integer</i>	4 (2)	18 (18)	12 (7)	10 (6)	-	2 (2)		-
	<i>Synidotea laticauda</i>	-	2 (2)	-	2 (2)	12 (6)	-		-
I	Larves Insectes indét.	-	-	-	-	-	2 (2)		-
Point E (PK 52)									
O	Oligochaeta spp.	-	2 (2)	12 (6)	-	-	2 (2)	24 (22)	2 (2)
P	<i>Heteromastus filiformis</i>	-	-	-	-	-	-	-	2 (2)
	<i>Streblospio shrubsolii</i>	-	4 (4)	2 (2)	-	-	-	4 (2)	2 (2)
C	<i>Bathyporeia</i> sp.	-	-	-	8 (6)	-	-	-	-
	<i>Crangon crangon</i>	-	2 (2)	-	-	-	-	-	-
	<i>Cyathura carinata</i>	2 (2)	-	4 (2)	-	-	-	-	-
	<i>Gammarus salinus</i>	14 (2)	-	6 (4)	-	2 (2)	2 (2)	-	-
	<i>Mesopodopsis slabberi</i>	-	16 (12)	22 (4)	6 (4)	28 (14)	18 (6)	28 (6)	14 (5)
	<i>Neomysis integer</i>	2 (2)	38 (16)	4 (2)	22 (10)	4 (4)	-	-	-
	<i>Rhithropanopeus harrisi</i>	-	-	-	-	-	2 (2)	-	-
	<i>Synidotea laticauda</i>	-	-	-	2 (2)	-	2 (2)	-	-
I	Larves Insectes indét.	2 (2)	-	-	-	-	-	-	=
Point K (PK 30)									
O	Oligochaeta spp.	-	-	-	-	8 (8)	-	-	-
C	<i>Bathyporeia</i> sp.	2 (2)	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Gammarus zaddachi</i>	6 (4)	2 (2)	2 (2)	-	8 (4)	-	4 (4)	2 (2)
	<i>Mesopodopsis slabberi</i>	-	-	-	-	26 (9)	18 (7)	4 (2)	10 (3)
	<i>Neomysis integer</i>	-	-	6 (4)	-	4 (2)	-	-	2 (2)
	<i>Synidotea laticauda</i>	-	-	-	-	2 (2)	-	-	-
I	Larves Insectes indét.	-	-	-	-	8 (6)	12 (10)	22 (10)	2 (2)

* Echantillonnage non réalisé au Point F en octobre en raison de mauvaises conditions météorologiques.

8.2.2. Point F (PK 67)

Cette station est celle des trois stations subtidales où les abondances sont les plus élevées, en 2006 comme lors des années précédentes (**Figure 8-3**). La saisonnalité est très peu marquée, avec une abondance minimale au printemps (64 ± 24 ind./m² en juin) et un maximum en automne (194 ± 56 ind./m² en novembre).

La dynamique de ce peuplement est déterminée par l'annélide polychète *Heteromastus filiformis*, qui représente selon la saison 9 à 68% des effectifs totaux). Deux autres espèces sont aussi importantes quantitativement : le polychète *Streblospio shrubsolii* (0 à 43% du total) et le mysidacé *Mesopodopsis slabberi* (3 à 59% du total).

Comparativement à 2004 et 2005, les abondances totales sont restées très faibles toute l'année 2006, le maximum de densité s'établissant à environ 1/10^e des valeurs des années précédentes (1566 ind./m² en 2004, 2036 ind./m² en 2005) (**Figure 8-3**).

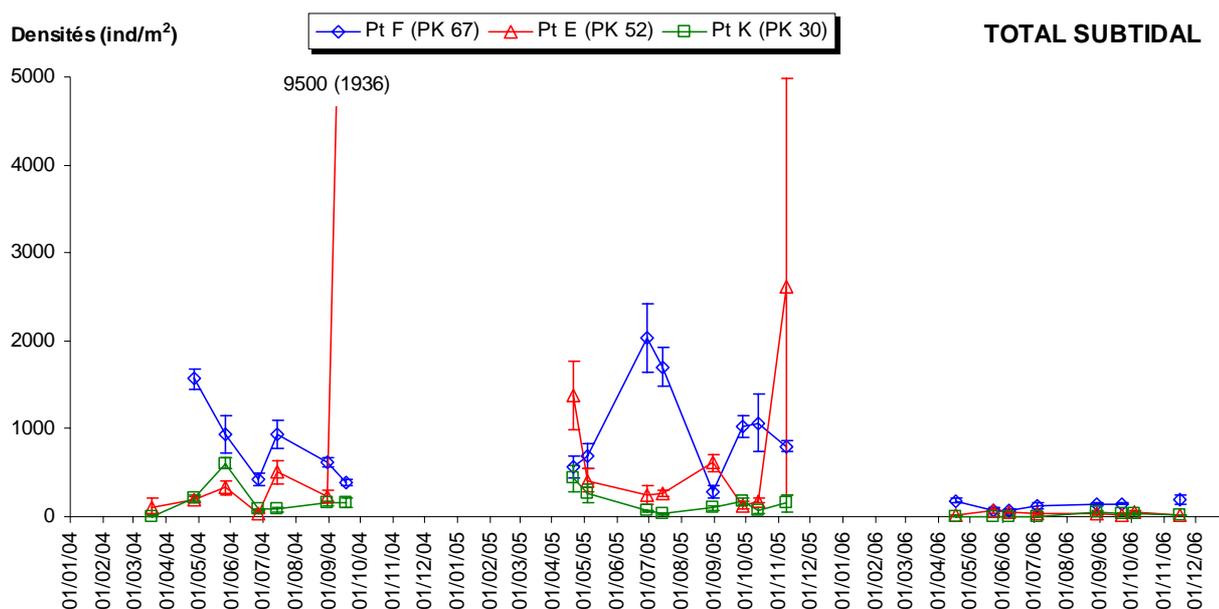


Figure 8-3 : Evolution mensuelle de la densité (moyenne \pm ES) du macrobenthos des stations subtidales au cours des années 2004 à 2006.

8.2.3. Point E (PK 52)

L'évolution mensuelle des abondances totales ne montre aucune tendance saisonnière. Les abondances sont encore plus faibles qu'au Point F (20 à 62 ind./m²) (**Figure 8-3**).

Annélides oligochètes et crustacés mysidacés sont, comme d'habitude, les seuls taxons présentant des abondances significatives, mais très faibles, en 2006. Aucune pullulation de l'annélide polychète *Boccardiella ligerica* n'a été observée en automne, contrairement aux années précédentes.

Comme au Point F, les abondances en 2006 n'atteignent qu'environ $1/10^e$ des valeurs des années précédentes (hormis les pics de *Boccardiella*) (**Figure 8-3**).

8.2.4. Point K (PK 30)

Les densités totales sont, ici aussi, extrêmement faibles, comprises entre 0 en juillet et 56 ± 15 ind./m² en août (**Figure 8-3**). Le peuplement est dominé par des larves d'Insectes et par des formes nageuses de Crustacés. Cette station est la seule où les annélides polychètes sont totalement absents.

Par rapport aux années 2004 et 2005, il faut noter en 2006 l'absence de larves d'insectes au printemps et des abondances toujours voisines de $1/10^e$ de celles des années précédentes.

8.3. Variations de densités des principales espèces subtidales

8.3.1. Annélides Oligochètes

Ce groupe (**Figure 8-4**), particulièrement abondant en estuaire et constitué d'espèces à forte préférence pour les vases, n'est bien représenté dans le domaine subtidal qu'au Point E. En 2006, cependant, les Oligochètes sont très peu abondants durant toute l'année (maximum à 24 ± 22 ind./m² en octobre), alors que des pics à 374 et 1330 ind./m² avaient été mesurés respectivement en 2004 et 2005.

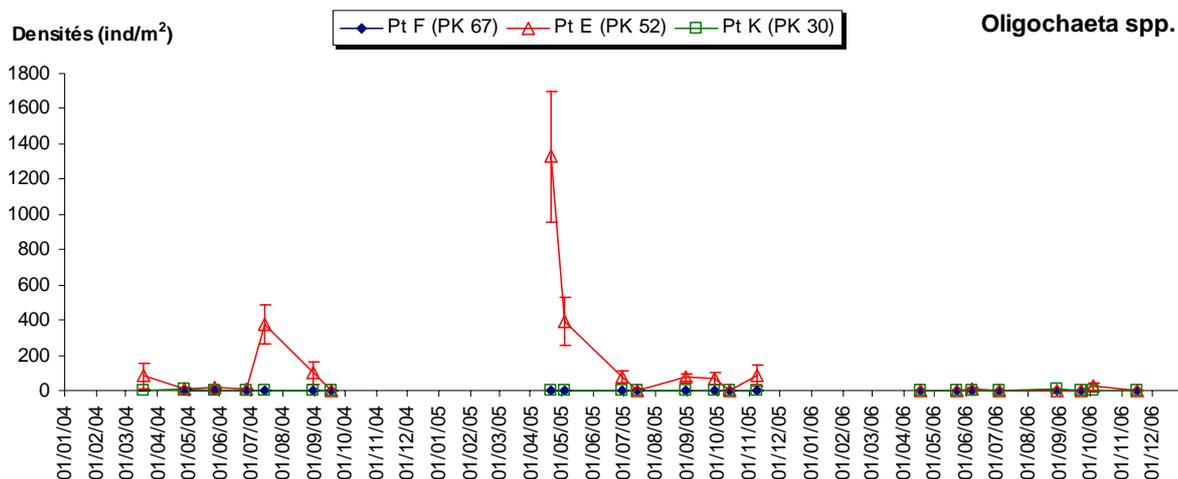


Figure 8-4 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des Annélides Oligochètes dans les stations subtidales au cours des années 2004 à 2006.

8.3.2. Annélides Polychètes

Deux espèces sont bien représentées dans le domaine subtidal, essentiellement au Point F : le capitellidé *Heteromastus filiformis* et le spionidé *Streblospio shrubsolii* (**Figure 8-5**). Il s'agit d'espèces mangeuses de particules fines, soit à l'intérieur du sédiment (*H. filiformis*), soit à l'interface eau-sédiment (*S. shrubsolii*). Au Point F, les abondances d'*H. filiformis* sont restées très faibles en 2006, avec un maximum de densité de seulement 132 ± 40 ind./m² en novembre, loin des pics supérieurs à 1000 ind./m² en 2004 et 2005. Il en est de même pour *S. shrubsolii*, avec deux maxima modestes (environ 60 ind./m²) en avril et septembre, très inférieurs à ceux de 2004 et 2005.

Nephtys hombergii, espèce carnivore fréquentant les eaux côtières, apparue en 2005 au Point F, disparaît presque totalement en 2006 (**Figure 8-5**).

8.3.3. Crustacés Amphipodes et Isopodes

En 2004, l'amphipode *Bathyporeia* sp. était bien représenté au Point K (30 à 106 ind./m²) et avait été également collecté en faible abondance au Point E. En 2006, comme cela avait été le cas en 2005, de très faibles effectifs (au maximum 8 ind./m²) ont été recensés dans les trois stations subtidales (**Figure 8-6**).

Les mêmes constatations (abondance en 2004, rareté en 2005 et 2006) peuvent être faites pour les amphipodes *Gammarus salinus* aux Points F (maximum : 12 ind./m² en mai) et E (maximum : 14 ind./m² en avril) et *G. zaddachi* au Point K (maximum : 8 ind./m² en août).

Plus fréquent en domaine intertidal, l'isopode *Cyathura carinata* est aussi présent en domaine subtidal. Seul le Point F connaît en 2006 des abondances notables de cette espèce (18 ind./m² au maximum), beaucoup plus faibles cependant qu'en 2005.

L'espèce introduite *Synidotea laticauda* (isopode) est, elle aussi, très faiblement représentée en 2006.

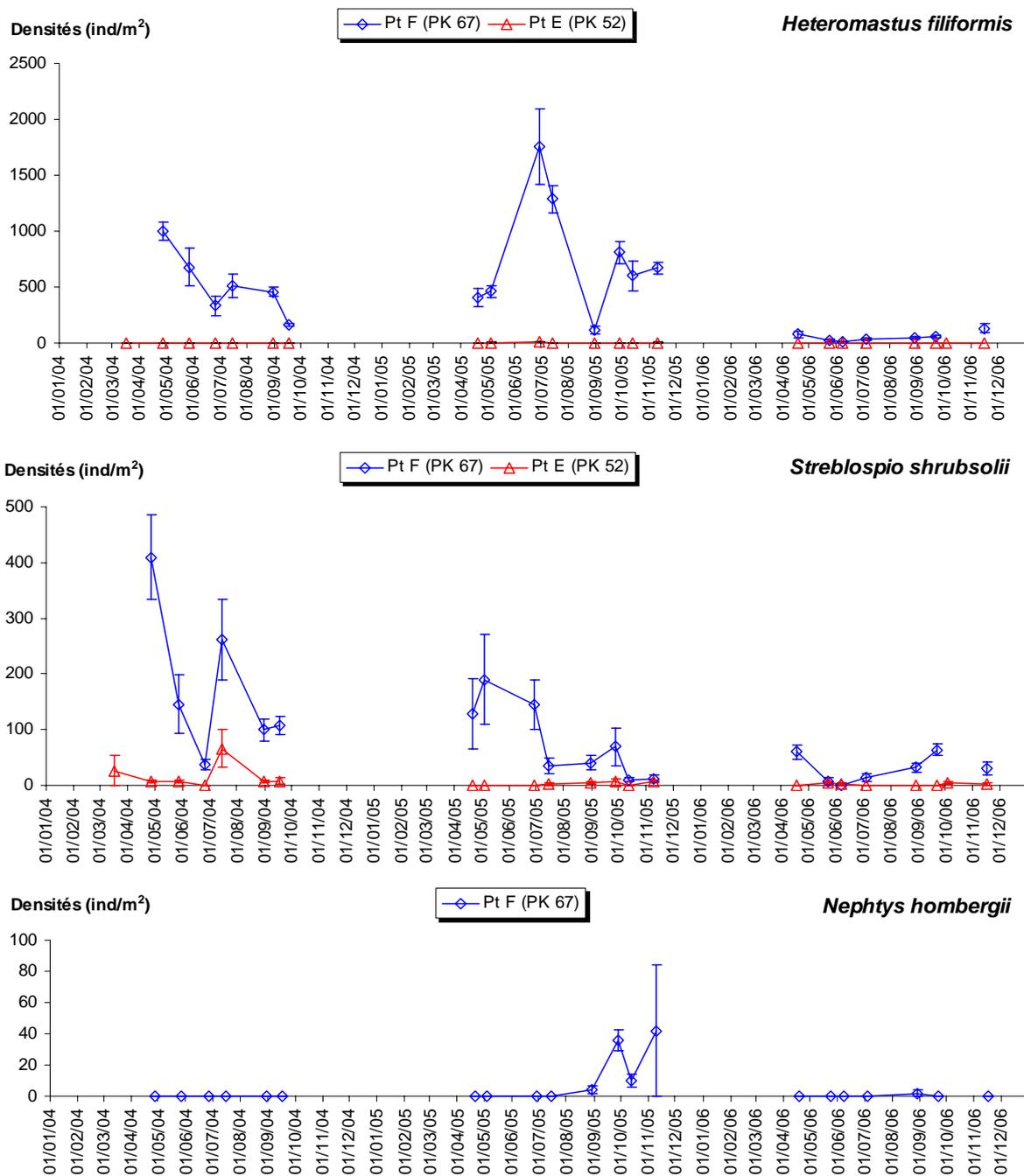


Figure 8-5 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des principales espèces d'Annélides Polychètes dans les stations subtidales au cours des années 2004 à 2006.

