

IFREMER - Brest

Département Dynamiques de l'Environnement Côtier
Service Valorisation de l'Information pour la Gestion Intégrée Et la Surveillance
(DYNECO/VIGIES)

Université Bordeaux 1 - Arcachon

Laboratoire d'Océanographie Biologique (LOB)
U.M.R. EPOC 5805 - CNRS
Environnement et Paléo environnements Océaniques

Université Bordeaux 1 - Talence

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

Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux

Laboratoire d'hygiène et de santé

Mars 2005 – RST DYNECO/VIGIES/05-03

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

SURVEILLANCE ECOLOGIQUE

SITE DU BLAYAIS

RAPPORT SCIENTIFIQUE

ANNEE 2004

Commande EDF n° 5100-CQJ-4200032855

IFREMER - Brest

Département Dynamiques de l'Environnement Côtier
Service Valorisation de l'Information pour la Gestion Intégrée Et la Surveillance
(DYNECO/VIGIES)

Université Bordeaux 1 - Arcachon

Laboratoire d'Océanographie Biologique (LOB)
U.M.R. EPOC 5805 - CNRS
Environnement et Paléo environnements Océaniques

Université Bordeaux 1 - Talence

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

Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux

Laboratoire d'hygiène et de santé

Mars 2005 – RST DYNECO/VIGIES/05-03

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

SURVEILLANCE ECOLOGIQUE

SITE DU BLAYAIS

RAPPORT SCIENTIFIQUE

ANNEE 2004

Commande EDF n° 5100-CQJ-4200032855

FICHE DOCUMENTAIRE

Type de Rapport : RST (Rapports de résultats de recherches scientifiques et/ou techniques)	
Numéro d'identification du rapport : RST DYNECO/VIGIES/05-03 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 2005</i> nombre de pages : <i>214 p.</i> bibliographie : <i>Oui</i> illustration(s) : <i>Oui</i> langue du rapport : <i>Français</i>
Titre et sous-titre du rapport : <i>Surveillance Ecologique du site du "Blayais" - année 2004</i> Titre traduit : <i>Ecological monitoring of the "Blayais" nuclear power plant – 2004</i>	
Auteur(s) principal(aux) : <i>QUINTIN Jean-Yves,</i> <i>CASTAING Patrick,</i> <i>JOUANNEAU Jean-Marie,</i> <i>OGGIAN Georges,</i> <i>LECONTE Michel,</i> <i>PARRA René,</i> <i>SAUTOUR Benoît,</i> <i>BACHELET Guy,</i> <i>CHAURIAL Bernard,</i> <i>GOURNIER Nathalie.</i>	Organisme / Direction / Service, laboratoire : <i>IFREMER/BREST/DEL/SR</i> <i>Université Bordeaux 1 / BORDEAUX/DGO</i> <i>Université Bordeaux 1 / ARCACHON/LOB</i> <i>IEEB / BORDEAUX</i>
Organisme commanditaire : nom développé, sigle, adresse <i>Electricité de France (EDF) - Production Transport - C.N.P.E. du Blayais</i> <i>B.P. 27 - 33820 ST-CIERS-S/GIRONDE</i> Titre du contrat de recherche : n° de contrat IFREMER 5100-CQJ-4200032855 Organisme(s) réalisateur(s) : nom(s) développé(s), sigle(s), adresse(s) <i>IFREMER Centre de Brest, B.P. 70, 29280 PLOUZANE</i> <i>Département de Géologie et Océanographie (DGO), UMR EPOC 5805 - CNRS,</i> <i>Université Bordeaux 1, Av. des Facultés – 33405 TALENCE CEDEX</i> <i>Laboratoire d'Océanographie Biologique (LOB), UMR EPOC 5805 - CNRS,</i> <i>Université Bordeaux 1, 2 rue du Professeur Jolyet - 33120 ARCACHON</i> <i>Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux (IEEB), Laboratoire d'Hygiène et Santé,</i> <i>1 rue du Professeur Vézès - 33300 BORDEAUX</i> Responsable scientifique : <i>Jean-Yves QUINTIN - IFREMER/BREST/DYNECO/VIGIES</i>	
Cadre de la recherche : <i>Surveillance des centrales en bord de mer et en estuaire</i>	
Programme : <i>Surveillance et évaluation</i> <i>de la qualité du milieu marin</i> Projet : <i>I.G.A.</i> <i>Impact des Grands Aménagements</i>	Convention : <i>S62C5001</i> Autres (préciser) : <i>Le Blayais Surveillance</i>
Campagne océanographique : (nom de campagne, année, nom du navire) <i>Navire Côte d'Aquitaine</i>	

Résumé :

L'étude de surveillance n° 27 du site électronucléaire du BLAYAIS (département de la Gironde) concerne la période de mars à novembre 2004. Les domaines pélagique et benthique sont étudiés (physico-chimie, hydrobiologie, bactériologie, zooplancton, macrofaune benthique, bathymétrie).
[Voir fiche résumé p. 7 - 10]

Abstract :

Monitoring n° 27 of the BLAYAIS nuclear power plant takes into account studies conducted between March and November 2004. Physicochemistry, Hydrobiology, Bacteriology, Zooplankton, Benthic macrofauna, Bathymetry, are reported.
[see summary p. 7 - 10 (in french)]

Mots-clés :

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

Keywords :

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

Commentaire :

Ce document doit être cité de la manière suivante :

Référence générale

QUINTIN J.Y. (coord.) *et al.* (2005) – Surveillance écologique du site du Blayais, année 2004. Rapp. IFREMER RST DYNECO/VIGIES/05-03, mars 2005, 214 p.

Référence particulière

CASTAING P., JOUANNEAU J.M., OGGIAN G., (2005). – Résultats des mesures in situ. *In* : QUINTIN J.Y. (coord.) *et al.* (2005) - Surveillance écologique du site du Blayais, année 2004. Rapp. IFREMER RST DYNECO/VIGIES/05-03, mars 2005, pp. 43 – 106.

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, M-P. Parvy)⁵

Il a été réalisé suite à la réunion de synthèse, qui s'est tenue le 11 janvier 2005 au CNPE du Blayais, et qui a réuni les personnes suivantes : Mme Le-Lous K., M. Lundy D., M. Parmentier F., Thépaut E., (EDF/CNPE du Blayais), MM. Castaing P., Oggian G. (DGO), MM. Sautour B., Bachelet G., Leconte M. (LOB), M. Chaurial B. (IEEB), MM. Thillaye du Boullay H., Quintin J.Y. (IFREMER).

¹IFREMER. Département Dynamiques de l'Environnement Côtier.

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

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

⁴Université Bordeaux 1. Station Marine d'Arcachon, Laboratoire d'Océanographie Biologique (LOB).

⁵Université Bordeaux 1. Station Marine d'Arcachon, Laboratoire d'Océanographie Biologique (LOB).

Surveillance du Blayais 2004 - résumé

Les conditions climatiques de l'année 2004, légèrement plus arrosée qu'en 2003 surtout en son début d'année, permettent de la classer parmi les années relativement « sèches ». Les précipitations deviennent déficitaires dès la fin mai, et le temps quasi – estival dès mai – juin ; le mois d'août reste le mois le plus chaud avec une température moyenne de l'air de 21,6 °C proche de la normale. Concernant les températures de l'eau, à l'inverse de l'année 2003, on n'a pas observé de températures très élevées ; elles sont restées dans la moyenne établie entre 1976 et 2003 (surtout pour la période estivale). Les crues principales se situent en janvier et avril - mai. Le débit annuel moyen est légèrement excédentaire par rapport à la moyenne annuelle de 902 m³.s⁻¹ pour 2004, au lieu de 865 m³.s⁻¹ pour la période 1982 - 2003. De ce fait, les eaux ont été très dessalées, fortement turbides en amont, mais " claires " à l'aval. L'oxygénation a été bonne, en constante croissance de mai à novembre. Le pH, nouveau paramètre mesuré depuis cette année, montre de très faibles fluctuations spatio-temporelles entre 7,74 et 8,06.

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 de 2000 à 2002). 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. Il apparaît que cette situation favorable ne peut perdurer par suite de la poursuite de l'allongement vers l'aval du banc de Patiras. Nous n'avons pas en notre possession d'information bathymétrique nouvelle depuis février 2002. Il semble de la plus

haute importance de surveiller l'évolution des bancs de Patiras et de Saint – Louis grâce à des leviers bathymétriques fréquents.

Les résultats des mesures de salinité sont liés aux apports d'eau douce en amont (débit fluvial), et aux apports halins en aval (coefficient de marée). Un déficit d'apport d'eaux douces d'amont correspond à une situation d'étiage, qui se traduit par une intrusion haline plus importante de juillet à octobre. Les pluies de début et fin d'année ont influencé les crues de janvier, mai et décembre, ce qui se traduit par des salinités moins fortes qu'en 2003, et indicatrices d'une année 2004 considérée comme normale.

Débit fluvial, coefficient de marée et bathymétrie influent sur la répartition et les valeurs des vitesses maximales des courants. La variation des vitesses en surface et au fond au cours d'une marée n'étant pas mesurée, la prédominance de l'écoulement vers l'amont ou l'aval n'est pas connue. Au point E en 2004, les vitesses maximales des courants en surface et au fond, de flot et de jusant, sont inférieures à celles de 2003, et les vitesses maximales de courant ont toutes été relevées en flot pour la deuxième année consécutive. Ceci semble traduire une diminution persistante du jusant au droit des exutoires.

Les valeurs de turbidité en 2004 sont en moyenne nettement inférieures à celles de 2003. Le lessivage printanier en mai a permis l'éjection d'une partie du bouchon vaseux à l'océan, et la faiblesse des débits fluviaux estivaux a permis une remontée très en amont du bouchon vaseux.

Au cours de l'année 2004, les valeurs moyennes d'oxygène dissous au point E évoluent autour de 83,6 % du taux de saturation, situées entre celles d'aval (87,6 % au point F), et celles d'amont (76,4 % au point K). Ces valeurs, supérieures à celles de 2003, montrent une bonne oxygénation du milieu estuarien du fait de l'absence du bouchon vaseux au droit la centrale.

D'une manière générale, la charge en matériaux organiques aura été plus faible en 2004 qu'au cours des deux années précédentes : les crues nivales bien marquées au mois de mai ont eu un effet de chasse sur les eaux de la Gironde ; ainsi, les teneurs en matières en suspension, et donc en carbone organique particulaire (COP) et en carbone organique total (COT), ont été relativement faibles. Au cours de la période d'étiage, des teneurs élevées ont été enregistrées en amont de l'estuaire (station K), et sont restées faibles aux stations E et F. Les teneurs en carbone organique dissous (COD) sont faibles ; l'impact de la phase dissoute sur les teneurs en COT n'est notable que pour des eaux peu turbides, station F en période d'étiage ou station K en période de crues.

Parallèlement, une diminution des teneurs en chlorophylle est enregistrée pour les stations situées en amont et en aval des rejets du CNPE. A la station E, une

production primaire importante a été mise en évidence au cours de la période de crues. En revanche, pour l'ensemble des trois stations, les taux de chlorophylle active sont en diminution par rapport à ceux des deux années précédentes.

Les crues nivales ont influencé les apports en sels nutritifs, notamment les nitrate – nitrite, dont les concentrations ont été élevées aux stations E et F ; à la station K, sous influence de la Dordogne en raison de sa situation géographique, ces apports sont absents. En période d'été, les concentrations en nitrate – nitrite diminuent sous l'effet de l'intrusion des eaux marines ; la différence est alors bien nette entre les valeurs de pleine mer et celles de basse mer.

Les teneurs en orthophosphate sont légèrement plus élevées en période d'été qu'en période de crues. Ainsi le rapport N/P suit une relation avec la salinité qui conduit à une valeur de 20 à la salinité de 25, un peu plus élevée que la valeur optimale pour le phytoplancton (16).

Sur l'estuaire de la Gironde, le silicate est apporté majoritairement par la Dordogne. Ainsi, 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 marines, comme le montre la droite de dilution ; la différence 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 retrouvé en quantité notable dans l'eau de mer naturelle. Pour ce paramètre, la courbe de dilution mise en évidence pour les eaux de l'estuaire ne permet pas d'évaluer l'impact du fonctionnement de la centrale.

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. Les teneurs extrêmement faibles restent à confirmer.

En raison des crues nivales, les *Vibrio* n'ont été dénombrés sur les eaux de l'estuaire qu'à partir de la campagne du mois de juin. En effet, ces crues conduisent à des salinités et des températures faibles, conditions peu propices au développement de ce genre de microorganismes. Pour le reste de la période d'étude, les dénombrements sont restés conformes à ceux des années précédentes. Les espèces les plus fréquemment rencontrées sont *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio vulnificus*. Cependant, pour 2004, c'est *Vibrio vulnificus* qui a été le plus abondant.

Une méthode en milieu solide par filtration a été testée en 2004 : plus précise pour des eaux « claires », elle semble montrer quelques différences qualitative et quantitative par rapport à la méthode en milieu liquide.

Dans le zooplancton, l'espèce dominante *Eurytemora affinis* représente plus de 80 % du zooplancton. Son maximum de densité au point E (55 300 ind/m³) est apparu en mai, et est supérieur à celui des autres points K (31 000 ind/m³) et F (21 700 ind/m³). Le maximum de densité au point E à proximité du fond (63 000 ind/m³) est la plus forte valeur observée pour la série d'observations 1978-2004. Les faibles turbidités et les crues printanières semblent avoir eu un effet plus favorable au point E qu'au point K. Les densités moyennes annuelles d'*E. affinis* (17 200 ind/m³) et de *Neomysis integer* (67 ind/m³) au point E sont supérieures à celles des autres points K et F ; elles sont intermédiaires pour *Acartia bifilosa* (97 ind/m³), *Acartia tonsa* (1 300 ind/m³), *Mesopodopsis slabberi* (209 ind/m³).

La structure démographique des populations d'*Eurytemora affinis* au point E en 2004 présente un sex-ratio (rapport mâle/total adulte exprimé en pourcentage) de 45 %, un pourcentage de femelles ovigères de 20 %, et un pourcentage de copépodites de 42%, intermédiaires à ceux des autres points. La fécondité moyenne annuelle au point E (2,5 œufs / sac) se situe entre celles des points K et F, et reste très faible depuis 1994. La faible mortalité moyenne au point E (0,7 %) est intermédiaire à celles des autres points.

Le benthos de la Gironde est abondant sur toutes les vasières intertidales, mais sa répartition est très hétérogène dans le domaine subtidal. La diversité et la densité faunistiques sont meilleures en aval de l'estuaire. Pendant cette première année de surveillance, pour pallier un risque non négligeable d'absence de macrofaune dans le domaine subtidal, les deux niveaux bathymétriques ont été échantillonnés et comparés. Cette comparaison a montré que la macrofaune de la zone subtidale se caractérisait par une richesse spécifique supérieure, mais une densité d'organismes moindre. Les variations saisonnières y sont peu marquées contrairement à l'intertidal ; la périodicité d'échantillonnage serait à revoir si ce résultat se confirme.

Les structures de peuplements, très différentes entre stations échantillonnées, sont liées au gradient de salinité et aux caractéristiques sédimentaires dans le subtidal, et liées au gradient de salinité dans l'intertidal.

Sommaire

Introduction	13
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	19
1.2.1. Eléments géographiques et géomorphologiques.....	19
1.2.2. Aperçu du fonctionnement hydro sédimentaire de l'estuaire	19
1.3. Les études écologiques.....	20
1.3.1. Schéma général des études	20
1.3.2. Etudes de projet	20
1.3.3. Etudes de surveillance	21
1.3.4. Programme des études de surveillance.....	21
1.4. La surveillance écologique - année 2004.....	22
1.4.1. Déroulement des campagnes à la mer	22
1.4.2. Points de prélèvements.....	22
1.4.3. Fréquence des prélèvements.....	23
1.4.4. Paramètres mesurés	24
1.4.5. Travaux réalisés	24
1.4.6. Paramètres, méthodes, précision	26
2. Conditions climatiques et hydrologiques.....	31
2.1. Caractères climatologiques dominants pour l'année 2004.....	31
2.2. Débits fluviaux	35
3. Evolution des fonds.....	37
3.1. Evolution des fonds	37
4. Résultats des mesures in situ.....	43
4.1. Température de l'eau	43
4.1.2. Variations annuelles.....	53
4.1.3. Variations pluriannuelles	56
4.2. Salinité.....	60
4.2.1. Variation dans le temps.....	60
4.3. Vitesse de courant.....	72
4.4. Turbidités.....	77
4.4.1. Variations dans le temps.....	77
4.4.2. Variations spatiales	85
4.5. Oxygène dissous	89
4.5.1. Variations dans le temps.....	89
4.5.2. Variations spatiales	100
4.6. Mesure électrochimique du pH.....	104
4.6.1. Variations annuelles	104

5. Paramètres hydrobiologiques et contaminants chimiques	107
5.1. Carbone organique.....	107
5.1.1. Carbone organique particulaire.....	107
5.1.2. Carbone organique dissous	116
5.1.3. Carbone organique total.....	118
5.2. Chlorophylle et phéopigments.....	120
5.2.1. Variations saisonnières	120
5.2.2. Evolution des moyennes annuelles.....	123
5.3. Sels nutritifs et éléments majeurs	124
5.3.1. Nitrates et nitrites	124
5.3.2. Ammonium	127
5.3.3. Orthophosphates.....	127
5.3.4. Silicates	131
5.3.5. Relation avec la salinité	132
5.3.6. Bore.....	133
5.4. Contaminants	135
5.4.1. Famille des amines	135
5.4.2. Agents de surface anioniques.....	135
6. <i>Vibrio halophiles</i>	137
6.1. Méthode en milieu liquide.....	138
6.1.1. Evolution spatio-temporelle.....	138
6.1.2. Spéciation.....	140
6.2. Méthode en milieu solide.....	141
6.2.1. Evolution spatio-temporelle.....	141
6.2.2. Spéciation.....	143
6.2.3. Remarque sur la méthode.....	144
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	161
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.....	175
8.1. Méthodologie	176
8.2. Caractéristiques sédimentaires des stations.....	177

8.3. Evolution temporelle de la composition faunistique des peuplements macrobenthiques intertidaux	179
8.3.1. St-Christoly (PK 66).....	179
8.3.2. St-Estèphe (PK 55)	181
8.3.3. Lamarque (PK 35).....	182
8.4. Evolution temporelle de la composition faunistique des peuplements macrobenthiques subtidaux.....	182
8.4.1. Point F (PK 67).....	184
8.4.2. Point E (PK 52).....	185
8.4.3. Point K (PK 30).....	187
8.5. Synthèse des résultats	187
8.6. Retour sur la stratégie d'échantillonnage	188

9. Références bibliographiques 191

10. Annexes 195

10.1. Annexe 1 : Dénombrement des divers prélèvements et mesures	195
10.2. Annexe 2 : Tableaux des résultats de mesures	200
10.3. Annexe 3 : Tableau des résultats analytiques.....	204
10.3.1. Résultats bruts de mesures de MES, COD et COP.....	204
10.3.2. Résultats bruts de mesures de chlorophylle et phaeopigments	208
10.3.3. Résultats bruts de mesures de sels nutritifs et de l'élément majeur (bore).....	209
10.3.4. Contaminants	210
10.3.5. Résultats bruts de Vibrios halophiles	211
10.3.6. Résultats de Vibrio halophiles – comparatif de méthode.....	213

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 2004, étude effectuée dans le cadre de la commande EDF/IFREMER n°5100-CQJ-4200032855 correspondant au contrat C4S62C5001 à valoir sur le marché S62C5001. 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 :

Le Département de Géologie et Océanographie (DGO) pour :

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

Le Laboratoire d'Océanographie Biologique (LOB) pour :

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

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

- effectuer les dosages de carbone organique particulaire et dissous, de chlorophylle et phaeopigments⁶. des sels nutritifs ammonium, nitrates et nitrites associés, silicates, orthophosphates, de l'élément majeur bore, la recherche de contaminants agents de surface, hydrazine, morpholine, éthanolamine, la recherche et l'identification des *Vibrio* halophiles, sur les échantillons prélevés.

⁶ 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 pK⁷ 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.

⁷ point kilométrique, compté à partir du Pont de Pierre de Bordeaux (pK 0)

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

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

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

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

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

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

L'eau prélevée en Gironde pour le refroidissement des condenseurs subit un échauffement moyen de $10 \text{ }^\circ\text{C}$, 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 Gironde⁸

1.2.1. Eléments géographiques et géomorphologiques

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

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

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

1.2.2. Aperçu du fonctionnement hydro sédimentaire de l'estuaire

L'hydrologie fluviale présente des débits très variables (120 m³.s⁻¹ à plus de 5500 m³.s⁻¹)⁹ ; 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"

⁸ chapitre réalisé d'après les travaux d'Allen (1972) et de Castaing (1981)

⁹ minimum et maximum journalier de 2003.

estuarienne caractérisée par un écoulement vers l'amont au fond et vers l'aval en surface.

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

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

1.3. Les études écologiques

1.3.1. Schéma général des études

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

Projet et surveillance écologiques sont deux phases complémentaires d'une même étude, qui visent à mettre en évidence les règles évolutives d'un écosystème soumis aux effluents thermiques d'une centrale nucléaire. Cette analyse des déséquilibres éventuels par "constat" implique une connaissance approfondie du milieu naturel fluctuant dans le temps : cycles et dérives sur une période de plusieurs années. Il est en effet indispensable, dans une perspective de généralisation, de pouvoir distinguer les modifications dues au fonctionnement de la centrale, de celles dues à des phénomènes naturels, d'ordre climatologique par exemple, ou à d'autres phénomènes anthropogéniques, d'aménagements 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 hydrobiologiques, bactériologiques, et zooplanctoniques intégrés dans le contexte des caractéristiques d'un milieu estuarien complexe et des fluctuations climatiques auxquelles ils sont soumis, dont la température en particulier. 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 2004 (figure 1.1)

1.4.1. Déroulement des campagnes à la mer

Le programme de surveillance écologique nécessite l'utilisation d'une embarcation, "Côte d'Aquitaine" armé par le C.N.R.S., pour réaliser les prélèvements d'échantillons¹⁰ lors des 8 campagnes mensuelles. Pour chaque campagne, 3 points (F, E, K) sont échantillonnés par le DGO, lors de 3 stations réparties longitudinalement le long de l'estuaire entre le pK 30 et le pK 67, à raison d'une station par jour, pendant un cycle de marée complet, et dans des conditions de marée comparables (mortes-eaux). Le transport des échantillons vers le laboratoire est assuré par l'IEEB.

Matériel utilisé : G.P.S. pour le positionnement géographique ; échosondeur pour la hauteur d'eau ; courantomètre directionnel VALEPORT MK 108, 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 prélèvements de plancton ; benne Smith-McIntyre et table de pré-tri pour le benthos¹¹ ; 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),

¹⁰ les prises et rejets d'eau de refroidissement étant disposés sur le fond de l'estuaire respectivement à 380 m et 2000 m de la berge.

¹¹ Ensemble des organismes qui vivent sur les fonds des mers et s'y déplacent peu.

- 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 2004, sont indiquées sur la carte de positionnement des points (**Figure 1-1**) La fréquence des prélèvements, par campagne, est indiquée dans le **Tableau 1-1**.

Tableau 1-1 : Fréquence des prélèvements des paramètres mesurés.

Paramètres	Niveaux	Moment de marée	Point
Courant (vitesse et direction), Salinité, température, 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).

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 cette année, 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 - Département de Géologie et Océanographie					
Hauteur d'eau	32	32	32	96	96
Températures	64	64	64	192	192
Salinités	64	64	64	192	192
Vitesse du courant	64	64	64	192	192
Direction du courant	64	64	64	192	192
pH	64	64	64	192	192
Hydrologie - Prélèvements D.G.O.					
Dosage oxygène dissous (250 cc)	64	64	64	192	192
Détermination des MES (1 l)	64	64	64	192	192
Pollution - Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux					
COP	64	64	64	192	192
COD	64	64	64	192	192
Chlorophylle, phaeopigments	16	16	16	48	48
Sels nutritifs	16	16	16	16	16
Morpholine, hydrazine	16	16	16	48	48
Ethanolamine,	16	16	16	48	48
Bore (réalisé à partir de juin 2004)	(12)	(12)	(12)	(36)	(36)
Bactériologiques (Vibrions)	16	16	16	48	48
Biologie - Laboratoire d'Océanographie Biologique d'Arcachon					
Zooplancton (Filet WP2)	64	64	64	192	192
Zoobenthos subtidal (Benches)	30	33	33	Test	96
Zoobenthos intertidal (Carottes)	40	40	40	Test	120

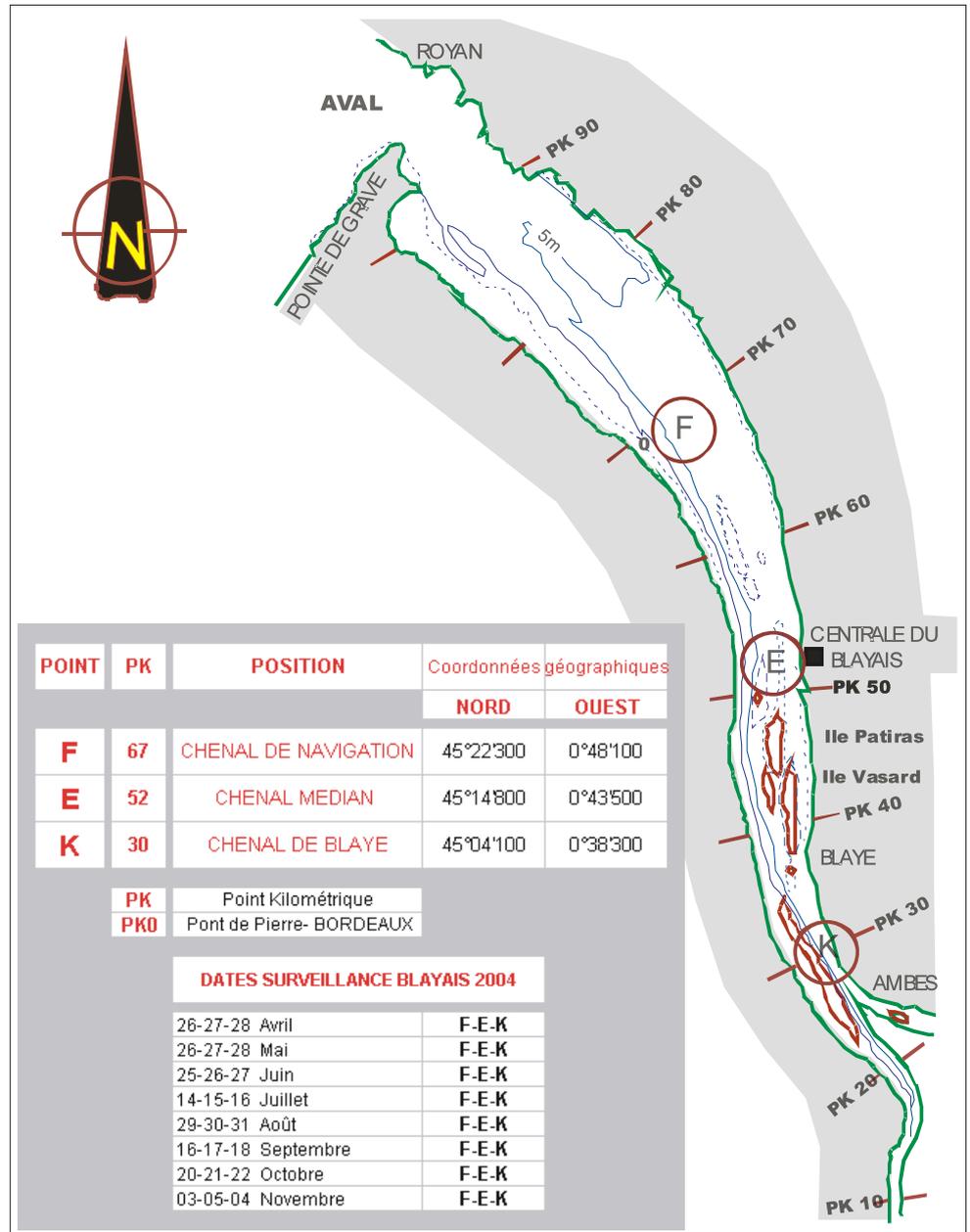


Figure 1-1 : Carte de positionnement des points.

1.4.6. Paramètres, méthodes, précision

1.4.6.1. Mesures in situ

Profondeur : échosondeur.

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

Température et salinité : 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 manganéux. 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 (peroxodisulfate 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 & Chaussepied (1983) ou 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 majeur de l'eau de mer :

Bore : Le bore est dosé par ICP / AES¹² (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 $6 \mu\text{g.l}^{-1}$.

Contaminants organiques :

Hydrazine : dosage par HPLC¹³ après dérivatization précolonne à l'aldéhyde salicylique, détection par spectrométrie UV. Le seuil de quantification est de $0,1 \text{ mg.l}^{-1}$.

Morpholine : dosage par HPLC après dérivatization précolonne (FMOC¹⁴), détection par fluorimétrie. Le seuil de quantification est de $0,1 \text{ mg.l}^{-1}$.

Ethanolamine : dosage par HPLC après dérivatization précolonne (FMOC), détection par fluorimétrie. Le seuil de quantification est de $0,1 \text{ mg.l}^{-1}$.

Agents de surface anioniques : selon NF EN 903 ; seuil de quantification $20 \mu\text{g.l}^{-1}$.

1.4.6.3. Bactériologie

En 2004, les *Vibrio halophiles* ont été recherchés dans les eaux de l'estuaire selon 2 méthodes différentes.

Méthode en milieu liquide : la méthode en milieu liquide adaptée par l'IEEB aux eaux de l'estuaire de Gironde comporte quatre étapes : pré enrichissement par ensemencement dans du bouillon BTB d'Akyama et incubation à 37°C pendant 20 heures ; isolement sur TCBS¹⁵ – agar et incubation à 37°C pendant

¹² ICP-AES (Inductively coupled plasma optical emission spectroscopy « ICP-OES or ICP-AES ») = Spectrométrie d'Emission Atomique

¹³ HPLC (High Performance Liquid Chromatography) = Chromatographie liquide à haute performance

¹⁴ FMOC (9-fluorenylmethoxycarbonyl chloride) = 9-fluorénylméthyl chloroformate

¹⁵ TCBS = Thiosulfate Citrate Bile Sucrose

24 heures ; repiquage sur milieu de Kligler salé à 3 % ; identification biochimique sur galerie API 20^E.

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, 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 d'éviter une mortalité due à un appauvrissement en oxygène de l'eau ou à une sur concentration en produits excrétés par les Copépodes. Pour calculer le taux de mortalité, les organismes vivants sont colorés au rouge neutre (1 ml de rouge neutre pour une concentration finale de 1/100.000e environ). Le pot est placé dans un incubateur immergé pour maintenir la température de l'eau pendant une heure et demi d'imprégnation.

Le surplus de colorant est éliminé par un second tamisage (maille 200 µm). Le contenu du second tamisage est transféré dans le pot en verre ayant servi à l'incubation et fixé (1 ml de formol à 30 %). L'échantillon est ensuite placé au froid dans un réfrigérateur jusqu'à l'analyse au laboratoire, de manière à conserver la coloration des zooplanctontes pendant plus d'une semaine.

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

Les individus colorés sont tamisés (maille 200 µm) puis rincés à l'eau douce. Au moins 100 individus sont placés dans une cuvette de 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-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

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

¹⁷ Juvéniles de copépodes

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. Pour pallier un risque non négligeable d'absence de macrofaune dans le domaine subtidal¹⁸, différentes méthodes d'échantillonnage ont été testées, cadre métallique (400 cm²) et carottier (66 cm²) au niveau intertidal¹⁹, benne Smith-McIntyre (0,1 m²) au niveau subtidal. Pour cette première année de surveillance et de recherche de la meilleure méthode disponible, la mieux adaptée à ce type d'étude, ces méthodes sont décrites dans le chapitre 8 sur le macrobenthos.

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 2004

Les informations climatologiques se rapportent à la station de Bordeaux-Mérignac qui est prise comme référence. Ce que l'on appelle « la normale » est une moyenne sur trente ans se décalant tous les dix ans. Actuellement, la normale est la période comprise entre 1961 et 1990. La figure 2.1 présente l'évolution des températures moyennes de l'air au cours de l'année 2004.

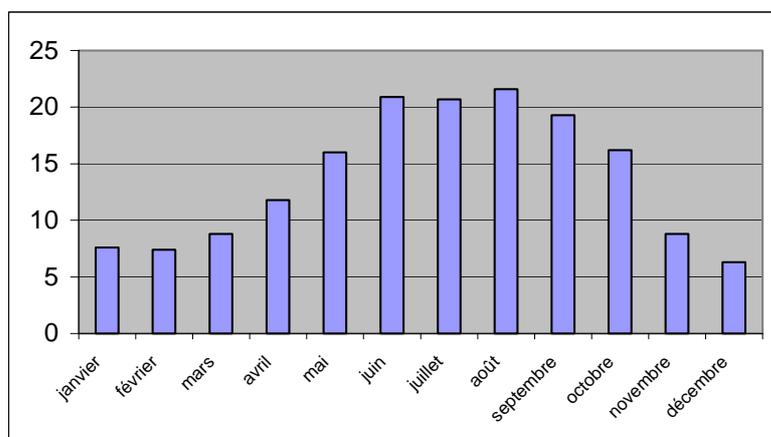


Figure 2-1 : Températures moyennes de l'air (Station de Bordeaux - Mérignac) en 2004

Janvier

T° moyenne de l'air : +7,6 °C mini : -3,6 °C maxi : +16,5 °C

Mois doux, très pluvieux et venteux avec une insolation déficitaire de 30%. Les deux premières décades sont très pluvieuses avec un excédent. Les températures excédentaires de un degré avec une première et troisième décades proches des normales et une deuxième excédentaire de quatre degrés.

Février

T° moyenne de l'air : +7,4 °C mini : -2,7 °C maxi : +20,7 °C

Mois bien ensoleillé et sec avec une insolation excédentaire pour la première décade, et des précipitations déficitaires, première et deuxième décades quasiment sèches. Pour les températures, l'excédent de la première décade, et le déficit de la troisième décade équilibrent la moyenne mensuelle avec des valeurs proches de la normale.

Mars

T° moyenne de l'air : +8,8 °C mini : -2,7 °C maxi : +24,8 °C

Mois ensoleillé et sec avec un déficit des précipitations et une insolation excédentaire. La douceur de la deuxième décade (+1.3°C) ne suffit pas à compenser la fraîcheur de la première (-2.0°C) et de la troisième décade (-1.5°C) due surtout aux déficits des températures maximales (-2.9°C pour la première et -2.2°C pour la deuxième).

Avril

T° moyenne de l'air : +11,8 °C mini : +2,3 °C maxi : +23,8 °C

Mois doux et faiblement pluvieux. Les précipitations excédentaires de la deuxième décade, concernant principalement les deux premiers jours, ne permettent pas de compenser le déficit de la première décade donnant une moyenne mensuelle déficitaire. Les températures sont proches des normales avec des températures maximales plutôt inférieures aux normales en deuxième décade.

Mai

T° moyenne de l'air : +16,0 °C mini : +5,3 °C maxi : +31,4 °C

Mois globalement proche des valeurs normales, avec des pluies légèrement déficitaires mais concentrées la première semaine et les trois derniers jours. Entre les deux, le temps est quasi-estival avec beaucoup de soleil et des températures atteignant 31.4°C le 19 (moyennes légèrement excédentaires).

Juin

T° moyenne de l'air : +20,9 °C mini : +10,9 °C Maxi : +34,1°C

Mois chaud, sec et ensoleillé. L'insolation est supérieure de 27% par rapport à la normale. Les précipitations sont quasi inexistantes avec un déficit de 83% et des températures qui survolent les normales de +2.6°C avec un pic dans la

première décade à +3.5°C. Nous avons enregistré 20 jours de températures supérieures ou égales à 25°C dont 8 supérieures ou égales à 30°C.

Juillet

T° moyenne de l'air : +20,7 °C mini : +9,9 °C maxi : +34,2 °C

Mois " normal ". Les précipitations sont exactement dans la moyenne avec 54 mm et une troisième décade légèrement arrosée. Les températures sont, elles aussi, dans la normale. Elles sont plutôt fraîches en début de mois, et chaudes en troisième décade. L'insolation est également normale.

Août

T° moyenne de l'air : +21,6 °C mini : +10,4 °C maxi : +35,1 °C

Mois doux et pluvieux avec un ensoleillement en dessous des normales. Les fortes précipitations de la première et surtout de la deuxième décade, permettent de rattraper l'épisode sec de la troisième décade. Les températures du mois sont proches des normales malgré une première décade très chaude avec un excédent de +2.3°C.

Septembre

T° moyenne de l'air : +19,3 °C mini : +8,0 °C maxi : +33,4 °C

Mois chaud et sec avec une insolation pratiquement égale à la normale. Les pluies orageuses du 9, excédentaires, sont suffisantes pour combler le déficit des autres décades donnant un bilan mensuel déficitaire. Les températures sont très chaudes en première décade (+4.9°C), plus fraîches pour les deux dernières qui sont excédentaires de +1.1°C.

Octobre

T° moyenne de l'air : +16,2 °C mini : +6,2 °C maxi : +28,0 °C

Mois doux d'un ensoleillement proche de la normale. Les précipitations sont principalement concentrées dans la deuxième décade. Malgré les faibles pluies de la première, mais surtout de la deuxième décade, le cumul mensuel est excédentaire par rapport à la normale. Après un épisode chaud, où la température maximale atteint 28°C le 4, la deuxième décade est plus proche des normales. Nouvel épisode chaud en troisième décade battant des records avec 27.3°C le 20 et 26.6°C le 24. La moyenne mensuelle est supérieure de 2.1°C par rapport à la normale.

Novembre

T° moyenne de l'air : +8,8 °C mini : +0,9 °C maxi : +17,5 °C

Mois frais et sec avec un ensoleillement proche de la normale. Les précipitations sont largement déficitaires. Les températures sont inférieures de +0.6°C aux normales, avec une deuxième décade plus froide (-1.4°C par rapport aux normales).

Décembre

T° moyenne de l'air : 6,3 °C mini : 3,3 °C maxi : 9,4 °C

Mois sec et froid. Le léger excédent des précipitations de la deuxième décade ne suffit pas à combler le déficit de la troisième décade, surtout le déficit de la première décade. Les températures sont en dessous des normales (-0.9°C), la première décade, décade la plus froide est largement déficitaire (-2.2°C) mais sans jour de gelée.

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
								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 :
 255 m³.s⁻¹ du 01 au 10/08/2004 et
 3847 m³.s⁻¹ du 11 au 20/01/2004.

Le débit instantané maxima est de 4938 m³.s⁻¹ relevé le 26/01/2004.

La moyenne annuelle pour l'année 2004 est de 902 m³.s⁻¹, soit un excédent de 97 m³.s⁻¹ par rapport à la moyenne annuelle pour la période 1982/2003 qui s'établit à 865 m³.s⁻¹.