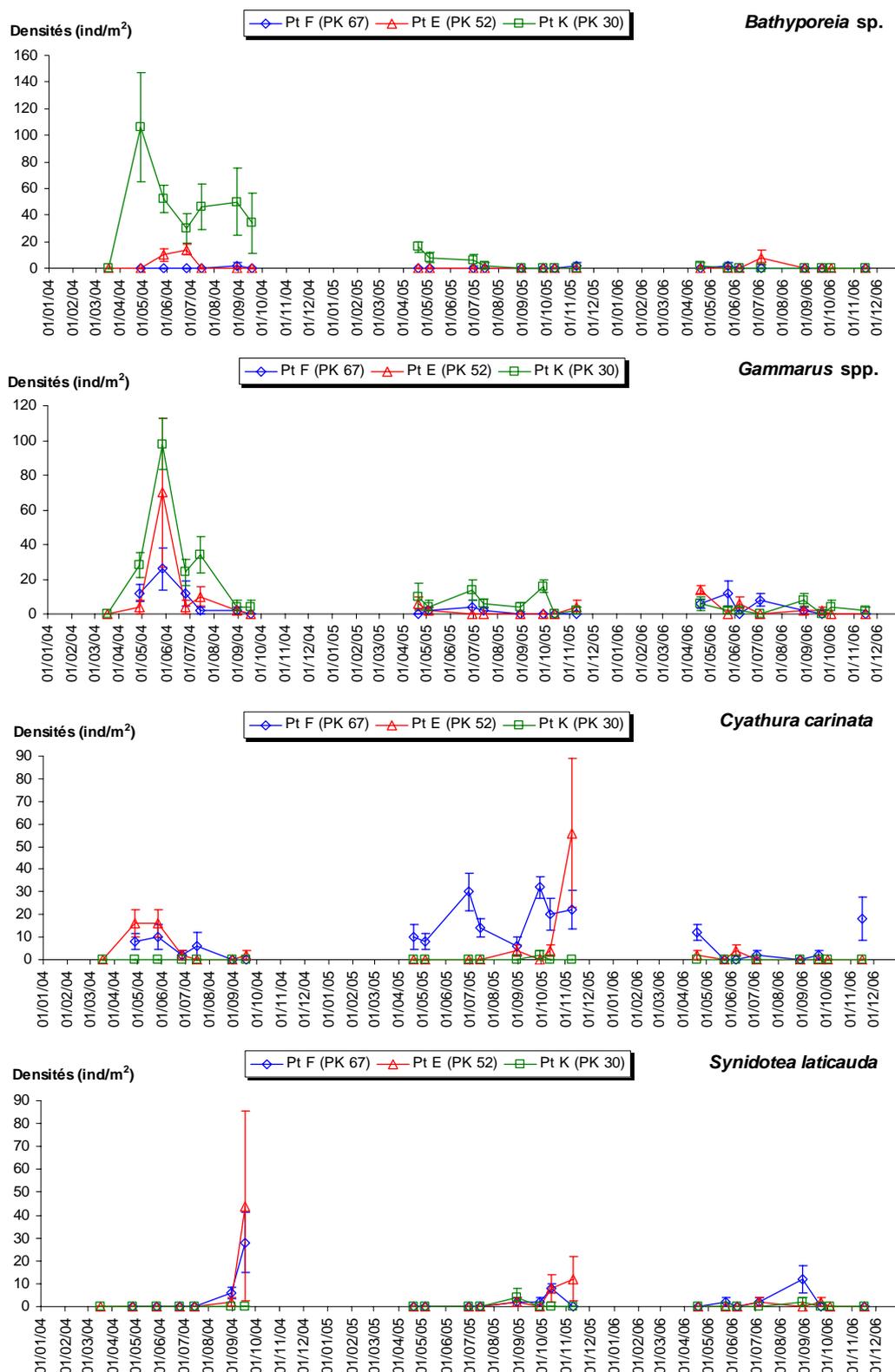


Figure 8-6 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des principales espèces de Crustacés Amphipodes (*Bathyporeia* sp. et *Gammarus* spp.) et Isopodes (*Cyathura carinata* et *Synidotea laticauda*) dans les stations subtidales au cours des années 2004 à 2006.

8.3.4. Crustacés Mysidacés

Mesopodopsis slabberi et *Neomysis integer* sont des espèces prédatrices du zooplancton et à forte affinité benthique, présentes donc à la fois dans les échantillons planctoniques et benthiques. La distribution de *M. slabberi* obéit à un gradient décroissant de l'aval vers l'amont. En 2006, cette espèce présente une abondance maximale au Point F de juin à août, mais très faible par rapport à 2005 (respectivement 38 et 404 ind./m²) ; les effectifs sont plus réduits aux Points E (maximum : 28 ind./m² en août et octobre) et K (maximum : 26 ind./m² en août). (**Figure 8-7**).

Neomysis integer a un cycle de vie plus précoce dans l'année et présente, dans le plancton, une densité maximale au Point E. Dans les échantillons benthiques de 2006, l'espèce atteint de faibles effectifs, avec des maxima en mai aux Points E (38 ind./m²) et F (18 ind./m²). Les abondances sont voisines de celles de 2005, mais nettement plus faibles que celles de 2004. (**Figure 8-7**).

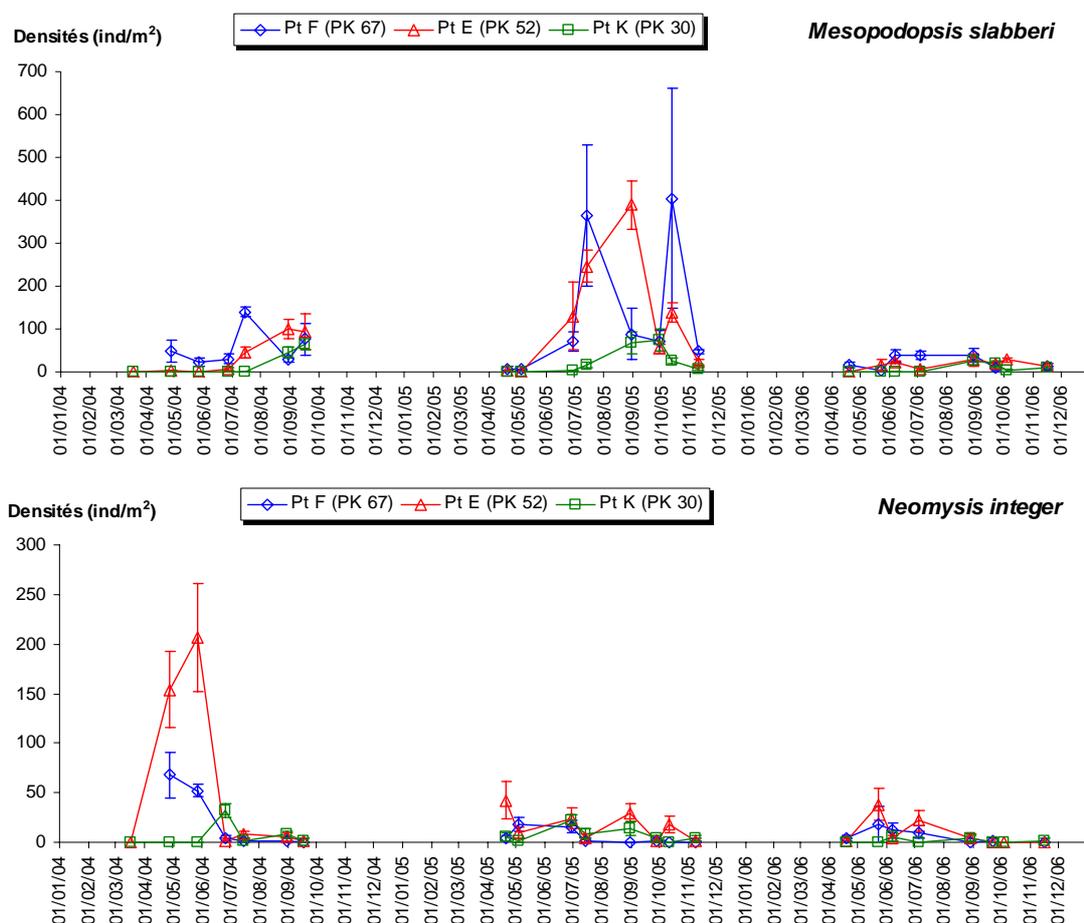


Figure 8-7 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des principales espèces de Crustacés Mysidacés dans les stations subtidales au cours des années 2004 à 2006.

8.3.5. Larves d'Insectes

Les larves d'Insectes (appartenant aux familles des Chironomidae et Ceratopogonidae) sont présentes quasi exclusivement au Point K. Le développement printanier, observé en 2004 et 2005 (avec plus de 400 ind./m²), est absent en 2006. Le second développement, observé habituellement en automne, n'atteint que de faibles densités en 2006 (maximum : 22 ind./m² en octobre). (**Figure 8-8**).

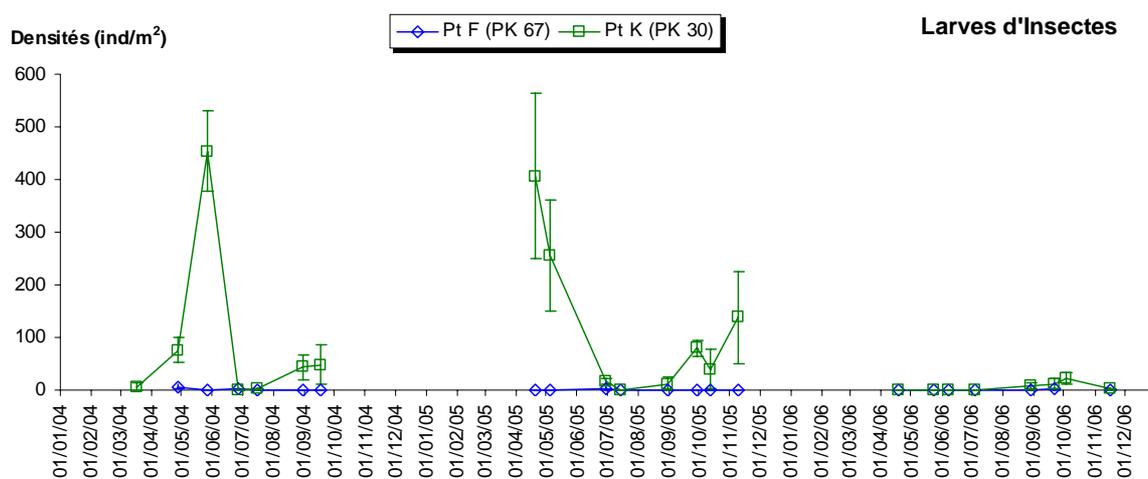


Figure 8-8 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des larves d'Insectes dans les stations subtidales au cours des années 2004 à 2006.

8.4. Evolution temporelle des peuplements macrobenthiques intertidaux

8.4.1. Variations des densités totales

Malgré une richesse spécifique inférieure à celle des peuplements subtidiaux (14 espèces échantillonnées en 2006 sur l'ensemble des trois stations), les peuplements benthiques intertidaux présentent des abondances élevées, dont les maxima dépassent 20000 ind./m², soit globalement 10 fois plus que dans le domaine subtidal. Cependant, seul le peuplement de la station du PK 55 atteint cette valeur en 2006 ; les deux autres stations intertidales présentent cette année des abondances relativement faibles par rapport aux deux années précédentes. Le détail des variations mensuelles des densités de l'ensemble des espèces dans chaque station intertidale est donné dans le **Tableau 8-3**.

Tableau 8-3 : Evolution mensuelle des densités (nombres moyens d'individus par m²) des diverses espèces macrobenthiques intertidales au cours de l'année 2006. Entre parenthèses, erreur standard de la moyenne. Les phylums auxquels appartiennent les différents taxons sont indiqués dans la colonne de gauche : O = Annélides Oligochètes, P = Annélides Polychètes, B = Mollusques Bivalves, G = Mollusques Gastéropodes, C = Crustacés, I = Insectes.