Par rapport à la moyenne 1982/2003, les débits 2004 sont excédentaires en janvier, (Première crue de l'année avec 4938 m³.s⁻¹ le 26/01 et 4165 m³.s⁻¹, le 27/01, puis une petite crue de mi-avril à mi-mai avec 2623 m³.s⁻¹ le 24/04 et 3620 m³.s⁻¹ le 01/05, 3324 m³.s⁻¹ le 02/05), déficitaires, ensuite jusqu'à fin décembre (**Figure 2-2** et **Figure 2-3**).

L'année 2004 légèrement plus arrosée que 2003, surtout en début d'année, peut être considérée malgré tout comme une année « sèche » car à partir de la fin du mois de mai 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 son lessivage en avril-mai. Nous avons pu mesurer d'importantes valeurs de salinité et de faibles valeurs de turbidité.

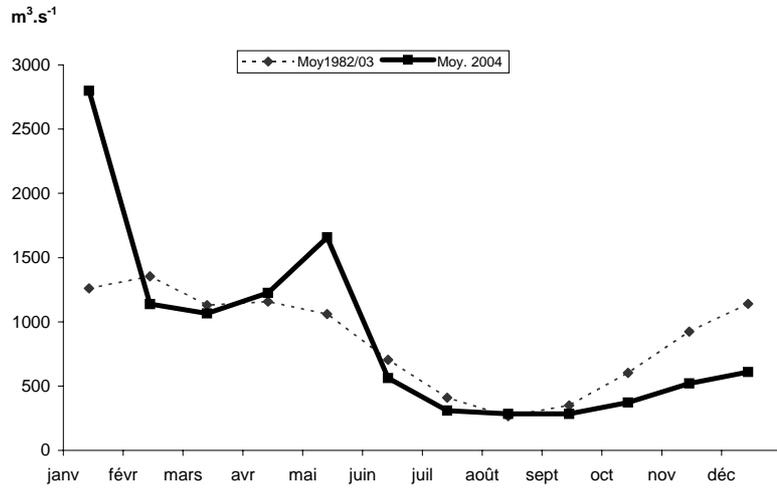


Figure 2-2 : Débits mensuels moyens de la Gironde en 2004.

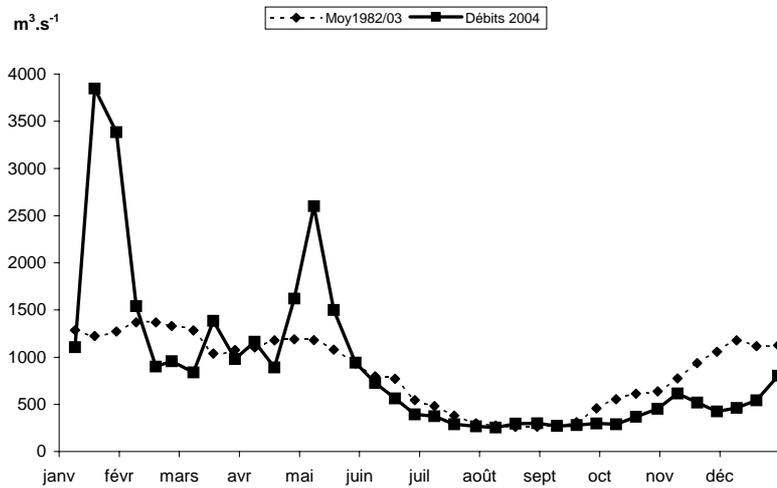


Figure 2-3: Débits moyens de la Gironde par périodes de 10 jours en 2004

3. Evolution des fonds

3.1. Evolution des fonds

Par comparaison des bathymétries de 1995 et de 2000 (**Figures 3-1 et 3-2**), on s'aperçoit qu'à 5 ans d'intervalle, les changements morphologiques sont importants.

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

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

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

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

Il est donc de la plus haute importance de suivre de très près l'évolution de la morphologie dans la zone située entre le banc de Patiras et le banc de Saint Louis. Un lever annuel représente un minimum, car le lever effectué en février 2002, montre que le banc de Patiras avait encore progressé de 150 mètres vers l'aval. (Figure 3-3).

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

Nous n'avons pas en notre possession d'information bathymétrique nouvelle depuis février 2002. A l'initiative d'EDF, une bathymétrie sera réalisée début 2005 pour observer l'évolution locale autour de la zone des rejets.



Figure 3-2 : Carte des fonds en 2000

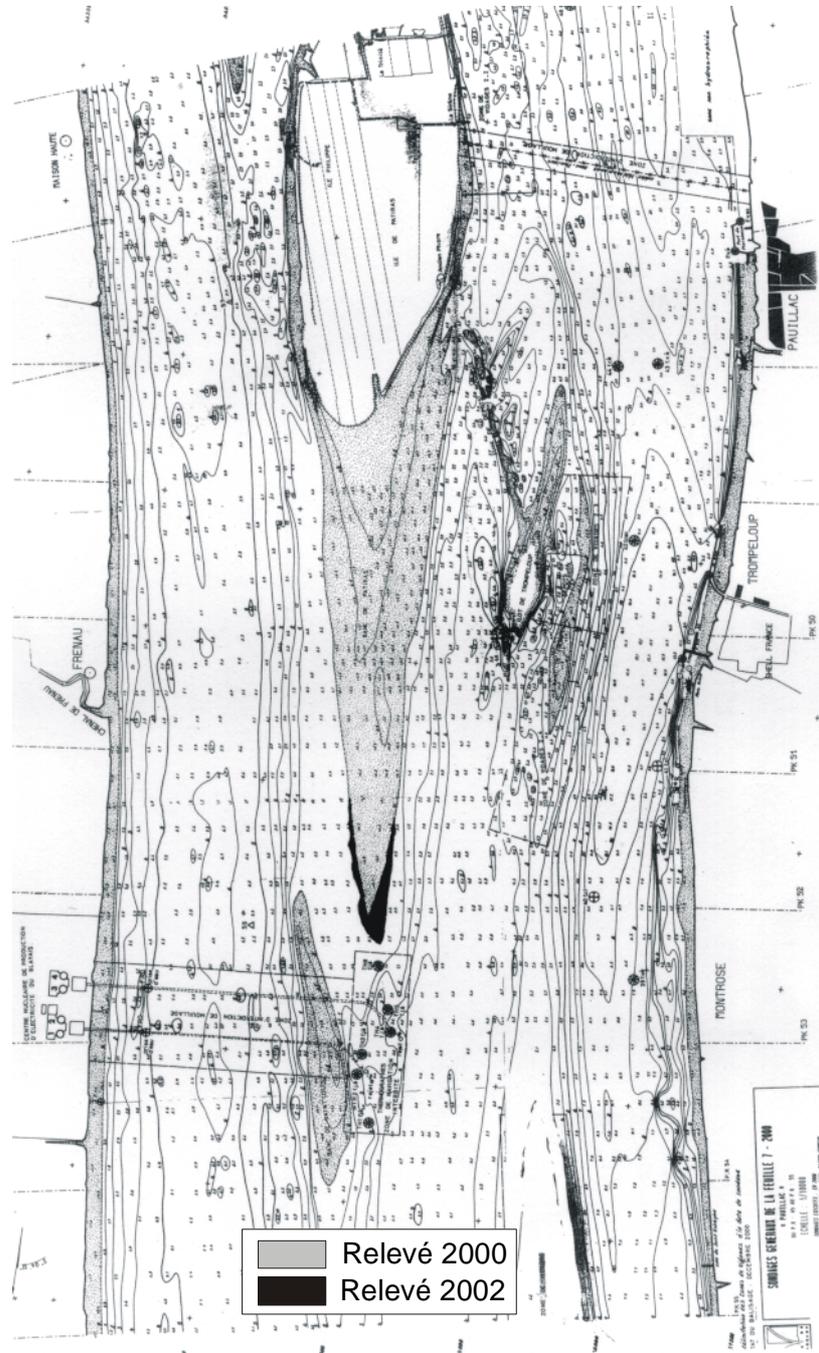


Figure 3-3 : Comparaison de l'isobathe 0 de 2000 et 2002 entre le banc de Patiras et le banc de Saint - Louis

4. Résultats des mesures in situ

4.1. Température de l'eau

4.1.1.1. Variations au cours de la marée

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

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

0,26 °C et 1,56 °C en surface
0,18 °C et 1,54 °C au fond.

L'écart maxima : 1,56 °C en surface le 25 juin, la température moyenne étant de 21,05 °C. et le débit de 431 m³.s⁻¹.

1,54 °C au fond le 26 mai, la température moyenne étant de 17,28 °C et le débit de 878 m³.s⁻¹.

L'écart minima : 0,26 °C en surface le 03 novembre, la température moyenne étant de 14,78 °C et le débit de 472 m³.s⁻¹.

0,18 °C au fond le 03 novembre, la température moyenne étant de 14,80 °C et le débit de 472 m³.s⁻¹.

L'estuaire était alors bien mélangé.

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

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

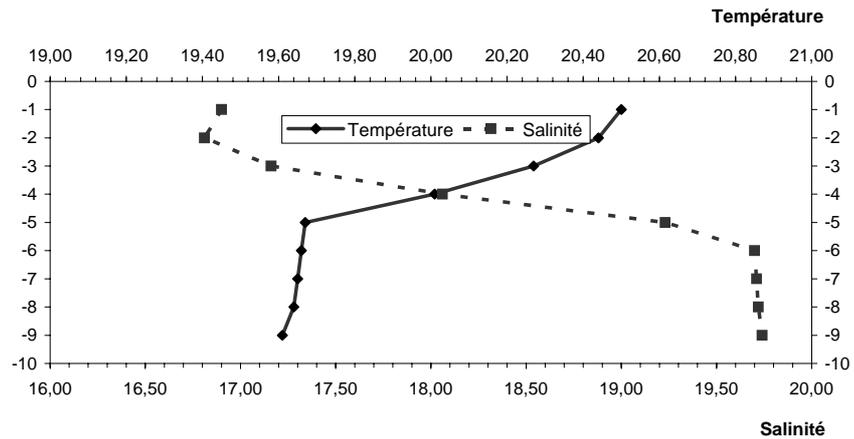


Figure 4-1: Evolution des gradients de température et de salinité au point F PK 67 le 14 juillet 2004 à PM

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

TEMPERATURES DE L'EAU EN SURFACE (S) ET AU FOND (F)								
POINT F PK 67								
ANNEE F 2004								
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)
26-avr	S	14,14	14,70	0,56	14,40	0,52	41-36	1403
	F	13,88	14,77	0,89	14,24			
26-mai	S	17,60	18,30	0,70	17,97	0,96	41-39	1150
	F	16,64	18,18	1,54	17,28			
25-juin	S	20,20	21,76	1,56	21,05	0,69	50-49	456
	F	19,86	21,30	1,44	20,70			
14-juil	S	20,05	20,69	0,64	20,38	0,83	49-52	355
	F	19,61	20,42	0,81	20,02			
29-août	S	21,54	22,82	1,28	22,23	0,19	86-92	343
	F	21,53	22,88	1,35	22,19			
16-sept	S	21,30	22,48	1,18	21,95	0,15	96-97	271
	F	21,42	22,63	1,21	22,03			
20-oct	S	14,64	14,90	0,26	14,78	0,09	54-47	352
	F	14,72	14,90	0,18	14,80			
03-nov	S	14,64	14,90	0,26	14,78	0,09	46-40	474
	F	14,72	14,90	0,18	14,80			

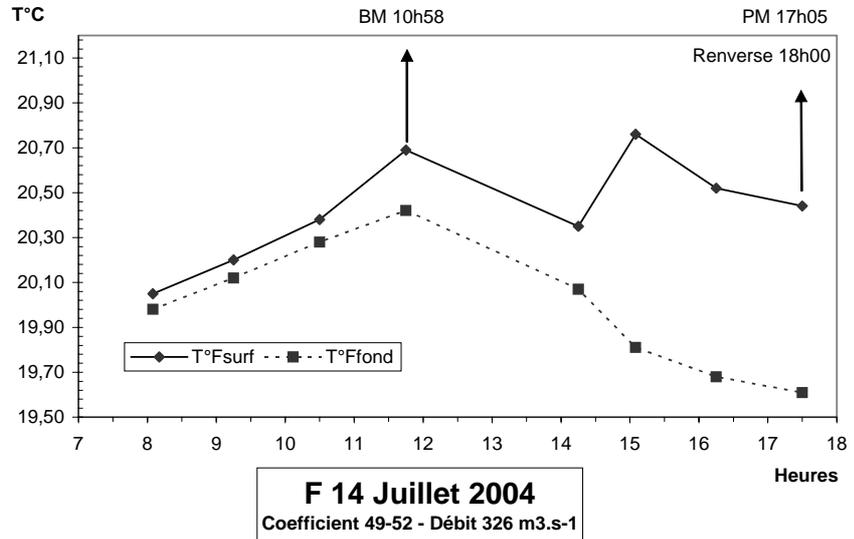
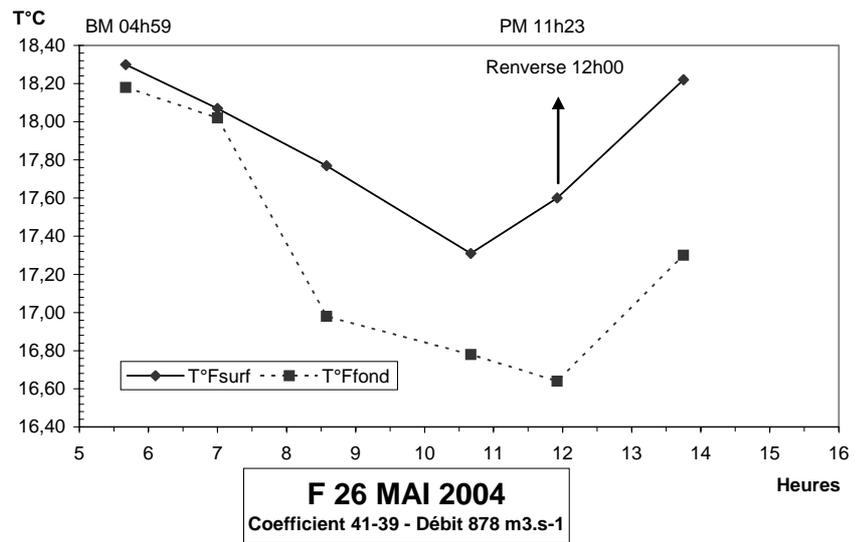


Figure 4-2 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au point F PK 67 en 2004

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) :

-0,31 °C et 3,56 °C en surface

-0,23 °C et 0,76 °C au fond.

L'écart maxima : 3,56 °C en surface le 15 juillet la température moyenne étant de 22,61 °C. Débit de 300 m³.s⁻¹.

0,76 °C au fond le 15 juillet, la température moyenne étant 21,46 °C et le débit de 300 m³.s⁻¹.

L'écart minima : 0,31 °C en surface le 30 août, la température moyenne étant de 22,94 °C. Débit de 234 m³.s⁻¹.

0,23 °C au fond le 05 novembre la température moyenne étant de 14,92 °C, et le débit de 806 m³.s⁻¹.

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

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

TEMPERATURES DE L'EAU EN SURFACE (S) ET AU FOND (F)								
POINT E PK 52								
ANNEE E 2004								
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					
27-avr	S	14,92	15,77	0,85	15,29	0,71	31-28	1461
	F	14,88	15,43	0,55	15,15			
27-mai	S	19,14	20,07	0,93	19,45	1,00	38-38	1100
	F	18,88	19,38	0,50	19,12			
26-juin	S	21,87	24,70	2,83	22,81	2,15	49-49	448
	F	22,02	22,55	0,53	22,25			
15-juil	S	21,24	24,80	3,56	22,61	3,21	56-59	346
	F	21,12	21,88	0,76	21,46			
30-août	S	22,72	23,03	0,31	22,94	0,41	97-100	327
	F	22,62	22,99	0,37	22,82			
17-sept	S	21,92	22,32	0,40	22,17	0,14	96-94	273
	F	21,93	22,24	0,31	22,13			
21-oct	S	17,09	20,33	3,24	17,98	2,85	42-41	368
	F	17,21	17,48	0,27	17,33			
05-nov	S	14,99	17,23	2,24	15,99	2,23	27-26	568
	F	14,77	15,00	0,23	14,92			

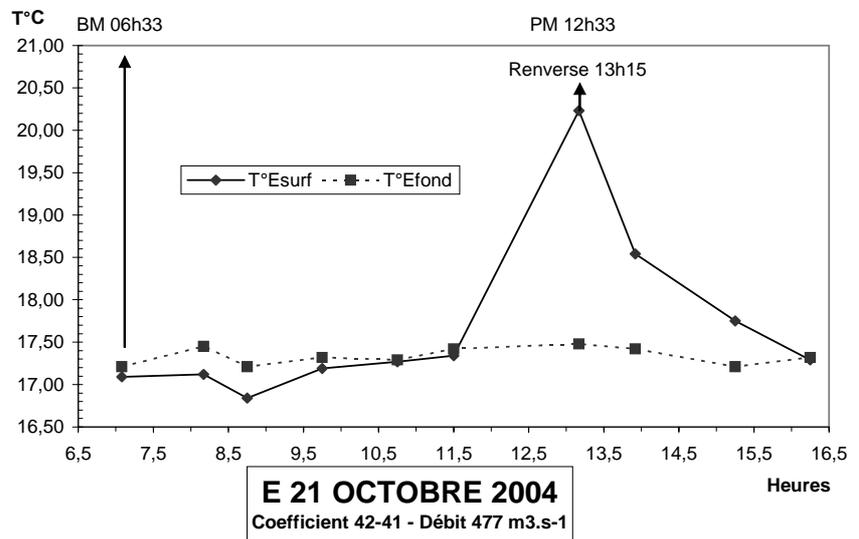
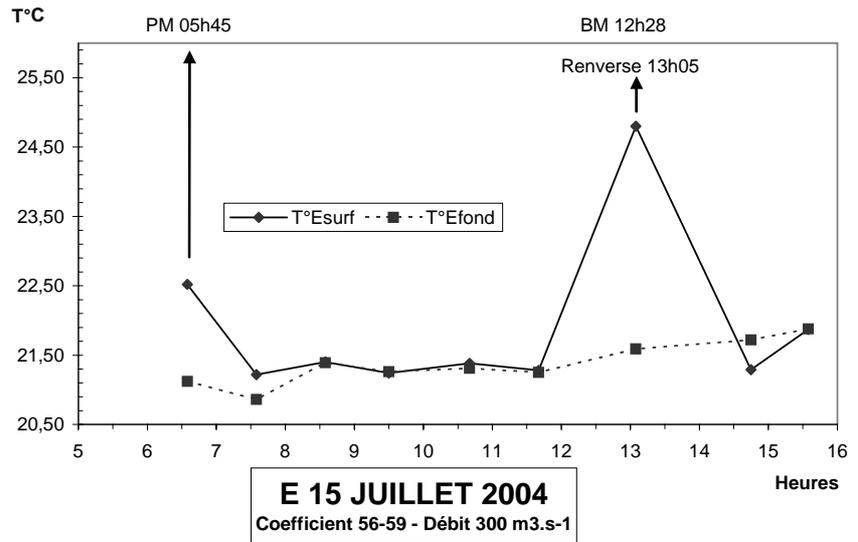


Figure 4-3 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au point E PK 52 en 2004

Point K-PK 30 (Taleau 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) :

0,17 °C et 0,85 °C en surface
0,17 °C et 0,93 °C au fond.

L'écart maxima : 0,85 °C en surface le 16 juillet, la température moyenne étant de 21,77 °C. Débit de 234 m³.s⁻¹ ;
0,93 °C au fond le 28 avril, la température moyenne étant de 14,41 °C. Débit de 1142 m³.s⁻¹.

L'écart minima : 0,17 °C en surface le 31 août, la température moyenne étant de 22,22 °C, et les débits de 232 m³.s⁻¹.
0,17 °C au fond le 27 juin, la température moyenne étant de 22,4 °C et les débits de 404 m³.s⁻¹.

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

TEMPERATURES DE L'EAU EN SURFACE (S) ET AU FOND (F)								
POINT K PK 30								
ANNEE K 2004								
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)
28-avr	S	14,43	14,96	0,53	14,57	0,48	28	1486
	F	13,96	14,89	0,93	14,41			
28-mai	S	18,87	19,25	0,38	19,08	0,17	41	1072
	F	18,85	19,08	0,23	19,00			
27-juin	S	22,30	22,86	0,56	22,53	0,48	51	440
	F	22,31	22,48	0,17	22,40			
16-juil	S	21,48	22,33	0,85	21,77	0,11	62-64	339
	F	21,58	22,32	0,74	21,78			
31-août	S	22,14	22,31	0,17	22,22	0,02	102-103	308
	F	22,13	22,33	0,20	22,23			
18-sept	S	21,37	21,86	0,49	21,63	0,14	92-88	252
	F	21,51	21,82	0,31	21,71			
22-oct	S	16,37	16,88	0,51	16,65	0,08	43	391
	F	16,30	16,96	0,66	16,65			
04-nov	S	13,90	14,37	0,47	14,21	0,08	34-30	489
	F	13,98	14,40	0,42	14,26			

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

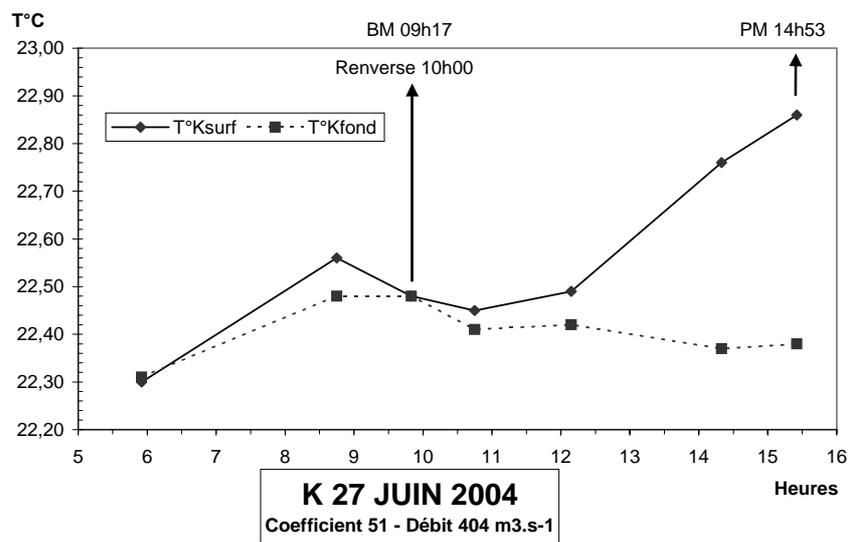
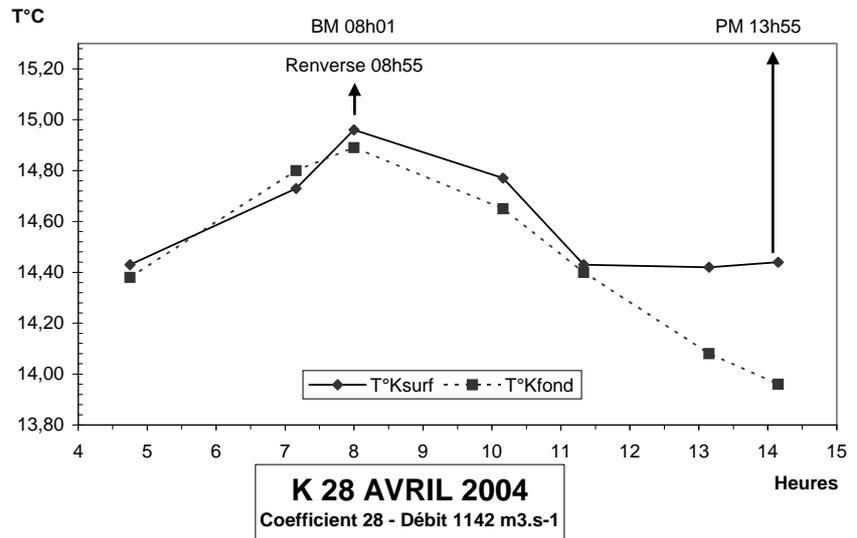


Figure 4-4 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au Point K (PK 30) en 2004

4.1.2. Variations annuelles.

Point F - PK 67 (Figure 4-5)

Les températures moyennes, entre avril et novembre 2004 ont évolué :

de 14,40 °C le 26 avril
à 22,23 °C le 29 août en surface,
et de 14,24 °C le 26 avril
à 22,19 °C le 29 août au fond.

Les températures maximales relevées sont :

22,82 °C le 29 août en surface
22,88 °C le 29 août au fond.

Les températures minimales relevées sont :

14,14 °C le 26 avril en surface
13,88 °C le 26 avril au fond.

Point E-PK 52 (Figure 4-5)

Les températures moyennes, entre avril et novembre 2004 ont évolué :

de 15,29 °C le 27 avril
à 22,94 °C le 29 août en surface,
et de 14,92 °C le 05 novembre
à 22,82 °C le 29 août au fond.

Les températures maximales relevées sont :

24,80 °C le 15 juillet en surface
22,99 °C le 30 août au fond.

Les températures minimales relevées sont :

14,92 °C le 27 avril en surface
14,77 °C le 05 novembre au fond.

Point K-PK 30 (Figure 4-5)

Les températures moyennes, entre avril et novembre 2004 ont évolué :

De 14,21 °C le 04 novembre
à 22,53 °C le 27 juin en surface,
et de 14,26 °C le 04 novembre
à 22,40 °C le 27 juin au fond.

Les températures maximales relevées sont :

22,86 °C le 27 juin en surface
22,48 °C le 27 juin au fond.

Les températures minimales relevées sont :

13,90 °C le 04 novembre en surface
13,96 °C le 28 avril au fond.

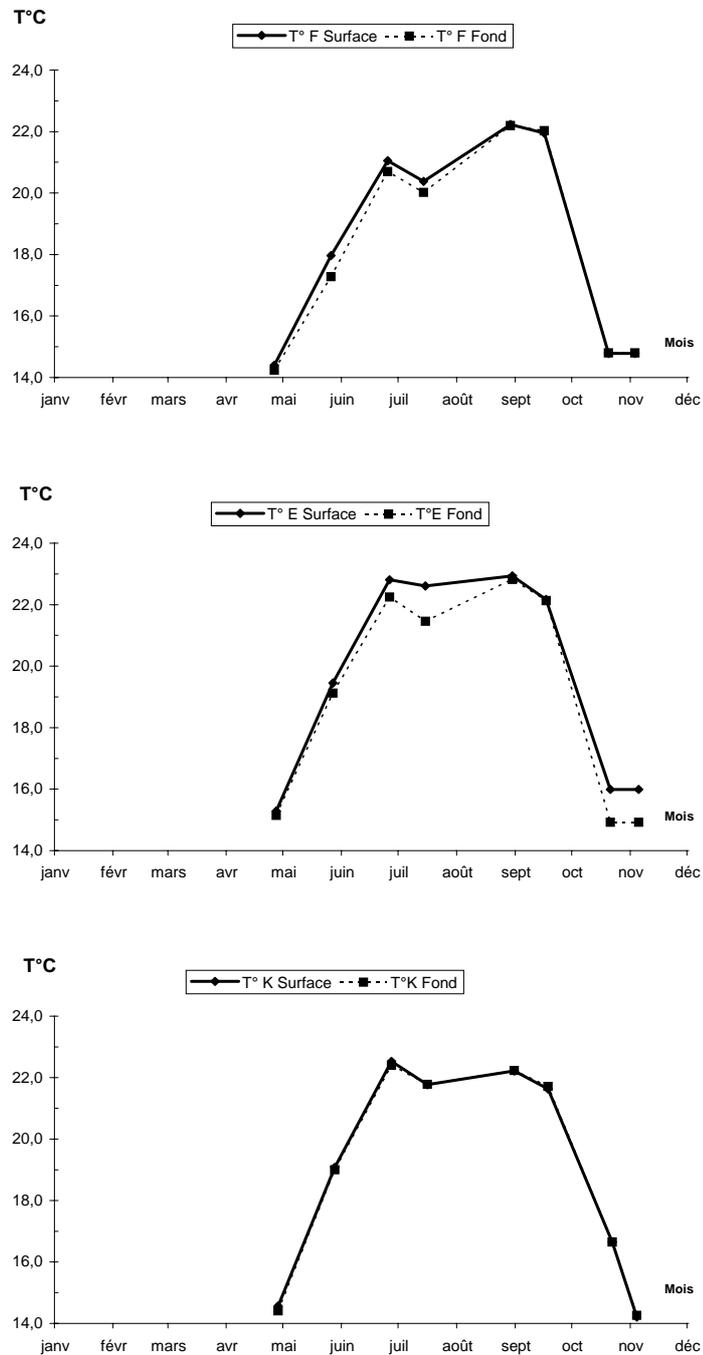


Figure 4-5 : Variations annuelles des températures moyennes de l'eau aux Points F,E,K en 2004

Par rapport à la moyenne 1976/2003 (**Figure 4-6**) la température moyenne en 2004 est nettement supérieure à celle de 1976 à 2003, sauf au mois de juillet où elle est légèrement déficitaire. La comparaison des cinq dernières années (**Figure 4-7**), montre que 2004 est une année où les températures mensuelles moyennes des eaux sont des plus élevées au printemps, mais pas pendant la période sensible. L'insolation des mois de juin, juillet et août est considérée comme normale, alors que 2001 et 2003 sont excédentaires par rapport à la normale. Les caractères dominants sont tirés du tableau climatologique mensuel de la station Météo France à Mérignac.

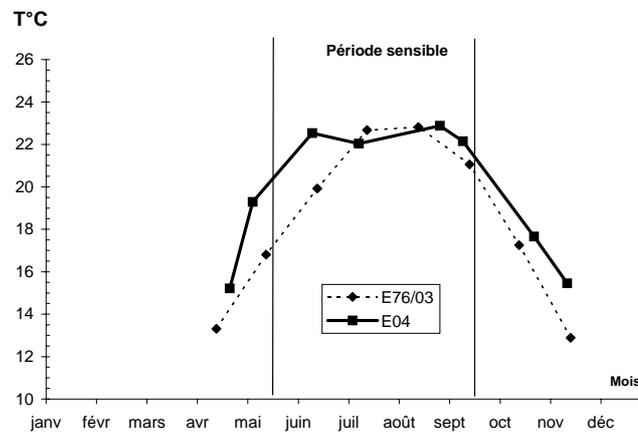


Figure 4-6 : Variations annuelles des températures mensuelles moyennes de l'eau au Point E (PK52) de 1976 à 2001 et en 2002

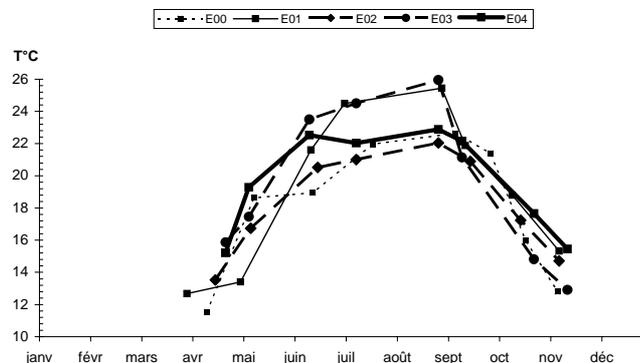


Figure 4-7 : Variations pluriannuelles des températures mensuelles moyennes de l'eau au point E (PK 52) en 2000, 2001, 2002, 2003 et 2004

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 (**Figure 4-8 et 4-9**)

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 °C) malgré un minimum absolu record de 24 °C près du fond au 1^{er} septembre. En 2000, la température de l'air reste stable et la température de l'eau continue à diminuer.

En 2001 il y a divergence. La température moyenne de l'air a baissé de 0,4 °C, alors que la moyenne de l'eau près du fond a augmenté de 1 °C (**Figure 4-8**). Rappelons qu'en 2001 la température de l'eau, et surtout en été, a été élevée (**Figure 4-8**).

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.

La comparaison des températures eau-air (**Figure 4-8**) révèle qu'il y a divergence ; la température de l'eau près du fond a augmenté de 0,23°C et celle de l'air a baissé de 1,15°C. Notons que ce phénomène de divergence a déjà été constaté en 1980, 1991, 1996 et 2001. Il est donc possible que l'on puisse observer une diminution de la température de l'eau en 2005.

Il faut remarquer que la température moyenne mini de l'eau près du fond a rejoint celle des années de 1989, 1991, 1997 et 2003 (soit 19,52°C de moyenne) et que 2004 est le record avec 19,82°C soit 0,26°C de plus que 2003.

Sur la **Figure 4-9**, pour le point E, sont établies des corrélations entre les températures moyennes de l'air et de l'eau de l'estuaire. Lorsqu'on examine la période 1978-2004, on note une assez bonne corrélation (**A**). Cette corrélation est évidemment améliorée et devient meilleure si on fait abstraction des 4 années qui s'écartent le plus de la droite de corrélation linéaire (**B**). Pour 1978 et 1979, l'explication réside vraisemblablement dans l'absence de mesures de températures de l'eau au mois de septembre, ce qui abaisse la moyenne des températures. Pour les autres années, 1991, 1996 et 2004, 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.

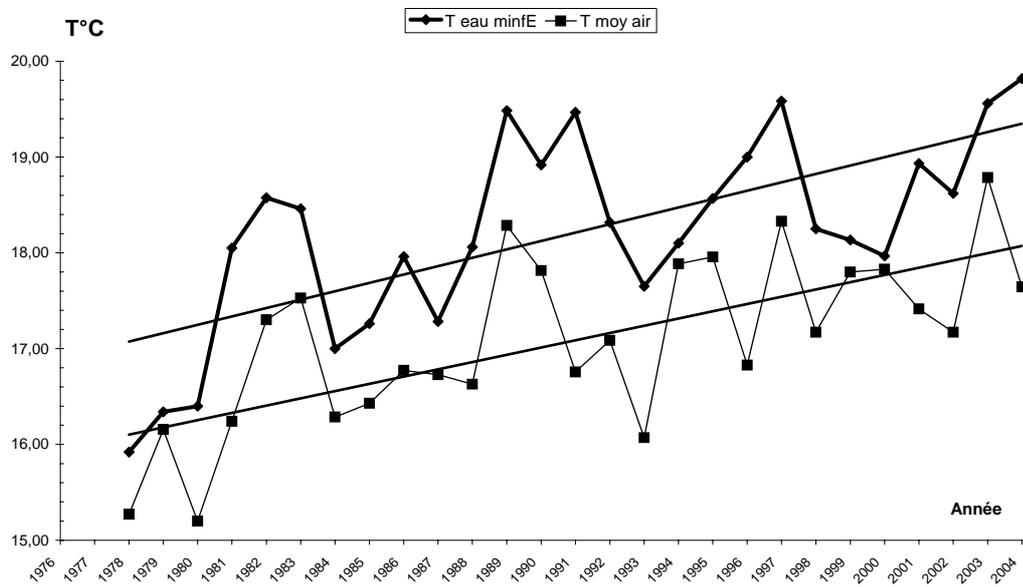


Figure 4-8 : Evolution relative des températures moyennes de l'air et de l'eau près du fond au point E PK 52 au cours de la période 1978-2004 (de mai à novembre)

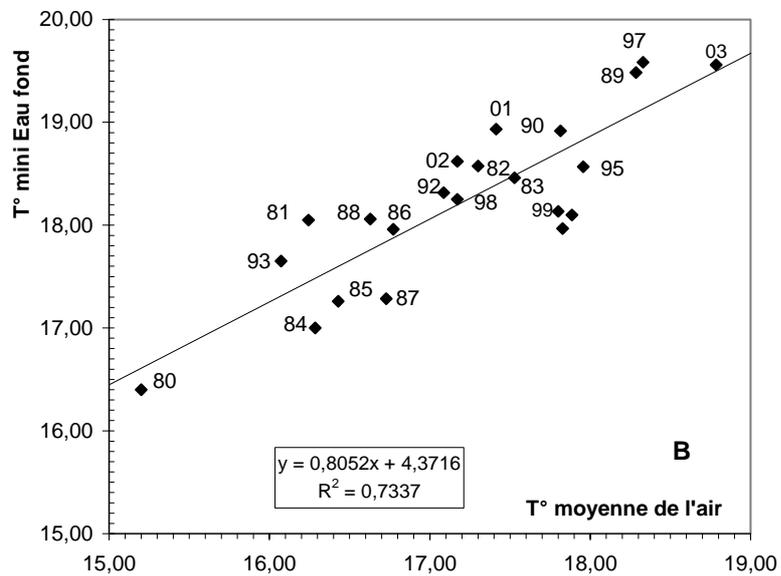
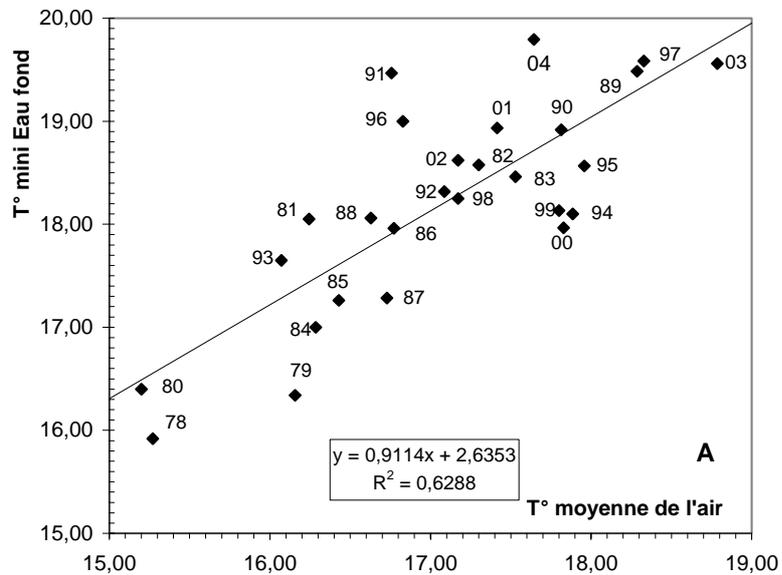


Figure 4-9 : Corrélations entre les températures moyennes annuelles de l'air et les températures minimales moyennes annuelles de l'eau au point E PK 52 (mai à novembre) - A (de 1978 à 2004 ; B (de 1980 à 2004 sans 1991, 1996, et 2004)

4.2. Salinité

4.2.1. Variation dans le temps

4.2.1.1. Au cours de la marée.

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

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

en surface entre 4,16 (26 avril)	(Coef 41-36)	(Débit 1403 m ³ .s ⁻¹)
et 11,07 (29 août)	(Coef 86-92)	(Débit 343 m ³ .s ⁻¹)
au fond entre 7,80 (26 avril)	(Coef 41-36)	(Débit 1403 m ³ .s ⁻¹)
et 11,10 (26 mai)	(Coef 41-39)	(Débit 1150 m ³ .s ⁻¹)

Au Point E (Tableau 4-5, Figure 4-10)

en surface entre 0,63 (27 avril)	(Coef 31-28)	(Débit 1461 m ³ .s ⁻¹)
et 8,35 (17 septembre)	(Coef 92-93)	(Débit 273 m ³ .s ⁻¹)
au fond entre 0,91 (27 avril)	(Coef 31-28)	(Débit 1461 m ³ .s ⁻¹)
et 8,40 (17 septembre)	(Coef 90-97)	(Débit 273 m ³ .s ⁻¹)

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

en surface entre 0,01 (24 avril)	(Coef 28)	(Débit 1486 m ³ .s ⁻¹)
et 4,56 (10 septembre)	(Coef 92-88)	(Débit 252 m ³ .s ⁻¹)
au fond entre 0,02 (05 mai)	(Coef 41)	(Débit 1072 m ³ .s ⁻¹)
et 4,42 (23 octobre)	(Coef 43)	(Débit 391 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'étales de basse mer en surface.

Par rapport à 2003, du fait des conditions climatiques, 2004 est une année normale, donc nettement plus arrosée en début d'année et fin d'année (crue de janvier, mai et décembre), donc les salinités sont moins fortes.

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

VI-T4 POINT F PK 67 SALINITES								
ANNEE F 2004								
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)
26-avr	S	1,49	5,65	4,16	3,26	4,15	41-36	1403
	F	2,00	9,80	7,80	5,32			
26-mai	S	2,98	11,10	8,12	6,42	5,93	41-39	1150
	F	3,34	14,44	11,10	9,85			
25-juin	S	6,35	15,70	9,35	10,36	3,29	50-49	456
	F	7,80	17,43	9,63	12,47			
14-juil	S	8,52	16,81	8,29	12,37	2,93	49-52	355
	F	9,61	19,74	10,13	14,30			
29-août	S	10,59	21,66	11,07	15,64	1,10	86-92	343
	F	11,69	22,59	10,90	16,27			
16-sept	S	14,17	23,65	9,48	18,32	0,80	96-97	271
	F	14,78	24,45	9,67	18,74			
20-oct	S	12,71	20,92	8,21	16,84	2,69	54-47	352
	F	13,58	22,61	9,03	18,69			
03-nov	S	9,18	16,36	7,18	12,55	3,29	46-40	474
	F	10,19	19,65	9,46	14,50			

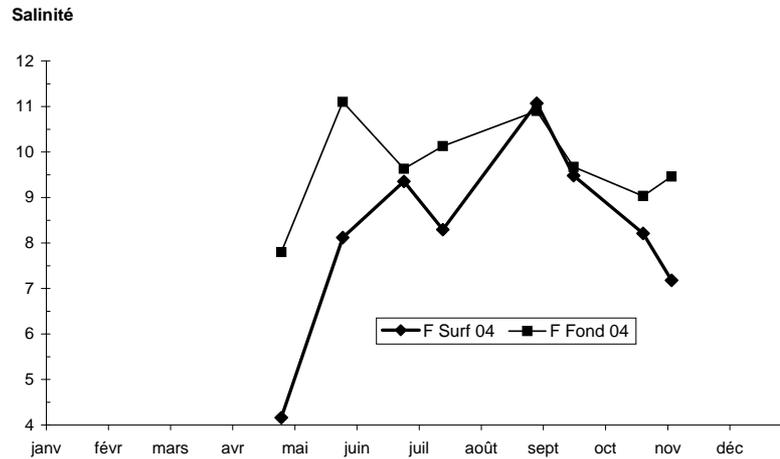


Figure 4-10 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point F PK 67 en 2004

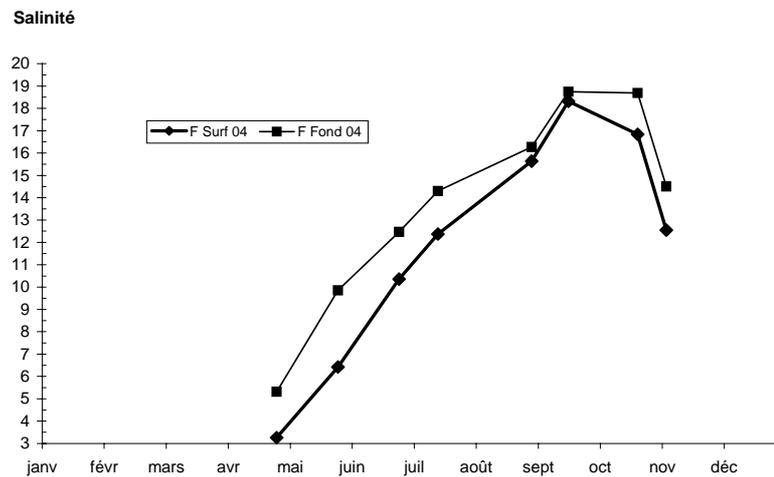


Figure 4-11 : Variations annuelles des salinités moyennes au point F PK 67 en 2004

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

VI-5 POINT E PK 52 SALINITES								
ANNEE E 2004								
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfi m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
27-avr	S	0,27	0,90	0,63	0,62	0,53	31-28	1461
	F	0,30	1,21	0,91	0,77			
27-mai	S	0,33	1,43	1,10	1,04	0,98	38-38	1100
	F	0,50	2,41	1,91	1,37			
26-juin	S	2,19	5,70	3,51	4,04	0,55	49-49	448
	F	2,33	6,25	3,92	4,22			
15-juil	S	3,89	7,56	3,67	5,88	0,53	56-59	346
	F	3,78	8,09	4,31	5,94			
30-août	S	5,28	11,26	5,98	8,41	0,71	97-100	327
	F	5,34	11,96	6,62	8,67			
17-sept	S	6,90	15,25	8,35	11,36	0,76	96-94	273
	F	7,10	15,50	8,40	11,71			
21-oct	S	6,75	10,85	4,10	9,05	1,39	42-41	368
	F	6,88	12,24	5,36	9,66			
05-nov	S	5,56	7,69	2,13	6,89	1,86	27-26	568
	F	5,40	9,55	4,15	7,49			

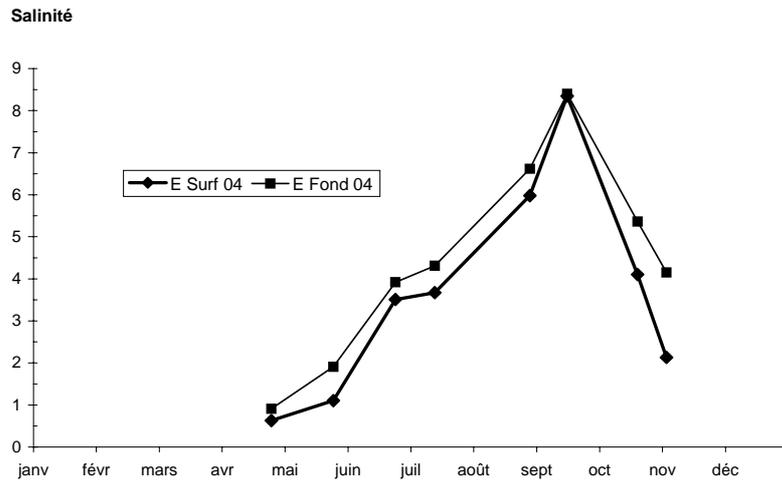


Figure 4-12 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point E PK 52 en 2004

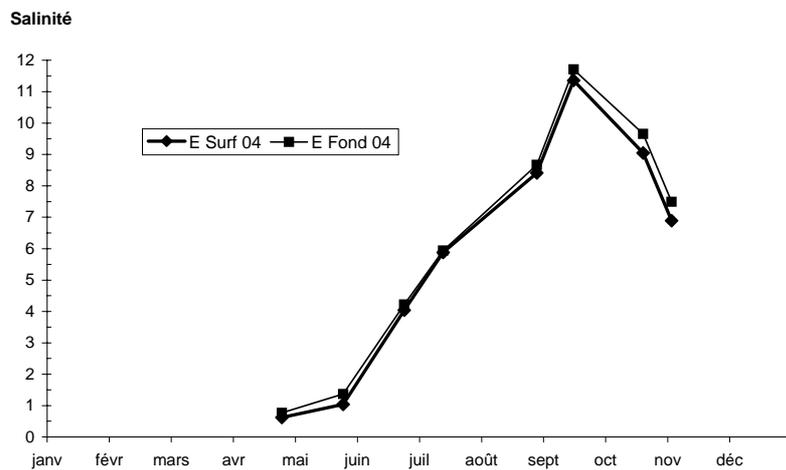


Figure 4-13 : Variations annuelles des salinités moyennes au point E PK 52 en 2004

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

VI-6								
POINT K PK 30								
SALINITES								
ANNEE								
K 2004								
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfl m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
24-avr	S	0,14	0,15	0,01	0,15	0,01	28	1486
	F	0,14	0,16	0,02	0,15			
05-mai	S	0,11	0,13	0,02	0,12	0,00	41	1072
	F	0,11	0,13	0,02	0,12			
11-juin	S	0,29	1,27	0,98	0,77	0,21	51	440
	F	0,27	1,06	0,79	0,70			
09-juil	S	0,59	2,43	1,84	1,52	0,18	62-64	339
	F	0,59	2,25	1,66	1,48			
27-août	S	1,10	4,54	3,44	2,73	0,15	102-103	308
	F	1,04	4,47	3,43	2,70			
10-sept	S	1,19	5,75	4,56	3,65	0,94	92-88	252
	F	1,26	5,30	4,04	3,34			
23-oct	S	1,26	5,14	3,88	3,46	0,73	43	391
	F	1,45	5,87	4,42	3,78			
12-nov	S	0,78	2,98	2,20	2,26	0,22	34-30	489
	F	0,88	3,10	2,22	2,36			

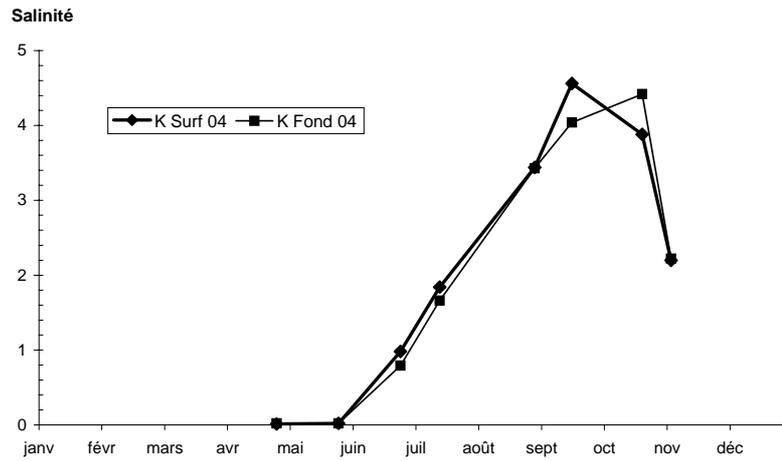


Figure 4-14 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point K PK 30 en 2004

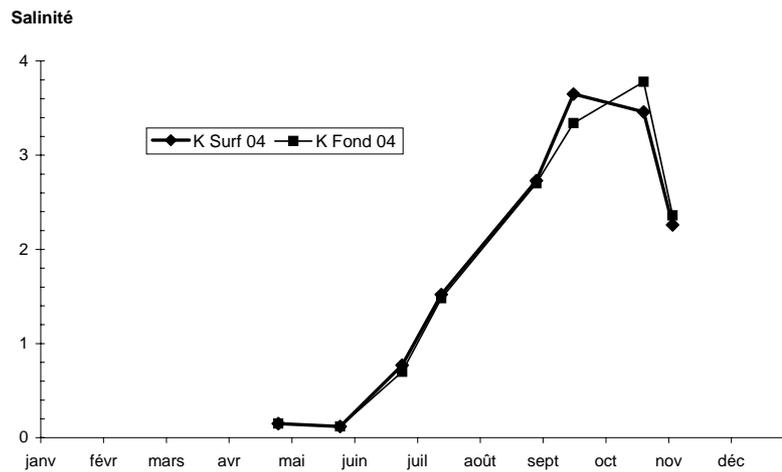


Figure 4-15 : Variations annuelles des salinités moyennes au point K PK 30 en 2004

4.2.1.2. Les variations annuelles

Les salinités moyennes relevées au cours de l'année 2004 ont évolué :

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

en surface entre 3,26 (26 avril) et 18,32 (16 septembre)

au fond entre 5,32 (26 avril) et 18,74 (16 septembre)

On relève les salinités minimales absolues le 26 avril :

1,49 en surface et 2,00 au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales absolues le 16 septembre :

23,65 en surface et 24,45 au fond à pleine mer.

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

en surface entre 0,62 (27 avril) et 11,36 (17 septembre)

au fond entre 0,77 (27 avril) et 11,71 (17 septembre)

On relève les salinités minimales absolues le 27 avril:

0,27 en surface et 0,30 au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales absolues le 17 septembre:

15,25 en surface et 15,50 au fond à pleine mer.

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

en surface entre 0,12 (05 mai) et 3,65 (10 septembre)

au fond entre 0,12 (05 mai) et 3,78 (23 octobre)

On relève les salinités minimales absolues le 05 mai :

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

On relève les salinités maximales absolues le 10 septembre et le 23 octobre:

5,75 en surface et 5,87 au fond à pleine mer.

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

En 2004, on relève aux 3 points, les grandes variations de salinités aux périodes indiquées ci-après :

	Point F	Point E	Point K
Salinités minimales	26 avril	27 avril	05 mai
Salinités maximales	16 septembre	17 septembre	10 sept -23 oct
Salinités moyennes maxi	16 septembre	17 septembre	10 sept -23 oct

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

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

Nous soulignons à nouveau la corrélation qui existe entre le débit fluvial, donc le volume d'eau douce introduit dans l'estuaire, le volume d'eau marine lié aux coefficients de marées et les valeurs de salinité mesurées (**Figure 4-16 à 4-18**).

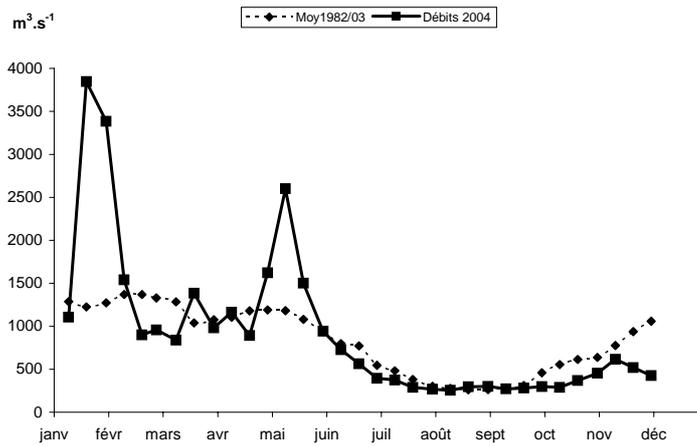
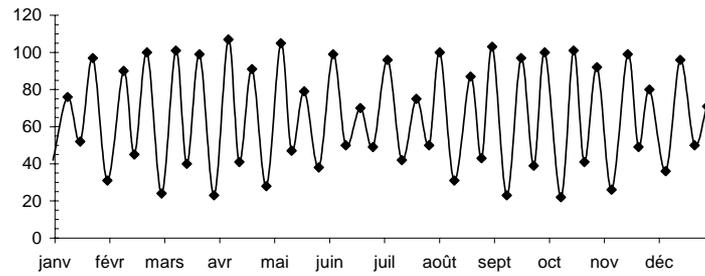
En 2004, la moyenne des débits est plus élevée qu'en 2003.

Nous relevons les salinités maximales en septembre au Point F et E et septembre - octobre au Point K, au moment où les débits sont les plus faibles, (Les maxima des températures moyennes sont relevés en août au point F, juillet-août au point E et en juin au point K).

Si nous comparons 2004 et 2003 nous noterons une diminution des salinités moyennes aux 3 points.

Du point de vue climatologique, 2004 est une année normale.

Coefficient 2004



Salinité

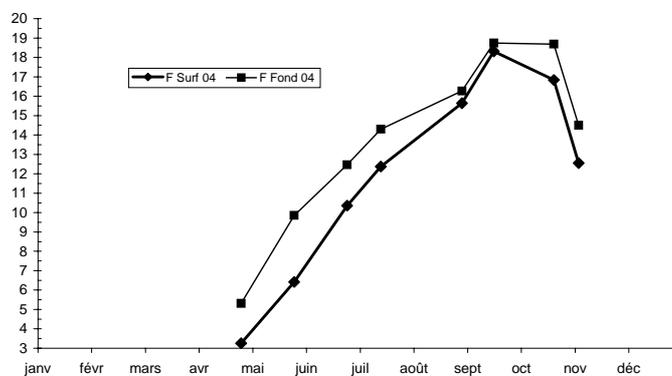
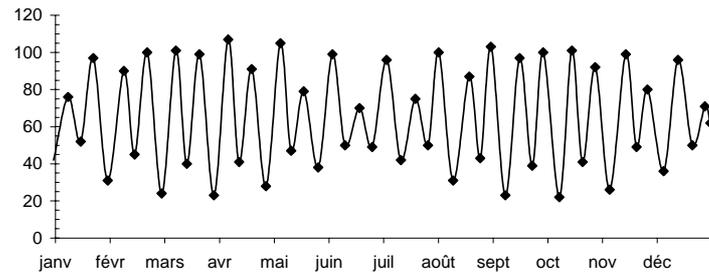
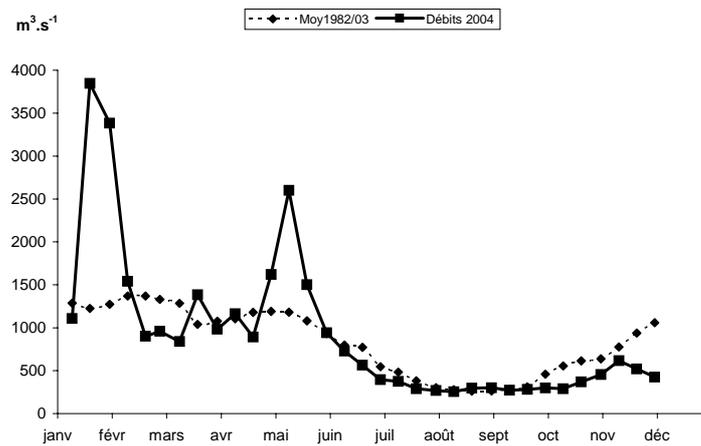


Figure 4-16 : Variations annuelles des salinités moyennes au Point F (PK 67), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2004

Coefficient 2004

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

Salinité

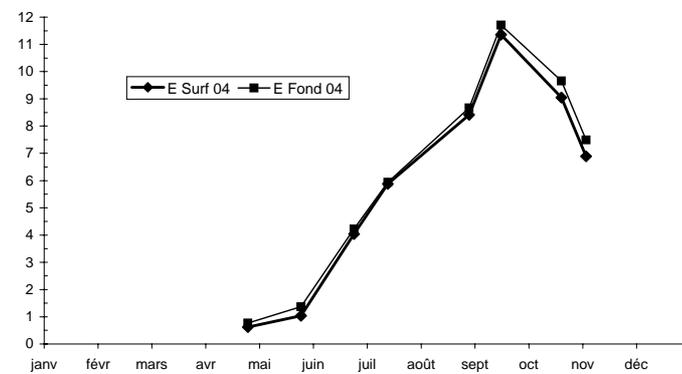


Figure 4-17 : Variations annuelles des salinités moyennes au Point E (PK 52), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2004

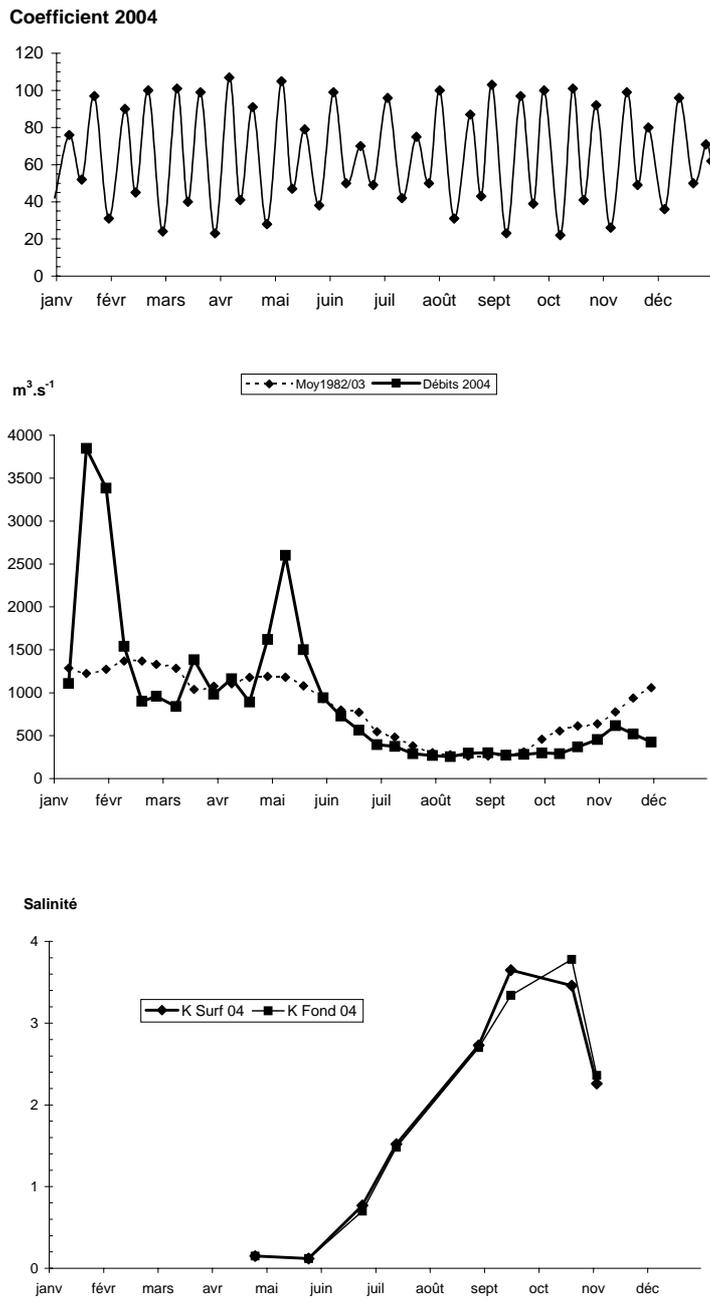


Figure 4-18 : Variations annuelles des salinités moyennes au Point K (PK 30), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2004

4.3. Vitesse de courant

Point F

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

Les plus élevées ont été observées :

en surface le 16 septembre: 125 cm.s⁻¹ (Qfl : 271 m³.s⁻¹ - coef. 96-97)
 et le 25 juin : -123 cm.s⁻¹ (Qfl : 456 m³.s⁻¹ - coef. 50-49)
 au fond le 29 août: 92 cm.s⁻¹ (Qfl : 343 m³.s⁻¹ - coef. 86-92)
 et le 16 septembre: 79 cm.s⁻¹ (Qfl : 271 m³.s⁻¹ - coef. 96-97)

Point E

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

Les plus élevées ont été observées :

en surface le 30 août: 172 cm.s⁻¹ (Qfl : 327 m³.s⁻¹ - coef. 97-100)
 et le 17 septembre: 160 cm.s⁻¹ (Qfl : 273 m³.s⁻¹ - coef. 96-94)
 au fond le 30 août: 138 cm.s⁻¹ (Qfl : 327 m³.s⁻¹ - coef. 97-100)
 et le 17 septembre: 114 cm.s⁻¹ (Qfl : 273 m³.s⁻¹ - coef. 96-94)

Point K

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

Les plus élevées ont été observées :

en surface le 18 septembre: -163 cm.s⁻¹ (Qfl : 252 m³.s⁻¹ - coef. 92-88)
 le 22 octobre: 140 cm.s⁻¹ (Qfl : 391 m³.s⁻¹ - coef. 43)
 le 16 juillet : -140 cm.s⁻¹ (Qfl : 339 m³.s⁻¹ - coef. 62-64)
 et le 31 août: -131 cm.s⁻¹ (Qfl : 308 m³.s⁻¹ - coef. 102-103)
 au fond le 31 août: -106 cm.s⁻¹ (Qfl : 308 m³.s⁻¹ - coef. 102-103)
 le 22 octobre: 102 cm.s⁻¹ (Qfl : 391 m³.s⁻¹ - coef. 43)
 et le 18 septembre: -91 cm.s⁻¹ (Qfl : 252 m³.s⁻¹ - coef. 92-88)

Au point E, les vitesses maximales en surface et au fond de flot sont inférieures à celles de 2003. (**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 2004		VITESSES MAXIMALES DE COURANT EN cm.s^{-1} .							Qfl $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$
DATES	COEFFICIENTE	POINT F PK 67 Vitesses Maximales		POINT E PK 52 Vitesses Maximales		POINT K PK 30 Vitesses Maximales			
		SURFACE	FOND	SURFACE	FOND	SURFACE	FOND		
26 avril	41-36	-91	-47					1403	
27 avril	31-28			140	82			1461	
28 avril	28					-111	-59	1486	
26 mai	41-39	-117	67					1150	
27 mai	38-38			117	67			1100	
28 mai	41					-105	-70	1072	
25 juin	50-49	-123	73					456	
26 juin	49-49			-108	88			448	
27 juin	51					117	79	440	
14 juillet	49-52	-117	56					355	
15 juillet	56-59			128	111			346	
16 juillet	62-64					-140	-73	339	
29 août	86-92	123	92					343	
30 août	97-100			172	138			327	
31 août	102-103					-131	-106	308	
16 septembre	96-97	125	79					271	
17 septembre	96-94			160	114			273	
18 septembre	92-88					-163	-91	252	
20 octobre	54-47	-108	64					352	
21 octobre	42-41			108	76			368	
22 octobre	43					140	102	391	
3 novembre	46-40	-114	65					474	
5 novembre	27-26			105	75			568	
4 novembre	34-30					-123	75	489	

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.

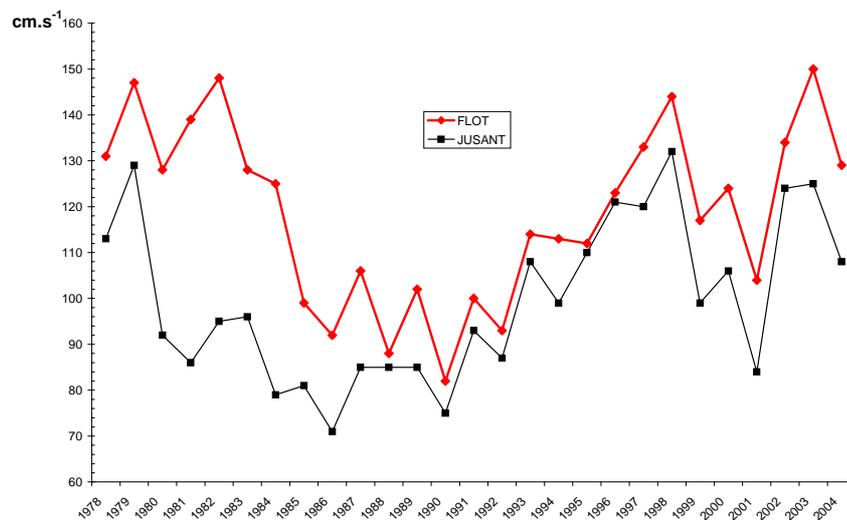


Figure 4-19 : Evolution de la vitesse maximale moyenne en surface au point E (PK52) au cours de la période 1978-2004

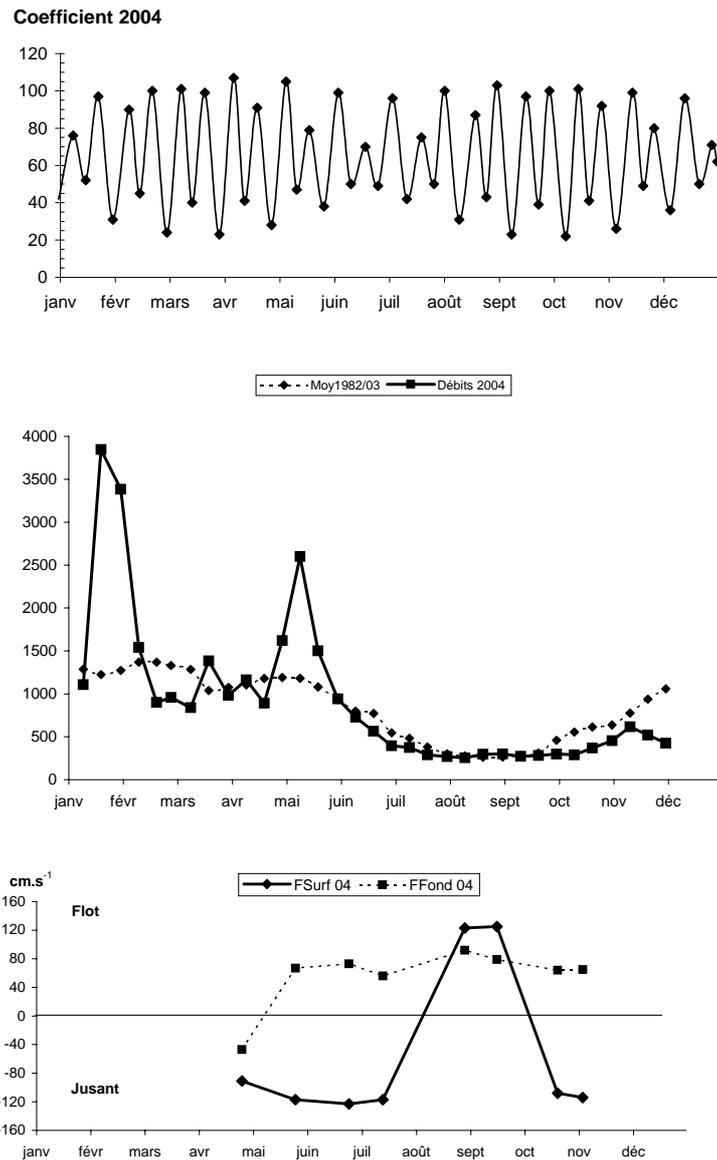


Figure 4-20 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point F (PK 67) au cours de l'année 2004, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux

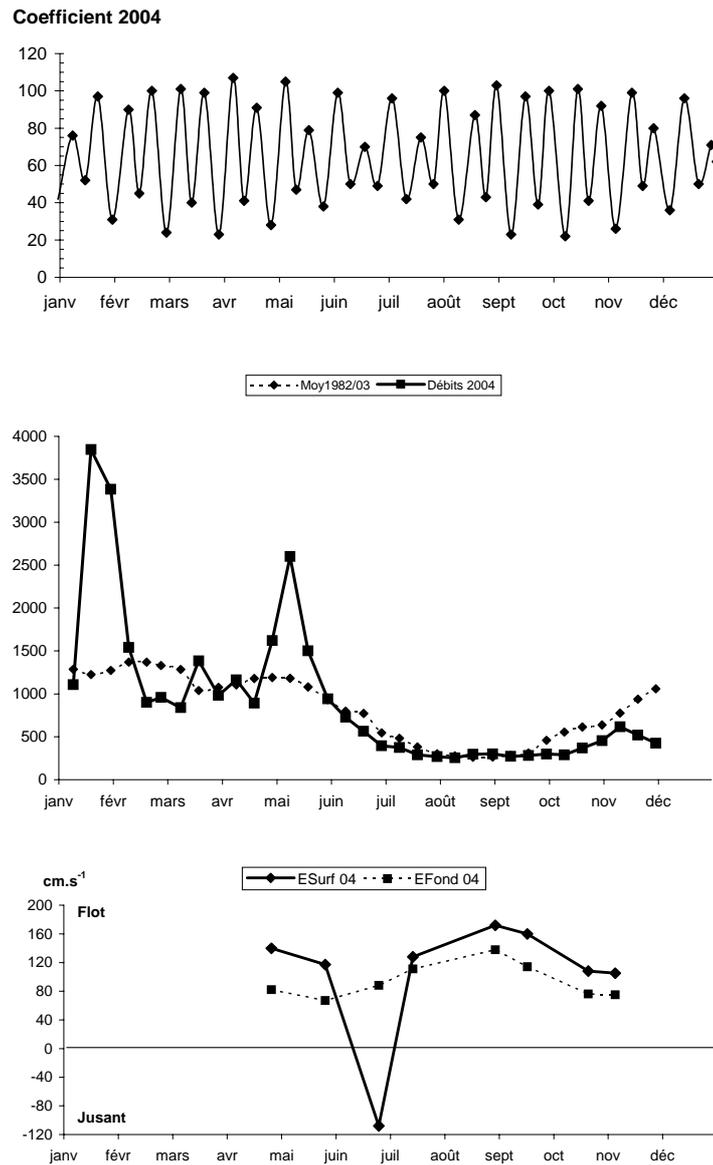
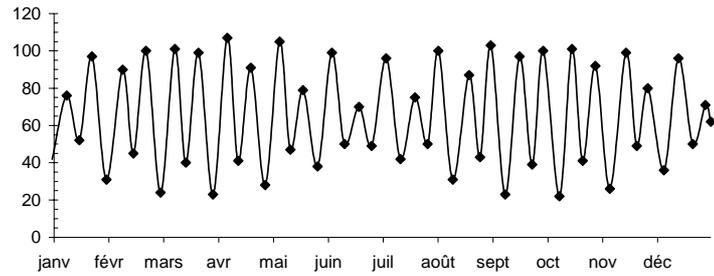


Figure 4-21 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point E (PK 52) au cours de l'année 2004, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux

Coefficient 2004



--♦-- Moy1982/03 ■ Débits 2004

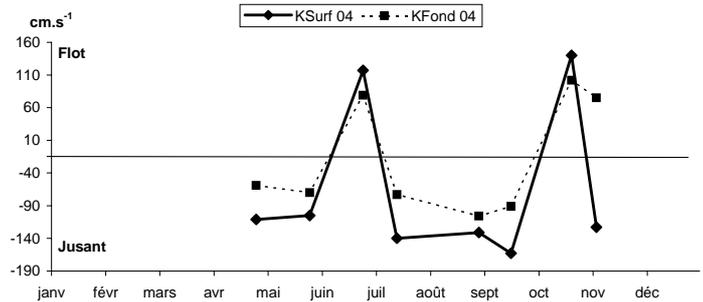
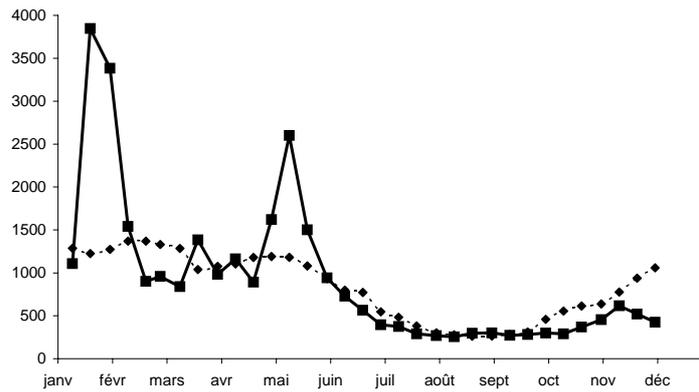


Figure 4-22 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point K (PK 30) au cours de l'année 2004, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux

4.4. Turbidités

4.4.1. Variations dans le temps

4.4.1.1. Au cours de la marée

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

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

en surface entre	0,047 g/l le 26 mai	(Qfl : 1150 m ³ .s ⁻¹ - coef. 41-39)
et	0,443 g/l le 16 sept	(Qfl : 271 m ³ .s ⁻¹ - coef. 96-97)
au fond entre	0,840 g/l le 25 juin	(Qfl : 456 m ³ .s ⁻¹ - coef. 50-49)
et	3,406 g/l le 26 avril	(Qfl : 1403 m ³ .s ⁻¹ - coef. 4136)

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

en surface entre	0,083 g/l le 27 mai	(Qfl : 1100 m ³ .s ⁻¹ - coef. 38-38)
et	0,773 g/l le 30 août	(Qfl : 327 m ³ .s ⁻¹ - coef. 97-100)
au fond entre	0,299 g/l le 15 juillet	(Qfl : 346 m ³ .s ⁻¹ - coef. 56-59)
et	1,760 g/l le 27 avril	(Qfl : 1461 m ³ .s ⁻¹ - coef. 31-28)

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

en surface entre	0,118 g/l le 28 mai	(Qfl : 1072 m ³ .s ⁻¹ - coef. 41)
et	2,519 g/l le 18 sept	(Qfl : 252 m ³ .s ⁻¹ - coef. 92-88)
au fond entre	0,152 g/l le 28 mai	(Qfl : 1072 m ³ .s ⁻¹ - coef. 41)
et	5,381 g/l le 18 sept.	(Qfl : 252 m ³ .s ⁻¹ - coef. 92-88)

4.4.1.2. Variations annuelles

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

Les turbidités moyennes ont varié :

en surface de	0,086 g/l (25 juin) à 0,312 g/l (16 sept)
au fond de	0,384 g/l (25 juin) à 1,560 g/l (26 avril)

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

le 25 juin, en surface : 0,046 g/l - Qfl : 456 m³.s⁻¹ - coef. 50-49 à mi-jusant.
le 25 juin, au fond : 0,139 g/l - Qfl : 456 m³.s⁻¹ - coef. 50-49 à la pleine mer.

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

le 16 sept, en surface : 0,568 g/l - Qfl : 271 m³.s⁻¹ - coef. 96-97 à mi-jusant.
le 26 avril, au fond : 3,710 g/l - Qfl : 1403 m³.s⁻¹ - coef. 41-36 à mi-flot.

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

Les turbidités moyennes ont varié :

en surface de 0,224 g/l (27 mai) à 0,472 g/l (30 août)
 au fond de 0,491 g/l (26 juin) à 1,106 g/l (17 sept)

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

le 26 juin, en surface : 0,082 g/l - Qfl : 448 m³.s⁻¹ - coef. 49-49 à la pleine mer.
 le 26 juin, au fond : 0,242 g/l - Qfl : 448 m³.s⁻¹ - coef. 49-49 à la pleine mer.

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

le 30 août, en surface : 0,907 g/l - Qfl : 327 m³.s⁻¹ - coef. 97-100 à mi-jusant
 le 27 avril, au fond : 2,016 g/l - Qfl : 1461 m³.s⁻¹ - coef. 31-28 à mi-flot.

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

Les turbidités moyennes ont varié :

en surface de 0,101 g/l (28 avril) à 1,655 g/l (18 Sept)
 au fond de 0,205 g/l (28 mai) à 4,094 g/l (18 Sept)

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

le 28 avril, en surface : 0,045 g/l - Qfl : 1486 m³.s⁻¹ - coef. 28 à la basse mer.
 le 28 avril, au fond : 0,126 g/l - Qfl : 1486 m³.s⁻¹ - coef. 28 à la pleine mer.

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

le 18 sept, en surface : 2,933 g/l - Qfl : 252 m³.s⁻¹ - coef. 92-88 à mi-flot.
 le 18 sept, au fond : 7,386 g/l - Qfl : 252 m³.s⁻¹ - coef. 92-88 à mi-flot.