Taxons	13/02/06	10/04/06	10/05/06	13/06/06	11/07/06	21/08/06	18/09/06	18/10/06	21/11/06
St-Christoly (PK 66)									
O <i>Oligochaeta</i> spp.	61 (25)	45 (32)	15 (15)	-	15 (15)	-	-	-	-
P <i>Hediste diversicolor</i>	-	-	-	-	15 (15)	30 (20)	45 (23)	45 (23)	61 (25)
<i>Heteromastus filiformis</i>	151 (71)	30 (20)	136 (53)	15 (15)	136 (35)	45 (23)	30 (20)	76 (34)	45 (23)
<i>Paradoneis armata</i> ?	-	-	15 (15)	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudopolydora pulchra</i>	15 (15)	-	-	-	-	76 (47)	151 (60)	258 (60)	61 (46)
<i>Streblospio shrubsolii</i>	1954 (431)	1242 (204)	1409 (374)	470 (171)	545 (212)	2606 (388)	6167 (1004)	8439 (1591)	7273 (976)
B <i>Macoma balthica</i>	15 (15)	-	30 (20)	-	-	15 (15)	15 (15)	-	-
<i>Scrobicularia plana</i>	333 (49)	394 (65)	318 (57)	227 (61)	227 (41)	379 (88)	409 (137)	348 (78)	227 (65)
G <i>Hydrobia ulvae</i>	-	-	-	-	-	30 (20)	1136 (185)	182 (59)	61 (40)
C <i>Corophium volutator</i>	15 (15)	15 (15)	-	-	45 (32)	15 (15)	30 (20)	318 (92)	15 (15)
<i>Cyathura carinata</i>	439 (125)	515 (96)	333 (74)	151 (32)	333 (90)	182 (67)	439 (53)	697 (82)	424 (131)
<i>Gammarus salinus</i>	-	-	-	-	-	15 (15)	-	-	-
<i>Mesopodopsis slabberi</i>	-	-	30 (20)	-	-	-	-	-	-
I Larves Insectes indét.	-	-	-	-	-	-	45 (32)	-	-
St-Estèphe (PK 55)									
O <i>Oligochaeta</i> spp.	10091 (2628)	2636 (595)	879 (202)	879 (239)	5076 (1072)	2121 (582)	4030 (1123)	6136 (1073)	3258 (472)
P <i>Hediste diversicolor</i>	-	-	-	-	-	-	30 (20)	15 (15)	-
<i>Streblospio shrubsolii</i>	758 (203)	621 (174)	394 (88)	318 (83)	288 (76)	894 (205)	1864 (354)	1697 (284)	1242 (381)
B <i>Macoma balthica</i>	30 (20)	-	-	-	-	-	-	-	-
G <i>Hydrobia ulvae</i>	-	-	-	-	-	-	45 (32)	-	-
C <i>Corophium volutator</i>	15 (15)	-	30 (20)	454 (135)	1651 (980)	7121 (1212)	18621 (2551)	1136 (402)	15 (15)
<i>Cyathura carinata</i>	106 (32)	424 (59)	258 (64)	45 (23)	106 (32)	136 (42)	167 (48)	167 (73)	197 (45)
I Larves Insectes indét.	-	30 (30)	-	15 (15)	-	-	30 (20)	15 (15)	-
Lamarque (PK 35)									
O <i>Oligochaeta</i> spp.	6167 (1255)	2682 (282)	4833 (778)	1697 (328)	2939 (736)	2136 (499)	3651 (702)	1030 (248)	1848 (245)
P <i>Hediste diversicolor</i>	-	-	-	45 (23)	-	15 (15)	-	-	-
<i>Streblospio shrubsolii</i>	-	-	15 (15)	-	-	15 (15)	15 (15)	-	15 (15)
G <i>Hydrobia ulvae</i>	151 (151)	-	-	-	-	-	15 (15)	-	-
C <i>Corophium volutator</i>	30 (30)	-	-	-	-	30 (20)	15 (15)	-	-
<i>Cyathura carinata</i>	-	-	-	15 (15)	-	-	-	-	30 (20)
I Larves Insectes indét.	-	-	-	-	-	15 (15)	60 (33)	15 (15)	-

8.4.2. St-Christoly (PK 66)

L'évolution annuelle des densités totales montre l'existence d'un unique maximum d'abondance au cours de l'année 2006 (**Figure 8-9**). La première valeur, relevée en février (2985 ± 515 ind./m²), se situe dans la continuité de celle mesurée en novembre 2005 (5954 ± 917 ind./m²). La chute hiverno-printanière des effectifs est régulière jusqu'en juin (864 ± 164 ind./m²). L'augmentation estivale des abondances conduit à un pic annuel de densité tardif, puisque situé en octobre (10364 ± 8167 ind./m²), avant une décroissance automnale.

Durant toute l'année, le peuplement de cette station est dominé par l'annélide polychète *Streblospio shrubsolii*, qui représente 41 à 65% de l'abondance totale lorsque celle-ci est faible (de février à juillet), puis 73 à 89% lors des fortes abondances (d'août à novembre).

Les variations des densités totales dans cette station sont différentes de celles observées en 2005, où s'était produit un fort recrutement printanier qui n'est pas intervenu en 2006 (**Figure 8-9**). Elles sont assez similaires à l'évolution annuelle observée en 2004 (mortalités hivernales conduisant à des valeurs minimales au printemps, abondances maximales en fin d'été et début d'automne), avec cependant une différence importante : une abondance maximale (10364 ind./m² en octobre) inférieure de moitié à celle relevée en 2004 (25720 ind./m² en septembre) et en 2005 (21515 ind./m² en août), par suite d'un très faible recrutement de l'amphipode *Corophium volutator*.

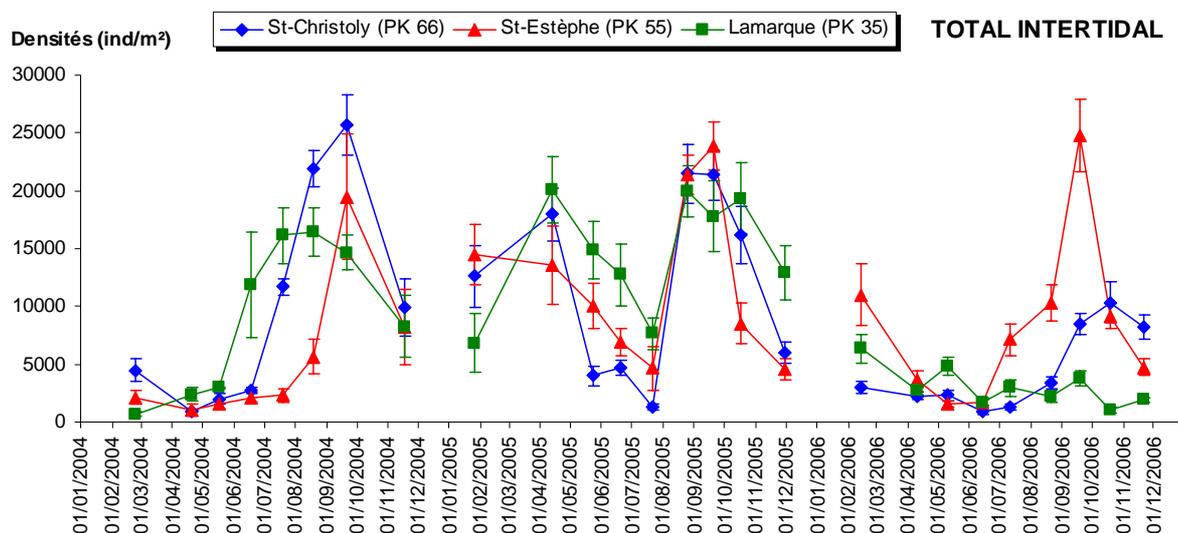


Figure 8-9 : Evolution mensuelle de la densité (moyenne ± ES) du macrobenthos des stations intertidales au cours des années 2004 à 2006.

8.4.3. St-Estèphe (PK 55)

L'évolution annuelle des densités en 2006 dans cette station suit d'assez près celle observée à St-Christoly : diminution régulière des effectifs jusqu'au printemps (1561 ± 297 ind./m² en mai, 1712 ± 241 ind./m² en juin), recrutement estival avec un fort pic de densité en septembre (24788 ± 3130 ind./m²), chute automnale des abondances (**Figure 8-9**).

Dans cette station, *Streblospio shrubsolii* n'arrive qu'en 3^{ème} place quant à son importance numérique. De février à juillet, le peuplement est dominé à 51-92% par les annélides oligochètes. En août-septembre, c'est l'amphipode *Corophium volutator* qui constitue l'espèce dominante (69-75%), avant de céder à nouveau la place de taxon leader aux oligochètes en octobre-novembre (67-69%).

Comparativement aux deux années précédentes, le peuplement de cette station en 2006 ressemble dans son évolution annuelle à celui de 2004, et atteint des maxima d'abondance similaires à ceux de 2004 et 2005 (**Figure 8-9**).

8.4.4. Lamarque (PK 35)

Le peuplement est ici dominé de manière quasi exclusive (97 à 100% des abondances totales) par les annélides oligochètes. Les densités totales dans cette station ont régressé régulièrement au cours de l'année 2006, depuis le mois de février (6348 ± 1257 ind./m²) jusqu'à l'automne (1045 ± 261 ind./m² en octobre). Le contraste est très marqué avec les années précédentes où les abondances avaient atteint 16445 ind./m² en 2004 et 19985 ind./m² en 2005 (**Figure 8-9**).

8.5. Variations de densités des principales espèces intertidales

8.5.1. Annélides Oligochètes

Composante dominante, parfois unique, du peuplement de la station Lamarque (domaine oligohalin), ce groupe y a connu en 2006 une régression notable, avec un recrutement apparemment inexistant. Plus en aval, à la station St-Estèphe, les densités, élevées en février (10091 ± 2628 ind./m²), ont aussi fortement diminué au cours de l'année, avant de remonter légèrement en automne (6136 ± 1073 ind./m² en octobre). A la station la plus aval (St-Christoly), les salinités sont trop élevées pour permettre le développement de populations importantes d'oligochètes. (**Figure 8-10**).

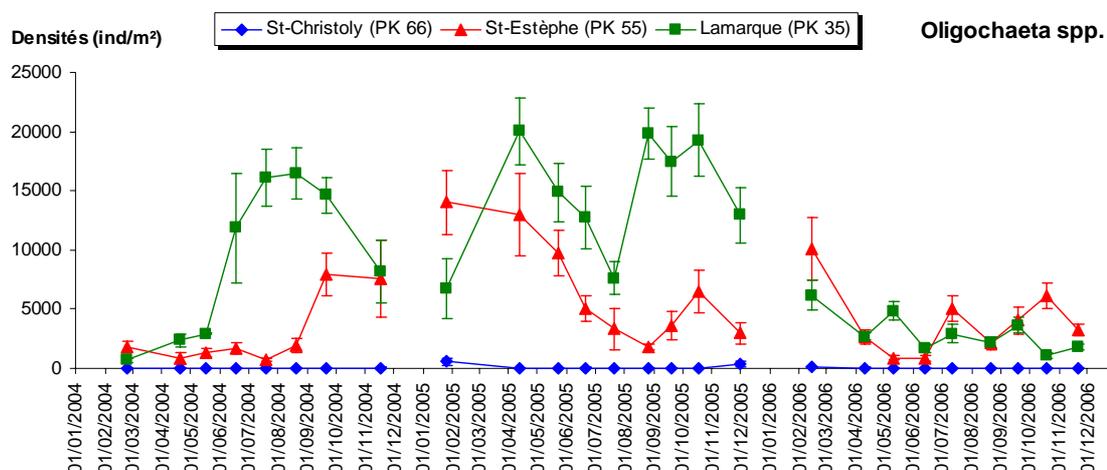


Figure 8-10 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des Annélides Oligochètes dans les stations intertidales au cours des années 2004 à 2006.

8.5.2. Annélides Polychètes

Le groupe des polychètes est surtout bien représenté à la station St-Christoly, en particulier le spionidé *Streblospio shrubsolii*. Un fort recrutement de cette espèce s'y produit en été 2006, conduisant à un pic de densité de 8439 ± 1591 ind./m² en octobre. Plus en amont, à St-Estèphe, où la population est beaucoup moins bien représentée, les variations d'abondance sont similaires, avec un maximum en septembre (1864 ± 354 ind./m²) et octobre. Mis à part le recrutement précoce observé au printemps 2005, les densités maximales de cette espèce se produisent toujours en septembre-octobre. La valeur maximale atteinte à St-Christoly en 2006 est toutefois la plus faible des 3 années du suivi benthique. (**Figure 8-11**).

Un autre polychète spionidé, *Pseudopolydora pulchra*, présente des densités notables à la station St-Christoly. De caractère opportuniste, il est absent durant la majeure partie de l'année. Pour cette espèce également, le pic de densité, observé en automne, est inférieur en 2006 aux valeurs relevées auparavant. (**Figure 8-11**).

Hediste (= *Nereis*) *diversicolor*, espèce omnivore de grande taille, creusant des galeries à l'intérieur du sédiment, décroît en abondance vers l'amont. En 2006, elle n'est présente en nombre significatif qu'à St-Christoly, où, absente en hiver, elle apparaît en juillet, puis sa densité s'accroît régulièrement jusqu'en novembre (61 ± 25 ind./m²). Cette valeur est très faible puisque des densités maximales de 500 à 600 ind./m² avaient été observées en 2004 et 2005. Présente aussi à St-Estèphe en 2004 et 2005, l'espèce y est presque totalement absente en 2006. (**Figure 8-11**).

Le seul polychète intertidal qui paraît avoir accru son abondance en 2006 est le capitellidé *Heteromastus filiformis* à la station St-Christoly. (**Figure 8-11**).

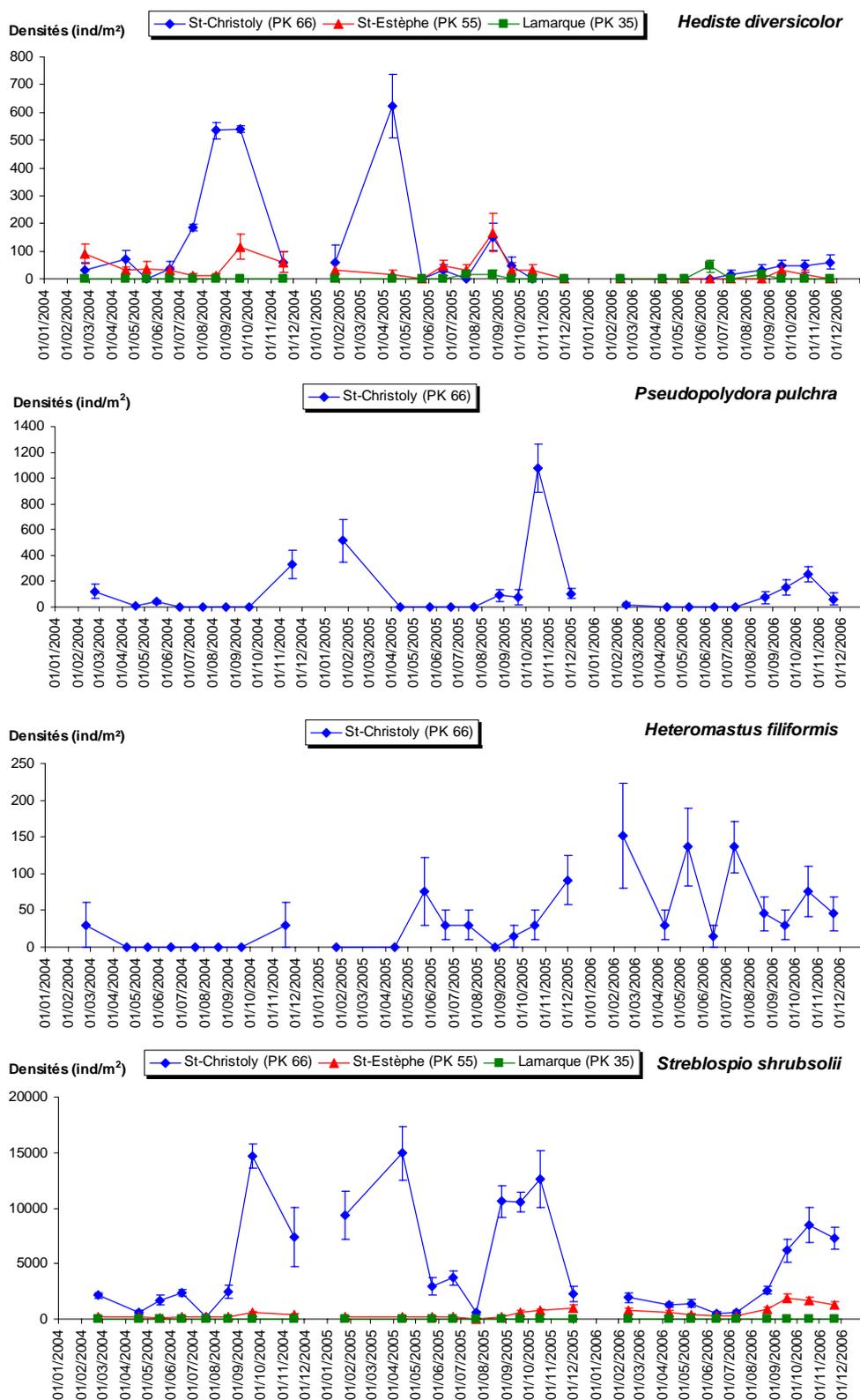


Figure 8-11 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des principales espèces d'Annélides Polychètes dans les stations intertidales au cours des années 2004 à 2006.