Les valeurs des minima et des maxima des turbidités de 2004 sont comparées avec celles des années antérieures dans le **Tableau 4-11** et **Tableau 4-12**.

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

VI-T4								
POINT F PK 67								
TURBIDITES								
ANNEE								
F 2004								
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfi m3/s-1 (moyenne des 10j,précédents)
26-avr	S	0,121	0,490	0,369	0,255		41-36	1403
	F	0,304	3,710	3,406	1,560	3,450		
26-mai	S	0,058	0,105	0,047	0,091	1,239	41-39	1150
	F	0,160	1,336	1,176	0,473			
25-juin	S	0,046	0,122	0,076	0,086	0,857	50-49	456
	F	0,139	0,979	0,840	0,384			
14-juil	S	0,080	0,143	0,063	0,097	1,125	49-52	355
	F	0,203	1,268	1,065	0,485			
29-août	S	0,054	0,252	0,198	0,164	1,421	86-92	343
	F	0,149	1,673	1,524	0,588			
16-sept	S	0,125	0,568	0,443	0,312	1,325	96-97	271
	F	0,312	1,613	1,301	0,818			
20-oct	S	0,103	0,470	0,367	0,242	1,993	54-47	352
	F	0,217	2,210	1,993	0,963			
03-nov	S	0,130	0,456	0,326	0,301	2,392	46-40	474
	F	0,234	2,800	2,566	1,072			

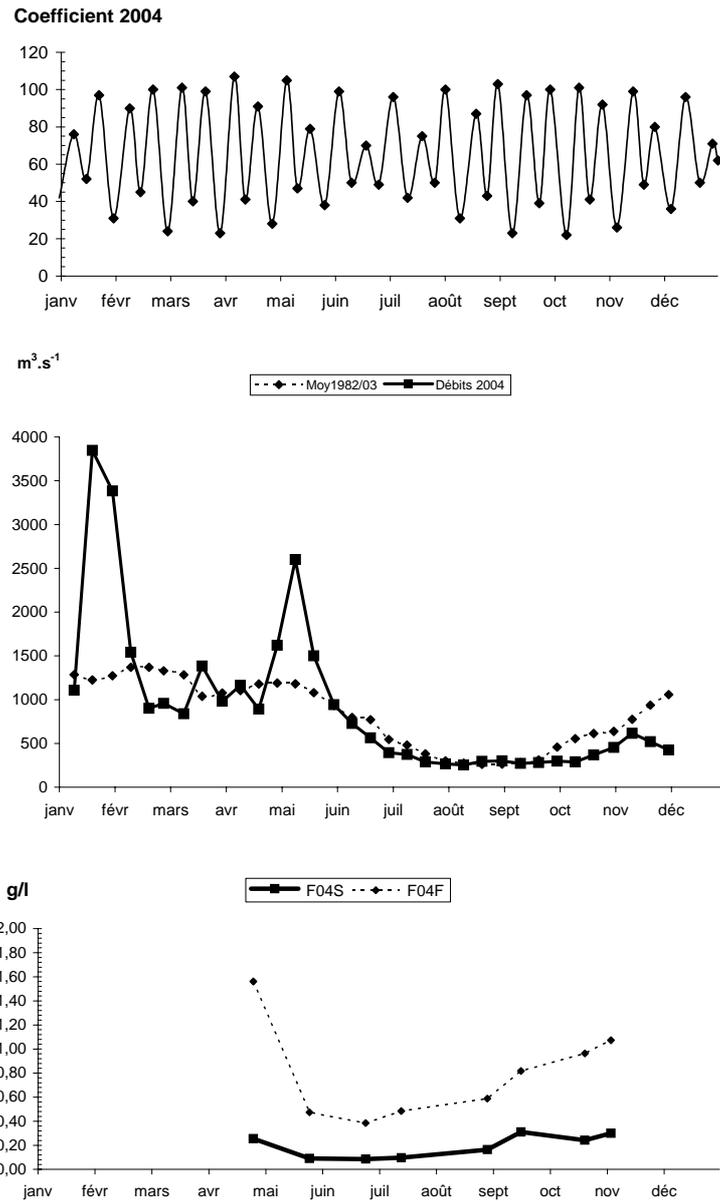


Figure 4-23 : Variations annuelles des turbidités moyennes au point F (PK 67) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2004

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

VI-5 POINT E PK 52 TURBIDITES								
ANNEE E 2004								
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)
27-avr	S	0,199	0,291	0,092	0,228	1,806	31-28	1461
	F	0,256	2,016	1,760	0,916			
27-mai	S	0,191	0,275	0,083	0,224	1,334	38-38	1100
	F	0,261	1,540	1,279	0,652			
26-juin	S	0,082	0,510	0,428	0,290	0,266	49-49	448
	F	0,242	0,669	0,427	0,491			
15-juil	S	0,151	0,420	0,269	0,327	0,410	56-59	346
	F	0,363	0,661	0,299	0,493			
30-août	S	0,134	0,907	0,773	0,472	0,818	97-100	327
	F	0,268	1,725	1,457	0,872			
17-sept	S	0,117	0,527	0,410	0,302	1,238	96-94	273
	F	0,395	1,622	1,228	1,106			
21-oct	S	0,106	0,455	0,349	0,279	0,942	42-41	368
	F	0,523	1,048	0,525	0,664			
05-nov	S	0,212	0,393	0,182	0,278	0,962	27-26	568
	F	0,277	1,174	0,897	0,711			

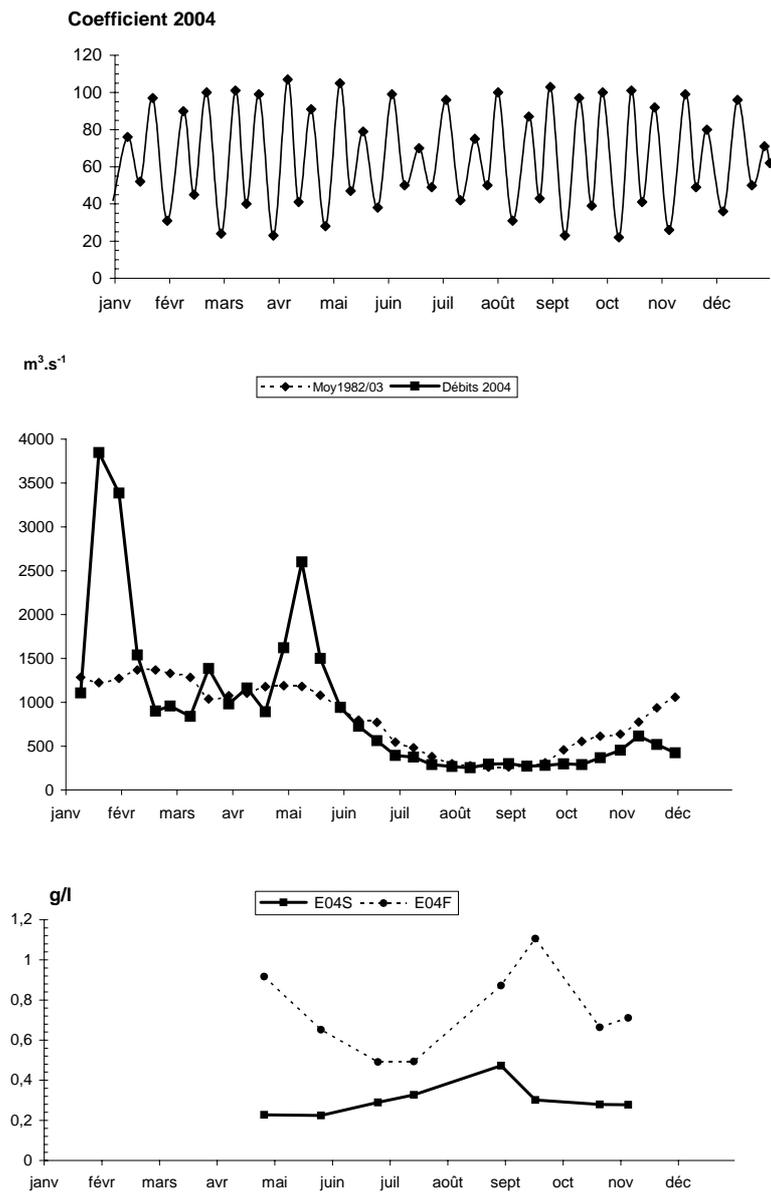
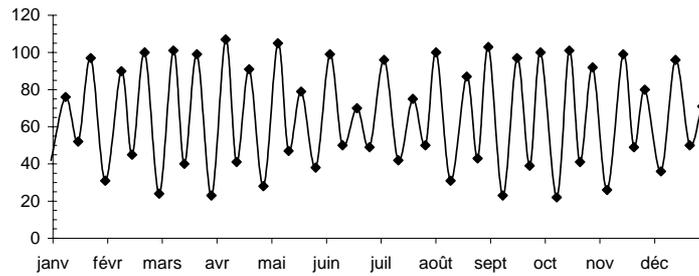
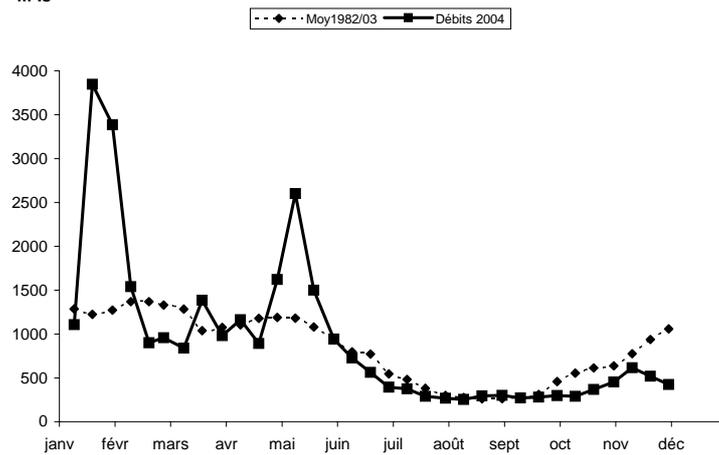


Figure 4-24 : Variations annuelles des turbidités moyennes au point E (PK 52) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2004

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

VI-6 POINT K PK 30 TURBIDITES							
ANNEE K 2004							
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)
28-avr	S	0,045	0,164	0,119	0,101	0,371	28
	F	0,126	0,535	0,409	0,278		
28-mai	S	0,092	0,210	0,118	0,144	0,160	41
	F	0,142	0,294	0,152	0,205		
27-juin	S	0,178	0,721	0,543	0,452	1,594	51
	F	0,822	1,772	0,950	1,164		
16-juil	S	0,243	0,801	0,558	0,540	1,794	62-64
	F	0,675	2,317	1,642	1,510		
31-août	S	0,351	2,107	1,756	1,324	2,219	102-103
	F	1,910	2,592	0,682	2,398		
18-sept	S	0,414	2,933	2,519	1,655	4,453	92-88
	F	2,005	7,386	5,381	4,094		
22-oct	S	0,222	0,697	0,475	0,483	1,396	43
	F	0,540	2,093	1,553	1,219		
04-nov	S	0,628	1,612	0,984	0,959	2,864	34-30
	F	0,898	3,777	2,879	2,007		

Coefficient 2004

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

g/l

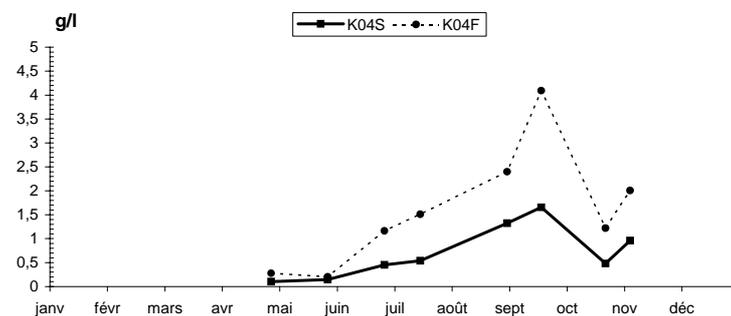


Figure 4-25 : Variations annuelles des turbidités moyennes au point K (PK 30) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2004

4.4.2. Variations spatiales

4.4.2.1. Variations longitudinales

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

Les valeurs maximales sont relevées fin avril et mi-septembre au PK 67, fin avril et fin août au PK52, mi-septembre au PK 30 :

au PK 67 : 0,568 g/l en surface et 3,710 g/l au fond

au PK 52 : 0,907 g/l en surface et 2,016 g/l au fond

au PK 30 : 2,933 g/l en surface et 7,386 g/l au fond

Les turbidités minimales sont relevées fin juin au PK 67, fin juin au PK 52, fin avril au PK 30 :

au PK 67 : 0,046 g/l en surface et 0,139 g/l au fond

au PK 52 : 0,082 g/l en surface et 0,242 g/l au fond

au PK 30 : 0,045 g/l en surface et 0,126 g/l au fond

4.4.2.2. variations verticales

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

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

au Point F : de 0,857 g/l (25 juin) à 3,450 g/l (26 avril)

au Point E : de 0,266 g/l (26 juin) à 1,806 g/l (27 avril)

au Point K : de 0,160 g/l (28 mai) à 4,453 g/l (18 septembre)

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

au Point F : de 0,047 g/l (26 mai) à 3,406 g/l (26 avril)

au Point E : de 0,083 g/l (27 mai) à 1,760 g/l (27 avril)

au Point K : de 0,118 g/l (28 mai) à 5,381 g/l (18 septembre)

Par rapport à 2003, les valeurs des concentrations de 2004 sont en moyenne inférieures, du fait du lessivage printanier en mai qui a éjecté le bouchon vaseux en aval, et du fait de la remontée très en amont du bouchon vaseux par suite de la faiblesse des débits fluviaux estivaux.

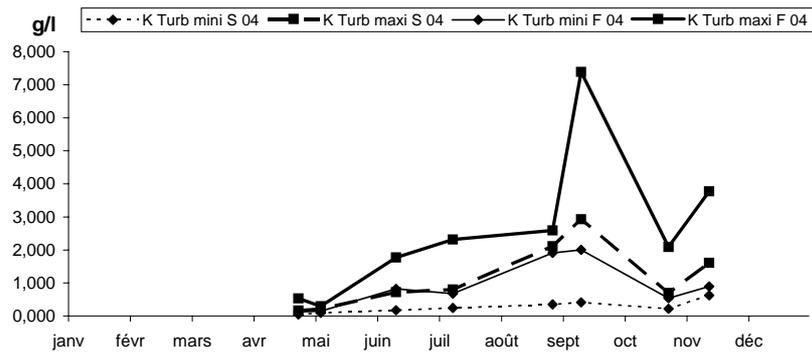
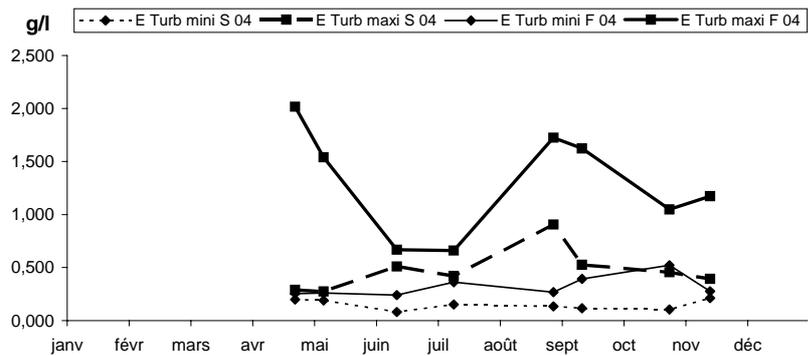
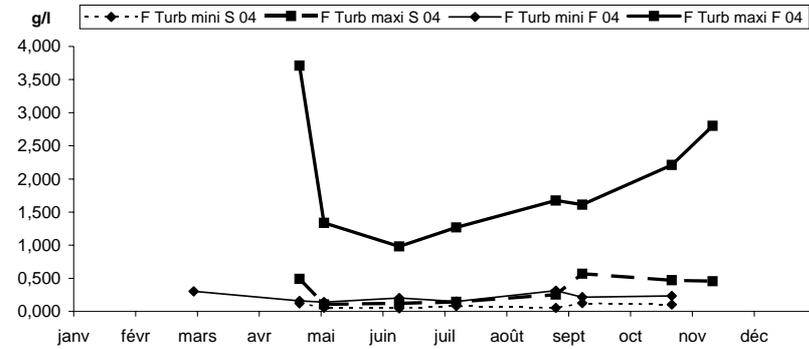


Figure 4-26 : Variations annuelles des turbidités minimales et maximales aux points F-E-K en 2004

Tableau 4-11 : Maximum et minimum de turbidité observés au cours des années 1978 à 2004

Point E-PK 52-SURFACE

Année	g/l	Date	Débits (*)	Coefficients	Vitesses max de courant (cm.s ⁻¹)	
1978	mini.	0,056	29-août	177	43-47	95
	maxi.	1,260	20-juin	840	91-96	165
1979	mini.	0,040	06-juin	1814	52-56	115
	maxi.	2,420	12-mars	685	73-77	155
1980	mini.	0,060	12-févr	1580	44-48	-85
	maxi.	1,900	17-juin	400	72-67	160
1981	mini.	0,050	11-août	263	41-44	70
	maxi.	2,470	21-avr	1276	85-84	180
1982	mini.	0,079	06-juil	372	72-73	160
	maxi.	1,682	16-mars	1548	55-49	170
1983	mini.	0,064	19-juil	442	54-52	115
	maxi.	1,220	29-nov	452	56-59	85
1984	mini.	0,152	07-août	275	49-50	85
	maxi.	2,424	07-mars	1371	79-75	133
1985	mini.	0,080	24-sept	260	41-47	-70
	maxi.	1,800	12-mars	1422	80-71	150
1986	mini.	0,072	13-mai	2146	62-58	90
	maxi.	1,760	18-nov	386	79-76	120
1987	mini.	0,108	18-août	438	33	70
	maxi.	1,780	27-janv	1034	73-66	160
1988	mini.	0,087	26-avr	1301	36-40	-75
	maxi.	1,700	23-août	327	36-40	108
1989	mini.	0,120	10-juil	205	54-50	97
	maxi.	1,902	11-avr	1030	64-56	145
1990	mini.	0,097	03-juil	487	43-44	90
	maxi.	1,768	13-nov	918	60-64	55
1991	mini.	0,037	04-juin	695	51-49	0,104
	maxi.	1,216	12-mars	838	41-47	98
1992	mini.	0,049	04-nov	1790	37-40	-78
	maxi.	1,334	08-juil	1410	57-54	94
1993	mini	0,128	08-sept	325	51-45	Etale PM
	maxi	1,380	03-nov	947	75-72	92
1994	mini	0,081	06-juil	725	54-59	PM
	maxi	0,878	09-nov	1885	66-59	120
1995	mini	0,104	20-sept	285	39-44	Etale PM
	maxi	0,660	12-avr	914	59-67	114
1996	mini	0,122	24-juil	265	49-48	BM
	maxi	1,055	09-oct	501	59-64	113
1997	mini	0,141	15-avr	376	37-36	Etale PM
	maxi	2,674	09-juil	485	72-69	148
1998	mini	0,033	04-mars	626	79-70	-158
	maxi	0,738	13-juil	268	89-87	155
1999	mini	0,064	22-sept	397	55-62	+/-111
	maxi	1,632	01-sept	230	82-76	143
2000	mini	0,094	07-sept	307	31	82
	maxi	1,209	28-sept	333	105-106	140
2001	mini	0,072	30-août	236	50-55	106
	maxi	0,829	03-juil	312	68-71	120
2002	mini	0,078	16-sept	412	38-41	Etale BM
	maxi	2,368	17-avr	692	73-68	178
2003	mini	0,089	10-juil	173	61-65	116
	maxi	1,965	11-sept	162	92-93	146
2004	mini	0,082	26-juin	448	49-49	-108
	maxi	0,212	05-nov	568	27-26	105

(*) Moyenne des 10 jours précédents.

Tableau 4-12 Maximum et minimum de turbidité observés au cours des années 1978 à 2004

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

(*) 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 0,20 ml.l⁻¹ (29 août) et 0,73 ml.l⁻¹ (26 avril)
au fond entre 0,21 ml.l⁻¹ (29 août) et 0,81 ml.l⁻¹ (26 avril)

Au Point E PK 52 (Tableau 4-14)

en surface entre 0,23 ml.l⁻¹ (21 octobre) et 0,51 ml.l⁻¹ (26 juin)
au fond entre 0,16 ml.l⁻¹ (27 avril) et 0,68 ml.l⁻¹ (21 octobre)

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

en surface entre 0,06 ml.l⁻¹ (27 juin) et 0,86 ml.l⁻¹ (18 septembre)
au fond entre 0,08 ml.l⁻¹ (27 juin) et 1,10 ml.l⁻¹ (04 novembre)

4.5.1.2. Variations annuelles

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

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

en surface : 0,16 ml.l⁻¹ (2,86 %) le 16 sept et 1,74 ml.l⁻¹ (24,64 %) le 26 avril.
au fond : 0,16 ml.l⁻¹ (2,82 %) le 16 sept et 1,75 ml.l⁻¹ (24,97 %) le 26 avril.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées :

le 03 nov en surface : 6,08 ml.l⁻¹ (92,30 %) (Qfl : 474 m³.s⁻¹ - coef. 46-40)
le 11 nov au fond : 6,15 ml.l⁻¹ (94,45 %) (Qfl : 474 m³.s⁻¹ - coef. 46-40)

Les déficits moyens correspondants:

en surface : 0,51 ml.l⁻¹ (7,70 %)
au fond : 0,36 ml.l⁻¹ (5,55 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 14 juillet en surface : 4,97 ml.l⁻¹ (83,70 %) (Qfl : 355 m³.s⁻¹ - coef. 49-52)
le 14 juillet au fond : 4,94 ml.l⁻¹ (83,55 %) (Qfl : 355 m³.s⁻¹ - coef. 49-52)

Les déficits moyens correspondants :

en surface : 0,97 ml.l⁻¹ (16,30 %)
 au fond : 0,97 ml.l⁻¹ (16,45 %)

Les déficits minimum de l'année ont été relevés :

le 16 sept en surface : 0,03 ml.l⁻¹ (0,46 %) (Qfl : 271 m³.s⁻¹ - coef. 96-97)

le 16 sept au fond : 0,03 ml.l⁻¹ (0,60 %) (Qfl : 271 m³.s⁻¹ - coef. 96-97)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 26 avril en surface : 1,98 ml.l⁻¹ (27,97 %) (Qfl : 1403 m³.s⁻¹ - coef. 41-36)

le 26 avril au fond : 2,07 ml.l⁻¹ (29,31 %) (Qfl : 1403 m³.s⁻¹ - coef. 41-36)

Les valeurs moyennes de l'année 2003 au point F évoluaient autour de 86 % du taux de saturation (5,17 ml/l). En 2004 les valeurs moyennes évoluent autour de 87,61% (5,39ml/l) soit +1,61 %. Le déficit moyen annuel est évalué à 0,79 ml.l⁻¹ (12,39 %) alors qu'en 2003 il était évalué à 1,84 ml.l⁻¹ (13,86 %). (Tableau 4-13)(Tableau 4-16)

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

VI-13 - OXYGENE DISSOUS														
POINT F PK 67														
ANNEE F 2004														
DATES		TAUX DE SATURATION		MOY DE LA MAREE		DEFICIT				ECART MAXI		COEFFICIENT	Qfl: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents)	
		ml/l	ml/l	ml/l	%	Moyen	Minimum	Maximum	ml/l	%	TRANCHE D'EAU			
26-avr	S	7,07	5,32	75,36	1,74	24,64%	1,25	17,96%	1,98	27,97%	0,12	1,34	41-36	1403
	F	7,00	5,25	75,03	1,75	24,97%	1,26	18,32%	2,07	29,31%				
26-mai	S	6,41	5,24	81,68	1,18	18,32%	0,99	15,78%	1,32	20,33%	0,03	1,50	41-39	1150
	F	6,37	5,22	81,85	1,16	18,15%	1,01	16,02%	1,36	20,86%				
25-juin	S	5,91	5,18	87,69	0,73	12,31%	0,60	10,32%	0,85	14,23%	0,25	3,11	50-49	456
	F	5,88	5,07	86,17	0,81	13,83%	0,65	11,28%	0,97	16,46%				
14-juil	S	5,94	4,97	83,70	0,97	16,30%	0,80	13,88%	1,12	18,54%	0,05	0,39	49-52	355
	F	5,91	4,94	83,55	0,97	16,45%	0,82	14,27%	1,13	18,66%				
29-août	S	5,60	5,11	91,30	0,49	8,70%	0,35	6,43%	0,55	9,69%	0,04	0,67	86-92	343
	F	5,58	5,10	91,43	0,48	8,57%	0,34	6,29%	0,56	9,82%				
16-sept	S	5,59	5,43	97,14	0,16	2,86%	0,03	0,46%	0,29	5,12%	0,06	0,41	96-97	271
	F	5,56	5,40	97,18	0,16	2,82%	0,03	0,60%	0,26	4,71%				
20-oct	S	6,49	5,85	90,25	0,63	9,75%	0,46	7,00%	0,89	13,72%	0,26	4,33	54-47	352
	F	6,42	5,95	92,68	0,47	7,32%	0,31	4,86%	0,64	9,96%				
03-nov	S	6,59	6,08	92,30	0,51	7,70%	0,30	4,71%	0,77	11,65%	0,29	4,94	46-40	474
	F	6,52	6,15	94,45	0,36	5,55%	0,21	3,22%	0,44	6,71%				
Moyennes	S	6,20	5,40	87,43	0,80	12,57%	0,60	9,57%	0,97	15,16%				
	F	6,16	5,38	87,79	0,77	12,21%	0,58	9,36%	0,93	14,56%				
	G	6,18	5,39	87,61	0,79	12,39%	0,59	9,46%	0,95	14,86%				

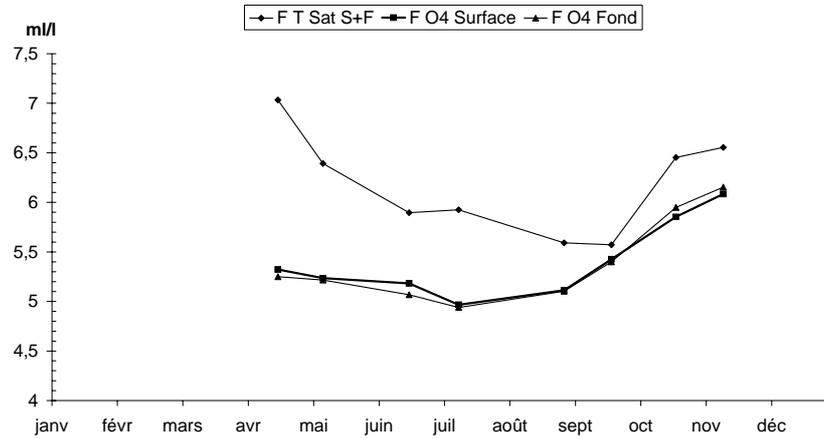


Figure 4-27 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en $ml.l^{-1}$ au Point F (PK 67) en 2004

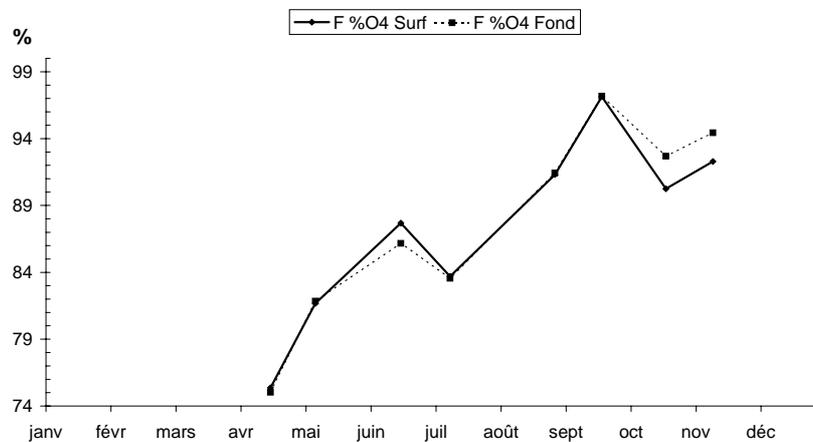


Figure 4-28 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % au Point F (PK 67) en 2004

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

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

en surface : 0,44 ml.l⁻¹ (6,43 %) le 05 nov et 1,65 ml.l⁻¹ (23,44 %) le 27 avril.
 au fond : 0,57 ml.l⁻¹ (8,35 %) le 05 nov et 1,66 ml.l⁻¹ (23,74 %) le 27 avril.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées

le 05 nov en surface : 6,30 ml.l⁻¹ (93,57 %) (Qfl : 568 m³.s⁻¹ - coef. 27-26)

le 05 nov au fond : 6,28 ml.l⁻¹ (91,65 %) (Qfl : 568 m³.s⁻¹ - coef. 27-26)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 0,44 ml.l⁻¹ (6,43 %)

au fond : 0,57 ml.l⁻¹ (8,35 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 15 juillet en surface : 4,71 ml.l⁻¹ (79,73 %) (Qfl : 346 m³.s⁻¹ - coef. 56-59)

le 15 juillet au fond : 4,68 ml.l⁻¹ (77,60 %) (Qfl : 346 m³.s⁻¹ - coef. 56-59)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 1,20 ml.l⁻¹ (20,27 %)

au fond : 1,35 ml.l⁻¹ (22,40 %)

Les déficits minimum de l'année ont été observés :

le 05 nov en surface : 0,12 ml.l⁻¹ (1,77 %) (Qfl : 568 m³.s⁻¹ - coef. 27-26)

le 05 nov au fond : 0,46 ml.l⁻¹ (6,76 %) (Qfl : 568 m³.s⁻¹ - coef. 27-26)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 27 avril en surface : 1,83 ml.l⁻¹ (25,79 %) (Qfl : 1461 m³.s⁻¹ - coef. 31-28)

le 27 avril au fond : 1,73 ml.l⁻¹ (24,69 %) (Qfl : 1461 m³.s⁻¹ - coef. 31-28)

Les valeurs moyennes de l'année 2003 au point E évoluaient autour de 82 % du taux de saturation (5,06ml/l). En 2004 les valeurs moyennes évoluent favorablement, autour de 83,55 % (5,27 ml/l). Le déficit moyen annuel est évalué à 1,04 ml.l⁻¹ (16,45 %) alors qu'en 2002 il était évalué à 1,11 ml.l⁻¹ (17,86%). (**Tableau 4-14**) (**Tableau 4-16**)

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

VI-14 - OXYGENE DISSOUS														
POINT E PK 52														
ANNEE														
E 2004														
DATES	TAUX DE SATURATION ml/l	MOY DE LA MAREE		DEFICIT				ECART MAXI		COEFFICIENT	Qff: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents)			
		ml/l	%	Moyen	Minimum	Maximum	TRANCHE D'EAU ml/l	%						
27-avr	S	7,03	5,39	76,56	1,65	23,44%	1,46	21,00%	1,83	25,79%	0,05	1,27	31-28	1461
	F	7,01	5,35	76,26	1,66	23,74%	1,57	22,27%	1,73	24,69%				
27-mai	S	6,45	5,06	78,37	1,40	21,63%	1,16	18,18%	1,54	23,68%	0,14	2,30	38-38	1100
	F	6,48	5,00	77,21	1,48	22,79%	1,28	19,80%	1,55	23,83%				
26-juin	S	5,92	5,03	85,10	0,89	14,90%	0,54	9,57%	1,05	17,28%	0,12	4,86	49-49	448
	F	5,96	4,94	82,80	1,03	17,20%	0,85	14,44%	1,14	18,78%				
15-juil	S	5,90	4,71	79,73	1,20	20,27%	1,00	17,02%	1,37	22,47%	0,03	5,20	56-59	346
	F	6,03	4,68	77,60	1,35	22,40%	1,17	19,48%	1,51	24,88%				
30-août	S	5,77	4,83	83,71	0,94	16,29%	0,71	12,51%	1,17	19,91%	0,07	1,19	97-100	327
	F	5,77	4,79	83,05	0,98	16,95%	0,77	13,55%	1,24	21,10%				
17-sept	S	5,77	5,05	87,55	0,72	12,45%	0,49	8,68%	0,94	15,89%	0,07	1,25	96-94	273
	F	5,76	5,02	87,16	0,74	12,84%	0,56	9,93%	0,97	16,37%				
21-oct	S	6,66	5,99	89,98	0,67	10,02%	0,55	8,37%	0,78	11,94%	0,43	9,28	42-41	368
	F	6,78	5,86	86,41	0,92	13,59%	0,53	7,86%	1,21	17,66%				
05-nov	S	6,73	6,30	93,57	0,44	6,43%	0,12	1,77%	0,60	8,67%	0,28	8,33	27-26	568
	F	6,85	6,28	91,65	0,57	8,35%	0,46	6,76%	0,70	10,10%				
Moyennes	S	6,28	5,29	84,32	0,99	15,68%	0,75	12,14%	1,16	18,20%				
	F	6,33	5,24	82,77	1,09	17,23%	0,90	14,26%	1,26	19,67%				
	G	6,31	5,27	83,55	1,04	16,45%	0,82	13,20%	1,21	18,94%				

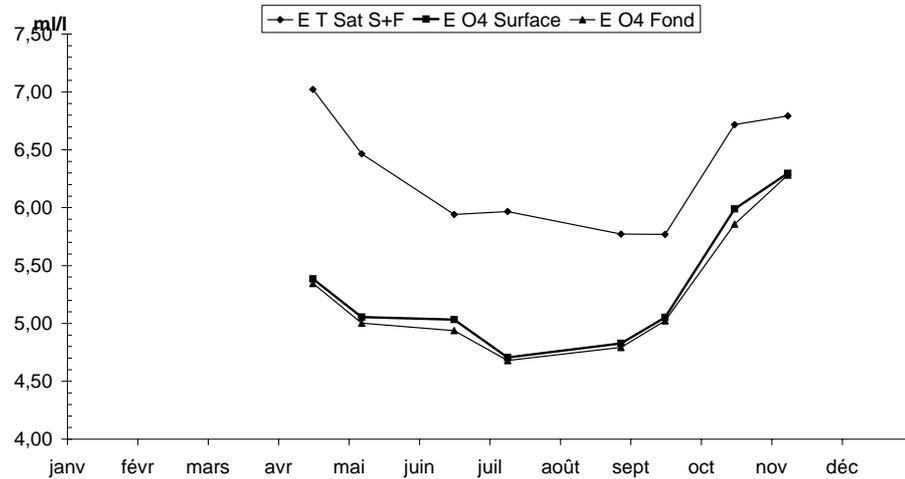


Figure 4-29 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml.l⁻¹ au Point E (PK 52) en 2004

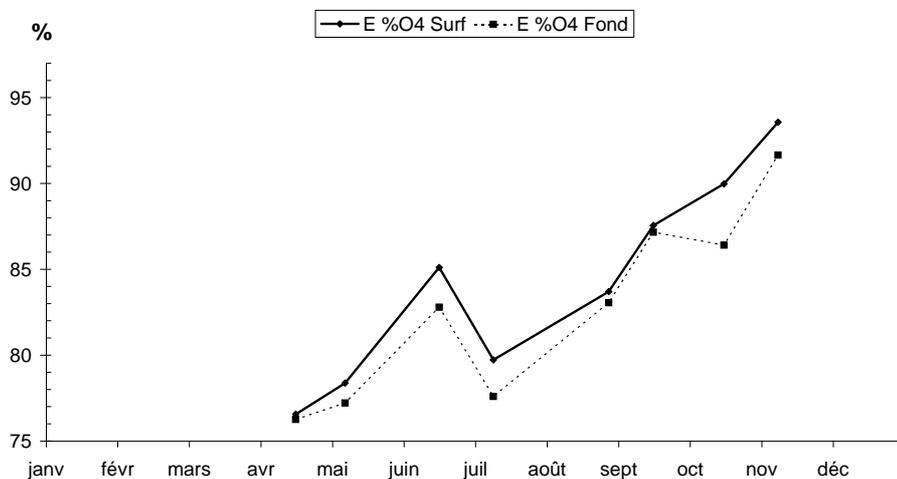


Figure 4-30 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % au Point E (PK 52) en 2004

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

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

en surface : 1,01 ml.l⁻¹ (15,04 %) le 22 oct et 2,74 ml.l⁻¹ (38,38 %) le 28 avril.
 au fond : 0,99 ml.l⁻¹ (14,73 %) le 22 oct et 2,86 ml.l⁻¹ (39,96 %) le 28 avril.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées

le 04 nov en surface : 5,75 ml.l⁻¹ (80,82 %) (Qfl : 489 m³.s⁻¹ - coef. 34-30)

le 04 nov au fond : 5,99 ml.l⁻¹ (84,24 %) (Qfl : 489 m³.s⁻¹ - coef. 34-30)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 1,37 ml.l⁻¹ (19,18 %)

au fond : 1,12 ml.l⁻¹ (15,76 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 28 avril en surface : 4,40 ml.l⁻¹ (61,62 %) (Qfl : 1486 m³.s⁻¹ - coef. 28)

le 28 avril au fond : 4,30 ml.l⁻¹ (60,04 %) (Qfl : 1486 m³.s⁻¹ - coef. 28)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 2,74 ml.l⁻¹ (38,38 %)

au fond : 2,86 ml.l⁻¹ (39,96 %)

Les déficits minimum de l'année ont été observés :

le 22 oct en surface : 0,60 ml.l⁻¹ (8,99 %) (Qfl : 391 m³.s⁻¹ - coef. 43)

le 04 nov au fond : 0,59 ml.l⁻¹ (8,33 %) (Qfl : 489 m³.s⁻¹ - coef. 34-30)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 28 avril en surface : 2,97 ml.l⁻¹ (42,05 %) (Qfl : 1486 m³.s⁻¹ - coef. 28)

le 28 avril au fond : 3,08 ml.l⁻¹ (43,41 %) (Qfl : 1486 m³.s⁻¹ - coef. 28)

Les valeurs moyennes de l'année 2003 au point K évoluaient autour de 74 % du taux de saturation (4,78ml/l). En 2004 les valeurs moyennes évoluent autour de 76,35 % (4,94 ml/l). Le déficit moyen annuel est évalué à 1,54 ml.l⁻¹ (23,65 %) alors qu'en 2003 il était évalué à 1,61 ml.l⁻¹ (25,20 %). (**Tableau 4-15**) (**Tableau 4-17**).

La comparaison des années 2003 et 2004, dites sèches, met en évidence une meilleure oxygénation, car le bouchon vaseux était beaucoup plus en amont qu'en 2003.

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

VI-15 - OXYGENE DISSOUS															
POINT K PK 30															
ANNEE K 2004															
DATES		TAUX DE SATURATION		MOY DE LA MAREE				DEFICIT				ECART MAXI TRANCHE D'EAU		COEFFICIENT	QI: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents)
		ml/l		ml/l	%	Moyen ml/l	%	Minimum ml/l	%	Maximum ml/l	%	ml/l	%		
28-avr	S	7,13	4,40	61,62	2,74	38,38%	2,45	34,34%	2,97	42,05%	0,14	2,61	28	1486	
	F	7,16	4,30	60,04	2,86	39,96%	2,67	36,96%	3,08	43,41%					
28-mai	S	6,55	4,74	72,46	1,80	27,54%	1,58	24,19%	2,02	30,72%	0,34	5,19	41	1072	
	F	6,56	4,57	69,62	1,99	30,38%	1,70	25,99%	2,20	33,52%					
27-juin	S	6,08	4,51	74,26	1,57	25,74%	1,54	25,51%	1,60	26,17%	0,12	2,05	51	440	
	F	6,09	4,45	73,07	1,65	26,93%	1,61	26,34%	1,68	27,56%					
16-juil	S	6,11	4,71	77,00	1,41	23,00%	1,26	20,62%	1,55	25,60%	0,10	1,16	62-64	339	
	F	6,10	4,67	76,52	1,43	23,48%	1,29	21,02%	1,59	26,10%					
31-août	S	6,05	4,85	80,16	1,20	19,84%	0,88	14,66%	1,45	23,68%	0,24	3,97	102-103	308	
	F	6,05	4,75	78,54	1,30	21,46%	1,11	18,64%	1,52	24,80%					
18-sept	S	6,08	5,01	82,49	1,07	17,51%	0,64	10,72%	1,50	24,21%	0,45	7,66	92-88	252	
	F	6,08	4,89	80,53	1,18	19,47%	0,96	15,88%	1,50	24,25%					
22-oct	S	6,71	5,70	84,96	1,01	15,04%	0,60	8,99%	1,29	19,19%	0,27	4,35	43	391	
	F	6,69	5,71	85,27	0,99	14,73%	0,83	12,49%	1,15	16,81%					
04-nov	S	7,12	5,75	80,82	1,37	19,18%	1,16	16,44%	1,77	24,55%	0,69	9,81	34-30	489	
	F	7,12	5,99	84,24	1,12	15,76%	0,59	8,33%	1,69	23,44%					
Moyennes	S	6,48	4,96	76,72	1,52	23,28%	1,26	19,44%	1,77	27,02%					
	F	6,48	4,92	75,98	1,57	24,02%	1,35	20,71%	1,80	27,49%					
	G	6,48	4,94	76,35	1,54	23,65%	1,30	20,07%	1,78	27,25%					

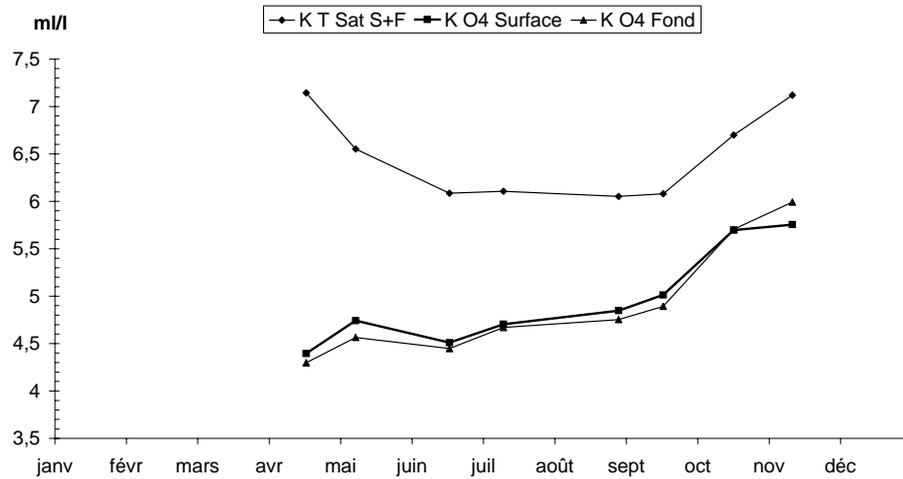


Figure 4-31 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml.l¹ au Point K (PK 30) en 2004

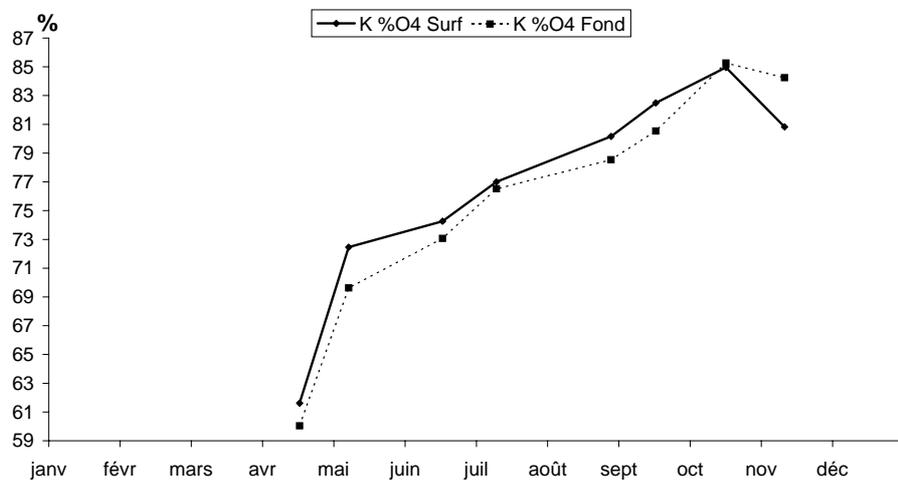


Figure 4-32 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % au Point K (PK 30) en 2004

4.5.1.3. variations pluriannuelles

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

	ANNEE	Nombre de valeurs	Moyenne des déficits annuels : ml/l	Intervalle de confiance	n-1
Point F	1992	62	1,110	0,0582	0,275
	1993	60	1,238	0,0610	0,284
	1994	64	1,107	0,0790	0,380
	1995	64	0,800	0,0645	0,310
	1996	64	0,937	0,0634	0,305
	1997	64	0,990	0,0355	0,171
	1998	64	0,873	0,0507	0,243
	1999	64	1,040	0,0534	0,256
	2000	64	1,201	0,0560	0,268
	2001	64	0,997	0,0617	0,295
	2002	64	1,010	0,0619	0,296
	2003	64	0,842	0,0752	0,360
	2004	64	0,786	0,1045	0,496
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	

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

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

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

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

4.5.2. Variations spatiales

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

4.5.2.1. Variations longitudinales

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

La moyenne des teneurs annuelles 2004 est de :

En surface :

Au Point F :

5,40 ml.l⁻¹ (87,43 %) pour une valeur de saturation de 6,20 ml/l, d'où un déficit de 0,80 ml.l⁻¹ (12,57 %).

Au Point E :

5,29 ml.l⁻¹ (84,32 %) pour une valeur de saturation de 6,28 ml/l, d'où un déficit de 0,99 ml.l⁻¹ (15,68 %).

Au Point K :

4,96 ml.l⁻¹ (76,72 %) pour une valeur de saturation de 6,48 ml/l, d'où un déficit de 1,52 ml.l⁻¹ (23,28 %).

Au fond :

Au point F :

5,38 ml.l⁻¹ (87,79 %) pour une valeur de saturation de 6,16 ml/l, d'où un déficit de 0,77 ml.l⁻¹ (12,21 %)

Au point E :

5,24 ml.l⁻¹ (82,77 %) pour une valeur de saturation de 6,33 ml/l, d'où un déficit de 1,09 ml.l⁻¹ (17,23 %)

Au Point K :

4,92 ml.l⁻¹ (75,98 %) pour une valeur de saturation de 6,48 ml/l, d'où un déficit de 1,54 ml.l⁻¹ (23,65 %)

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

Au Point F :

entre 0,16 ml.l⁻¹ (2,84 %) le 16 sept. et 1,75 ml.l⁻¹ (24,81 %) le 26 avril.

Au Point E :

entre 0,50 ml.l⁻¹ (7,39 %) le 05 nov. et 1,66 ml.l⁻¹ (23,59 %) le 27 avril.

Au Point K :

entre 1,00 ml.l⁻¹ (14,88 %) le 22 oct. et 2,80 ml.l⁻¹ (39,17 %) le 28 avril.

Pour l'année 2004 la comparaison des déficits aux trois points est représentée sur la **Figure 4-36**.

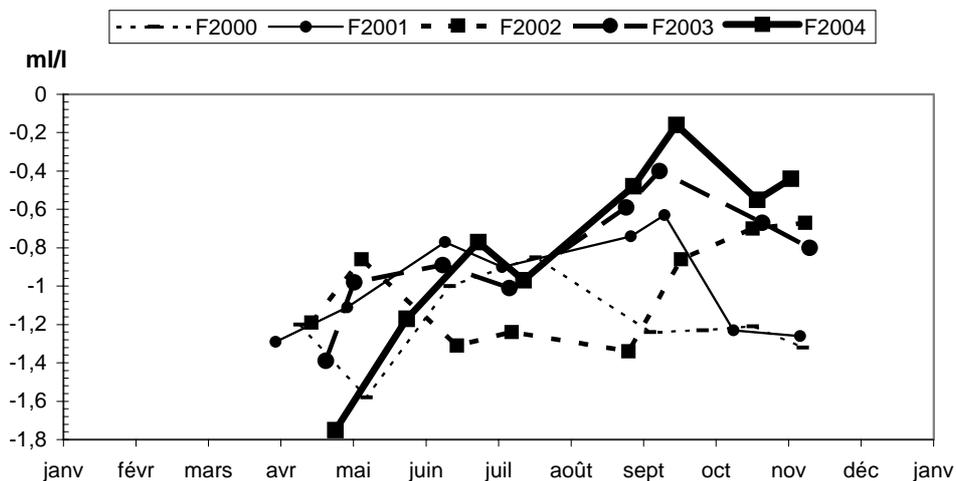


Figure 4-33 : Variations annuelles du déficit en oxygène dissous au Point F (PK 67) (Valeurs moyennes) de 2000 à 2004

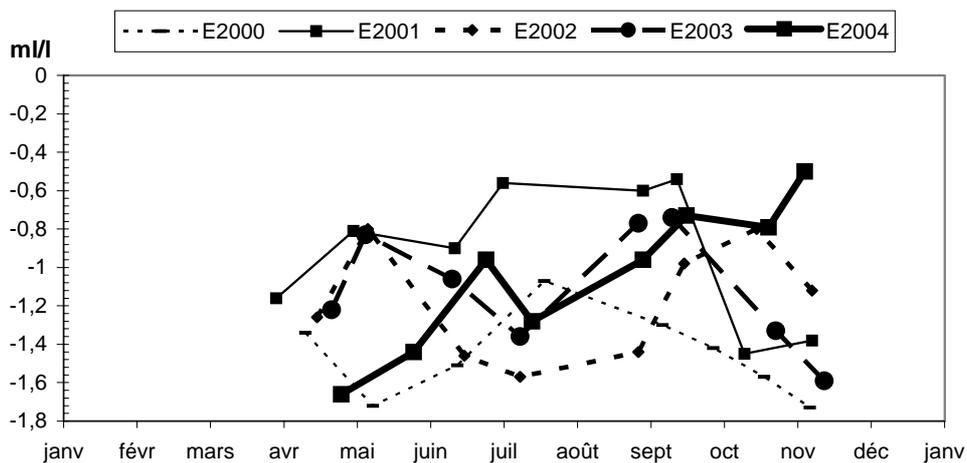


Figure 4-34 : Variations annuelles du déficit en oxygène dissous au Point E (PK 52) (Valeurs moyennes) de 2000 à 2004

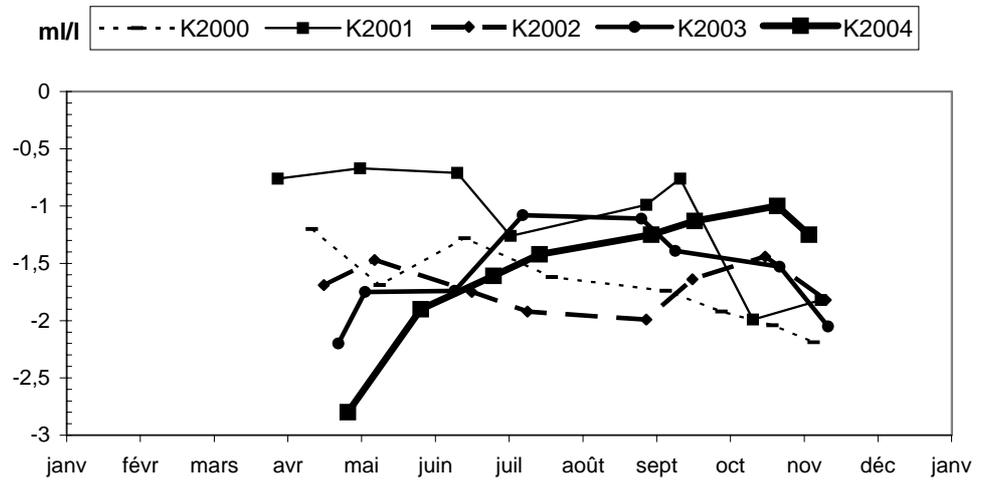


Figure 4-35 Variations annuelles du déficit en oxygène dissous au Point K (PK 30) (Valeurs moyennes) de 2000 à 2004

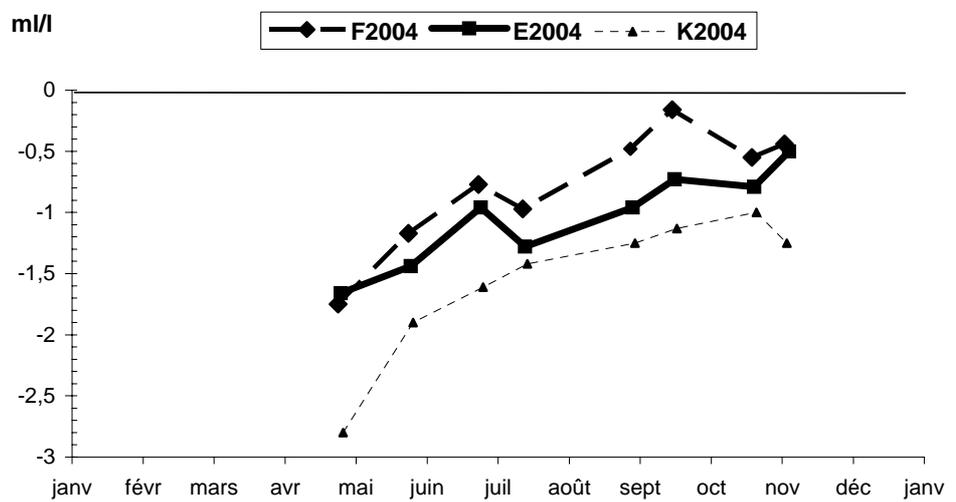


Figure 4-36 Variations du déficit en oxygène dissous au Point F E K (Valeurs moyennes) en 2004

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 0,03 ml.l⁻¹ (1,50 %) le 26 mai et 0,29 ml.l⁻¹ (4,94 %) le 03 novembre. Cette dernière valeur a été observée à la basse mer et correspond à des eaux ayant une température de 14,75 °C en surface et 14,72 °C au fond, et de turbidité : 0,130 g/l en surface et 0,617 g/l au fond.

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

Entre 0,03 ml.l⁻¹ (5,20 %) le 15 juillet et 0,43 ml.l⁻¹ (9,28 %) le 21 octobre. Cette dernière valeur a été observée à la basse mer et correspond à des eaux ayant une température de 20,33 °C en surface et 17,48°C au fond, et de turbidité : 0,284 g/l en surface et 0,552 g/l au fond.

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

Entre 0,10 ml.l⁻¹ (1,16 %) le 16 juillet et 0,69 ml.l⁻¹ (9,81 %) le 04 novembre. Cette dernière valeur a été observée à mi jusant et correspond à des eaux ayant une température de 14,37 °C en surface et 14,40°C au fond, et de turbidité : 0,912 g/l en surface et 3,777 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

On ne possède pas un nombre de mesures suffisamment élevé pour interpréter correctement les résultats, mais on peut noter cependant que :

- le pH augmente d'amont en aval, à mesure que la proportion d'eau marine est plus grande.
- lorsqu'il y a une nette stratification des eaux, le pH des eaux du fond est plus élevé que celui des eaux de surface, mais habituellement, lorsque les eaux sont bien mélangées, c'est l'inverse.
- le pH varie dans le même sens que la teneur en oxygène (Figure 44-38) (Figure 4-39) (Figure 4-40).

4.6.1. Variations annuelles

Le pH moyen relevé au cours de l'année 2004 a évolué :

Au point F (Figure 4-37)

en surface entre 7,76 (26 mai) et 8,06 (03 novembre)
au fond entre 7,74 (26 mai) et 8,05 (03 novembre)

Au point E (Figure 4-37)

en surface entre 7,82 (27 mai) et 8,01 (05 novembre)
au fond entre 7,80 (27 mai) et 8,00 (05 novembre)

Au point K (Figure 4-37)

en surface entre 7,81 (28 mai) et 7,96 (16 juillet)
au fond entre 7,79 (28 mai) et 7,95 (16 juillet)

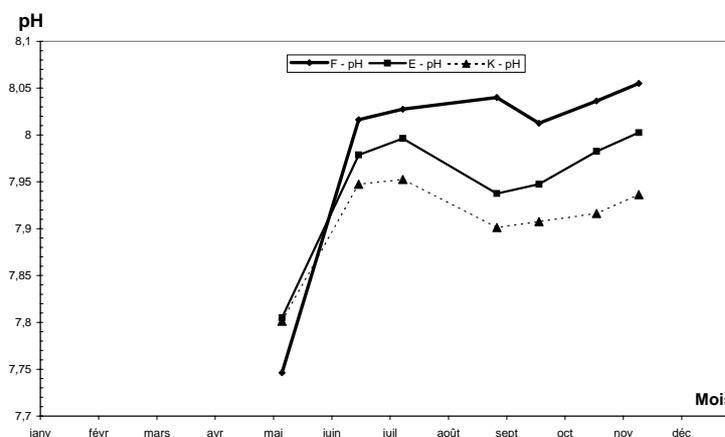


Figure 4-37 : Evolution du pH moyen (fond+surface) aux points FEK en 2004

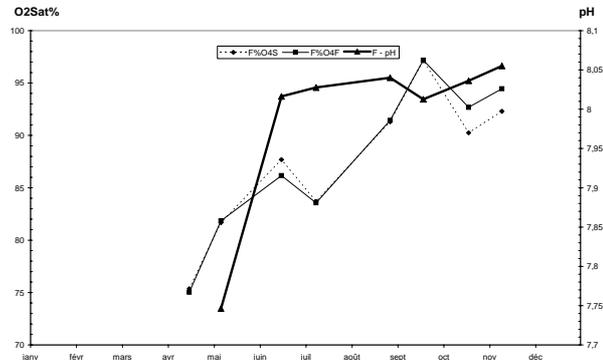


Figure 44-38 : Variations moyennes annuelles du pH (fond, surface) et du taux de saturation en oxygène au point F pk 67 en 2004

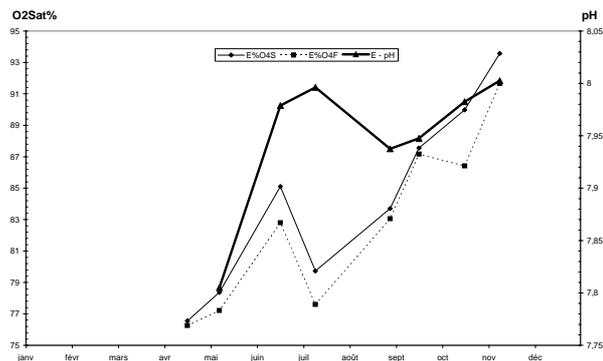


Figure 4-39 : Variations moyennes annuelles du pH (fond, surface) et du taux de saturation en oxygène au point E pk 52 en 2004

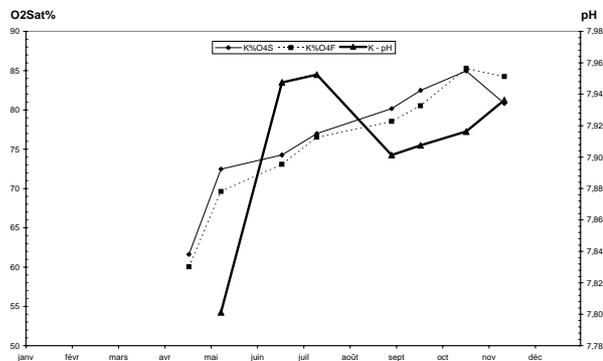


Figure 4-40 : Variations moyennes annuelles du pH (fond, surface) et du taux de saturation en oxygène au point K pk 30 en 2004

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 estuarienne 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

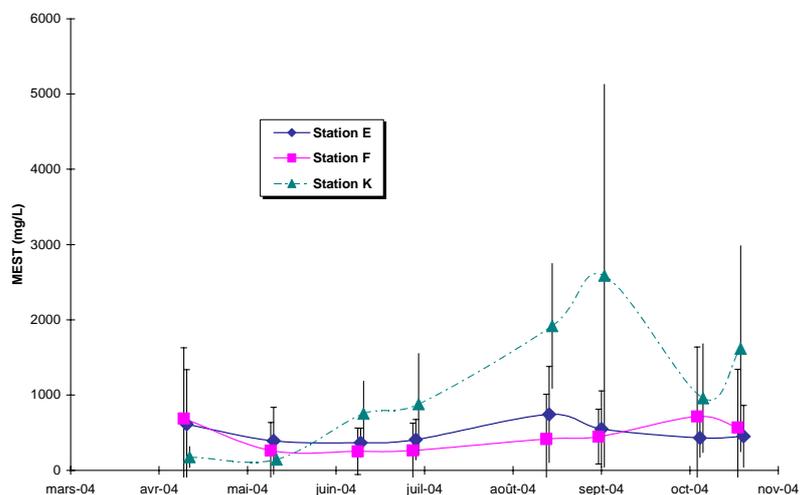


Figure 5-1 : Variations saisonnières des teneurs en matières en suspension, moyenne par station et mission

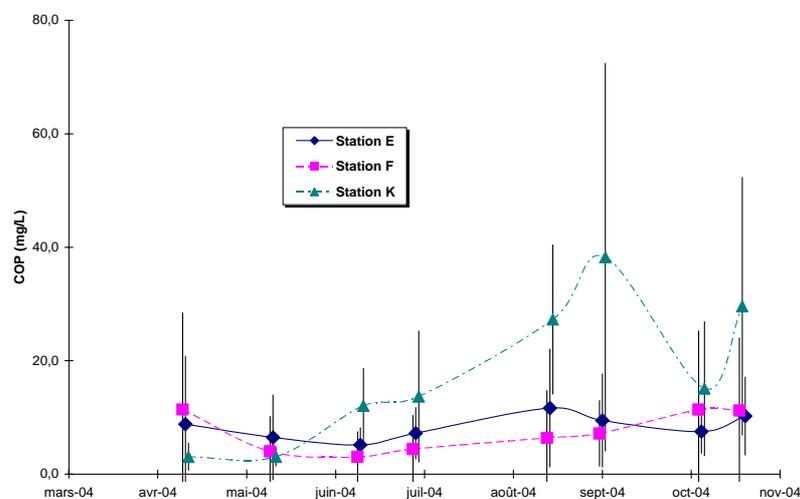


Figure 5-2 : Variations saisonnières des teneurs en carbone organique particulaire, moyenne par station et mission

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

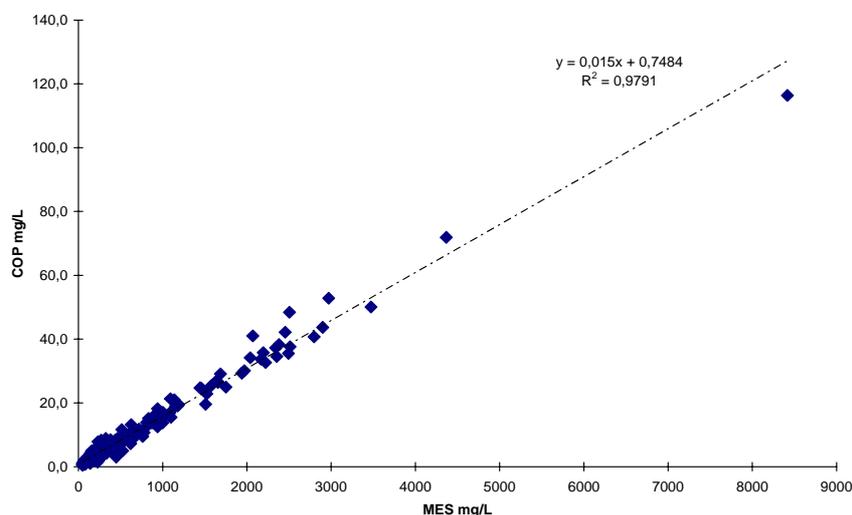


Figure 5-3 : répartitions des teneurs en COP par rapport à celles des matières en suspension, toute stations, niveaux et missions confondus

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

Tableau 5-1 : paramètres des droites de régressions entre les teneurs en COP ($\text{mg}\cdot\Gamma^1$) et celles en MES ($\text{mg}\cdot\Gamma^1$).

	Nb	Pente	Ordonnée	r	RV^{21}	α^{22}
Toute stations	192	1,50	0,75	0,99	8917	1.10^{-161}
Station E	64	1,61	0,75	0,99	2909	8.10^{-54}
Station E fond	32	1,64	0,19	0,99	1220	7.10^{-26}
Station E surface	32	1,29	1,17	0,88	105	3.10^{-11}
Station F	64	1,63	-0,02	0,99	3393	8.10^{-56}
Station F fond	32	1,63	-0,03	0,99	1623	1.10^{-27}
Station F surface	32	1,67	-0,08	0,94	229	1.10^{-15}
Station K	64	1,46	1,27	0,99	3096	1.10^{-54}
Station K fond	32	1,43	2,27	0,99	2065	3.10^{-29}
Station K surface	32	1,53	0,25	0,98	742	1.10^{-22}

²¹ Rapport des variances établies à partir des écarts quadratiques

²² Risque α selon la loi de Snédécour (Loi F) pour $u_1 = 1$ et $u_2 = N - 2$ degrés de liberté

La connaissance du milieu passe par l'étude des variations de la proportion de carbone organique dans les MES, rapport COP/MES.

5.1.1.1..2 Rapport COP/MES

Tout niveaux confondus, on constate que les variations saisonnières du rapport COP/MES sont à peu près similaires aux trois stations considérées (**Figure 5-4**). En période de crues, pour les trois premières campagnes de la période d'étude, le rapport COP/MES est plus élevé à la station K, plus en amont, en raison des apports fluviaux importants de matières organiques. En période d'étiage, le phénomène est inversé en raison de l'intrusion des eaux océaniques faiblement chargées en matériaux particulaires.

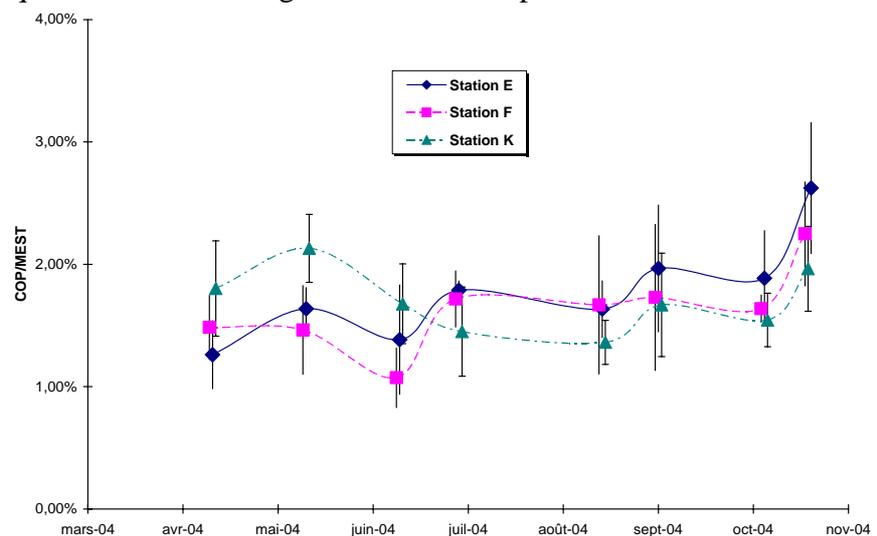


Figure 5-4 : Variations saisonnières du rapport COP/MES, en moyenne par station et mission

Comme le laisse apparaître les valeurs des paramètres des régressions linéaires présentées dans le tableau ci-dessus, la dispersion des valeurs du rapport COP/MES est plus importante en surface qu'au niveau du fond (**Figures 5-5 et 5-6**). Comme nous allons le voir, ce phénomène est associé aux teneurs élevées en MES enregistrées au niveau du fond.

De plus, on constate que l'amplitude des variations saisonnières est plus importante en surface qu'au niveau du fond.

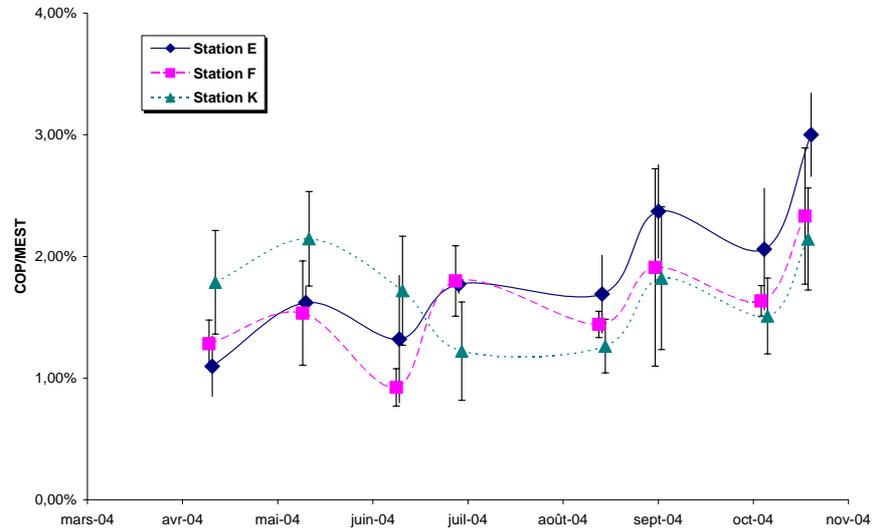


Figure 5-5 : Variations saisonnières du rapport COP/MES, niveau surface, en moyenne par station et mission

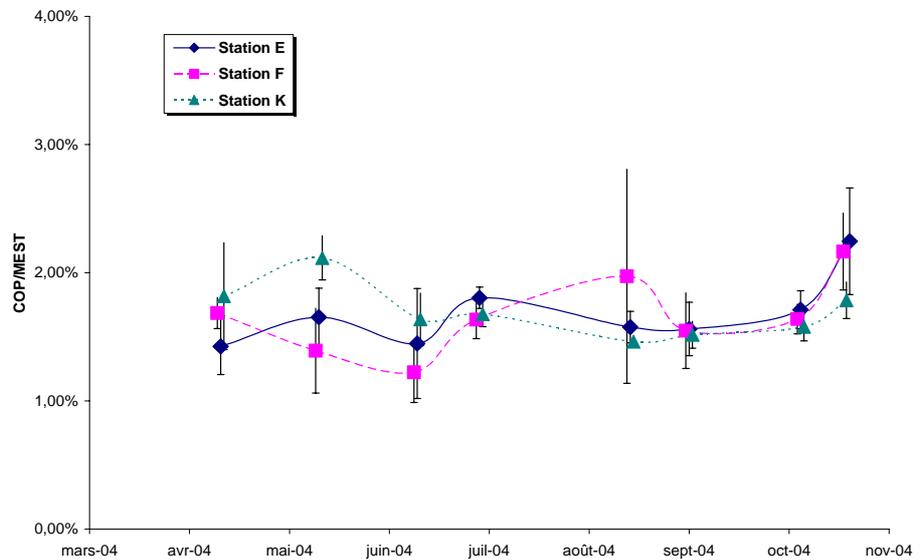


Figure 5-6 : Variations saisonnières du rapport COP/MES, niveau fond, en moyenne par station et mission

5.1.1.2. Relation avec les paramètres hydrobiologiques

Comme nous l'évoquions ci-dessus, la dispersion des valeurs du rapport COP/MES diminue lorsque la teneur en matières en suspension augmente (**Figure 5-7**). Ainsi le rapport COP/MES tend vers une valeur théorique qui est de l'ordre de 1,5 % lorsque la teneur en matières en suspension augmente.

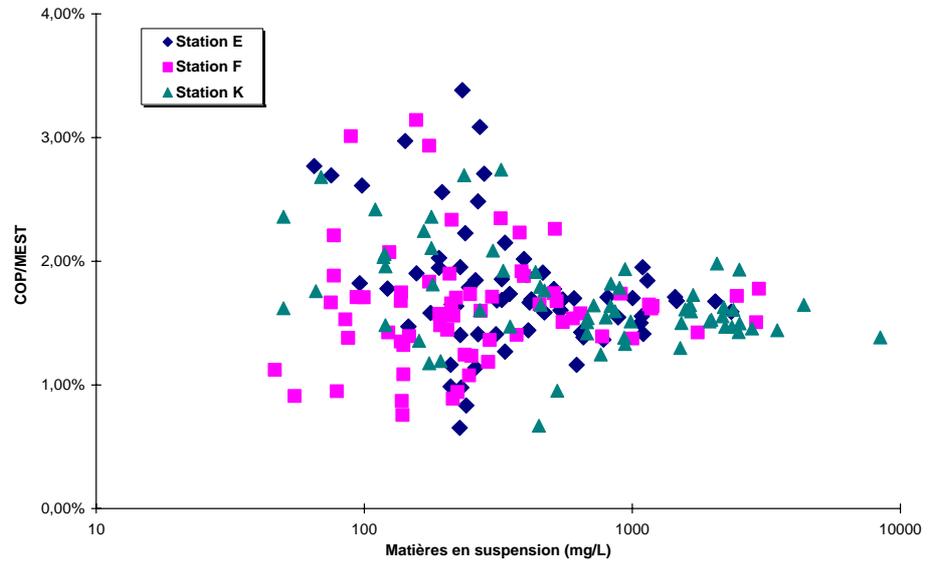


Figure 5-7 : Répartition des valeurs du rapport COP/MES (x) avec les teneurs en MES (y), par station

5.1.1.3. Evolution des moyennes annuelles

L'évolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et celles du COP sont à peu près identiques (**Figure 5-8 à 5-10**).

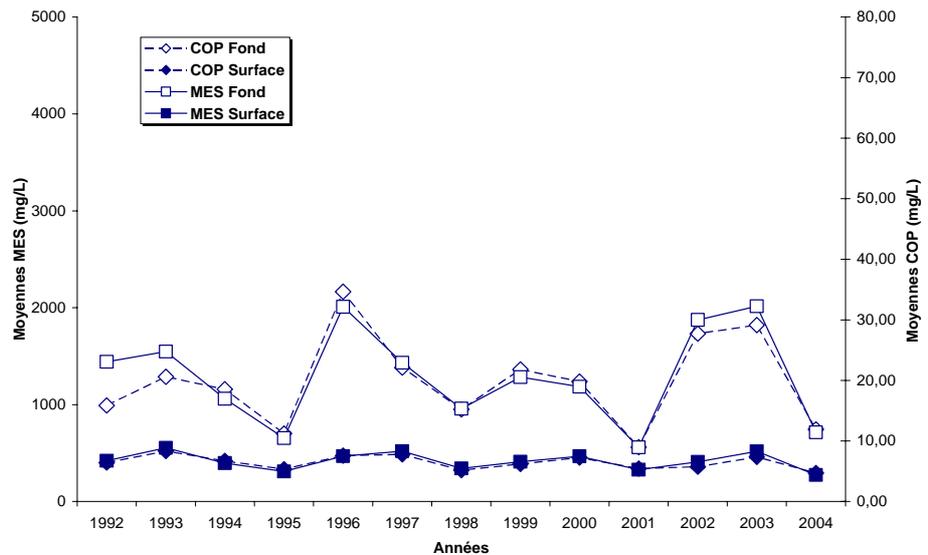


Figure 5-8 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et en COP à la station E

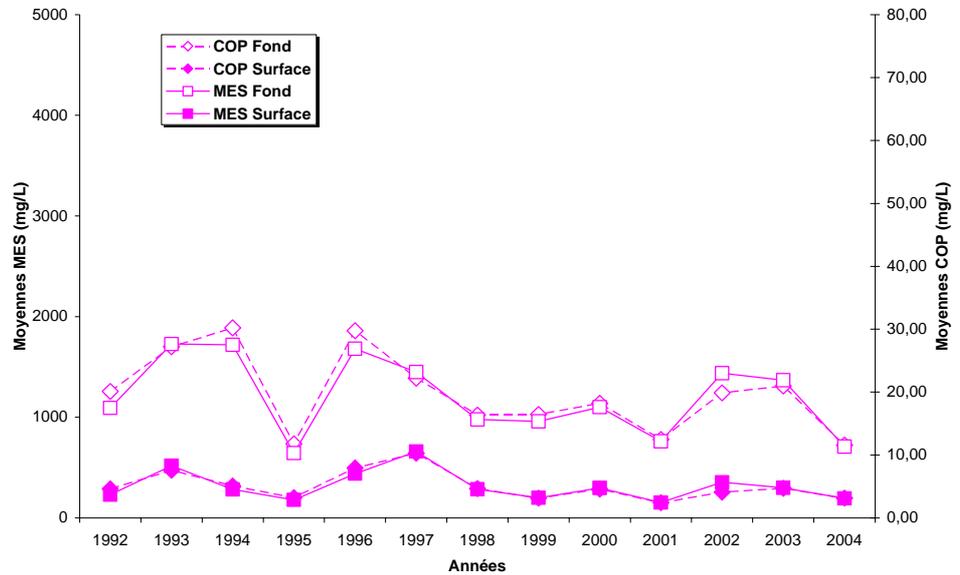


Figure 5-9 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et en COP à la station F

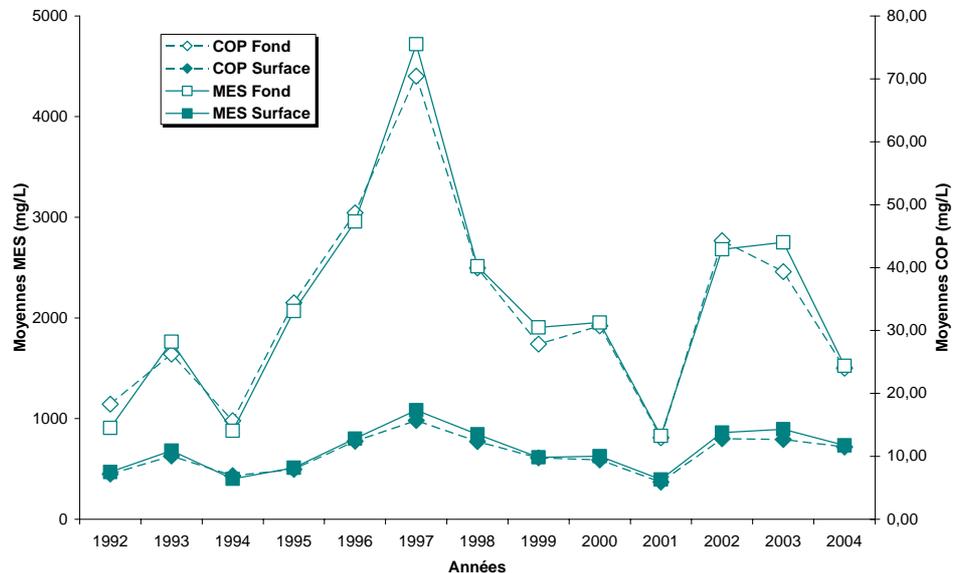


Figure 5-10 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et en COP à la station K

Le tableau ci-dessous fournit les valeurs des paramètres des droites de régression liant les concentrations en COP à celles des MES pour chaque année depuis 1993, toutes stations confondues (**Tableau 5-2**). Toutes stations confondues, les valeurs des paramètres des droites de régressions et la valeur de la moyenne annuelle sont proches de celles obtenues en 2003.