8.5.3. Mollusques

Le gastéropode *Hydrobia ulvae* est surtout présent à St-Christoly, où il atteint en 2006 ses plus fortes abondances (1136 ± 185 ind./m² en septembre) par rapport à 2005 (742 ± 299 ind./m² en octobre) et 2004 (182 ± 111 ind./m² en novembre). (**Figure 8-12**).

Scrobicularia plana, bivalve de grande taille (environ 40 mm de longueur à l'état adulte), est bien représenté en zone intertidale, depuis l'embouchure de l'estuaire jusqu'à St-Christoly. Dans cette station, les effectifs de cette population restent stables (entre 227 et 409 ind./m²) durant l'année 2006, le maximum à 409 ± 137 ind./m² en septembre correspondant à une arrivée de jeunes individus. Ce recrutement est beaucoup plus faible qu'en 2004 (879 ± 74 ind./m² en novembre) et 2005 (939 ± 117 ind./m² en octobre). (**Figure 8-12**).

Un autre bivalve, *Macoma balthica*, caractéristique des vasières intertidales de la zone polyhaline de l'estuaire, était apparu à l'état de stades jeunes à la station St-Christoly à partir d'août 2005 (197 ± 60 ind./m²). Ses effectifs régressent fortement en 2006, où il n'est plus échantillonné que sporadiquement. (**Figure 8-12**).

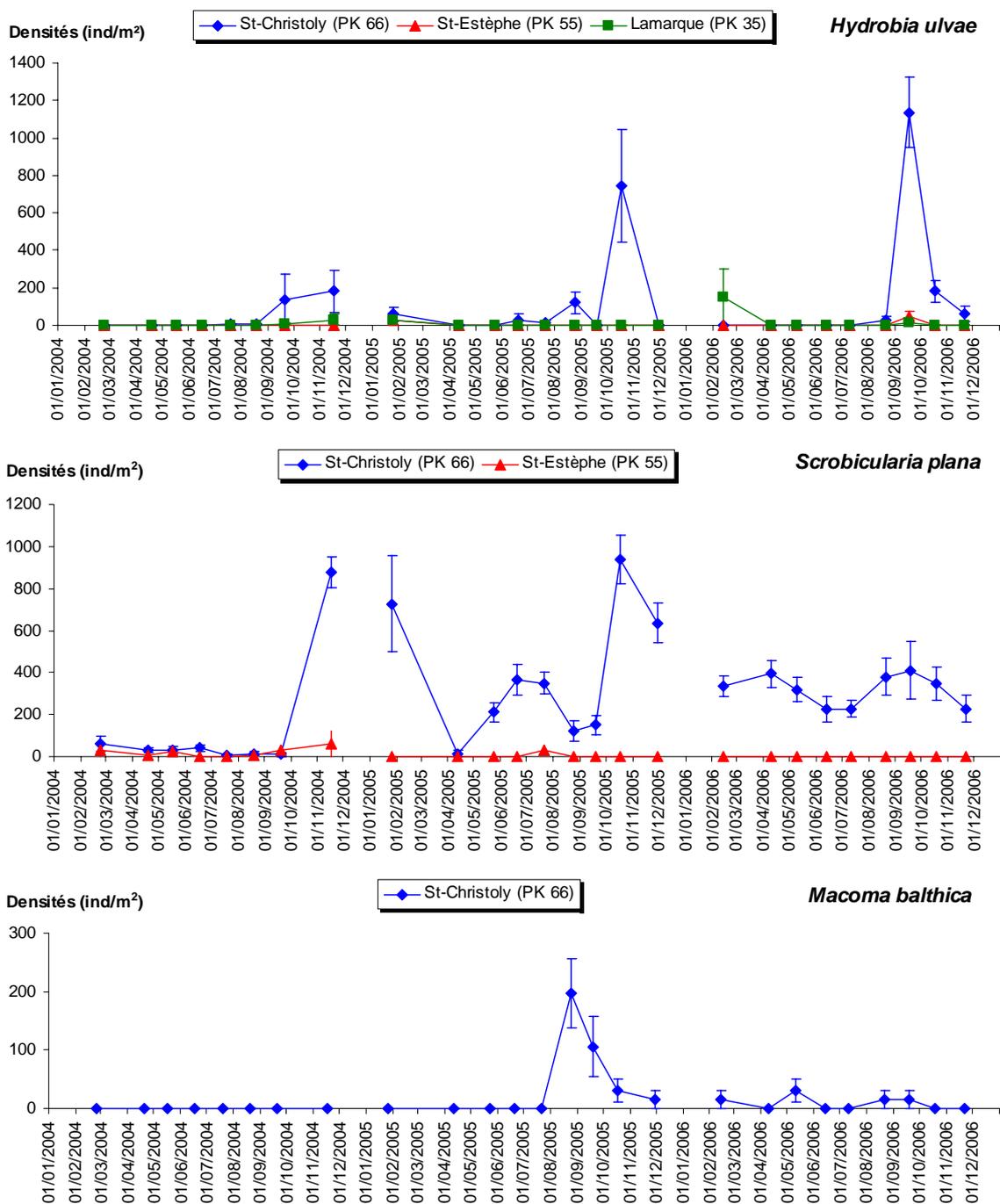


Figure 8-12 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des principales espèces de Mollusques dans les stations intertidales au cours des années 2004 à 2006.

8.5.4. Crustacés

L'amphipode *Corophium volutator* est un élément essentiel des vasières intertidales de tout l'estuaire de la Gironde, ne pénétrant qu'accidentellement en amont de St-Estèphe et présentant un cycle biologique marqué, caractérisé par de fortes abondances en fin d'été. A St-Estèphe, il présente en 2006 un très fort pic de densité en septembre (18621 ± 2551 ind./m²), analogue à celui de 2005 (19515 ± 1598 ind./m² en septembre). A St-Christoly, en revanche, les effectifs de cette espèce s'écroulent en 2006, puisque la densité maximale n'y atteint que 318 ± 92 ind./m² en octobre, alors qu'elle était de 18855 ± 1527 ind./m² en août 2004 et de 10045 ± 1675 ind./m² en août 2005. (Figure 8-13).

L'isopode *Cyathura carinata* se maintient en 2006 à des densités voisines de celles de 2004 et 2005, tant à St-Christoly qu'à St-Estèphe.

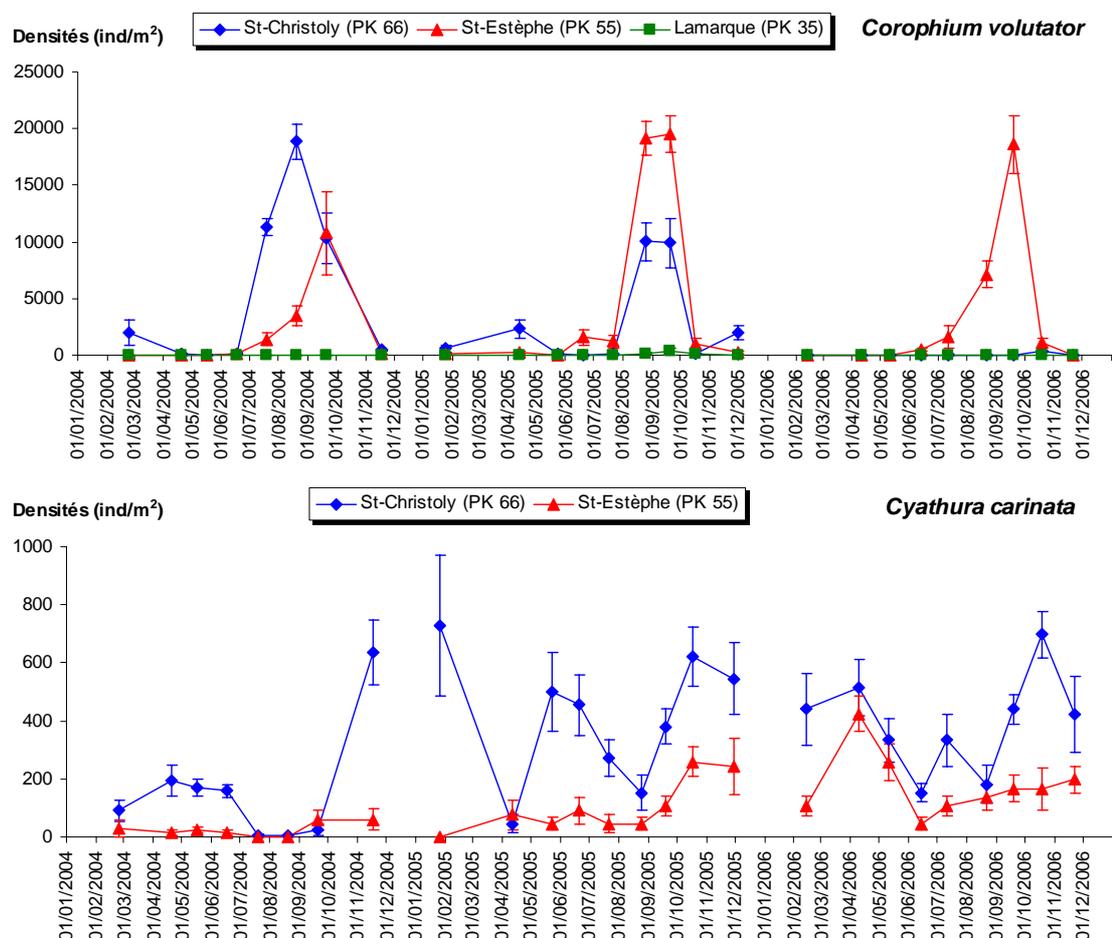


Figure 8-13 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des principales espèces de Crustacés dans les stations intertidales au cours des années 2004 à 2006.

8.5.5. Larves d'Insectes

Les abondances de ce groupe, relativement faibles, sont assez erratiques et ne présentent pas de tendance particulière, tant au cours de l'année 2006 que d'une année à l'autre, ni de différences évidentes entre stations. (**Figure 8-14**).

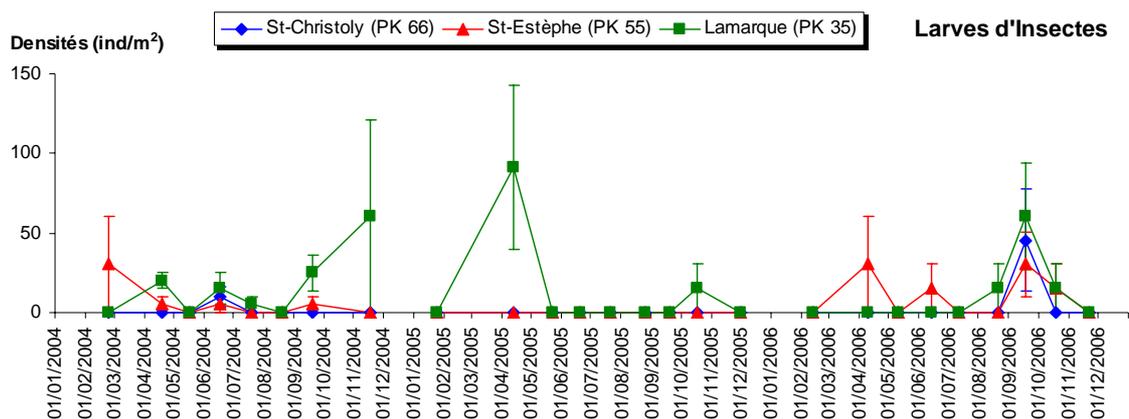


Figure 8-14 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des larves d'Insectes dans les stations intertidales au cours des années 2004 à 2006.

9. Références bibliographiques

Allen G. P., 1972.- Etude des processus sédimentaires dans l'estuaire de la Gironde. Thèse Doct. d'Etat Sc. Nat, Université Bordeaux 1, 369, 310 p.

Aminot A., Chaussepied M., 1983.- Manuel des analyses chimiques en milieu marin. CNEXO, 395 p.

Aminot A., Kérouel R., 2004.- Hydrologie des écosystèmes marins Paramètres et analyses. Ed. Ifremer, 336 p.

Bendschneider K., Robinson R.J., 1952.- A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in sea water. J. Mar. Res., 11, pp. 87-96.

Brosse L., 2003. – Caractérisation des habitats des juvéniles d'esturgeon européen, *Acipenser sturio*, dans l'estuaire de la Gironde : relations trophiques, hiérarchisation et vulnérabilité des habitats. Thèse Doct. Univ. Toulouse III, 258 p.

Castaing P., 1981.- Le transfert à l'océan des suspensions estuariennes. Cas de la Gironde. Thèse d'Etat Sc. Nat, Université Bordeaux 1, 701, 530 p.

Castel J. et Courties C., 1977.- Le zooplancton. In : "Etude écologique de l'estuaire de la Gironde". Rapp. Final E.D.F.-CNEXO, pp. 220-295.

Castel J., 1995 - Long-term change in *Eurytemora affinis* population (Copepoda, Calanoida) in the Gironde estuary. *Hydrobiologia*, 34, pp. 85-101.

Castel J., Courties C., et Poli, 1979.- Etude expérimentale du cycle biologique

- de Eurytemora hirundoides (Crustacea, Copepoda). Rapp. EDF-CNEXO, 16 p.
- Castel J., Escaravage V., 1989 – Etude du benthos de l'estuaire de la Gironde. Rapp. Contrat n° 88/2-430439 DERO/EL, 22 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), pp. 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.
- 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, pp. 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 17, pp. 127-169, Blackwell, Oxford et Edinburgh.
- Elliott, J.M., 1971 – Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates. Freshwater Biological Association, Scientific Publication, 25, 144 p.
- Frontier S., 1972 - Calcul de l'erreur sur un comptage de zooplancton. J. exp. mar. Biol. Ecol., 8, pp. 121-132.
- Gaudy (1992) Biologie de la population du copépode Acartia tonsa Dana dans un milieu semi-clos : l'Etang de Berre. Ann. Inst. Océanogr., 68(1-2), pp. 159-168.
- Grasshoff K., 1976.- Methods of sea water analysis. Verlag Chemie, Weinheim, RFA.
- Hirche H.J. (1992). Egg production of Eurytemora affinis effect of K-strategy. Estuar.Coast.Shelf.Sci., 35, pp. 395-407.
- Irigoien 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, pp. 159-163.
- ISO, 2005.– Qualité de l'eau – Lignes directrices pour l'échantillonnage quantitatif et le traitement d'échantillons de la macrofaune marine des fonds

meubles. Norme internationale ISO/FDIS 16665, 32 p.