Tableau 5-2 : Paramètres des droites de régressions entre les teneurs en COP (mg.Γ¹) et celles en MES (mg.Γ¹) toutes stations confondues, période 1993 à 2004

	Nb	Pente	Ord.	r	RV	α	COP/MES
1993	188	1,36%	1,2	0,94	1421	5.10 ⁻⁸⁹	1,56%
1994	192	1,77%	-0,1	1,00	60809	4.10 ⁻²⁴⁰	1,86%
1995	168	1,67%	0,2	0,98	4076	1.10 ⁻¹¹⁸	1,72%
1996	192	1,77%	-1,1	1,00	24225	3.10 ⁻²⁰²	1,68%
1997	192	1,48%	0,4	0,99	10389	8.10 ⁻¹⁶⁸	1,51%
1998	168	1,62%	-0,4	1,00	26682	3.10 ⁻¹⁸⁵	1,59%
1999	191	1,62%	-0,3	0,97	2873	3.10 ⁻¹¹⁶	1,64%
2000	189	1,63%	-0,3	1,00	18679	3.10 ⁻¹⁸⁹	1,62%
2001	192	1,61%	-0,1	0,99	8907	1.10 ⁻¹⁶¹	1,62%
2002	191	1,50%	-0,3	0,97	2662	3.10 ⁻¹¹³	1,46%
2003	192	1,42%	0,5	0,98	3674	3.10 ⁻¹²⁶	1,57%
2004	192	1,50%	0,7	0,99	8917	1.10 ⁻¹⁶¹	1,56%

En ce qui concerne l'évolution des moyennes annuelles du rapport COP/MES, pour les trois stations considérées les valeurs obtenues au cours de l'année 2004 sont proches de celles des années précédentes (**Figures 5-11 à 5-13**). A la station E, depuis 2003, les valeurs sont plus élevées en surface qu'au fond ; l'ensemble est supérieur aux moyennes pluriannuelles 1992 – 2004 (1,61% en surface comme au fond). Cette augmentation est également enregistrée pour la station K ; les valeurs (1,70% en surface comme au fond) sont comprises dans les moyennes pluriannuelles 1992 – 2004 (1,74% au fond et 1,59% en surface). Enfin, pour la station F, les valeurs obtenues en 2004 sont dans la continuité de celles des années précédentes ; elles sont légèrement inférieures aux moyennes pluriannuelles 1992 – 2004 (1,74% au fond et 1,76 en surface).

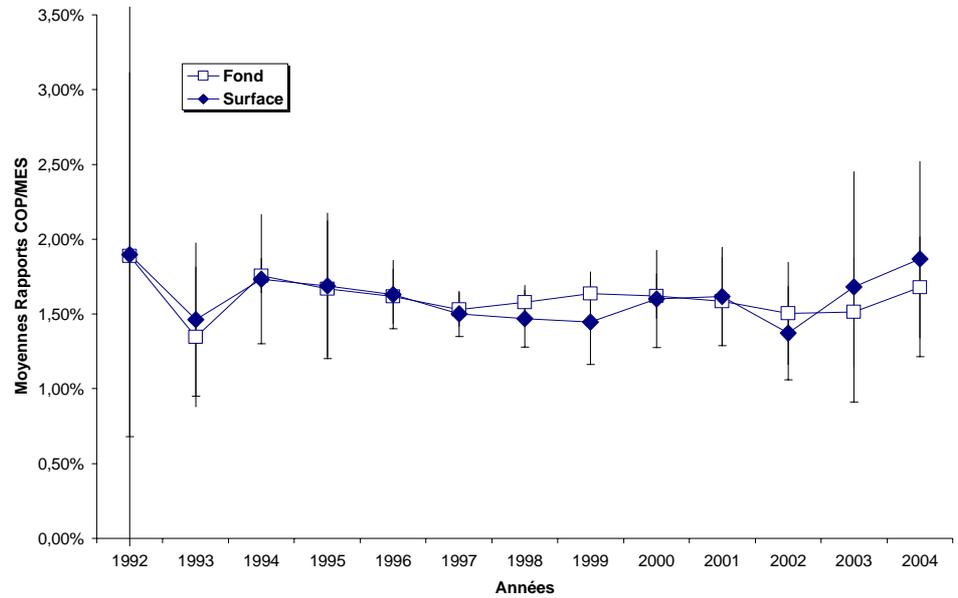


Figure 5-11 : Evolution des moyennes annuelles du rapport COP/MES à la station E, par niveau

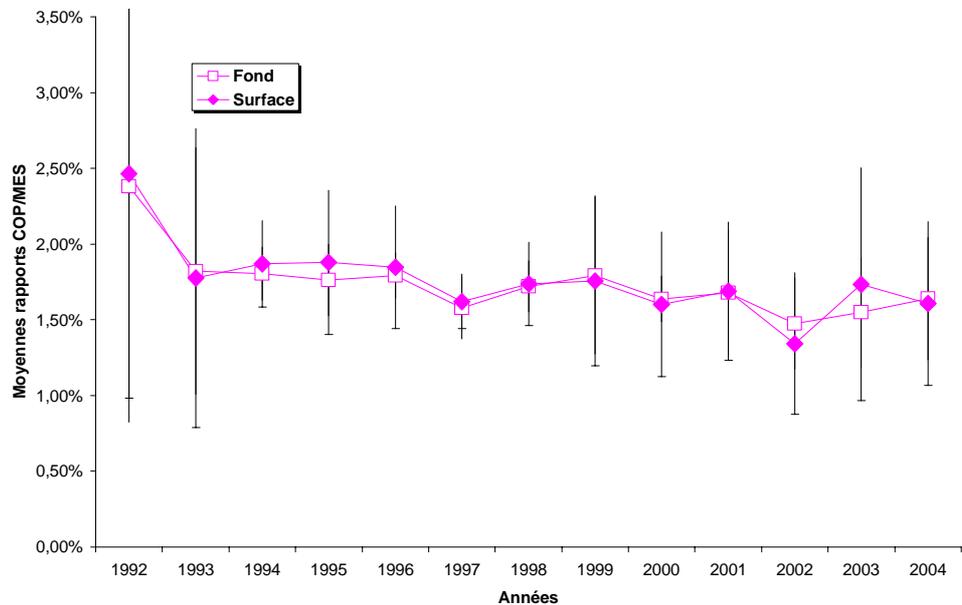


Figure 5-12 : Evolution des moyennes annuelles du rapport COP/MES à la station F, par niveau

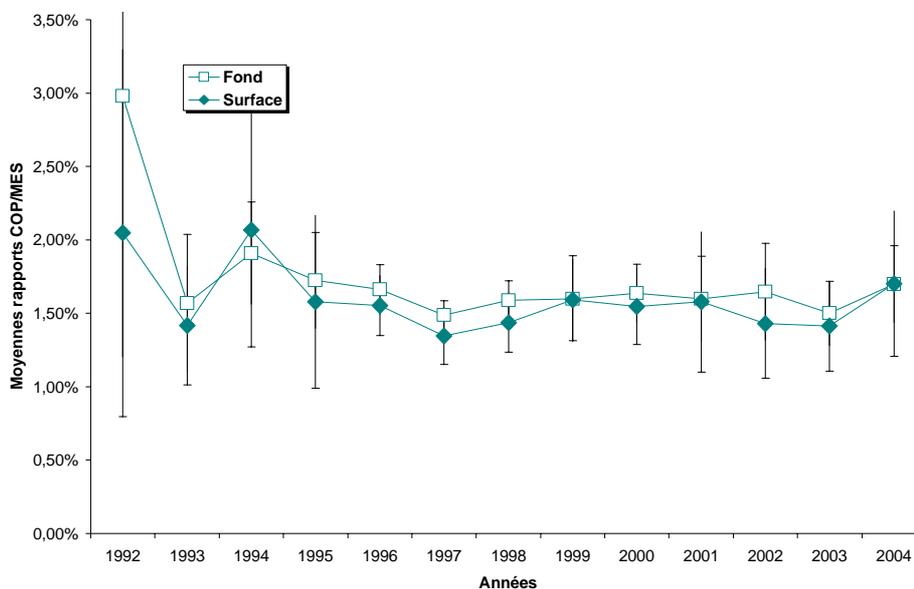


Figure 5-13 : Evolution des moyennes annuelles du rapport COP/MES à la station K, par niveau

5.1.2. Carbone organique dissous

5.1.2.1. Variations saisonnières

Pour les trois stations considérées, au cours de l'année, les teneurs en carbone organique dissous varient peu. Les valeurs moyennes par station oscillent entre 2 mg.l^{-1} et 4 mg.l^{-1} (**Figures 5-14**). D'une manière générale, les écarts au cours d'une même marée et par niveau sont faibles (**Figure 5-15 et 5-16**). Cependant des exceptions sont à noter :

- Station K, mission du 27 juin 2004, en surface comme au fond, valeurs de mi-flot élevées ($6,30 \text{ mg.l}^{-1}$ en surface et $5,55 \text{ mg.l}^{-1}$ au fond) ;
- Station F, missions des 26 avril et 29 août 2004, au fond uniquement (mi-jusant $8,45 \text{ mg.l}^{-1}$ en avril et pleine mer ($5,80 \text{ mg.l}^{-1}$ en août) ;
- Station E, mission du 14 septembre 2004, en surface comme au fond (**Figure 5-17**).

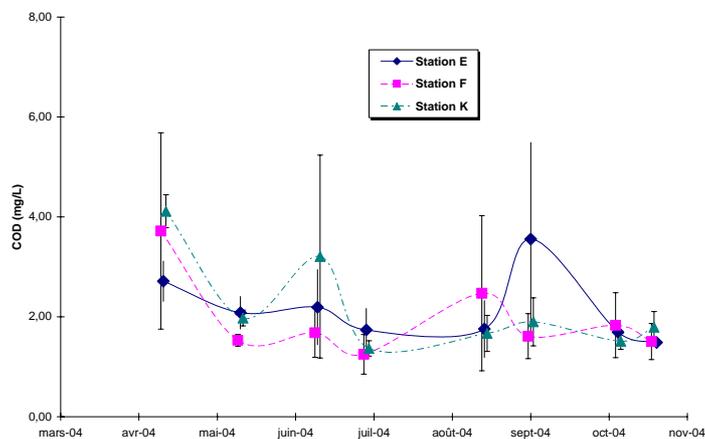


Figure 5-14 : Variations saisonnières du COD, en moyenne par station et mission

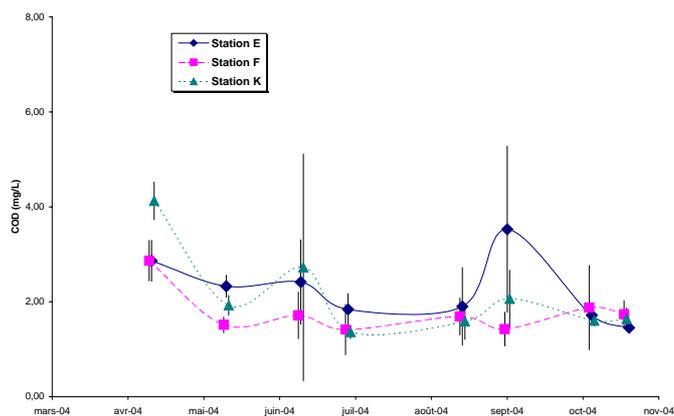


Figure 5-15 : Variations saisonnières du COD, niveau surface, en moyenne par station et mission

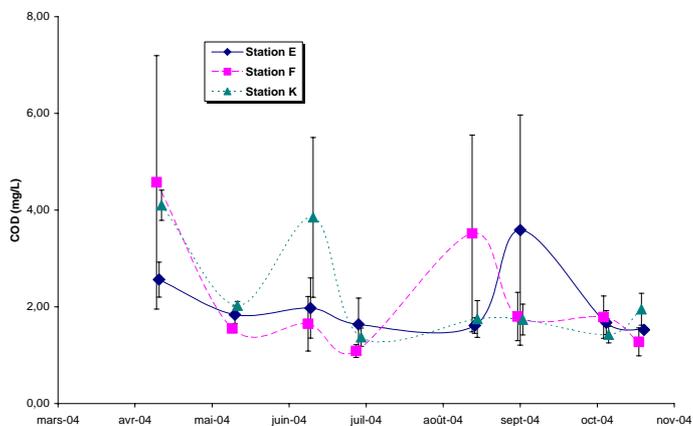


Figure 5-16 : Variations saisonnières du COD, niveau fond, en moyenne par station et mission

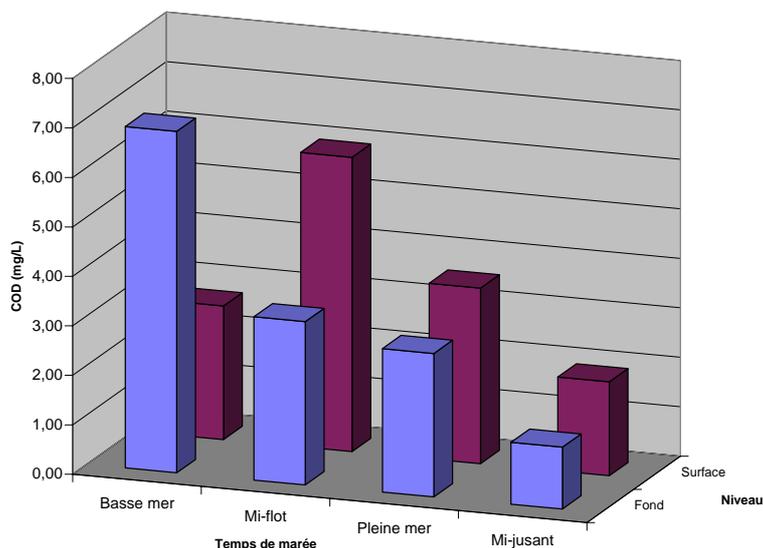


Figure 5-17 : Variations du COD, sur une marée, Station E mission du 17 septembre 2004

5.1.2.2. Relation avec les paramètres hydrobiologiques

Pour l'année 2004, compte tenu des conditions environnementale, aucune relation n'a été mise en évidence entre les teneurs en carbone organique dissous et les autres paramètres hydrobiologiques (température, salinité, MES...).

5.1.3. Carbone organique total

5.1.3.1. Répartition COP - COD

D'une manière générale, la fraction dissoute du carbone organique représente environ 1/3 du carbone organique total ($COT = COD + COP$). 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 5-18**). Ainsi, pour près de 60% des mesures réalisées, la teneur en COD représente moins de 30% du COT.

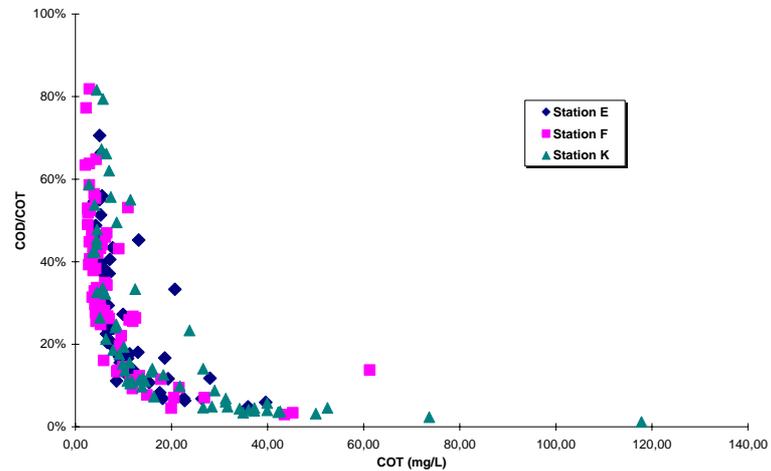


Figure 5-18 : Répartition du carbone organique entre COT et COD, toutes stations, niveaux et temps de marée confondus

A l'inverse, lors de l'intrusion des eaux halines au niveau de la station F en période d'étiage, le COD représente la majeure partie du COT. Il en est de même en période de crues, pour la station K, où les apports fluviaux sont plus fortement chargés en fraction dissoute.

5.1.3.2. Variations saisonnières

Comme nous venons de le voir, l'impact du carbone organique dissout n'apparaît que pour des teneurs en carbone organique particulaire faibles ; dans ce cas les teneurs en carbone organique total sont assez faibles. Ainsi, les variations saisonnières des teneurs en carbone organique total sont très proches de celles en carbone organique particulaire (**Figure 5-19**).

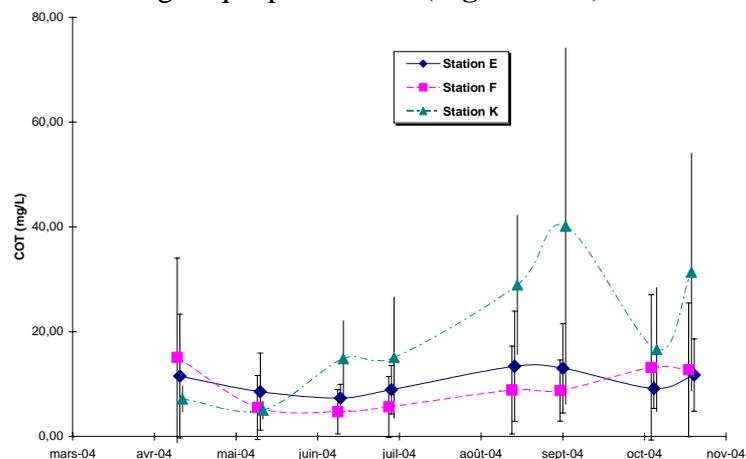


Figure 5-19 : Variations saisonnières du COT, en moyenne par station et mission

5.2. Chlorophylle et phéopigments

5.2.1. Variations saisonnières

5.2.1.1. Concentration en chlorophylle (a)

A la station E, les variations saisonnières des teneurs en chlorophylle *a* sont caractérisées par la présence d'un pic lors de la mission du mois de mai 2004 (**Figure 5-20**). Ce pic est enregistré à basse mer et, de façon plus atténuée, à pleine mer.

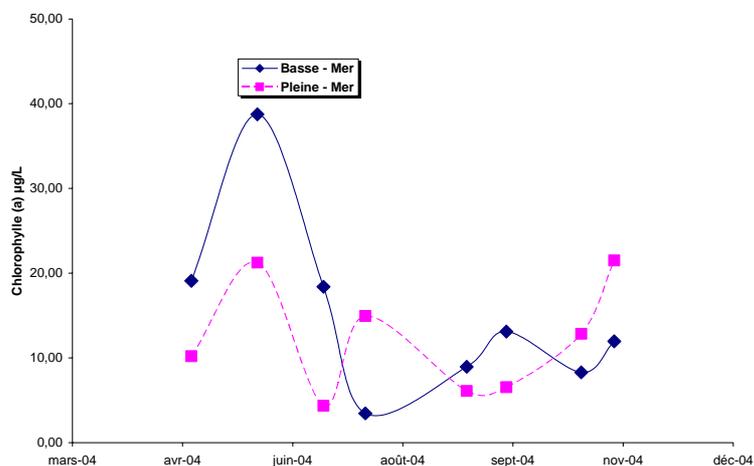


Figure 5-20 : Variations saisonnières des teneurs en chlorophylle *a* à la station E

A la station F, à basse mer, les teneurs en chlorophylle *a* sont élevées au cours des 3 premières missions de la période d'étude (période de crues). Les teneurs diminuent ensuite lors de l'étiage. À pleine mer, en raison de l'intrusion des eaux halines, le phénomène est inversé, les teneurs sont plus élevées en période d'étiage qu'en période de crues (**Figure 5-21**).

Pour la station K, en période de crues, les teneurs enregistrées à basse mer et à pleine mer sont proches (**Figure 5-22**). En période d'étiage, on observe que les teneurs sont légèrement plus élevées à basse mer qu'à pleine mer (**Figure 5-22**).

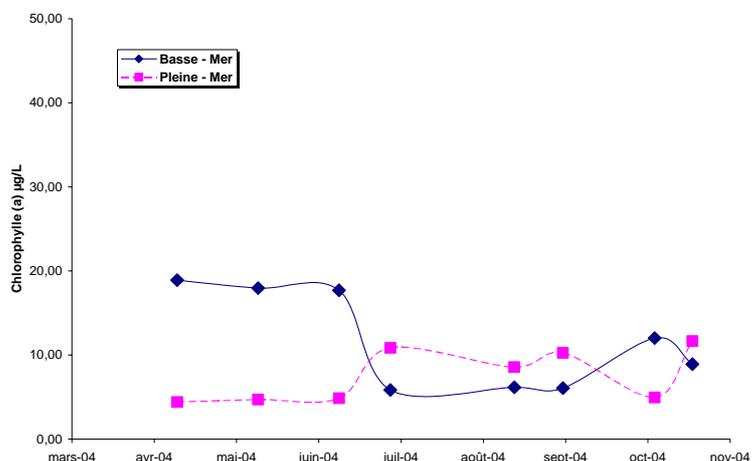


Figure 5-21 : Variations saisonnières des teneurs en chlorophylle a à la station F

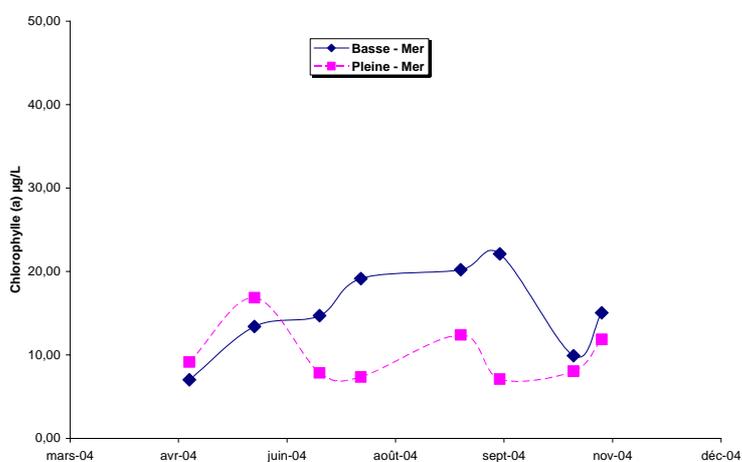


Figure 5-22 : Variations saisonnières des teneurs en chlorophylle a à la station K

5.2.1.2. Taux de chlorophylle active

Le taux de chlorophylle active 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 *Ca* est la concentration en chlorophylle *a* en $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ et *P* celle en phéopigments en $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$.

A la station E, les taux de chlorophylle active sont peu différents entre basse mer et pleine mer (**Figure 5-23**). La valeur maximale est observée lors de la

campagne de septembre. Cependant le taux observé est associé à des teneurs en chlorophylle *a* faibles (cf. paragraphe ci-dessus).

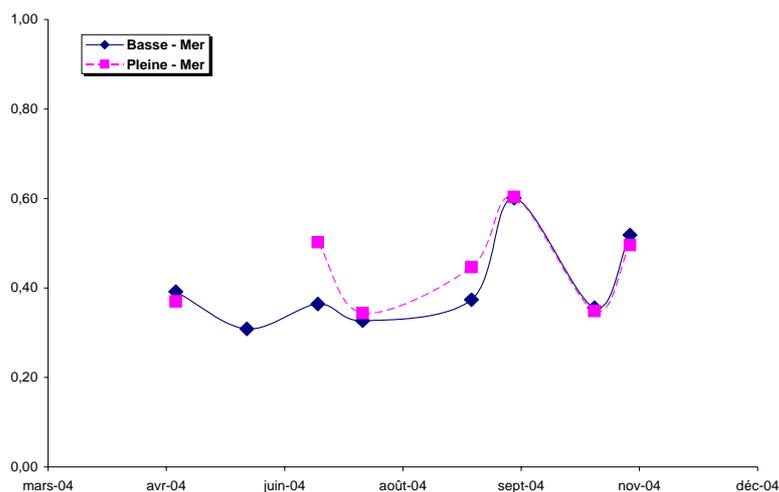


Figure 5-23 : Variations saisonnières du taux de chlorophylle active à la station E

Pour la station F, à une exception près, les taux à pleine mer sont toujours supérieurs à ceux de basse mer (**Figure 5-24**). Les maxima sont enregistrés lors de la campagne de mai et en période d'étiage. De plus, une valeur particulièrement élevée est observée à pleine mer lors de la campagne du mois de novembre.

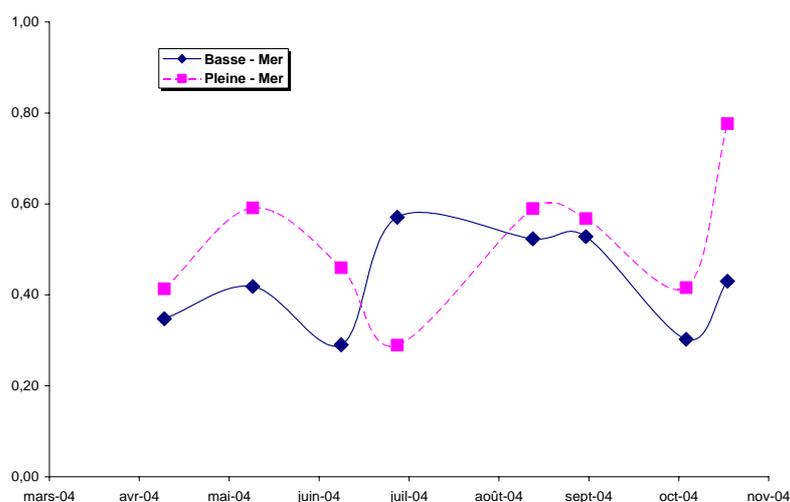


Figure 5-24 : Variations saisonnières du taux de chlorophylle active à la station F

Enfin, à la station K, la seule différence entre les deux temps de marée est enregistrée lors de la campagne du mois d'août 2004 où la valeur de basse mer est nettement plus élevée que celle de pleine mer (**Figure 5-25**).

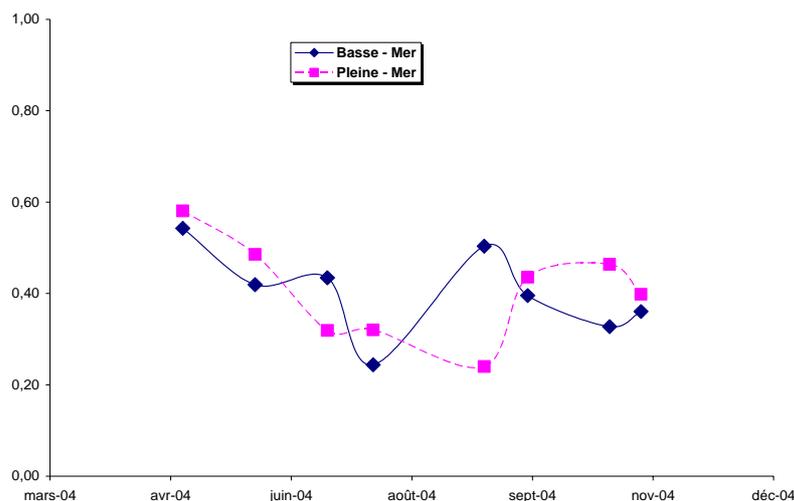


Figure 5-25 : Variations saisonnières du taux de chlorophylle active à la station K

5.2.2. Evolution des moyennes annuelles

5.2.2.1. Concentration en chlorophylle a

Pour les trois stations, depuis 1999, les valeurs des teneurs moyennes annuelles en chlorophylles *a* diffèrent peu d'une station à l'autre (**Figure 5-26**).

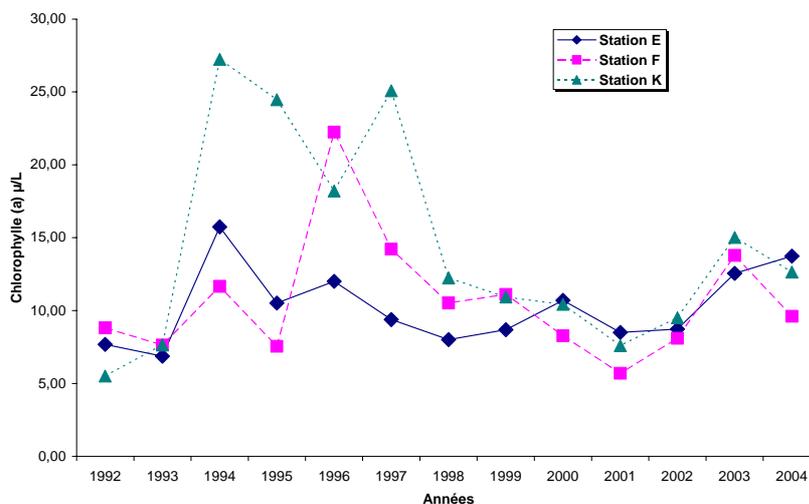


Figure 5-26 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en chlorophylle a, en moyenne par station

A la station E, la valeur de 2004 ($13,74 \mu\text{g.l}^{-1}$), peu différente de celle de 2003, est légèrement supérieure à la valeur pluriannuelle 1992-2004 ($10,24 \mu\text{g.l}^{-1}$). En revanche, pour les stations F et K, les valeurs de 2004, respectivement $9,61 \mu\text{g.l}^{-1}$ et $12,63 \mu\text{g.l}^{-1}$, sont en nette diminution par rapport à celles de 2003 ; de plus, elle sont inférieures aux valeurs pluriannuelles 1992-2004 (Station F : $10,71 \mu\text{g.l}^{-1}$; station K : $14,35 \mu\text{g.l}^{-1}$).

5.2.2.2. Taux de chlorophylle active

Pour les trois stations de l'estuaire, les moyennes des taux de chlorophylle active sont en nette diminution par rapport à celles enregistrées pour les trois dernières années. Les valeurs (station E : 0,42 ; station F : 0,47 ; station K : 0,40) sont toutes inférieures aux valeurs pluriannuelles 1992-2004 (station E : 0,46 ; station F : 0,49 ; station K : 0,45). Cependant, en raison de la production primaire océanique, c'est à la station F que cette diminution est la moins sensible.

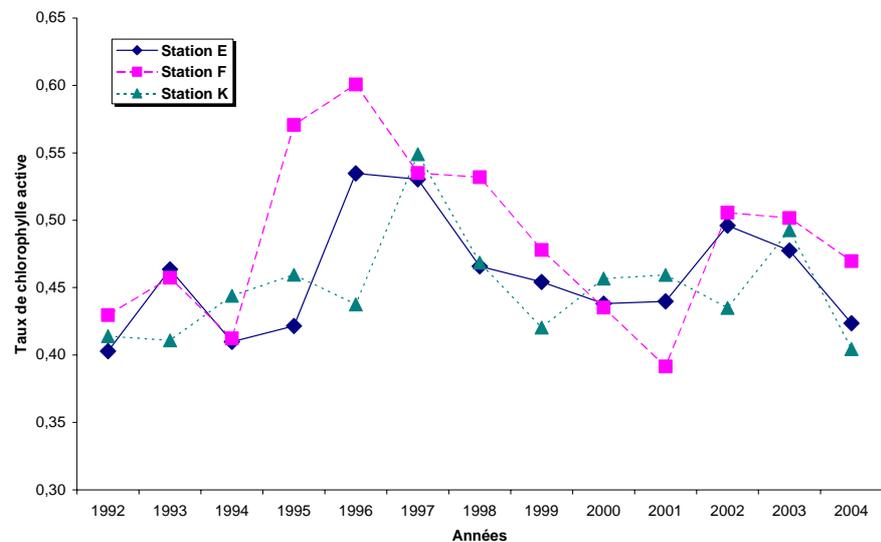


Figure 5-27 : Evolution des moyennes annuelles des taux de chlorophylle active, en moyenne par station

5.3. Sels nutritifs et éléments majeurs

5.3.1. Nitrates et nitrites

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 s'ajouter à la liste des sels quantifiés.

Enfin, à partir de la campagne du mois de juin 2004, en raison de l'utilisation d'acide borique dans le cycle du traitement des eaux industrielles du CNPE, la quantification de cet élément est venue compléter ces essais. Compte tenu de sa présence de façon naturelle dans le milieu marin, nous avons considéré cet élément, non pas comme un polluant, mais comme élément majeur des eaux de l'estuaire.

5.3.1.1. Variations saisonnières

A la station E, l'apport en nitrates – nitrites dus aux crues navales a provoqué une augmentation notable des teneurs lors de la campagne du mois de mai (Figure 5-28). Au cours de cette période, les valeurs de basse et pleine mer sont très proches. Par la suite, en période d'étiage, il y a une « stratification » des valeurs entre les deux temps de marée ; les valeurs à basse mer sont toujours plus élevées que celles de pleine mer.

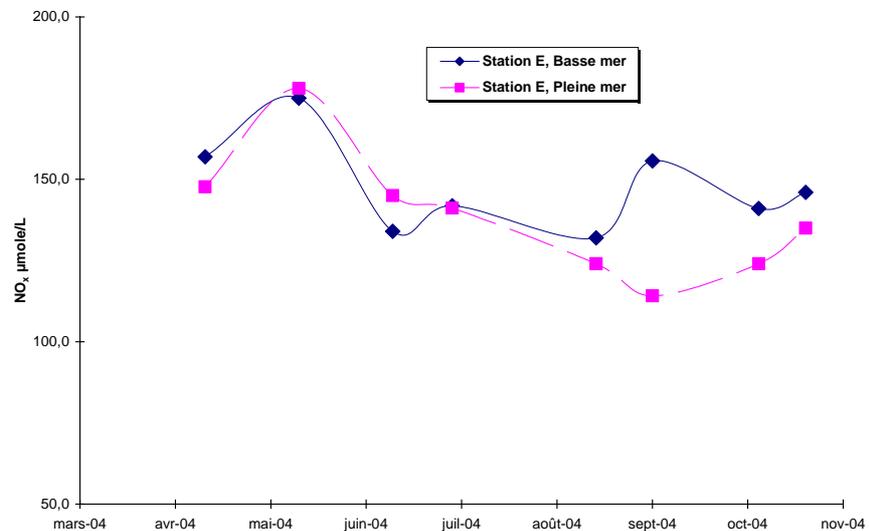


Figure 5-28 : Variations saisonnières des teneurs en nitrates – nitrites à la station E

A la station F, les variations saisonnières des teneurs en nitrates – nitrites sont caractéristiques du milieu estuarien. La stratification entre basse mer et pleine mer est bien marquée ; les teneurs diminuent nettement en période d'étiage à pleine mer (Figure 5-29).

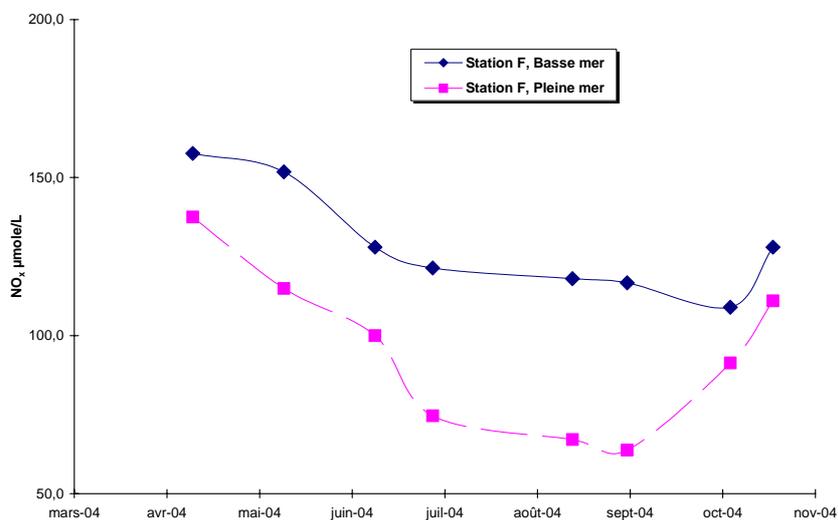


Figure 5-29 : Variations saisonnières des teneurs en nitrates – nitrites à la station F

Il pourrait paraître surprenant de ne pas constater l'impact des apports en nitrates – nitrites à la station K, située plus en amont des deux autres (**Figure 5-30**). En fait, cette station, étant située sur le chenal de Blaye (rive droite de l'estuaire), est préférentiellement sous l'influence des eaux de la Dordogne, moins chargées en nitrates que celles de la Garonne.

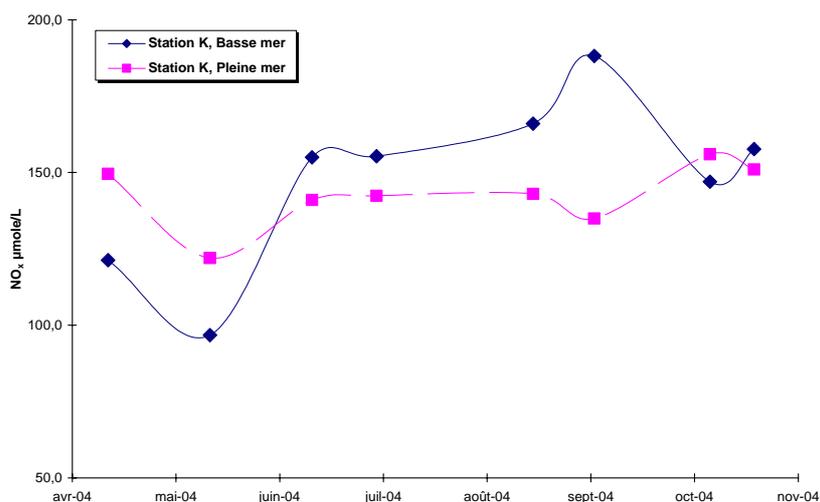


Figure 5-30 : Variations saisonnières des teneurs en nitrates – nitrites à la station K

En revanche, au cours de la période d'été, cette station présente également une stratification basse mer – pleine mer ; les deux profils sont similaires à ceux enregistrés à la station E.