Koroleff F., 1969.- Direct determination of ammonia in natural waters as indophenol blue. ICES, C.M. 1969/C, Hydr. Comm. 9 p.

Murphy J., 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 1, 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), pp. 79-86.

Viitasalo (1992) Calanoid resting eggs in the Baltic Sea : implications for the population dynamics of *Acartia bifilosa* (Copepoda). *Marine Biology*, 114, pp. 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.

10. Annexes

10.1. Annexe 1 : Dénombrement des divers prélèvements et mesures

Nombre de mesures réalisées in situ

DATES	Profondeur	Température	Salinité	Direction et Vitesse de Courant	Points
18-avr	4	8	8	8	F
20-avr	4	8	8	8	E
19-avr	4	8	8	8	K
23-mai	4	8	8	8	F
25-mai	4	8	8	8	E
24-mai	4	8	8	8	K
07-juin	4	8	8	8	F
09-juin	4	8	8	8	E
08-juin	4	8	8	8	K
04-juil	4	8	8	8	F
06-juil	4	8	8	8	E
05-juil	4	8	8	8	K
29-août	4	8	8	8	F
31-août	4	8	8	8	E
30-août	4	8	8	8	K
21-sept	4	8	8	8	F
22-sept	4	8	8	8	E
23-sept	4	8	8	8	K
03-oct	1	2	2	2	F
05-oct	4	8	8	8	E
04-oct	4	8	8	8	K
15-nov	4	8	8	8	F
17-nov	4	8	8	8	E
16-nov	4	8	8	8	K
TOTAL	93	186	186	186	

Nombre de prélèvements pour l'étude de la pollution dans les masses d'eau

DATES	Chimie COP+COT	Phyto- plancton	Sels Nutritifs	Bactéri- logie	Agents de surface	Morpholine Hydrazine	Bore total	Points
18 avril	16	2	2	4	2	2	2	F
20 avril	16	2	2	4	2	2	2	E
19 avril	16	2	2	4	2	2	2	K
23 mai	16	2	2	4	2	2	2	F
25 mai	16	2	2	4	2	2	2	E
24 mai	16	2	2	4	2	2	2	K
7 juin	16	2	2	4	2	2	2	F
9 juin	16	2	2	4	2	2	2	E
8 juin	16	2	2	4	2	2	2	K
4 juillet	16	2	2	4	2	2	2	F
6 juillet	16	2	2	4	2	2	2	E
5 juillet	16	2	2	4	2	2	2	K
29 août	16	2	2	4	2	2	2	F
31 août	16	2	2	4	2	2	2	E
30 août	16	2	2	4	2	2	2	K
21 septembre	16	2	2	4	2	2	2	F
22 septembre	16	2	2	4	2	2	2	E
23 septembre	16	2	2	4	2	2	2	K
3 octobre	4	0	0	0	0	0	0	F
5 octobre	16	2	2	4	2	2	2	E
4 octobre	16	2	2	4	2	2	2	K
15 novembre	16	2	2	4	2	2	2	F
17 novembre	16	2	2	4	2	2	2	E
16 novembre	16	2	2	4	2	2	2	K
TOTAL	372	46	46	92	46	46	46	

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

DATES	TURBIDITES		OXYGENE DISSOUS		pH		Points
	Surface	Fond	Surface	Fond	Surface	Fond	
18-avr	4	4	4	4	4	4	F
20-avr	4	4	4	4	4	4	E
19-avr	4	4	4	4	4	4	K
23-mai	4	4	4	4	4	4	F
25-mai	4	4	4	4	4	4	E
24-mai	4	4	4	4	4	4	K
07-juin	4	4	4	4	4	4	F
09-juin	4	4	4	4	4	4	E
08-juin	4	4	4	4	4	4	K
04-juil	4	4	4	4	4	4	F
06-juil	4	4	4	4	4	4	E
05-juil	4	4	4	4	4	4	K
29-août	4	4	4	4	4	4	F
31-août	4	4	4	4	4	4	E
30-août	4	4	4	4	4	4	K
21-sept	4	4	4	4	4	4	F
22-sept	4	4	4	4	4	4	E
23-sept	4	4	4	4	4	4	K
03-oct	1	1	1	1	1	1	F
05-oct	4	4	4	4	4	4	E
04-oct	4	4	4	4	4	4	K
15-nov	4	4	4	4	4	4	F
17-nov	4	4	4	4	4	4	E
16-nov	4	4	4	4	4	4	K
TOTAL	93	93	93	93	93	93	

Nombre de prélèvements pour l'étude faunistique

DATES	PLANCTON		BENTHOS	Points
	Surface	Fond	Surface	
18-avr	4	4	5	F
20-avr	4	4	5	E
19-avr	4	4	5	K
23-mai	4	4	5	F
25-mai	4	4	5	E
24-mai	4	4	5	K
07-juin	4	4	5	F
09-juin	4	4	5	E
08-juin	4	4	5	K
04-juil	4	4	5	F
06-juil	4	4	5	E
05-juil	4	4	5	K
29-août	4	4	5	F
31-août	4	4	5	E
30-août	4	4	5	K
21-sept	4	4	5	F
22-sept	4	4	5	E
23-sept	4	4	5	K
03-oct	1	1	5	F
05-oct	4	4	5	E
04-oct	4	4	5	K
15-nov	4	4	5	E
17-nov	4	4	5	J
16-nov	4	4	5	K
TOTAL	4	93	120	

Remarques :

En milieu intertidal, 120 prélèvements complémentaires ont été effectués à hauteur de ces trois points géographiques

10.2. Annexe 2 : Tableaux des résultats de mesures

Avril 2006		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	Oxygène Dissous (ml/l)	Turbidité (mg/l)	Salinité	Temp. (°C)	Vitesse (cm/s)	Direction (/Nord)	PH	OBSERVATIONS	
POINTS	STATIONS												
F PK 67 18/04/2006 Coef: 71-66	1 S Mi-Flot 1 F	7h00	9,2	1,00	6,10	373	6,51	13,63	155	131	7,94	P=(766) 1022 hPa	
	2 S PM 2 F	9h36	10,3	1,00	6,13	199	8,99	13,33	59	005	7,86	PM à Laména 9h20 P=(766) 1022 hPa Renverse: 9h45	
	3 S Mi-Jus 3 F	12h30	8,1	1,00	5,92	376	6,66	13,72	134	086	7,91	P=(766) 1022 hPa	
	4 S BM 4 F	16h20	6,5	1,00	5,94	885	2,18	14,15	7	108	7,91	BM à Laména 15h48 P=(766) 1022 hPa	
					5,50	5,80	5656	2,38	14,00	13	355	7,87	
					8,20	6,08	5917	6,05	13,68	100	153	7,90	
E PK 52 20/04/2006 Coef: 48-43	1 S BM 1 F	6h15	6	1,00	6,37	437	0,78	13,90	13	155	8,16	BM à Pauillac 5h29 P=(765) 1020 hPa	
	2 S Mi-Flot 2 F	8h45	8	1,00	6,24	354	2,24	14,44	152	169	7,94	P=(765) 1020 hPa	
	3 S PM 3 F	11h40	9	1,00	5,89	229	3,27	14,69	0	187	7,94	PM à Pauillac 11h22 P=(765) 1020 hPa Renverse:	
	4 S Mi-Jus 4 F	14h55	7,4	1,00	6,37	631	2,04	14,59	123	021	7,96	P=(765) 1020 hPa	
					6,40	6,28	516	2,32	14,40	76	357	7,93	
					5,00	6,31	699	0,80	14,07	7	177	8,33	
K PK 30 19/04/2006 Coef:60-54	1 S BM 1 F	6h35	8,7	1,00	6,96	200	0,13	12,76	13	111	7,74	BM à La Reuille 5h48 P=(766) 1021 hPa	
	2 S Mi-Flot 2 F	8h50	10,5	1,00	6,74	555	0,15	12,90	111	114	7,91	P=(766) 1021 hPa	
	3 S PM 3 F	11h13	11,5	1,00	6,41	566	0,29	13,56	0	165	7,71	PM à La Reuille 10h58 P=(766) 1021 hPa Renverse: 11h55	
	4 S Mi-Jus 4 F	14h50	8,5	1,00	6,40	391	0,13	13,05	107	317	7,73	P=(766) 1021 hPa	
					7,70	6,79	343	0,11	12,18	13	153	7,87	
					9,50	6,68	1268	0,16	12,42	71	138	7,82	
Mai 2006		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	Oxygène Dissous (ml/l)	Turbidité (mg/l)	Salinité	Temp. (°C)	Vitesse (cm/s)	Direction (/Nord)	PH	OBSERVATIONS	
POINTS	STATIONS												
F PK 67 23/05/2006 Coef: 64-69	1 S Mi-Jus 1 F	7h00	7,8	1,00	5,53	516	10,46	18,03	88	011	8,02	P=(767) 1023 hPa	
	2 S BM 2 F	10h30	7	1,00	5,21	1199	6,01	18,72	13	113	7,95	BM à Laména 9h47 P=(769) 1026 hPa Renverse: 10h30	
	3 S Mi-Flot 3 F	13h05	8,7	1,00	5,44	265	9,62	18,27	134	126	8,01	P=(769) 1026 hPa	
	4 S PM 4 F	16h0	10,6	1,00	5,62	162	15,14	17,96	15	121	8,09	PM à Laména 15h40 P=(769) 1026 hPa	
					6,80	5,39	559	10,63	18,01	56	332	8,02	
					6,00	5,21	1734	5,89	18,75	13	086	7,97	
E PK 52 25/05/2006 Coef: 83-86	1 S PM 1 F	6h15	9,5	1,00	5,77	328	7,09	19,14	13	001	7,94	PM à Pauillac 5h+11 P=(772) 1030 hPa	
	2 S Mi-Jus 2 F	9H25	6,6	1,00	5,50	288	5,09	18,89	140	019	7,95	P=(774) 1032 hPa	
	3 S BM 3 F	13H00	5,3	1,00	5,51	602	5,09	18,49	13	119	7,92	BM à Pauillac 12h36 P=(774) 1032 hPa Renverse: 13H00	
	4 S Mi-Flot 4 F	15H25	7,9	1,00	5,40	624	5,25	18,89	140	154	7,90	P=(774) 1032 hPa	
					8,50	5,39	13214	7,51	18,42	7	001	7,90	
					5,60	5,39	5048	5,52	18,94	85	357	7,93	
K PK 30 24/05/2006 Coef: 74-79	1 S PM 1 F	6h05	10,8	1,00	5,48	287	2,38	18,52	13	017	7,90	PM à La Reuille 5h21 P=(772) 1030 hPa	
	2 S Mi-Jus 2 F	9h30	8,2	1,00	5,37	2128	1,01	18,43	137	004	7,83	P=(774) 1032 hPa	
	3 S BM 3 F	13h10	7,5	1,00	5,46	637	0,24	18,64	13	109	7,60	BM à La Reuille 12h36 P=(774) 1032 hPa Renverse: 13h10	
	4 S Mi-Flot 4 F	15h20	9,8	1,00	5,50	988	1,40	18,81	120	121	7,75	P=(774) 1032 hPa	
					9,80	5,25	1630	2,48	18,56	13	330	7,90	
					7,20	5,28	1875	1,09	18,41	79	314	7,83	

Juin 2006		Heure	Profond	Hauteur	Oxygène	Turbidité		Temp.	Vitesse	Direction	PH	OBSERVATIONS	
POINTS	STATIONS	Légale	Totale	Mesure	Dissous	(mg/l)	Salinité	(°C)	(cm/s)	(/Nord)			
		(TU+2)	(m)	(m)	(ml/l)								
F PK 67 07/06/2006 46-50	1 S Mi-Jus 1 F	6H50	7,7	1,00	5,53	144	12,85	19,26	108	013	8,17	P=(770) 1027 hPa BM à Laména P=(770) 1027 hPa Reverse: P=(770) 1027 hPa PM à Laména P=(770) 1027 hPa	
	2 S			6,70	5,46	202	13,78	19,17	56	334	8,15		
	BM 2 F	10H30	7,3	1,00	5,39	228	7,78	20,09	15	070	8,09		
	3 S Mi-Flot 3 F	13H00	8,6	1,00	5,49	201	11,60	19,80	76	127	8,12		
	4 S PM 4 F	16H10	10	1,00	5,70	68	17,00	19,48	7	181	8,10		
				9,00	5,80	131	18,67	19,08	7	112	8,10		
E PK 52 09/06/2006 61-65	1 S Mi-Flot 1 F	2H50	7,7	1,00	5,64	398	7,19	21,20	120	166	8,13	P=(766) 1021 hPa PM à Pauillac 5H11 P=(766) 1021 hPa Reverse: 6H00 P=(765) 1020 hPa BM à Pauillac 12H01 P=(765) 1020 hPa	
	2 S			6,70	5,56	1323	7,10	21,00	79	171	8,09		
	PM 2 F	5H50	9,1	1,00	5,46	360	9,11	22,18	0	287	8,09		
	3 S Mi-Jus 3 F	8H45	6,9	1,00	5,53	1189	6,75	21,05	82	034	8,12		
	4 S BM 4 F	12H35	5,6	1,00	5,67	438	4,58	20,94	10	220	8,03		
				4,60	5,74	660	4,64	20,84	24	196	8,00		
K PK 30 08/06/2006 53-57	1 S PM 1 F	6H00	10,3	1,00	5,56	194	3,48	20,04	13	344	8,07	PM à La Reuille 5H13 P=(767) 1022 hPa P=(767) 1022 hPa BM à La Reuille 12H05 P=(767) 1022 hPa Reverse: P=(767) 1022 hPa	
	2 S			9,30	5,46	572	3,73	20,32	13	327	8,09		
	Mi-Jus 2 F	9H00	7,8	1,00	5,39	1343	2,36	19,99	105	007	8,01		
	3 S BM 3 F	12H50	7,4	1,00	5,11	497	0,87	20,65	13	124	8,00		
	4 S Mi-Flot 4 F	15H05	8,5	1,00	5,53	1117	2,40	20,53	111	120	7,98		
				7,50	6,16	1754	2,28	20,50	47	117	7,98		
Juillet 2006		Heure	Profond	Hauteur	Oxygène	Turbidité		Temp.	Vitesse	Direction	PH	OBSERVATIONS	
POINTS	STATIONS	Légale	Totale	Mesure	Dissous	(mg/l)	Salinité	(°C)	(cm/s)	(/Nord)			
		(TU+2)	(m)	(m)	(ml/l)								
F PK 67 04/07/2006 Coef: 41-40	1 S BM 1 F	7H00	6,80	1,00	5,04	89	12,03	23,80	15	034	8,10	BM à Laména 6H26 P=(765) 1020hPa P=(765) 1020hPa PM à Laména 12H48 P=(765) 1020hPa Reverse: P=(765) 1020hPa	
	2 S			5,80	5,12	170	13,08	23,50	13	203	8,09		
	Mi-Flot 2 F	10H05	8,80	1,00	5,11	97	15,40	23,11	79	123	8,13		
	3 S PM 3 F	13H07	9,60	1,00	5,18	76	19,10	22,76	74	202	8,15		
	4 S Mi-Jus 4 F	15H50	8,00	1,00	5,28	52	14,26	24,20	105	008	8,11		
				7,00	5,25	176	18,63	22,74	53	332	8,10		
E PK 52 06/07/2006 Coef: 40-41	1 S Mi-Jus 1 F	6h25	6,00	1,00	4,93	400	8,34	24,29	59	026	8,10	P=(767) 1022 hPa BM à Pauillac 9h07 P=(767) 1022 hPa Reverse: 9h40 P=(764) 1019 hPa PM à Pauillac 15h11 P=(764) 1019 hPa	
	2 S			5,00	4,87	600	8,48	24,35	53	019	8,06		
	BM 2 F	9h25	5,40	1,00	4,88	150	6,92	24,30	5	291	8,09		
	3 S Mi-Flot 3 F	12h25	7,10	1,00	4,90	230	7,00	24,40	13	207	8,10		
	4 S PM 4 F	15h30	8,00	1,00	5,13	300	9,42	24,44	111	162	8,13		
				8,00	6,10	5,05	900	9,37	24,51	71	182		8,12
K PK 30 05/07/2006 Coef: 39	1 S Mi-Jus 1 F	6H00	7,40	1,00	4,51	550	4,44	24,09	59	018	7,98	P=(764) 1019 hPa BM à La Reuille 8H58 P=(764) 1019 hPa Reverse: 9H35 P=(764) 1019 hPa PM à La Reuille 14H42 P=(764) 1019 hPa	
	2 S			6,40	4,45	620	4,49	24,09	47	338	7,99		
	BM 2 F	9H17	5,90	1,00	3,90	275	2,02	24,43	0	145	7,90		
	3 S Mi-Flot 3 F	12H13	7,70	1,00	4,90	4,11	1100	2,10	24,37	0	027		7,86
	4 S PM 4 F	15H07	9,00	1,00	4,60	610	4,58	24,23	71	112	8,00		
				8,00	6,70	4,58	890	4,45	24,22	42	139		7,98

Août 2006		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	Oxygène Dissous (ml/l)	Turbidité (mg/l)	Salinité	Temp. (°C)	Vitesse (cm/s)	Direction (/Nord)	PH	OBSERVATIONS	
POINTS	STATIONS												
F PK 67 29/08/2006 Coef: 73-69	1 S Mi-Flot 1 F	6h30	8,8	1,00 7,80	5,14 5,04	227 1466	16,44 16,10	21,33 21,43	134 68	119 141	7,95 7,95	P=(766) 1021 hPa	
	2 S PM 2 F	10h35	9,9	1,00 8,90	4,95 4,93	92 269	22,40 23,60	20,68 20,65	13 7	023 295	7,99 7,99		PM à Laména 9h30 P=(766) 1021 hPa Reverse: 10h45
	3 S Mi-Jus 3 F	12h40	8,3	1,00 7,30	5,01 4,81	236 588	18,84 21,45	21,11 20,86	108 42	008 325	7,98 7,97	P=(763) 1017 hPa	
	4 S BM 4 F	15h45	6,9	1,00 5,90	4,79 4,79	722 1354	15,08 15,74	21,60 21,51	64 59	043 305	7,93 7,97		BM à Laména 15h55 P=(763) 1017 hPa
	E PK 52 31/08/2006 Coef: 54-48	1 S BM 1 F	6h20	6	1,00 5,00	5,30 5,04	176 295	9,11 8,97	22,93 21,49	13 13	166 172	7,99 7,99	
		2 S Mi-Flot 2 F	8h40	7,7	1,00 6,70	5,18 5,05	323 703	11,54 11,54	21,78 21,80	111 76	170 183	8,01 7,97	P=(771) 1028 hPa
3 S PM 3 F		11h45	8,8	1,00 7,80	4,92 5,06	315 414	12,70 13,66	23,35 21,62	7 7	011 189	8,02 8,01	PM à Pauillac 11h00 P=(771) 1028 hPa Reverse: 12h00	
4 S Mi-Jus 4 F		14h45	7,1	1,00 6,10	4,99 5,12	239 690	11,13 11,69	22,00 21,93	82 42	028 013	7,97 7,95		P=(771) 1028 hPa
K PK 30 30/08/2006 Coef: 64-59		1 S BM 1 F	6h45	8,4	1,00 7,40	4,72 4,30	615 21048	3,32 4,15	21,40 21,39	13 13	101 136	7,80 7,79	
		2 S Mi-Flot 2 F	9h00	9,9	1,00 8,90	4,88 4,44	1664 8859	6,21 5,69	21,25 21,39	94 94	107 133	7,82 7,77	P=(769) 1025 hPa
	3 S PM 3 F	12h00	11	1,00 10,00	4,58 4,53	359 5710	7,62 6,87	21,62 21,39	0 13	287 328	7,86 7,86	PM à La Reuille 11h02 P=(772) 1029 hPa Reverse: 12h20	
	4 S Mi-Jus 4 F	15h00	9	1,00 8,00	4,78 4,76	620 3695	6,05 6,21	21,79 21,62	145 105	006 334	7,89 7,84		P=(772) 1029 hPa

Août 2006		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	Oxygène Dissous (ml/l)	Turbidité (mg/l)	Salinité	Temp. (°C)	Vitesse (cm/s)	Direction (/Nord)	PH	OBSERVATIONS	
POINTS	STATIONS												
F PK 67 29/08/2006 Coef: 73-69	1 S Mi-Flot 1 F	6h30	8,8	1,00 7,80	5,14 5,04	227 1466	16,44 16,10	21,33 21,43	134 68	119 141	7,95 7,95	P=(766) 1021 hPa	
	2 S PM 2 F	10h35	9,9	1,00 8,90	4,95 4,93	92 269	22,40 23,60	20,68 20,65	13 7	023 295	7,99 7,99		PM à Laména 9h30 P=(766) 1021 hPa Reverse: 10h45
	3 S Mi-Jus 3 F	12h40	8,3	1,00 7,30	5,01 4,81	236 588	18,84 21,45	21,11 20,86	108 42	008 325	7,98 7,97	P=(763) 1017 hPa	
	4 S BM 4 F	15h45	6,9	1,00 5,90	4,79 4,79	722 1354	15,08 15,74	21,60 21,51	64 59	043 305	7,93 7,97		BM à Laména 15h55 P=(763) 1017 hPa
	E PK 52 31/08/2006 Coef: 54-48	1 S BM 1 F	6h20	6	1,00 5,00	5,30 5,04	176 295	9,11 8,97	22,93 21,49	13 13	166 172	7,99 7,99	
		2 S Mi-Flot 2 F	8h40	7,7	1,00 6,70	5,18 5,05	323 703	11,54 11,54	21,78 21,80	111 76	170 183	8,01 7,97	P=(771) 1028 hPa
3 S PM 3 F		11h45	8,8	1,00 7,80	4,92 5,06	315 414	12,70 13,66	23,35 21,62	7 7	011 189	8,02 8,01	PM à Pauillac 11h00 P=(771) 1028 hPa Reverse: 12h00	
4 S Mi-Jus 4 F		14h45	7,1	1,00 6,10	4,99 5,12	239 690	11,13 11,69	22,00 21,93	82 42	028 013	7,97 7,95		P=(771) 1028 hPa
K PK 30 30/08/2006 Coef: 64-59		1 S BM 1 F	6h45	8,4	1,00 7,40	4,72 4,30	615 21048	3,32 4,15	21,40 21,39	13 13	101 136	7,80 7,79	
		2 S Mi-Flot 2 F	9h00	9,9	1,00 8,90	4,88 4,44	1664 8859	6,21 5,69	21,25 21,39	94 94	107 133	7,82 7,77	P=(769) 1025 hPa
	3 S PM 3 F	12h00	11	1,00 10,00	4,58 4,53	359 5710	7,62 6,87	21,62 21,39	0 13	287 328	7,86 7,86	PM à La Reuille 11h02 P=(772) 1029 hPa Reverse: 12h20	
	4 S Mi-Jus 4 F	15h00	9	1,00 8,00	4,78 4,76	620 3695	6,05 6,21	21,79 21,62	145 105	006 334	7,89 7,84		P=(772) 1029 hPa

Octobre 2006		Heure	Profond	Hauteur	Oxygène	Turbidité		Temp.	Vitesse	Direction	PH	OBSERVATIONS	
POINTS	STATIONS	Légale	Totale	Mesure	Dissous	(mg/l)	Salinité	(°C)	(cm/s)	(/Nord)			
		(TU+2)	(m)	(m)	(ml/l)								
F PK 67 03/10/2006 Coef: 43-52	1 S	6H20	8,60	1,00	5,08	143	17,61	20,34	117	007	8,07	P=(751.5) 1002 hPa BM à Laména P=(0) hPa Reverse: P=(0) hPa PM à Laména P=(0) hPa	
	Mi-Jus 1 F			7,60	4,93	245	18,74	20,35	53	329	8,07		
	2 S			1,00	8H30 ARRÊT DE LA MANIP. AVIS DE VENT FRAIS								
	BM 2 F			-1,00									
	3 S			1,00	GRAINS - GRELISSE-VENT SUROIT 40 NŒUDS A 60 NŒUDS								
	Mi-Flot 3 F			-1,00									
4 S			1,00										
PM													
4 F			-1,00										
E PK 52 05/10/2006 Coef: 81	1 S	6H20	9,30	1,00	4,66	178	12,05	19,98	7	021	7,97	PM à Pauillac 5H13 P=(769)1025 hPa P=(770)1027 hPa BM à Pauillac 12H28 P=(771)1029 hPa Reverse: 13H00 P=(771)1029 hPa	
	PM 1 F			8,30	4,46	795	12,40	20,10	0	025	7,98		
	2 S			1,00	4,72	995	9,10	20,27	114	019	7,95		
	Mi-Jus 2 F	9H15	6,80	5,80	4,64	3100	10,17	20,21	82	007	7,92		
	3 S	13H00	6,00	1,00	4,66	390	6,06	19,77	13	162	7,88		
	BM 3 F			5,00	4,52	890	6,85	19,80	7	173	7,90		
4 S			1,00	4,90	490	10,16	20,38	152	174	7,91			
Mi-Flot 4 F	15H15	8,00	7,00	4,79	6250	9,71	20,28	105	179	7,87			
K PK 30 04/10/2006 Coef: 62	1 S	6H15	10,80	1,00	5,20	355	5,10	19,89	13	345	7,97	PM à La Reuille 5H11 P=(770)1027 hPa P=(763) 1017 hPa BM à La Reuille 12H10 P=(765) 1020 hPa Reverse: 13H10 P=(765) 1020 hPa	
	PM 1 F			9,80	4,77	20700	4,50	19,96	13	330	7,85		
	2 S			1,00	4,81	1380	2,24	19,44	175	356	7,86		
	Mi-Jus 2 F	9H15	8,70	7,70	4,79	5600	2,57	19,57	111	328	7,84		
	3 S	13H05	8,00	1,00	4,41	390	0,73	18,85	146	117	7,83		
	BM 3 F			7,00	4,57	1660	0,75	18,74	134	142	7,94		
4 S			1,00	4,66	1290	3,59	19,92	111	128	7,90			
Mi-Flot 4 F	15H30	10,70	9,70	4,28	8350	2,32	19,62	88	143	7,84			
Novembre 2006		Heure	Profond	Hauteur	Oxygène	Turbidité		Temp.	Vitesse	Direction	PH	OBSERVATIONS	
POINTS	STATIONS	Légale	Totale	Mesure	Dissous	(mg/l)	Salinité	(°C)	(cm/s)	(/Nord)			
		(TU+1)	(m)	(m)	(ml/l)								
F PK 67 15/11/2006 40-43	1 S	09h15	7,5	1,00	5,89	430	10,28	13,90	13	121	8,01	BM à Laména 07h52 P=(762) 1016 hPa P=(762) 1016 hPa PM à Laména 14h13 P=(762) 1016 hPa Reverse: 14h40 P=(762) 1016 hPa	
	BM 1 F			6,50	5,89	520	11,88	13,94	13	171	8,00		
	2 S			1,00	5,71	245	13,94	13,82	82	121	8,12		
	Mi-Flot 2 F	11h50	9	8,00	5,67	500	17,06	13,95	70	133	8,10		
	3 S			1,00	5,80	103	16,50	14,03	0	235	8,17		
	PM 3 F	14h30	9,3	8,30	5,82	460	19,83	13,95	13	126	8,18		
4 S			1,00	6,14	90	13,54	14,16	123	006	8,14			
Mi-Jus 4 F	17h30	8,3	7,30	6,00	205	18,29	13,94	47	328	8,15			
E PK 52 17/11/2006 56-60	1 S	07h15	7,30	1,00	5,87	965	8,80	14,35	97	024	8,09	P=(760) 1014 hPa BM à Pauillac 10h20 P=(761) 1015 hPa Reverse: 10h50 P=(761) 1015 hPa PM à Pauillac P=(762) 1016 hPa	
	Mi-Jus 1 F			6,30	5,91	2800	8,74	14,47	50	006	8,09		
	2 S			1,00	5,93	305	6,55	13,92	13	132	8,09		
	BM 2 F	10h45	6,00	5,00	5,96	880	6,45	13,88	7	184	8,08		
	3 S			1,00	5,93	630	9,58	14,45	123	157	8,12		
	Mi-Flot 3 F	13h35	7,80	6,80	6,00	2850	9,45	14,27	85	156	8,10		
4 S			1,00	5,78	425	10,05	14,30	7	147	8,10			
PM			9,20	8,20	5,87	1010	10,85	14,59	13	181	8,11		
4 F	16h20	9,20	8,20	5,87	1010	10,85	14,59	13	181	8,11			
K PK 30 16/11/2006 48-52	1 S	07h20	8,90	1,00	6,27	810	2,25	13,06	146	010	8,08	P=(755) 1006 hPa BM à La Reuille 10h23 P=(754) 1005 hPa Reverse: 11h10 P=(755) 1007 hPa PM à La Reuille P=(755) 1006 hPa	
	Mi-Jus 1 F			7,90	6,36	2100	2,66	13,19	100	323	8,06		
	2 S			1,00	6,09	720	0,94	12,74	0	047	8,06		
	BM 2 F	11h00	7,80	6,80	6,27	4350	1,00	12,65	13	145	8,03		
	3 S			1,00	6,34	1150	2,68	13,22	111	106	8,06		
	Mi-Flot 3 F	14h00	10,70	9,70	6,11	14300	2,66	13,31	53	122	7,99		
4 S			1,00	6,29	395	4,23	13,61	13	110	8,11			
PM			11,50	10,50	6,27	8750	3,80	13,45	0	287	8,08		
4 F	16h30	11,50	10,50	6,27	8750	3,80	13,45	0	287	8,08			