5.3.1.2. Evolution des moyennes annuelles

Compte tenu des modifications de programme évoquées ci-dessus, ce paragraphe ne prend en compte que la station E, en raison de l'absence de données antérieures pour les deux autres stations.

En raison des apports enregistrés lors des crues nivales de printemps, la moyenne annuelle des teneurs en nitrates – nitrites, pour 2004 est légèrement supérieure à celle de l'année précédente (**Figure 5-31**). La valeur, $143,2 \mu\text{mol.l}^{-1}$, est légèrement supérieure à la valeur pluriannuelle 1992 – 2004.

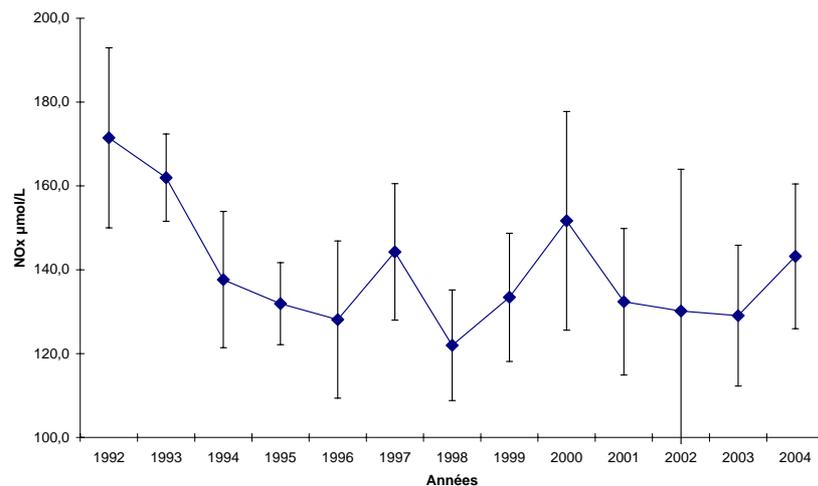


Figure 5-31 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs moyennes annuelles en nitrates - nitrites, station E

5.3.2. Ammonium

En 2004, comme pour les années précédentes à la station E, près de 2/3 des valeurs mesurées est inférieur au seuil de quantification. Aussi, il ne sera fait aucune exploitation des variations des mesures supérieures au seuil de quantification analytique.

5.3.3. Orthophosphates

5.3.3.1. Variations saisonnières

D'une manière générale, sur l'estuaire de la Gironde, en raison des phénomènes de solubilisation des matériaux particuliers, les teneurs en

orthophosphates des eaux sont plus élevées en période d'étiage qu'en période de crues.

Ainsi, à la station E, les teneurs sont supérieures à $2,5 \mu\text{mol.l}^{-1}$ lors des trois premières campagnes de la période d'étude (**Figure 5-32**) ; par la suite, les valeurs augmentent et restent au dessus de cette limite.

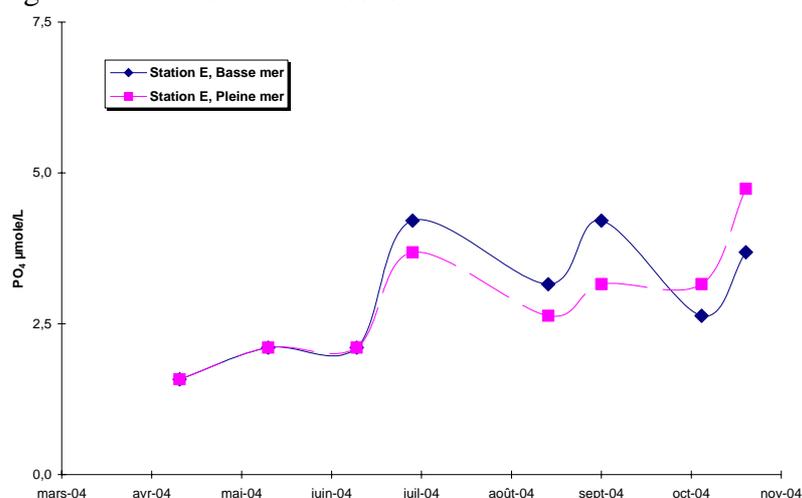


Figure 5-32 : Variations saisonnières des teneurs en orthophosphates à la station E

A la station F, le phénomène est un peu similaire, mais plus marqué. Pour cette station, on observe une bonne « stratification » entre basse mer et pleine mer ; les teneurs de basse mer sont toujours plus élevées que celles de pleine mer (**Figure 5-33**).

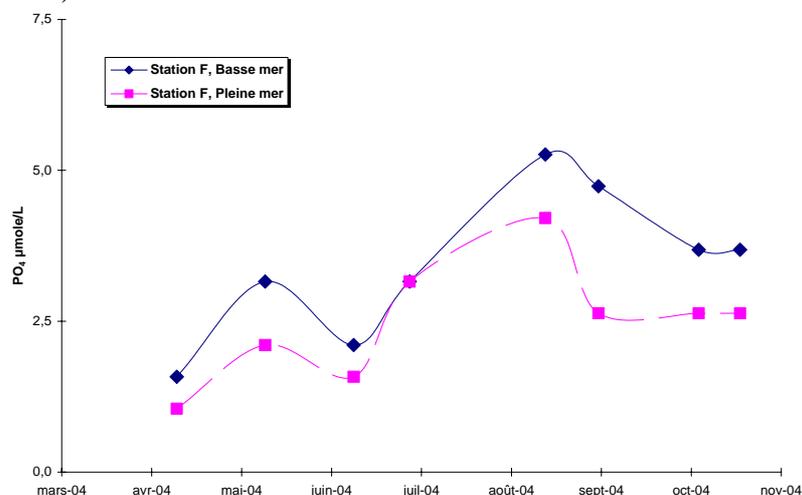


Figure 5-33 : Variations saisonnières des teneurs en orthophosphates à la station F

Pour la station K, les teneurs de basse mer et de pleine mer sont souvent très proche. L'augmentation au cours de la période d'étiage est moins marquée que pour les deux autres stations (**Figure 5-34**).

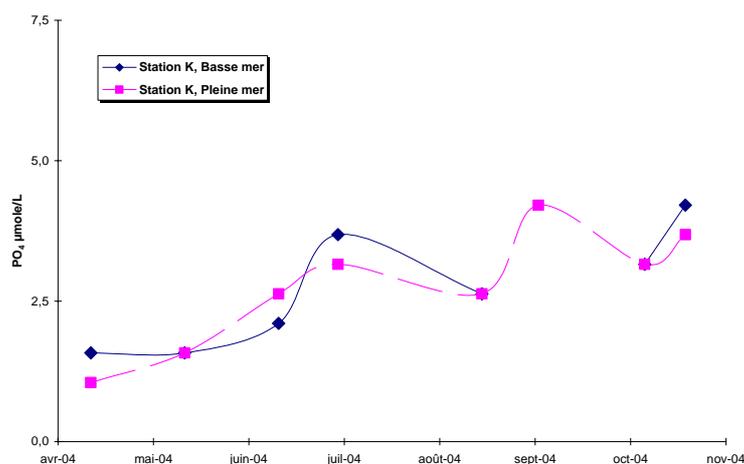


Figure 5-34 : Variations saisonnières des teneurs en orthophosphates à la station K

5.3.3.2. Relation du rapport N/P avec les autres paramètres

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). Sur l'estuaire de la Gironde, en raison des phénomènes évoqués ci-dessus (apports fluviaux et évolution du phosphore dans l'estuaire), pour des salinités faibles ce rapport est très élevé, dénotant un excès des nitrates – nitrites (**Figure 5-35**). Pour des salinités plus élevées, la dispersion des valeurs est plus faible et on peut noter une diminution importante du rapport. Cependant, la valeur du rapport reste encore élevée (autour de 20 pour une salinité comprise entre 20 et 25).

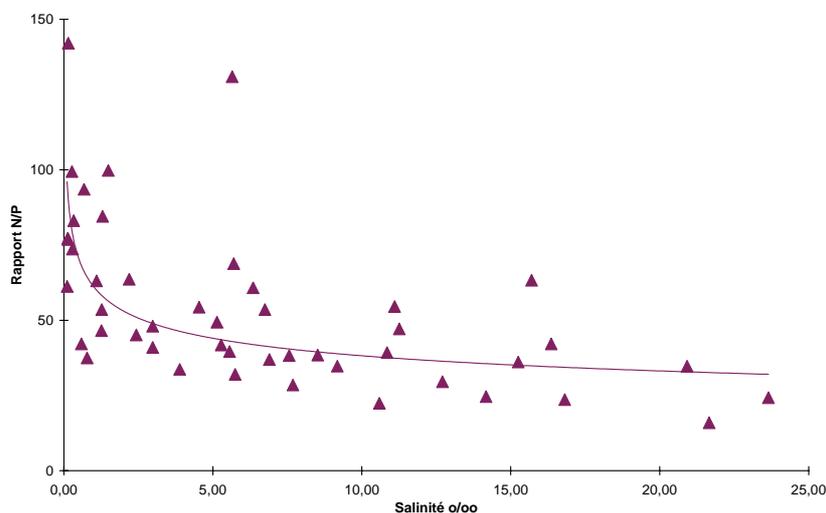


Figure 5-35 : Relation entre le rapport N/P et la salinité, toutes stations et temps de marée confondus

5.3.3.3. Evolution des moyennes annuelles

Compte tenu des modifications de programme évoquées ci-dessus, ce paragraphe ne prend en compte que la station E, en raison de l'absence de données antérieures pour les deux autres stations.

La valeur de la moyenne annuelle des teneurs en orthophosphates à la station E confirme la diminution enregistrée pour les trois dernières années (**Figure 5-36**). La valeur $2,9 \mu\text{mol.l}^{-1}$ est très proche de la valeur pluriannuelle 1992 – 2004 ($3,0 \mu\text{mol.l}^{-1}$).

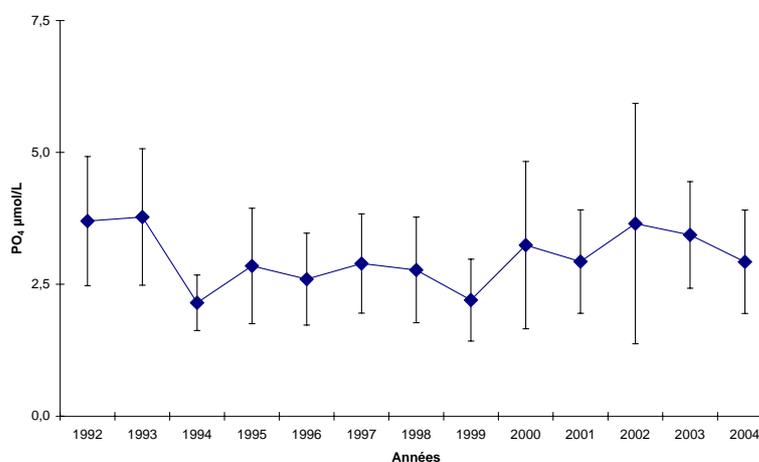


Figure 5-36 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs moyennes annuelles en orthophosphates, station E

5.3.4. Silicates

5.3.4.1. 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. Ce phénomène est à l'origine des valeurs élevées enregistrées au niveau de la station K (**Figure 5-37**).

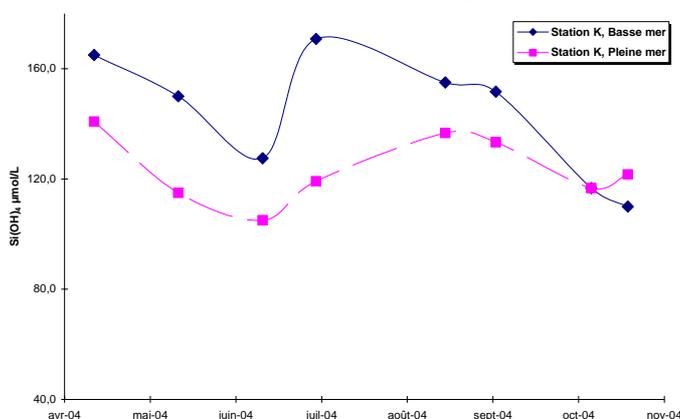


Figure 5-37 : Variations saisonnières des teneurs en silicates à la station K

Au facteur de dilution près, les variations saisonnières des teneurs en silicates aux stations E et F à pleine mer sont identiques (**Figures 5-38 et 5-39**). A basse mer il semble que l'amplitude des valeurs soient plus importantes à la station F.

Cette absence d'amplitude des variations saisonnières des teneurs en silicates à la station E à basse mer, pourrait avoir pour origine un mauvais renouvellement des masses d'eau au niveau de ce point.

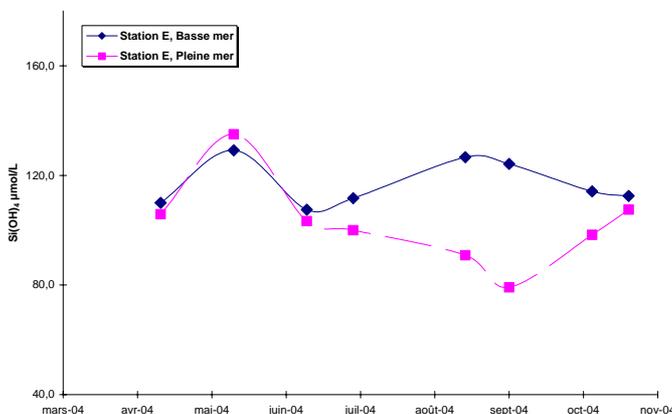


Figure 5-38 : Variations saisonnières des teneurs en silicates à la station E

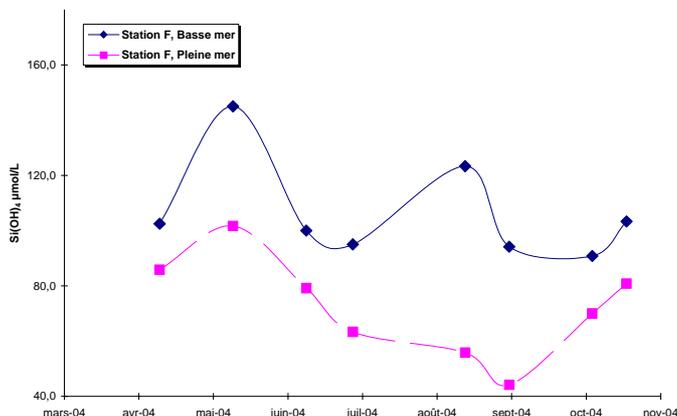


Figure 5-39 : Variations saisonnières des teneurs en silicates à la station F

5.3.5. 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 5-40**). En effet, l'ensemble des valeurs s'organise autour d'une droite de dilution avec la salinité hautement significative ($R^2 = 0,653$; $\alpha = 3.10^{-7}$) ; cette droite de dilution conduit à une teneur océanique théorique de l'ordre de $14 \mu\text{mol.l}^{-1}$.

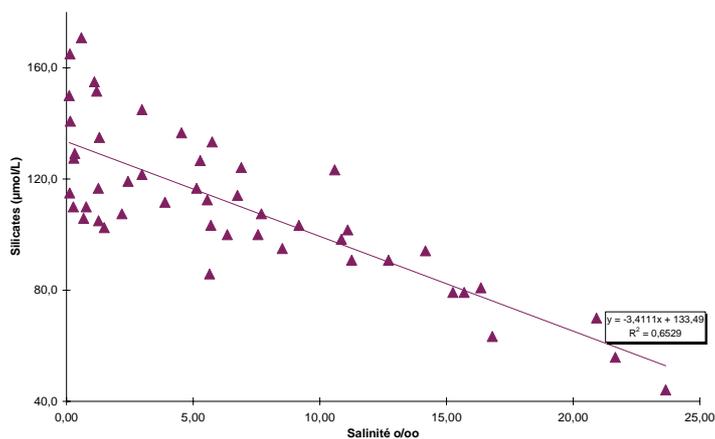


Figure 5-40 : Relation entre les teneurs en silicates et la salinité, toutes stations et temps de marée confondus

5.3.6. Bore

5.3.6.1. Variations saisonnières

Bien qu'incomplètes sur la période d'étude, les variations saisonnières des teneurs en bore présentent un maximum lors de la campagne du mois de septembre 2004 pour les trois stations (**Figures 5-41 à 5-43**).

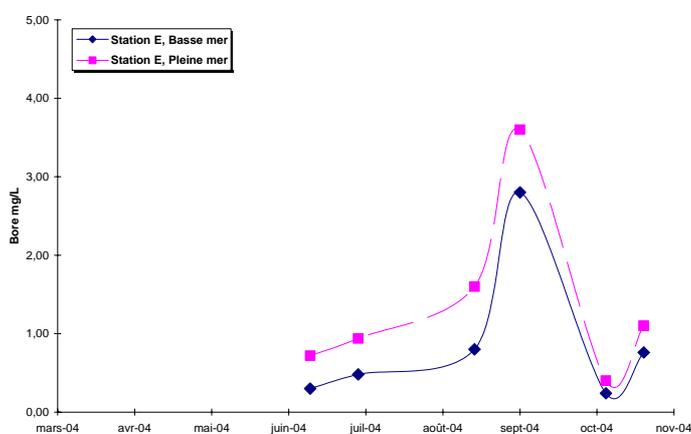


Figure 5-41 : Variations saisonnières des teneurs en bore à la station E

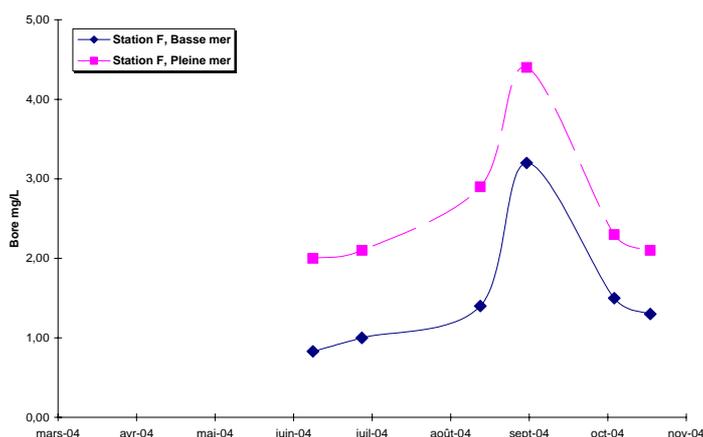


Figure 5-42 : Variations saisonnières des teneurs en bore à la station F

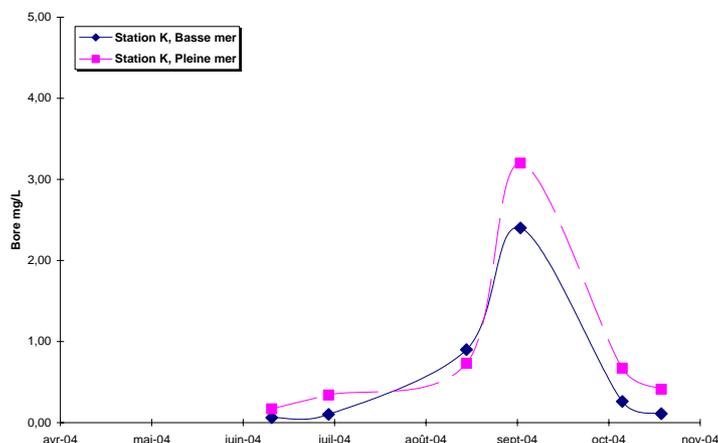


Figure 5-43 : Variations saisonnières des teneurs en bore à la station K

Dans la majorité des cas, les teneurs enregistrées à pleine mer sont toujours plus élevées qu'à basse mer. De plus, l'écart entre les valeurs de chaque temps de marée évolue en fonction de la station ; il décroît de la station F vers la station K. Enfin la situation de la station, ou la salinité des eaux, joue également un rôle sur le niveau des teneurs en période d'étiage ; ce niveau augmente de la station K vers la station F.

5.3.6.2. 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 dilution de pente positive entre les teneurs en bore enregistrées sur l'estuaire et la salinité des eaux (**Figure 5-44**).

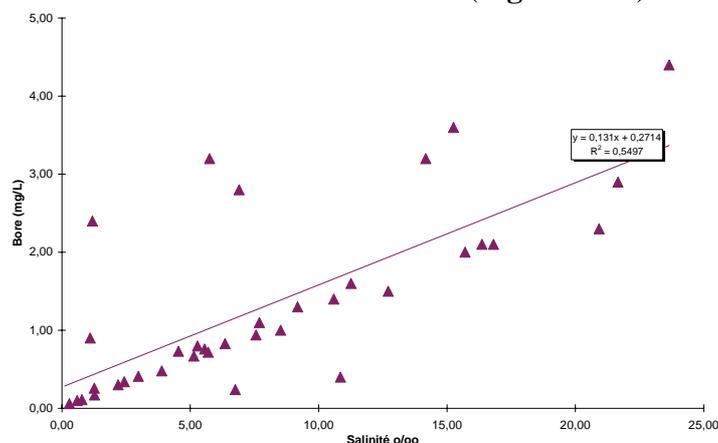


Figure 5-44 : Relation entre les teneurs en bore et la salinité, toutes stations et temps de marée confondus

L'application des paramètres de la droite de dilution montre une teneur en bore de $4,8 \text{ mg.l}^{-1}$ pour une eau de mer à 35 de salinité. Cette valeur est proche des valeurs le plus souvent rencontrées dans la bibliographie ($5,3 \text{ mg.l}^{-1}$ selon Grasshof 1976).

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 négatives tout au long de la période d'étude.

5.4.2. Agents de surface anioniques

Sur les 48 mesures réalisées au cours de l'année 2004, seulement 4 d'entre elles se sont révélées positives (**Tableau 5-3**).

Tableau 5-3 : Recherche positive d'agents de surface anioniques

Station	Date	Temps de marée	Valeur ($\mu\text{g.l}^{-1}$)
F	16 septembre 2004	Basse mer	30
F	16 septembre 2004	Pleine mer	35
E	17 septembre 2004	Pleine mer	30
E	21 Octobre 2004	Pleine mer	25

Toutes ces valeurs sont très proches du seuil de quantification de la méthode utilisée ($20 \mu\text{g.l}^{-1}$). A ce niveau elles pourraient être dues à un effet de matrice en raison des salinités élevées enregistrées lors de ces occurrences.

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 a pour objet de contrôler l'évolution de ces micro-organismes typiques des eaux halines et sensibles aux variations de température.

En 2004, deux méthodes de quantification ont été mises en œuvre : la méthode en milieu liquide utilisée depuis le début de la surveillance du genre *Vibrio* (1987), et celle proposée par EDF qui utilise la filtration et la culture de la membrane filtrante.

Afin de pouvoir utiliser les données précédentes, l'ensemble des résultats obtenus par l'une ou l'autre des méthodes a été rapporté à 100 ml d'échantillon. Ainsi les résultats de la méthode en milieu liquide sont exprimés en NPP/100 ml (NPP = nombre le plus probable) ; ceux de la méthode par filtration sont exprimés en UFC/100ml (UFC = unité formant colonie). Ainsi dans le cas de volume filtré important le résultat de la méthode par filtration pourra prendre des valeurs inférieures à l'unité.

6.1. Méthode en milieu liquide

6.1.1. Evolution spatio-temporelle

6.1.1.1. Variations saisonnières

Les crues navales du mois de mai ont retardé l'apparition des *Vibrio* sur l'estuaire de la Gironde.

A la station E, dès le mois de juin les abondances sont importantes à basse mer comme à pleine mer (**Figure 6-1**). On ne note pas de différence importante entre les dénombrements de basse et de pleine mer.

A la station F les abondances sont également très importantes dès le mois de juin. Les dénombrements de basse et de pleine mer sont proches. Cependant, contrairement à la station E, on enregistre une diminution notable de ces dénombrements au cours de la période d'étiage (**Figure 6-2**).

A la station K, les dénombrements sont beaucoup plus faibles. En période d'étiage, les valeurs de pleine mer sont légèrement plus élevées que celles de basse mer (**Figure 6-3**).

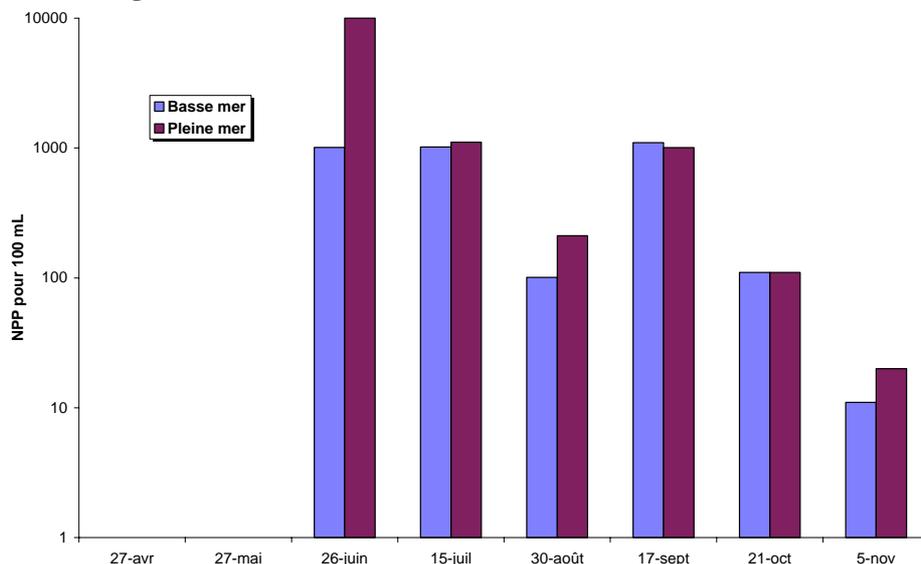


Figure 6-1 : variations saisonnières des dénombrements de *Vibrio halophilus* à la station E, méthode en milieu liquide

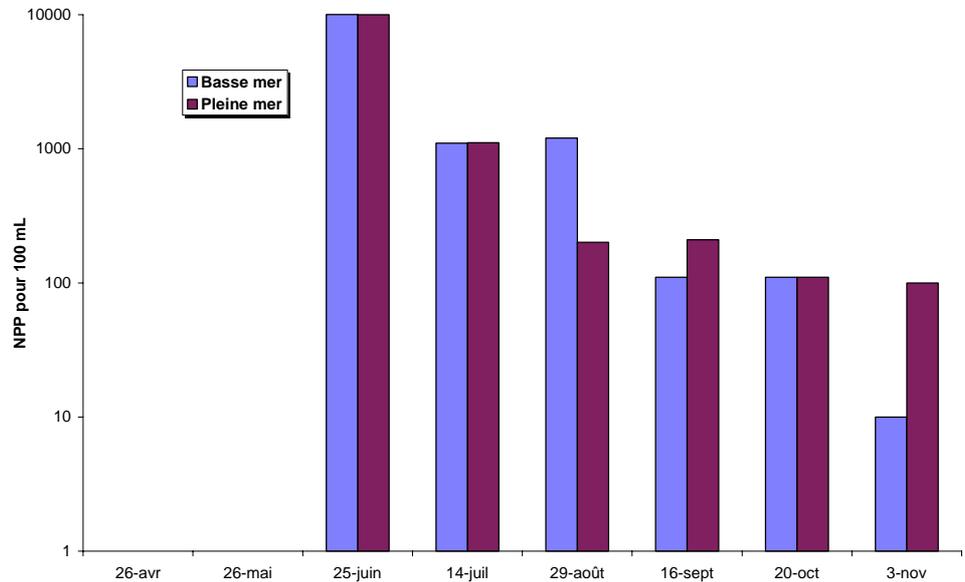


Figure 6-2 : variations saisonnières des dénombrements de *Vibrio halophiles* à la station F, méthode en milieu liquide

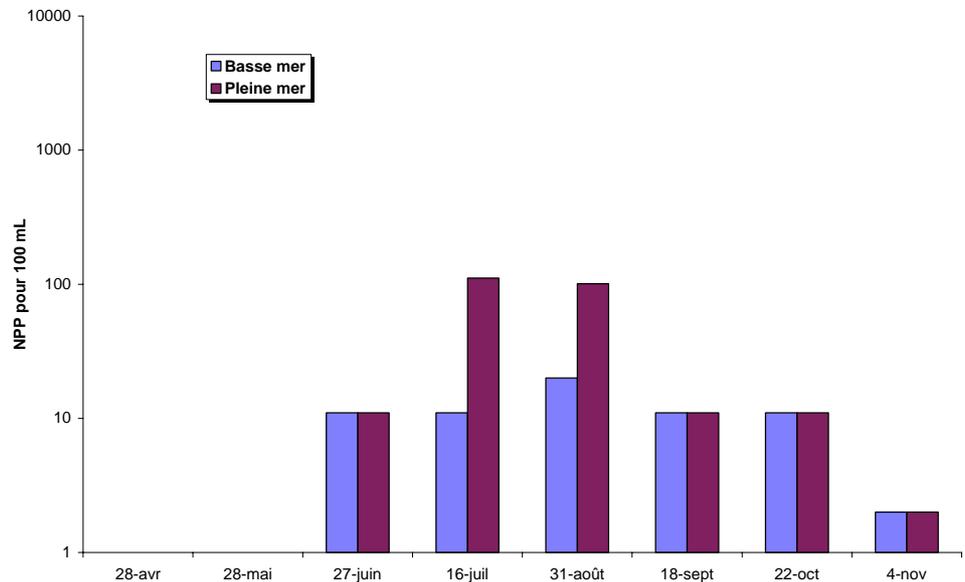


Figure 6-3 : variations saisonnières des dénombrements de *Vibrio halophiles* à la station K, méthode en milieu liquide

6.1.1.2. Evolution avec la salinité et la température

Des abondances faibles (10 à 100 NPP/100 ml) sont enregistrées pour des salinités et des températures assez faibles (**Figure 6-4**). En revanche les dénombrements les plus élevés interviennent lorsque la température de l'eau est supérieure 20°C et la salinité supérieure à 3.

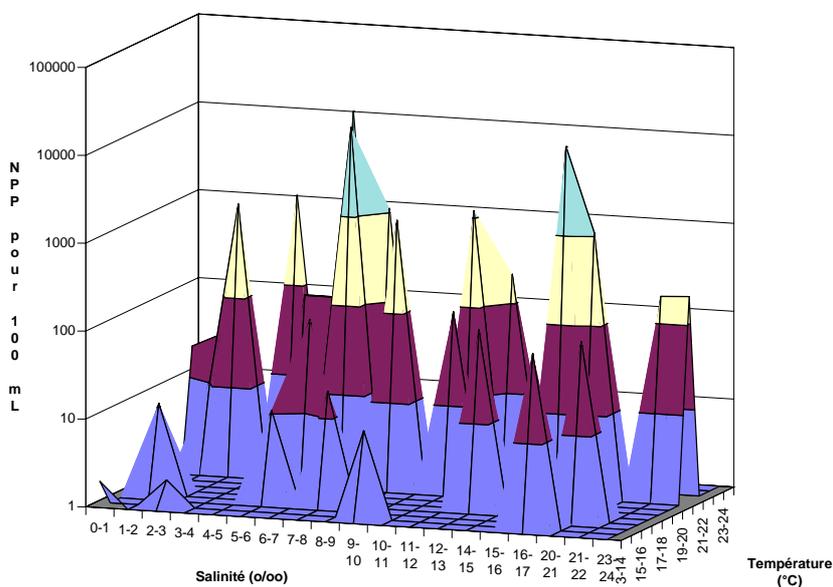


Figure 6-4 : répartition des dénombrements en *Vibrio halophiles* en fonction de la salinité et de la température, toutes stations et temps de marée confondus, méthode en milieu liquide

6.1.2. Spéciation

6.1.2.1. Souches identifiées

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

La répartition des souches, représentée par le rapport des souches identifiées comme *Vibrio* sur le nombre de souches à identifier (86), montre que :

- 38,4 % des souches sont des *Vibrio parahaemolyticus* ;
- 38,4 % des souches sont des *Vibrio alginolyticus* ;
- 17,4 % des souches sont des *Vibrio vulnificus* ;
- 2,3 % des souches sont des *Vibrio fluvialis* ;
- 2,3 % des souches sont des *Vibrio mimicus* ;
- 1,1 % des souches sont des *Vibrio hollisae*.

Par cette méthode, aucun *Vibrio cholerae* n'a été mis en évidence pour l'année 2004.

6.1.2.2. Occurrences

Pour 2004, contrairement aux années précédentes, *Vibrio parahaemolyticus* (8,2 % des dénombrements positifs) et *Vibrio alginolyticus* (1,6 % des dénombrements positifs) ne sont pas majoritaires. Avec 89,8 % *Vibrio vulnificus* est de loin majoritaire en nombre.

6.2. Méthode en milieu solide

6.2.1. Evolution spatio-temporelle

6.2.1.1. Variations saisonnières

En ce qui concerne l'étude des variations saisonnières, la méthode sur milieu solide par filtration fournit des informations semblables pour le point E (Figures 6-5 à 6-7).

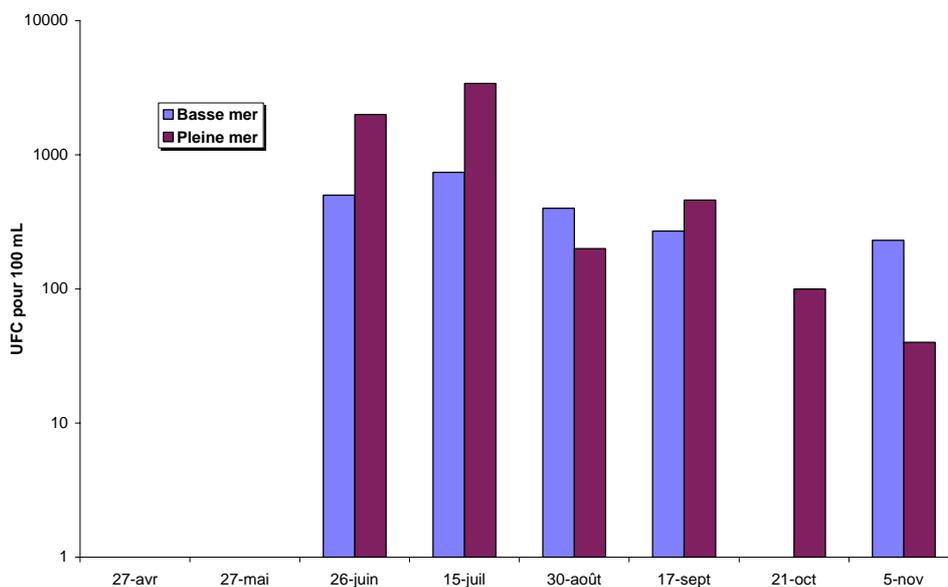


Figure 6-5 : variations saisonnières des dénombrements de *Vibrio halophiles* à la station E, méthode en milieu solide

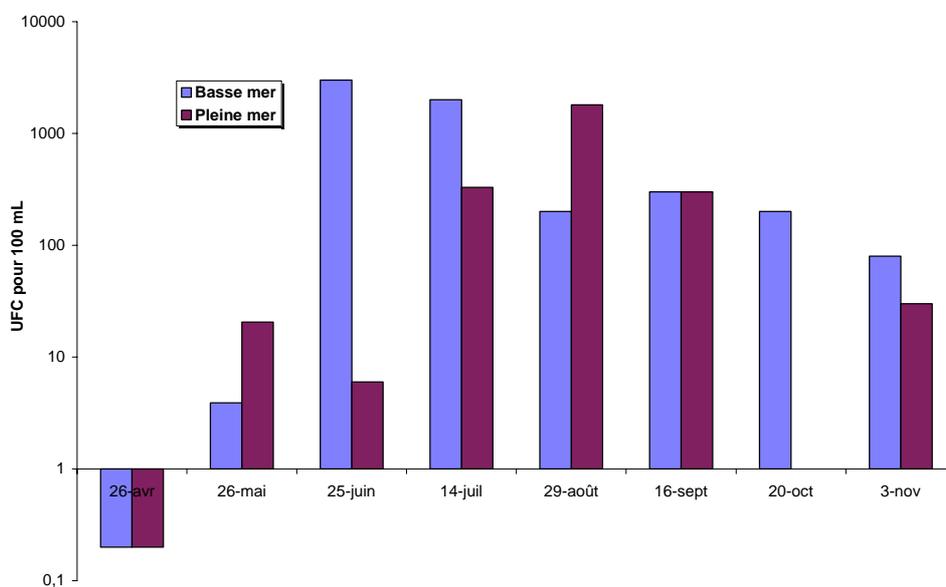


Figure 6-6 : variations saisonnières des dénombrements de *Vibrio halophiles* à la station F, méthode en milieu solide

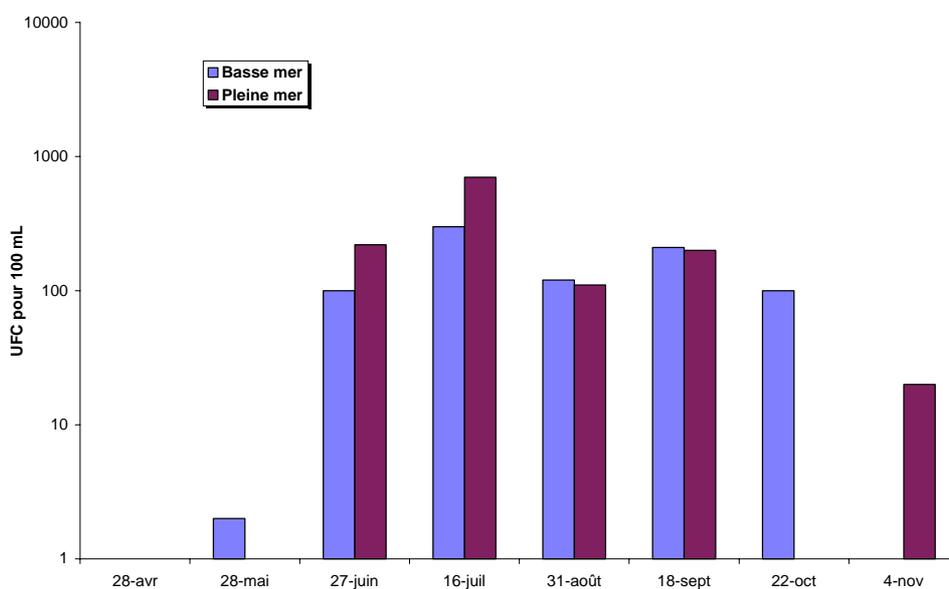


Figure 6-7 : variations saisonnières des dénombrements de *Vibrio halophiles* à la station K, méthode en milieu solide

6.2.1.2. Evolution avec la salinité et la températures

La répartition des dénombrements en fonction de la température et de la salinité est identique que celle mise en évidence lors de la même étude en milieu liquide (**Figure 6-8**).