10.3. Annexe 3 : Tableau des résultats analytiques

10.3.1. Résultats bruts de mesures de MES, COD et COP

Date	Station	Temps Marée	Niveau	COT mg/L	COD mg/L	MES mg/L	COP mg/L	COP/MES %
17-avr-06	F	BM	S	35,3	2,30	1652	33,0	2,00%
17-avr-06	F	BM	F	132,8	2,85	7685	130,0	1,69%
17-avr-06	F	MF	S	4,8	1,80	327	3,0	0,90%
17-avr-06	F	MF	F	195,1	1,75	10020	193,4	1,93%
17-avr-06	F	PM	S	3,2	1,25	143	1,9	1,33%
17-avr-06	F	PM	F	11,7	1,55	790	10,2	1,28%
17-avr-06	F	MJ	S	5,7	1,80	321	3,9	1,20%
17-avr-06	F	MJ	F	23,8	1,55	1286	22,3	1,73%
19-avr-06	E	BM	S	8,6	2,25	550	6,4	1,15%
19-avr-06	E	BM	F	12,1	2,35	666	9,8	1,46%
19-avr-06	E	MF	S	5,5	2,65	264	2,8	1,06%
19-avr-06	E	MF	F	273,6	2,00	14600	271,6	1,86%
19-avr-06	E	PM	S	6,0	2,20	278	3,8	1,37%
19-avr-06	E	PM	F	11,2	2,30	534	8,9	1,66%
19-avr-06	E	MJ	S	5,2	2,05	219	3,1	1,42%
19-avr-06	E	MJ	F	35,3	2,40	2154	32,9	1,53%
18-avr-06	K	BM	S	8,0	5,15	177	2,9	1,61%
18-avr-06	K	BM	F	11,5	3,25	496	8,2	1,65%
18-avr-06	K	MF	S	9,6	2,90	563	6,7	1,18%
18-avr-06	K	MF	F	27,0	2,90	1570	24,1	1,54%
18-avr-06	K	PM	S	13,6	2,25	1056	11,3	1,07%
18-avr-06	K	PM	F	10,1	2,45	602	7,7	1,27%
18-avr-06	K	MJ	S	6,5	2,60	365	3,9	1,05%
18-avr-06	K	MJ	F	31,7	2,55	2002	29,1	1,45%
22-mai-06	F	BM	S	27,9	2,95	1556	24,9	1,60%
22-mai-06	F	BM	F	33,9	2,85	1935	31,1	1,60%
22-mai-06	F	MF	S	5,6	2,75	171	2,9	1,67%
22-mai-06	F	MF	F	128,6	2,90	7395	125,7	1,70%
22-mai-06	F	PM	S	6,4	3,35	169	3,1	1,80%
22-mai-06	F	PM	F	9,9	2,45	520	7,4	1,42%
22-mai-06	F	MJ	S	12,7	2,80	546	9,9	1,80%
22-mai-06	F	MJ	F	11,3	2,65	565	8,6	1,52%
24-mai-06	E	BM	S	10,8	2,75	587	8,1	1,37%
24-mai-06	E	BM	F	17,4	2,70	916	14,7	1,60%
24-mai-06	E	MF	S	10,8	2,60	559	8,2	1,46%
24-mai-06	E	MF	F	203,1	2,75	11930	200,4	1,68%
24-mai-06	E	PM	S	5,8	2,60	226	3,2	1,39%
24-mai-06	E	PM	F	462,5	2,55	27500	460,0	1,67%
24-mai-06	E	MJ	S	5,8	2,55	259	3,2	1,24%
24-mai-06	E	MJ	F	132,1	2,65	7140	129,4	1,81%

23-mai-06	K	BM	S	9,3	2,90	728	6,4	0,87%
23-mai-06	K	BM	F	27,2	3,15	1790	24,1	1,34%
23-mai-06	K	MF	S	25,6	3,00	1465	22,6	1,54%
23-mai-06	K	MF	F	99,5	2,95	5905	96,5	1,63%
23-mai-06	K	PM	S	5,1	2,95	228	2,2	0,94%
23-mai-06	K	PM	F	56,3	2,75	2700	53,5	1,98%
23-mai-06	K	MJ	S	30,6	2,90	1900	27,7	1,46%
23-mai-06	K	MJ	F	31,8	2,75	1935	29,1	1,50%
6-juin-06	F	BM	S	7,7	0,70	356	7,0	1,97%
6-juin-06	F	BM	F	5,7	1,45	277	4,2	1,52%
6-juin-06	F	MF	S	3,4	1,30	114	2,1	1,80%
6-juin-06	F	MF	F	14,2	0,70	866	13,5	1,55%
6-juin-06	F	PM	S	1,3	0,55	44	0,8	1,70%
6-juin-06	F	PM	F	3,1	0,65	136	2,4	1,76%
6-juin-06	F	MJ	S	3,0	0,70	199	2,3	1,13%
6-juin-06	F	MJ	F	3,7	0,75	183	2,9	1,58%
8-juin-06	E	BM	S	7,4	0,70	455	6,7	1,46%
8-juin-06	E	BM	F	12,2	0,70	678	11,5	1,69%
8-juin-06	E	MF	S	6,8	0,95	377	5,9	1,55%
8-juin-06	E	MF	F	27,2	0,90	1560	26,3	1,69%
8-juin-06	E	PM	S	6,1	1,20	329	4,9	1,47%
8-juin-06	E	PM	F	7,6	1,05	346	6,5	1,88%
8-juin-06	E	MJ	S	23,5	1,00	1280	22,5	1,75%
8-juin-06	E	MJ	F	21,9	1,00	1297	20,9	1,61%
7-juin-06	K	BM	S	8,4	0,70	600	7,7	1,28%
7-juin-06	K	BM	F	28,4	0,85	1858	27,6	1,48%
7-juin-06	K	MF	S	21,2	0,70	1180	20,5	1,74%
7-juin-06	K	MF	F	34,5	0,70	1968	33,8	1,71%
7-juin-06	K	PM	S	3,8	0,75	206	3,1	1,48%
7-juin-06	K	PM	F	17,0	0,70	965	16,3	1,68%
7-juin-06	K	MJ	S	24,6	0,70	1420	23,9	1,68%
7-juin-06	K	MJ	F	26,5	0,70	1590	25,8	1,62%
3-juil-06	F	BM	S	2,9	1,75	83	1,1	1,33%
3-juil-06	F	BM	F	4,0	1,45	154	2,6	1,66%
3-juil-06	F	MF	S	2,5	1,20	80	1,3	1,56%
3-juil-06	F	MF	F	9,7	1,25	555	8,4	1,51%
3-juil-06	F	PM	S	2,9	1,50	74	1,4	1,89%
3-juil-06	F	PM	F	3,5	1,00	160	2,5	1,53%
3-juil-06	F	MJ	S	1,8	1,25	48	0,6	1,15%
3-juil-06	F	MJ	F	4,2	1,10	187	3,1	1,66%
5-juil-06	E	BM	S	3,6	1,65	128	2,0	1,52%
5-juil-06	E	BM	F	5,1	1,60	232	3,5	1,49%
5-juil-06	E	MF	S	5,1	1,45	226	3,6	1,59%
5-juil-06	E	MF	F	14,1	1,40	811	12,7	1,56%
5-juil-06	E	PM	S	6,3	2,15	266	4,2	1,56%
5-juil-06	E	PM	F	2,5	1,40	88	1,1	1,25%
5-juil-06	E	MJ	S	8,6	1,55	424	7,0	1,65%
5-juil-06	E	MJ	F	9,8	1,50	531	8,3	1,55%
4-juil-06	K	BM	S	5,3	1,85	296	3,4	1,15%
4-juil-06	K	BM	F	26,3	1,70	1576	24,6	1,56%

4-juil-06	K	MF	S	12,8	1,70	920	11,1	1,21%
4-juil-06	K	MF	F	17,2	2,85	945	14,3	1,51%
4-juil-06	K	PM	S	3,8	1,60	120	2,2	1,83%
4-juil-06	K	PM	F	17,8	1,60	924	16,2	1,75%
4-juil-06	K	MJ	S	16,3	1,75	652	14,6	2,23%
4-juil-06	K	MJ	F	12,6	1,80	592	10,8	1,82%
28-août-06	F	BM	S	11,1	1,70	577	9,4	1,63%
28-août-06	F	BM	F	21,0	1,45	1314	19,5	1,48%
28-août-06	F	MF	S	4,8	1,50	193	3,3	1,71%
28-août-06	F	MF	F	24,6	1,50	1470	23,1	1,57%
28-août-06	F	PM	S	2,5	1,30	61	1,2	1,89%
28-août-06	F	PM	F	5,6	1,55	224	4,1	1,81%
28-août-06	F	MJ	S	3,7	1,65	108	2,0	1,85%
28-août-06	F	MJ	F	9,2	2,10	428	7,1	1,66%
30-août-06	E	BM	S	4,9	2,65	147	2,2	1,50%
30-août-06	E	BM	F	6,6	2,55	277	4,1	1,46%
30-août-06	E	MF	S	5,7	2,05	287	3,7	1,27%
30-août-06	E	MF	F	13,2	2,05	768	11,2	1,45%
30-août-06	E	PM	S	5,6	1,80	255	3,8	1,47%
30-août-06	E	PM	F	6,8	1,80	630	5,0	0,79%
30-août-06	E	MJ	S	5,6	1,85	233	3,7	1,59%
30-août-06	E	MJ	F	11,1	2,10	564	9,0	1,59%
29-août-06	K	BM	S	7,1	2,25	411	4,9	1,18%
29-août-06	K	BM	F	443,5	2,00	28000	441,5	1,58%
29-août-06	K	MF	S	11,1	2,10	602	9,0	1,49%
29-août-06	K	MF	F	56,8	1,85	3680	54,9	1,49%
29-août-06	K	PM	S	11,3	1,85	632	9,4	1,49%
29-août-06	K	PM	F	132,2	1,80	9060	130,4	1,44%
29-août-06	K	MJ	S	8,6	1,85	493	6,7	1,36%
29-août-06	K	MJ	F	430,3	1,90	25400	428,4	1,69%
20-sept-06	F	BM	S	15,5	2,00	836	13,5	1,61%
20-sept-06	F	BM	F	21,4	1,70	1300	19,7	1,51%
20-sept-06	F	MF	S	12,2	1,45	692	10,8	1,55%
20-sept-06	F	MF	F	13,5	1,40	850	12,1	1,42%
20-sept-06	F	PM	S	7,2	1,85	315	5,4	1,70%
20-sept-06	F	PM	F	9,3	1,45	477	7,8	1,64%
20-sept-06	F	MJ	S	8,4	1,50	445	6,9	1,54%
20-sept-06	F	MJ	F	8,1	1,50	456	6,6	1,44%
21-sept-06	E	BM	S	8,4	2,00	426	6,4	1,50%
21-sept-06	E	BM	F	15,6	1,80	890	13,8	1,55%
21-sept-06	E	MF	S	13,9	1,65	849	12,2	1,44%
21-sept-06	E	MF	F	20,8	1,70	1206	19,1	1,58%
21-sept-06	E	PM	S	6,2	1,55	269	4,6	1,71%
21-sept-06	E	PM	F	12,7	1,65	748	11,1	1,48%
21-sept-06	E	MJ	S	18,7	1,85	1118	16,9	1,51%
21-sept-06	E	MJ	F	25,6	2,10	1596	23,5	1,47%
22-sept-06	K	BM	S	40,4	3,00	2716	37,4	1,38%
22-sept-06	K	BM	F	124,1	2,50	8660	121,6	1,40%
22-sept-06	K	MF	S	17,1	2,40	1014	14,7	1,45%
22-sept-06	K	MF	F	308,9	2,30	19340	306,6	1,59%

22-sept-06	K	PM	S	6,5	1,95	324	4,5	1,39%
22-sept-06	K	PM	F	267,2	1,90	16500	265,3	1,61%
22-sept-06	K	MJ	S	29,1	1,95	1728	27,2	1,57%
22-sept-06	K	MJ	F	70,6	2,40	4460	68,2	1,53%
2-oct-06	F	BM	S	-	-	-	-	-
2-oct-06	F	BM	F	-	-	-	-	-
2-oct-06	F	MF	S	-	-	-	-	-
2-oct-06	F	MF	F	-	-	-	-	-
2-oct-06	F	PM	S	-	-	-	-	-
2-oct-06	F	PM	F	-	-	-	-	-
2-oct-06	F	MJ	S	-	-	-	-	-
2-oct-06	F	MJ	F	-	-	-	-	-
4-oct-06	E	BM	S	5,8	0,75	362	5,0	1,38%
4-oct-06	E	BM	F	11,5	0,75	772	10,8	1,39%
4-oct-06	E	MF	S	6,1	0,75	369	5,4	1,45%
4-oct-06	E	MF	F	127,8	0,70	7980	127,1	1,59%
4-oct-06	E	PM	S	3,1	0,70	160	2,4	1,50%
4-oct-06	E	PM	F	12,1	0,70	778	11,4	1,47%
4-oct-06	E	MJ	S	14,0	0,75	863	13,2	1,53%
4-oct-06	E	MJ	F	66,0	0,75	4326	65,2	1,51%
3-oct-06	K	BM	S	8,9	0,85	586	8,0	1,37%
3-oct-06	K	BM	F	30,8	0,85	2006	30,0	1,49%
3-oct-06	K	MF	S	20,3	0,75	1256	19,6	1,56%
3-oct-06	K	MF	F	249,0	0,75	14460	248,2	1,72%
3-oct-06	K	PM	S	5,1	0,70	284	4,4	1,55%
3-oct-06	K	PM	F	576,5	0,80	34960	575,7	1,65%
3-oct-06	K	MJ	S	20,9	0,75	1314	20,1	1,53%
3-oct-06	K	MJ	F	123,4	0,75	7600	122,6	1,61%
14-nov-06	F	BM	S	10,0	2,10	512	7,9	1,55%
14-nov-06	F	BM	F	8,3	1,85	451	6,5	1,43%
14-nov-06	F	MF	S	4,3	0,95	238	3,3	1,40%
14-nov-06	F	MF	F	8,7	0,75	547	8,0	1,46%
14-nov-06	F	PM	S	1,8	0,75	84	1,1	1,26%
14-nov-06	F	PM	F	7,8	0,70	458	7,1	1,54%
14-nov-06	F	MJ	S	1,9	0,80	73	1,1	1,52%
14-nov-06	F	MJ	F	4,2	0,85	193	3,4	1,75%
16-nov-06	E	BM	S	6,6	0,85	340	5,8	1,69%
16-nov-06	E	BM	F	18,8	0,95	1164	17,8	1,53%
16-nov-06	E	MF	S	10,3	0,65	668	9,7	1,45%
16-nov-06	E	MF	F	52,0	0,65	3246	51,4	1,58%
16-nov-06	E	PM	S	8,6	0,80	528	7,8	1,48%
16-nov-06	E	PM	F	14,8	0,80	862	14,0	1,62%
16-nov-06	E	MJ	S	18,4	0,60	1042	17,8	1,71%
16-nov-06	E	MJ	F	50,8	0,60	2980	50,2	1,69%
15-nov-06	K	BM	S	10,88	0,85	790	10,0	1,27%
15-nov-06	K	BM	F	95,39	0,85	5988	94,5	1,58%
15-nov-06	K	MF	S	20,12	0,80	1316	19,3	1,47%
15-nov-06	K	MF	F	301,79	0,85	18940	300,9	1,59%
15-nov-06	K	PM	S	4,88	0,90	276	4,0	1,44%
15-nov-06	K	PM	F	123,43	0,80	8008	122,6	1,53%

15-nov-06	K	MJ	S	12,67	0,85	532	11,8	2,22%
15-nov-06	K	MJ	F	34,39	0,80	2400	33,6	1,40%

10.3.2. Résultats bruts de mesures de chlorophylle et phaeopigments

Date	Station	Temps Marée	Niveau	Chlo a µg/L	Phaeo µg/L	Chlo a / COP	Pig/MES ppm	Taux Ca
17-avr-06	F	BM	S	16,75	35,40	0,05%	32	0,32
17-avr-06	F	PM	S	7,70	15,60	0,41%	163	0,33
19-avr-06	E	BM	S	29,30	57,00	0,46%	157	0,34
19-avr-06	E	PM	S	19,10	35,10	0,50%	195	0,35
18-avr-06	K	BM	S	77,00	117,10	2,70%	1097	0,40
18-avr-06	K	PM	S	83,25	59,00	0,74%	135	0,59
22-mai-06	F	BM	S	15,30	20,75	0,06%	23	0,42
22-mai-06	F	PM	S	7,35	6,15	0,24%	80	0,54
24-mai-06	E	BM	S	25,75	59,75	0,32%	146	0,30
24-mai-06	E	PM	S	10,85	25,90	0,34%	163	0,30
23-mai-06	K	BM	S	23,90	43,50	0,38%	93	0,35
23-mai-06	K	PM	S	23,65	50,55	1,10%	325	0,32
6-juin-06	F	BM	S	21,95	14,35	0,31%	102	0,60
6-juin-06	F	PM	S	8,55	7,00	1,14%	353	0,55
8-juin-06	E	BM	S	50,95	98,60	0,77%	329	0,34
8-juin-06	E	PM	S	53,75	78,05	1,11%	401	0,41
7-juin-06	K	BM	S	17,30	24,10	0,22%	69	0,42
7-juin-06	K	PM	S	8,55	14,10	0,28%	110	0,38
3-juil-06	F	BM	S	7,85	8,80	0,71%	201	0,47
3-juil-06	F	PM	S	11,45	7,15	0,82%	251	0,62
5-juil-06	E	BM	S	6,85	6,15	0,35%	102	0,53
5-juil-06	E	PM	S	23,70	11,00	0,57%	130	0,68
4-juil-06	K	BM	S	16,20	24,05	0,48%	136	0,40
4-juil-06	K	PM	S	6,80	10,35	0,31%	143	0,40
28-août-06	F	BM	S	27,85	29,65	0,30%	100	0,48
28-août-06	F	PM	S	9,60	7,70	0,83%	284	0,55
30-août-06	E	BM	S	14,25	17,25	0,65%	214	0,45
30-août-06	E	PM	S	13,30	9,15	0,35%	88	0,59
29-août-06	K	BM	S	14,75	30,30	0,30%	110	0,33
29-août-06	K	PM	S	79,05	146,05	0,84%	356	0,35
20-sept-06	F	BM	S	103,85	112,40	0,77%	259	0,48
20-sept-06	F	PM	S	32,00	6,25	0,60%	121	0,84
21-sept-06	E	BM	S	8,05	13,35	0,13%	50	0,38
21-sept-06	E	PM	S	127,50	155,25	2,77%	1051	0,45
22-sept-06	K	BM	S	26,95	28,15	0,07%	20	0,49
22-sept-06	K	PM	S	9,25	21,35	0,21%	94	0,30
2-oct-06	F	BM	S	-	-	-	-	-
2-oct-06	F	BM	F	-	-	-	-	-
4-oct-06	E	BM	S	8,20	10,40	0,16%	51	0,44
4-oct-06	E	PM	S	9,40	10,20	0,39%	123	0,48
3-oct-06	K	BM	S	17,85	34,60	0,22%	90	0,34
3-oct-06	K	PM	S	20,45	6,35	0,46%	94	0,76

14-nov-06	F	BM	S	61,60	42,85	0,78%	204	0,59
14-nov-06	F	PM	S	27,40	85,15	2,58%	1340	0,24
16-nov-06	E	BM	S	12,85	26,55	0,22%	116	0,33
16-nov-06	E	PM	S	32,50	71,70	0,42%	197	0,31
15-nov-06	K	BM	S	9,15	16,80	0,09%	33	0,35
15-nov-06	K	PM	S	10,25	17,35	0,26%	100	0,37

10.3.3. Résultats bruts de mesures de sels nutritifs et du bore

Date	Station	Temps Marée	Niveau	NH4 µmol/L	NOx µmol/L	PO4 µmol/L	N/P	Silicates µmol/L	Bore mg/L
17-avr-06	F	BM	S	<0,5	87,9	1,2	73	112,2	0,38
17-avr-06	F	PM	S	<0,5	121,8	1,2	101	97,8	1,10
19-avr-06	E	BM	S	1,3	189,2	1,6	118	127,0	0,11
19-avr-06	E	PM	S	1,3	189,2	1,4	135	120,5	0,32
18-avr-06	K	BM	S	1,3	172,0	1,3	132	109,6	0,02
18-avr-06	K	PM	S	<0,5	178,3	1,6	111	121,5	0,11
22-mai-06	F	BM	S	<0,5	129,0	2,9	44	104,0	0,77
22-mai-06	F	PM	S	<0,5	93,5	2,1	45	73,0	2,00
24-mai-06	E	BM	S	0,8	150,0	3,1	48	112,0	0,41
24-mai-06	E	PM	S	<0,5	131,0	2,6	50	103,0	0,89
23-mai-06	K	BM	S	1,7	147,0	2,4	61	116,0	0,06
23-mai-06	K	PM	S	<0,5	139,0	2,9	48	111,0	0,32
6-juin-06	F	BM	S	<0,5	31,0	2,3	13	103,0	1,00
6-juin-06	F	PM	S	<0,5	85,6	1,6	54	69,0	2,10
8-juin-06	E	BM	S	1,4	140,0	2,6	54	127,8	0,66
8-juin-06	E	PM	S	<0,5	144,0	2,2	65	103,1	1,20
7-juin-06	K	BM	S	1,1	148,0	2,2	67	143,1	0,15
7-juin-06	K	PM	S	0,5	143,0	2,2	65	121,7	0,47
3-juil-06	F	BM	S	<0,5	123,4	2,2	55	106,4	1,60
3-juil-06	F	PM	S	<0,5	76,6	1,5	52	57,7	2,70
5-juil-06	E	BM	S	<0,5	153,3	2,9	54	136,5	0,91
5-juil-06	E	PM	S	<0,5	163,4	2,7	61	113,3	1,40
4-juil-06	K	BM	S	<0,5	172,0	3,0	57	154,5	0,28
4-juil-06	K	PM	S	<0,5	155,5	2,6	60	140,1	0,73
28-août-06	F	BM	S	<0,5	107,0	2,7	40	105,3	1,70
28-août-06	F	PM	S	<0,5	67,1	2,0	34	63,1	2,50
30-août-06	E	BM	S	<0,5	142,0	3,5	41	141,9	1,00
30-août-06	E	PM	S	<0,5	122,0	3,2	38	117,8	1,50
29-août-06	K	BM	S	<0,5	142,0	3,7	38	147,9	0,36
29-août-06	K	PM	S	<0,5	144,0	3,5	41	146,6	0,92
20-sept-06	F	BM	S	<0,5	158,0	2,7	59	126,7	1,40
20-sept-06	F	PM	S	<0,5	87,1	2,7	32	78,2	2,50
21-sept-06	E	BM	S	<0,5	142,0	3,1	45	136,7	0,88
21-sept-06	E	PM	S	<0,5	123,0	2,5	49	118,8	1,50
22-sept-06	K	BM	S	1,3	132,0	2,8	47	131,1	0,19
22-sept-06	K	PM	S	1,1	148,0	3,3	45	139,8	0,84
2-oct-06	F	BM	S	-	-	-	-	-	-

2-oct-06	F	BM	F	-	-	-	-	-	-
4-oct-06	E	BM	S	<0,5	132,0	3,8	34	128,2	0,83
4-oct-06	E	PM	S	<0,5	117,0	4,3	27	111,6	1,50
3-oct-06	K	BM	S	0,8	155,0	3,4	46	147,2	0,05
3-oct-06	K	PM	S	<0,5	134,0	3,5	38	134,5	0,63
14-nov-06	F	BM	S	<0,5	170,0	2,7	63	120,2	1,30
14-nov-06	F	PM	S	<0,5	111,0	2,2	50	84,9	2,00
16-nov-06	E	BM	S	<0,5	126,0	2,3	55	114,8	1,20
16-nov-06	E	PM	S	<0,5	140,0	2,7	52	122,5	0,83
15-nov-06	K	BM	S	<0,5	140,0	3,5	40	149,6	0,13
15-nov-06	K	PM	S	<0,5	142,0	3,0	47	130,7	0,51

10.3.4. Contaminants

Date	Station	Temps Marée	Niveau	Hydrazine mg/L	Morpholine mg/L	Ethanolamine mg/L	Agents de surface anioniques µg/L
17-avr-06	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	50
17-avr-06	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	50
19-avr-06	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
19-avr-06	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
18-avr-06	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
18-avr-06	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
22-mai-06	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	30
22-mai-06	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
24-mai-06	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
24-mai-06	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
23-mai-06	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
23-mai-06	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
6-juin-06	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
6-juin-06	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
8-juin-06	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
8-juin-06	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
7-juin-06	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
7-juin-06	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
3-juil-06	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
3-juil-06	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
5-juil-06	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
5-juil-06	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
4-juil-06	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
4-juil-06	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
28-août-06	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
28-août-06	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
30-août-06	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	35
30-août-06	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
29-août-06	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
29-août-06	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
20-sept-06	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	20
20-sept-06	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20

21-sept-06	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
21-sept-06	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	40
22-sept-06	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
22-sept-06	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
2-oct-06	F	BM	S	-	-	-	-
2-oct-06	F	BM	F	-	-	-	-
4-oct-06	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
4-oct-06	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
3-oct-06	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
3-oct-06	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
14-nov-06	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	20
14-nov-06	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
16-nov-06	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
16-nov-06	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	20
15-nov-06	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
15-nov-06	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20

10.3.5. Résultats bruts de Vibrios halophiles

Date	Station	Temps Marée	Niveau	V parah G/100 ml	V algin G/100 ml	V vulni G/100ml	V chol G/100 ml	V halo G/100 ml	V halo Tot G/100 ml
17-avr-06	F	BM	S	<1	<1	<1	<1	<1	0
17-avr-06	F	PM	S	<1	<1	<1	<1	<1	0
19-avr-06	E	BM	S	<1	<1	<1	<1	<1	0
19-avr-06	E	PM	S	<1	<1	<1	<1	<1	0
18-avr-06	K	BM	S	<1	<1	<1	<1	<1	0
18-avr-06	K	PM	S	<1	<1	<1	<1	<1	0
22-mai-06	F	BM	S	<10	<10	<10	<10	<10	0
22-mai-06	F	PM	S	<10	<10	<10	<10	10	10
24-mai-06	E	BM	S	<10	<10	<10	<10	60	60
24-mai-06	E	PM	S	<10	<10	<10	<10	60	60
23-mai-06	K	BM	S	<10	<10	<10	<10	<10	0
23-mai-06	K	PM	S	<10	<10	<10	<10	50	50
6-juin-06	F	BM	S	9600	<10	<10	<10	<10	9600
6-juin-06	F	PM	S	10000	<10	<10	<10	<10	10000
8-juin-06	E	BM	S	<10	<10	240	<10	960	1200
8-juin-06	E	PM	S	<10	<10	20	<10	360	380
7-juin-06	K	BM	S	<10	<10	<10	<10	1500	1500
7-juin-06	K	PM	S	<10	<10	1200	<10	1300	2500
3-juil-06	F	BM	S	26000	<10	<10	<10	<10	26000
3-juil-06	F	PM	S	13000	<10	<10	<10	<10	13000
5-juil-06	E	BM	S	2000	<10	<10	<10	<10	2000
5-juil-06	E	PM	S	5100	<10	<10	<10	<10	5100
4-juil-06	K	BM	S	3200	<10	<10	<10	<10	3200
4-juil-06	K	PM	S	5600	<10	<10	<10	<10	5600

28-août-06	F	BM	S	1200	<10	400	<10	<10	1600
28-août-06	F	PM	S	<10	<10	<10	<10	4600	4600
30-août-06	E	BM	S	<10	<10	<10	<10	300	300
30-août-06	E	PM	S	<10	<10	<10	<10	600	600
29-août-06	K	BM	S	-	-	-	-	-	-
29-août-06	K	PM	S	-	-	-	-	-	-
20-sept-06	F	BM	S	1100	<10	<10	<10	400	1500
20-sept-06	F	PM	S	<10	<10	<10	<10	4600	4600
21-sept-06	E	BM	S	<10	<10	<10	<10	200	200
21-sept-06	E	PM	S	400	50	<10	<10	<10	450
22-sept-06	K	BM	S	640	<10	<10	<10	<10	640
22-sept-06	K	PM	S	960	<10	<10	<10	10	970
2-oct-06	F	BM	S	-	-	-	-	-	-
2-oct-06	F	PM	S	-	-	-	-	-	-
4-oct-06	E	BM	S	800	<10	<10	<10	140	940
4-oct-06	E	PM	S	200	200	<10	<10	<10	400
3-oct-06	K	BM	S	<10	<10	<10	<10	700	700
3-oct-06	K	PM	S	960	<10	<10	<10	<10	960
14-nov-06	F	BM	S	130	<10	<10	<10	<10	130
14-nov-06	F	PM	S	<10	<10	<10	<10	100	100
16-nov-06	E	BM	S	<10	<10	<10	<10	<10	0
16-nov-06	E	PM	S	<10	<10	<10	<10	40	40
15-nov-06	K	BM	S	<10	<10	<10	<10	<10	0
15-nov-06	K	PM	S	<10	<10	<10	<10	100	100