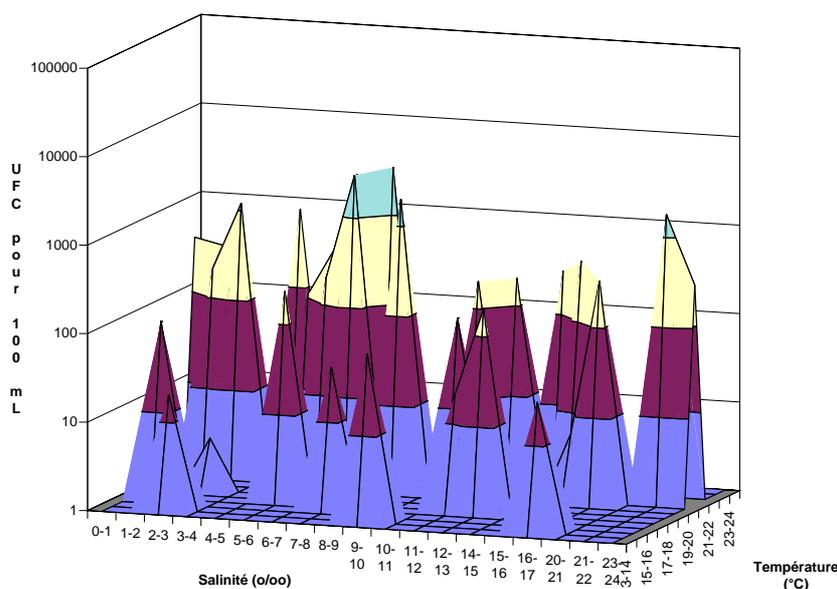


Figure 6-8 : répartition des dénombrements en *Vibrio halophiles* en fonction de la salinité et de la température, toutes stations et temps de marée confondus, méthode en milieu solide

6.2.2. Spéciation

Les informations relatives à la spéciation des *Vibrio* par la méthode en milieu solide sont différentes de celles fournies par la méthode en milieu liquide.

6.2.2.1. Souches identifiées

Pour cette méthode, le nombre de souches à identifier n'a été que de 59 (86 pour la méthode en milieu liquide). La répartition des souches est la suivante :

- 30,5 % des souches sont des *Vibrio parahaemolyticus* ;
- 16,9 % des souches sont des *Vibrio alginolyticus* ;
- 22,0 % des souches sont des *Vibrio vulnificus* ;
- 10,2 % des souches sont des *Vibrio fluvialis* ;
- 1,6 % des souches sont des *Vibrio mimicus* ;
- 8,5 % des souches sont des *Vibrio cholerae*.

Par cette méthode, *Vibrio hollisae* n'a pas été mis en évidence. *Vibrio cholerae* n'a pas été signalé comme étant pathogène.

6.2.2.2. Occurrences

Comme précédemment, la méthode en milieu solide montre que *Vibrio vulnificus* est majoritaire (64,2 % des dénombrements positifs). *Vibrio parahaemolyticus* (12,3 % des dénombrements positifs) et *Vibrio alginolyticus* (3,8 % des dénombrements positifs) restent minoritaires.

6.2.3. Remarque sur la méthode

Les fortes charges particulières des eaux de l'estuaire de la Gironde imposent des dilutions importantes pour pouvoir mener à bien la méthode en milieu solide, car un risque de saturation de la membrane de filtration existe : développement de flore annexes, nature muqueuse des colonies de *Vibrio* qui ont tendance à s'étaler sur la membrane de filtration.

La méthode sur milieu solide, moins aisée pour l'étude des eaux turbides que la méthode en milieu liquide, est en revanche plus précise au niveau quantitatif quand les eaux sont « claires », *i.e.* peu chargées en particules vivantes ou non. Quelques différences d'occurrence d'espèce peuvent apparaître pour les espèces les moins fréquemment rencontrées.

7. Zooplancton

7.1. Evolution temporelle des principaux contingents au point E

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

7.1.1. Variations des densités du Copépode *Eurytemora affinis*

Les résultats portent sur les observations effectuées au point E (**Figure 7-1**) entre janvier et novembre 2004.

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

La densité annuelle moyenne d'*E. affinis* en 2004 (17200 ± 5400 ind./m³) est très supérieure à la moyenne générale calculée sur 27 ans (6800 ± 700 ind./m³).

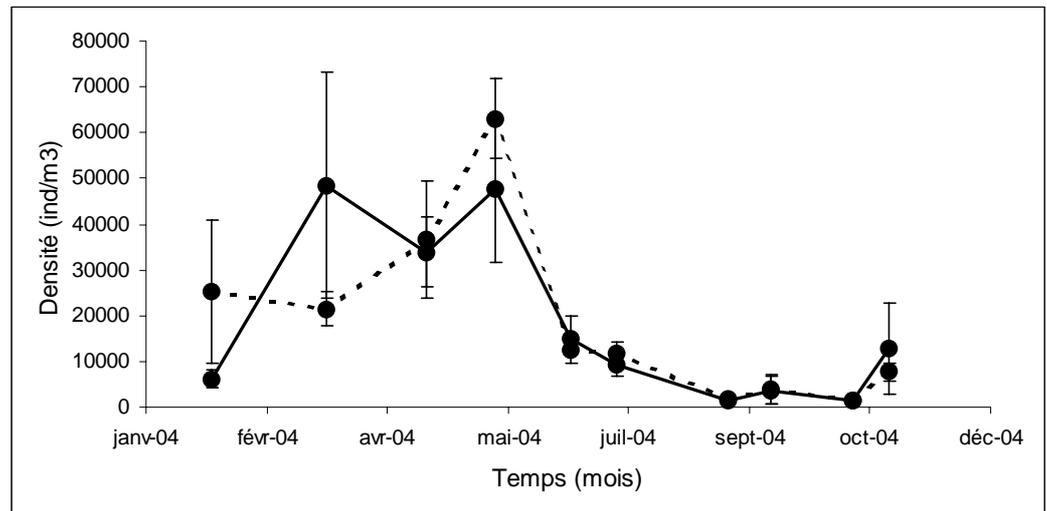


Figure 7-1 : Evolution mensuelle de la densité du copépode *Eurytemora affinis* en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au point E (pk 52) en 2004. Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée.

Ces fortes abondances s'étalent, comme c'est généralement le cas, entre Mars (hors protocole) et Mai pour une période correspondant à des températures comprises entre 9 et 15 °C et à des salinités comprises entre 0,3 10⁻³ et 3,6 10⁻³ psu. La gamme de températures se situe dans la limite inférieure de l'optimum établi pour *Eurytemora* à partir des données acquises depuis 1978 (15 °C) et la salinité est essentiellement supérieure à son *preferendum* (<0,9 10⁻³). La valeur du maximum de densité en 2004 (à proximité du fond : 63 000 ind./m³ \pm 8 600 ind./m³) est la plus forte valeur observée pour la série d'observations depuis 1978.

Après le maximum annuel, les densités diminuent de juin à août, puis restent stables jusqu'en octobre, mois durant lequel le minimum annuel est observé (en moyenne sur la colonne d'eau : 1400 \pm 300 ind./m³, le 21 octobre 2004).

L'étude de la variabilité interannuelle des fluctuations de densité (**Figure 7-2**) montre une bonne reproductibilité globale des cycles saisonniers marqués par un pic annuel de densité. On constate qu'après une certaine tendance à l'augmentation entre 1980 et 1984, les valeurs maximales ont diminué entre 1984 et 1990. Cette diminution, de même que la baisse des effectifs moyens, a été attribuée à la migration vers l'amont de la position moyenne du bouchon

vaseux (maximum de turbidité) consécutive à la baisse générale des débits durant cette période.

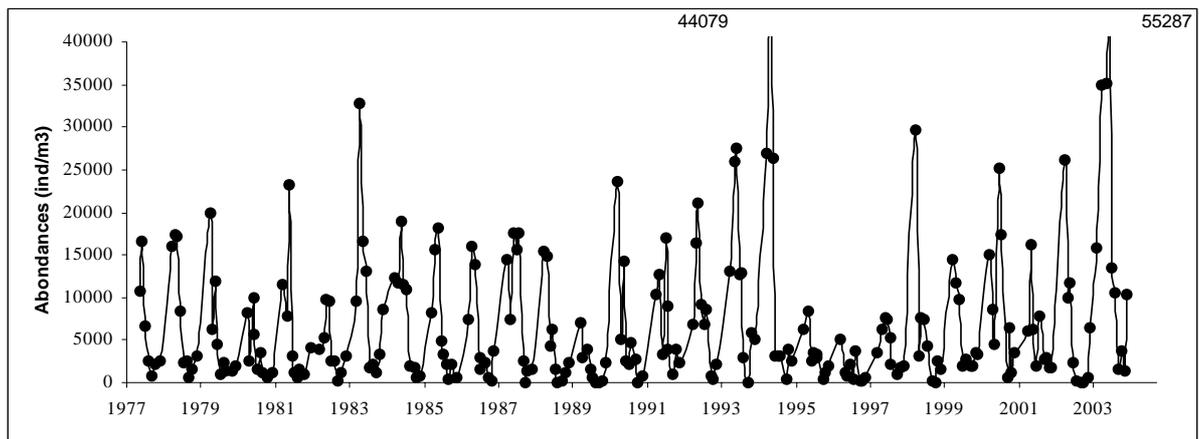


Figure 7-2 : Variation mensuelle des densités du copépode *Eurytemora affinis* au point E entre l'année 1978 et 2004 - Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond)

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 2004 confirment un retour à une situation caractérisée par de fortes abondances observée depuis 1998.

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**).

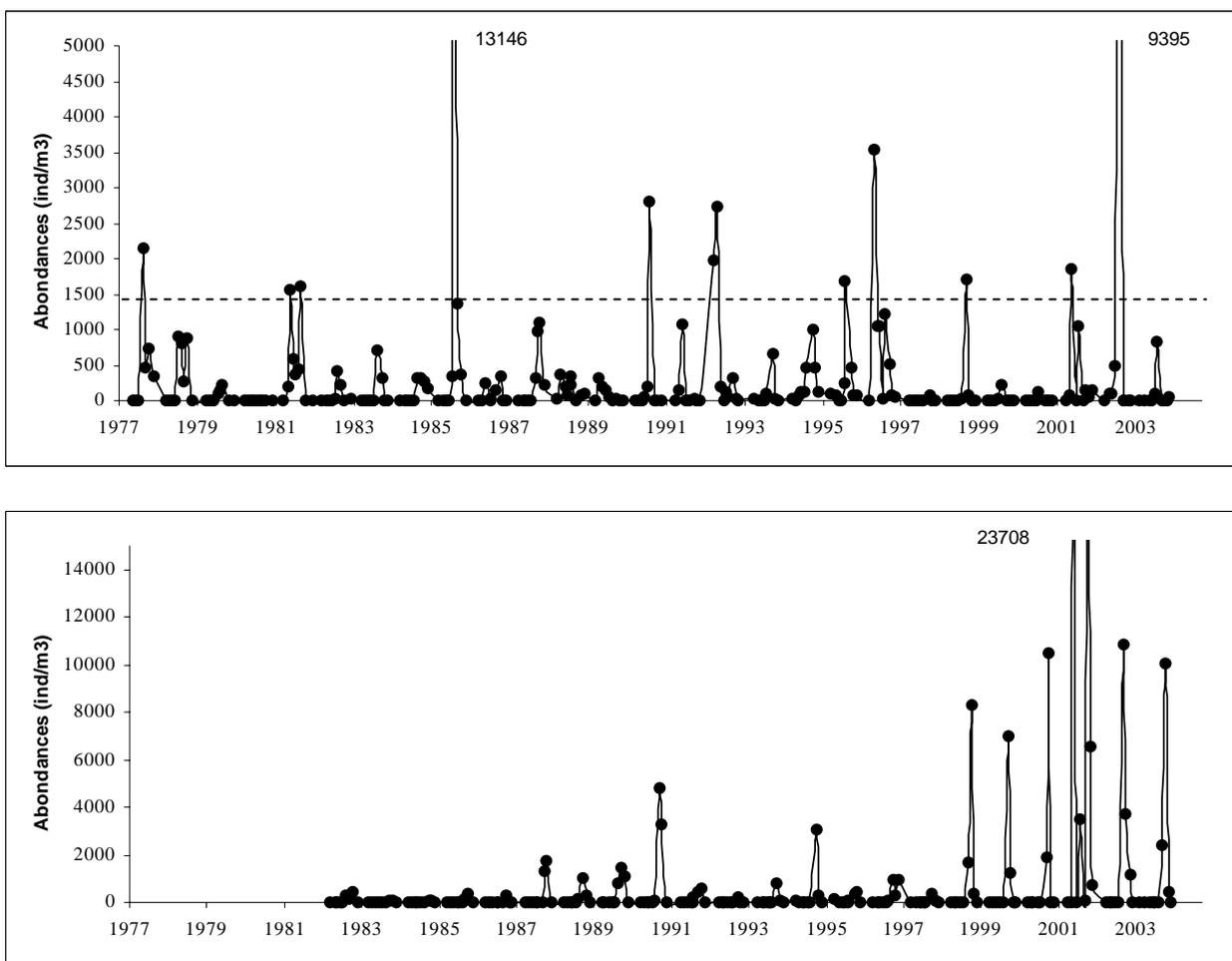


Figure 7-3 : Variations mensuelles de densités du copépode *Acartia bifilosa* (en haut - en pointillé : limite supérieure de l'échelle utilisée pour *A. tonsa*) et *Acartia tonsa* (en bas) au point E entre 1978 et 2004 (densités mensuelles moyennes entre surface et fond) - Moyennes mensuelles calculées 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 2004 au point E (97 ± 79 ind./m³) est très inférieure à la moyenne générale établie sur les 27 précédentes années

de prélèvements (313 ± 72 ind./m³). Le maximum de densité est observé le 15 juillet (moyenne mensuelle : 838 ± 521 ind./m³, **Figure 7-3**) ; il se situe parmi les plus faibles valeurs de maxima mensuels enregistrées entre les années 1978 et 2004. Les plus fortes abondances en 2004 s'observent en juillet, à proximité du fond ($1\,300 \pm 980$ ind./m³).

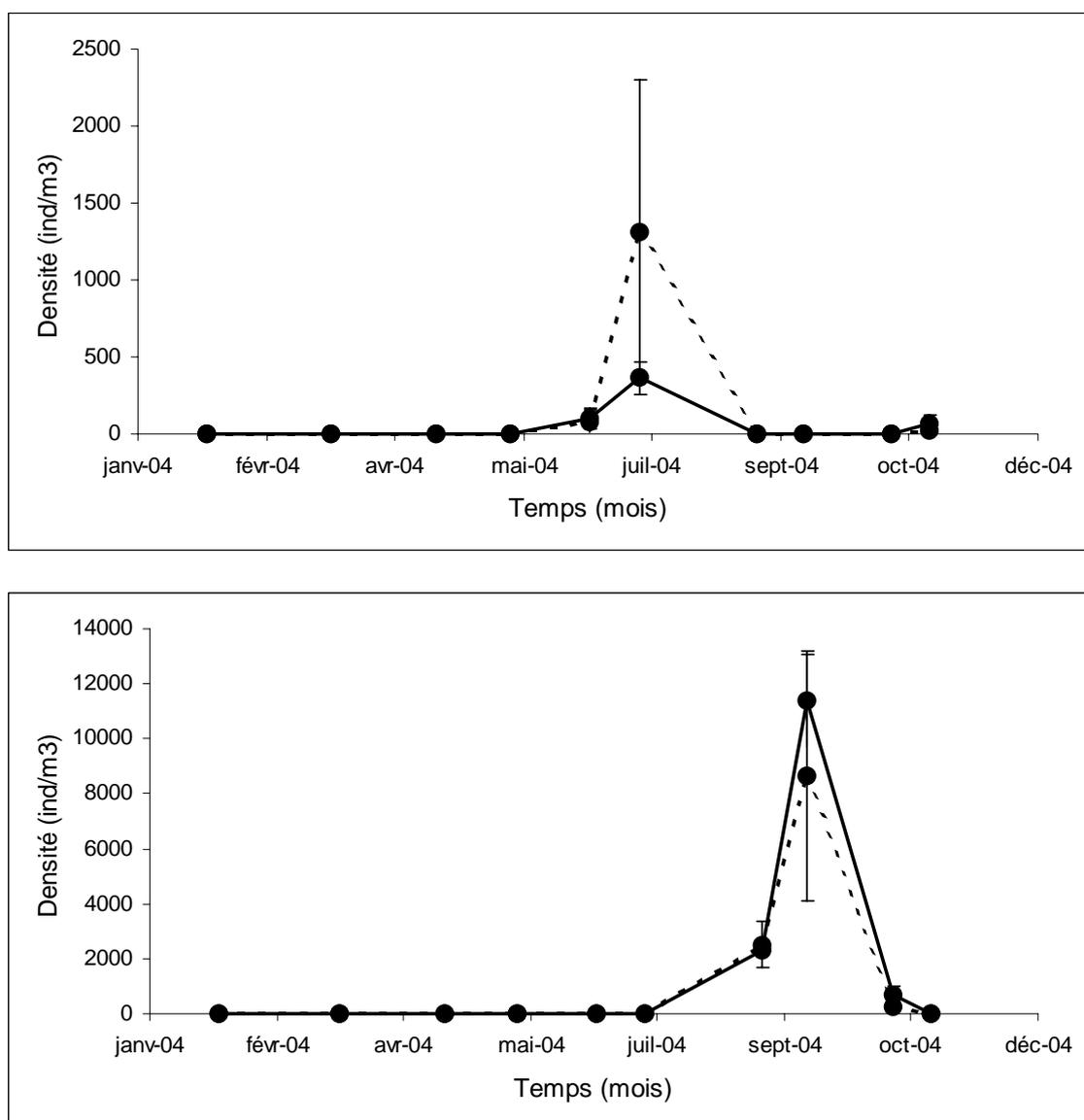


Figure 7-4 : Evolution mensuelle de la densité des copépodes *Acartia bifilosa* (en haut) et *Acartia tonsa* (en bas) en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au point E (pk 52) en 2004 - Moyennes

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 ($1\ 300 \pm 950$ ind./m³) est supérieure à la moyenne des années suivant son apparition en Gironde (1983-2004 : 737 ind./m³ ± 296 ind./m³). En 2004, elle présente un maximum de densité le 17 septembre (**Figure 7-4**) conforme aux observations habituelles (août à début octobre selon les années). Le maximum observé en 2004 (en surface : 11400 ± 1700 ind./m³) est très supérieur à la moyenne des maxima enregistrés depuis 1978. Le décalage temporel des pics de densité de ces deux espèces d'*Acartiidae*, observé au point E en 1997, 2000 et 2002, 2003, 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 $22,0 \cdot 10^{-3}$.

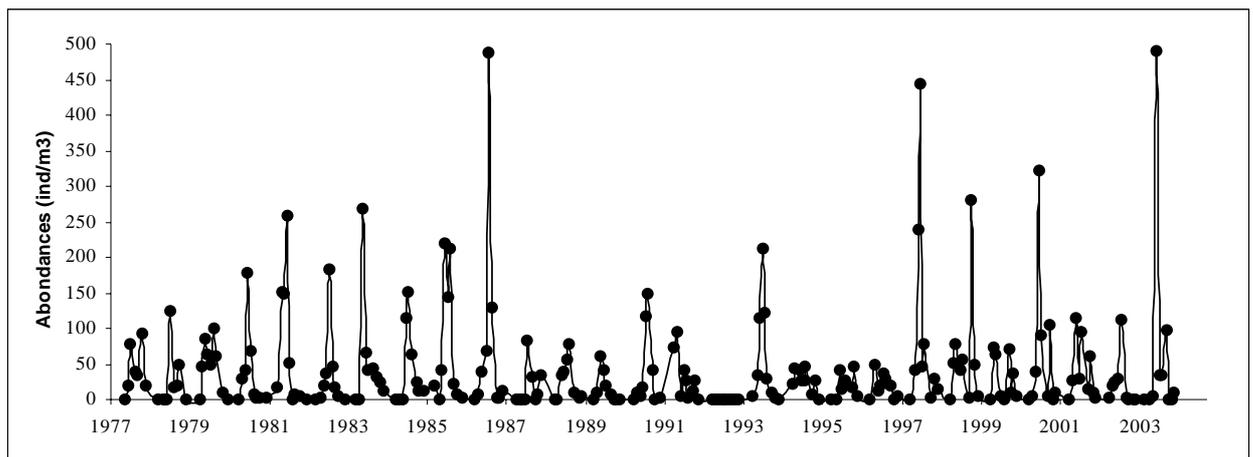


Figure 7-5 : Variations mensuelles de densités du Mysidacé *Neomysis integer* au point E entre 1978 et 2004 - Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond)

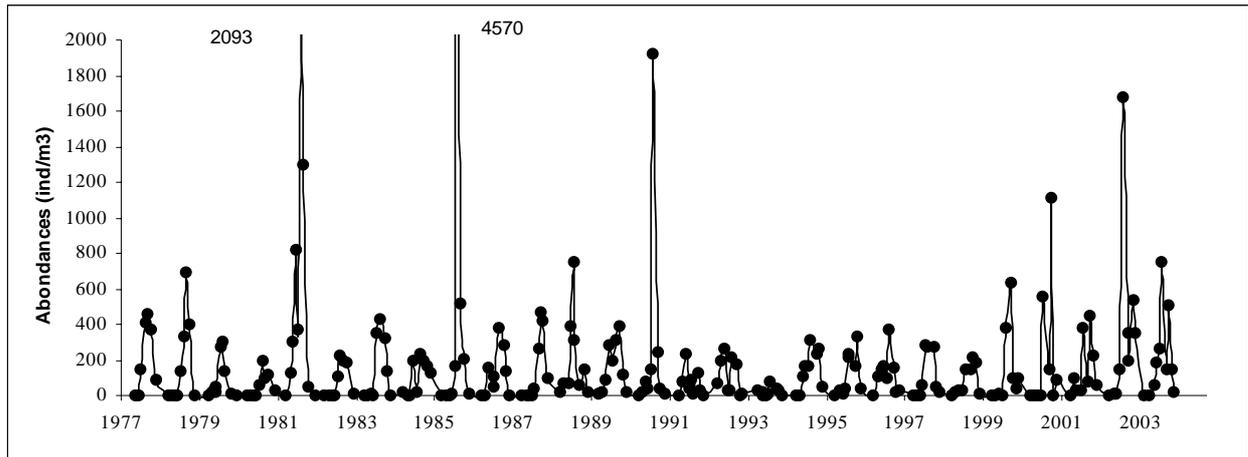


Figure 7-6 : Variations mensuelles de densités du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* au point E entre 1978 et 2004 - Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond)

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 2004 (67 ± 46 ind./m³) est supérieure à 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 représenté à la fin de l'été. En 2004, le maximum mensuel de densité de *N. integer* s'observe le 26 mai (**Figure 7-5**). La valeur du pic (moyenne mensuelle : 490 ± 237 ind./m³) est la plus forte observée sur la série pour ce secteur de l'estuaire (les plus fortes valeurs étant observées à proximité du fond : 974 ± 329 ind./m³ – **Figure 7-7**).

Mesopodopsis slabberi présente des densités plus importantes que celles de l'espèce précédente (**Figures 7-5 et 7-6**). En 2004 sa densité moyenne annuelle (209 ± 73 ind./m³) est du même ordre de grandeur que la moyenne générale des observations effectuées entre 1978 et 2002 (177 ± 26 ind./m³). *M. slabberi* a été récolté au point E à partir du mois d'avril. Le maximum de densité (moyenne mensuelle : 674 ± 467 ind./m³- **Figure 7-7**) s'observe cette année le 15 juillet (avec une distribution des organismes hétérogène dans la colonne d'eau : maximum en surface : 1073 ± 348 ind./m³).

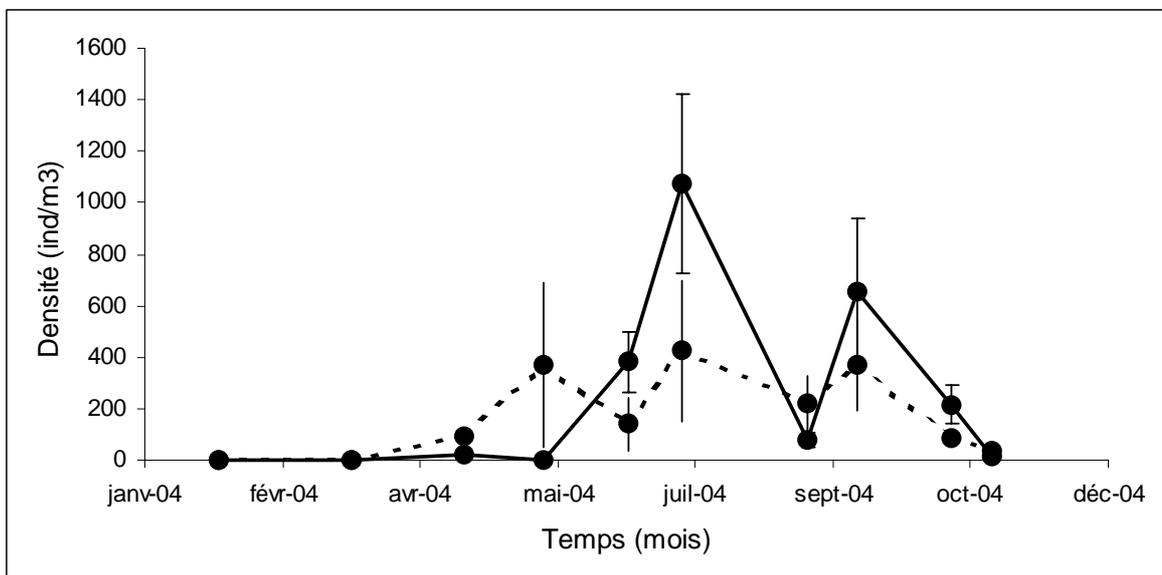
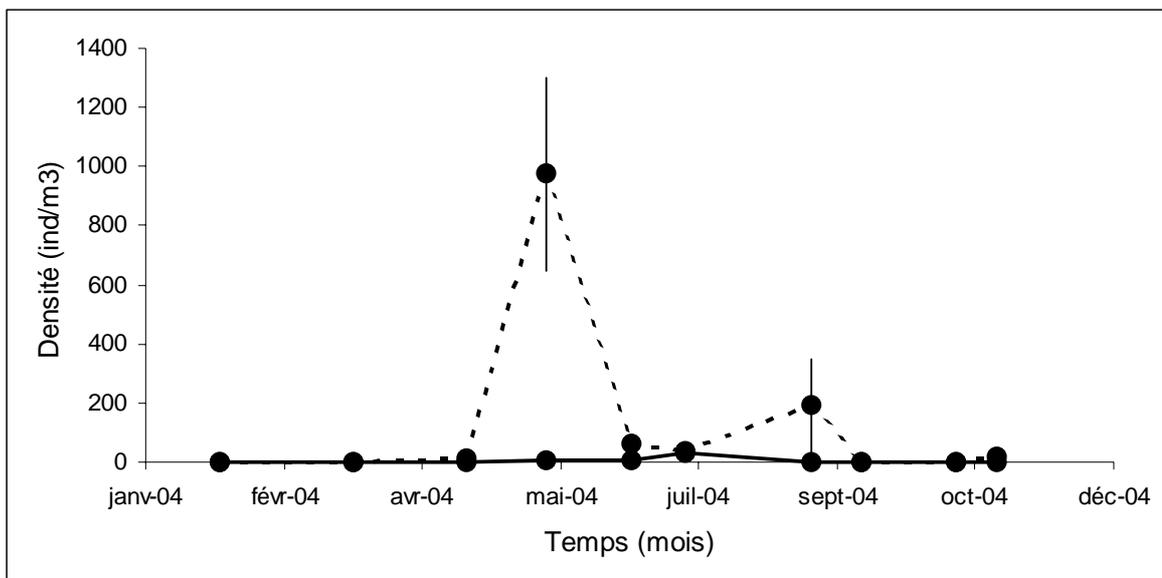


Figure 7-7 : Evolution mensuelle de la densité des Mysidacés *Neomysis integer* (en haut) et *Mesopodopsis slabberi* (en bas) au point E (pk 52), en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au cours de l'année 2004 - Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée

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

7.2.1. Fécondité :

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

- la température de l'eau. Il existe en effet une relation inverse entre le nombre d'œufs par sac ovigère et la température de l'eau (POLI & CASTEL, 1983).
- la quantité 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 2004 (**Figure 7-8**) sont conformes aux observations habituelles : les valeurs les plus importantes sont observées durant les périodes de développement de la population (mai et octobre / novembre – de fortes valeurs sont aussi observées en août).

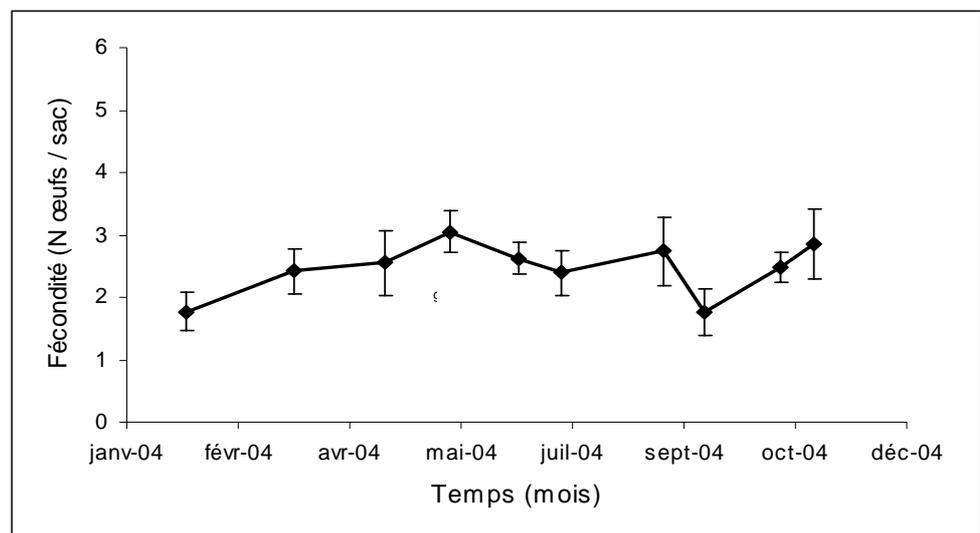


Figure 7-8 : Evolution du nombre moyen d'œufs par sac ovigère chez *Eurytemora affinis* au point E au cours de l'année 2004 - Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs observées au cours d'un demi-cycle de marée

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

2004, la fécondité moyenne ($2,5 \pm 0,4$ œufs/sac) est du même ordre de grandeur que celles observées depuis 1994 ; il s'agit cependant de la valeur la plus faible observée au point E depuis 1978 (sans que l'on puisse dire pour l'instant si cette diminution est le signe d'une nouvelle chute des fécondités à l'échelle pluriannuelle). La décroissance générale de la fécondité depuis 1978 semble liée à l'évolution des températures dans l'estuaire (CASTEL, 1995); la stabilisation à un niveau bas des fécondités depuis 1994 reste inexplicée

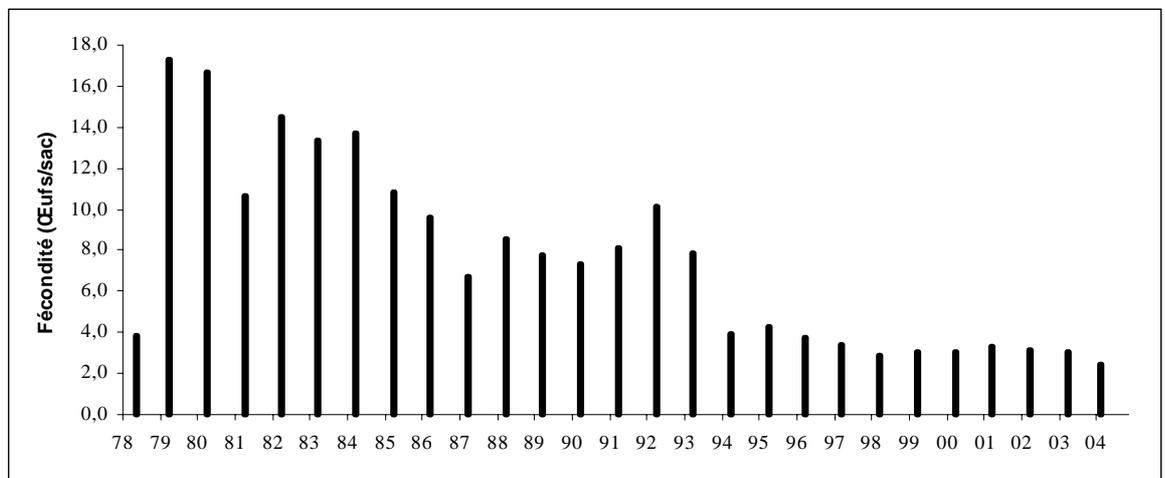


Figure 7-9: Evolution annuelle de la fécondité (nombre moyen d'œufs par sac ovigère/an) du copépode *Eurytemora affinis* au point E entre 1978 et 2004 - Chaque point représente la moyenne des valeurs mensuelles calculée entre avril et novembre

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 en général légèrement en faveur des mâles. En 2004 il est sensiblement équilibré (44,9 % de mâles en moyenne). Les variations saisonnières du pourcentage de mâles sont relativement faibles (**Figure 7-10**) avec cependant une hausse importante en période estivale. En général, le pourcentage de mâles est toujours un peu plus élevé en surface qu'au fond. En 2004 cette caractéristique n'est pas observée.

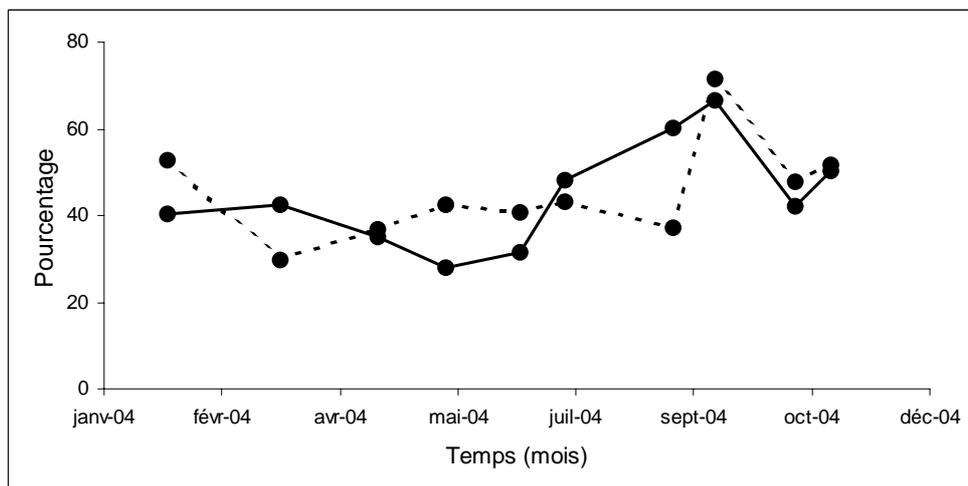


Figure 7-10 : Evolution mensuelle du pourcentage de mâles dans la population adulte du copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au cours de l'année 2004 - Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée

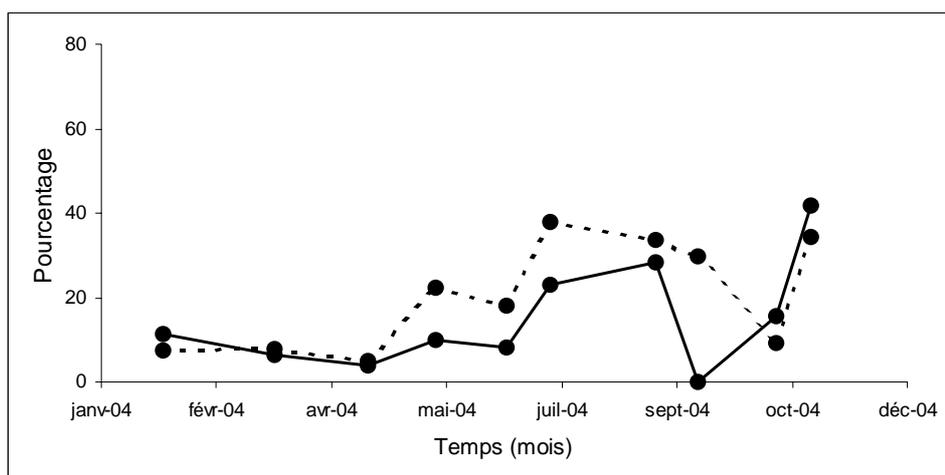


Figure 7-11 : Evolution mensuelle du pourcentage de femelles ovigères chez le copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au cours de l'année 2004 - Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée

Le pourcentage de femelles ovigères est sensiblement identique en surface et au fond. Les valeurs les plus fortes (**Figure 7-11**) sont observées en juillet et août après le maximum d'effectif de la population puis en novembre (accroissement du pourcentage de femelles ovigères automnal classique correspondant à une reprise du développement de la population). Le pourcentage moyen annuel (19,1%) est très inférieur à la moyenne calculée à partir des valeurs des précédentes années de surveillance (30,8%).

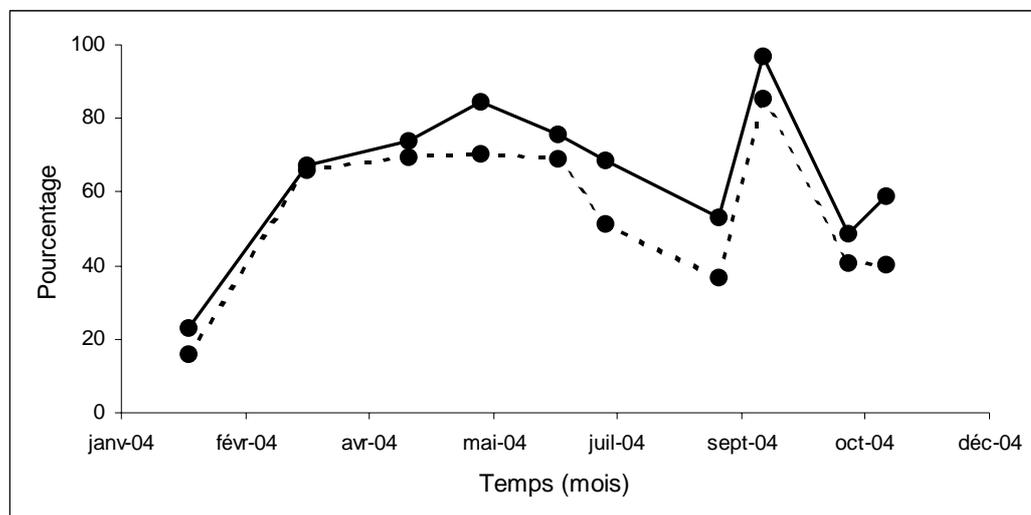


Figure 7-12 : Evolution mensuelle du pourcentage de copépodites dans la population totale du Copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface (trait plein) et au fond (pointillés) au cours de l'année 2004 - Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée

La proportion moyenne de copépodites (Copépodites 1 à 5 = stades juvéniles) en 2004 est systématiquement plus importante en surface qu'au fond, ce qui traduit une distribution préférentielle des jeunes stades en surface. La moyenne annuelle (59,5%) est identique à la moyenne des observations des années précédentes (60,1%). Les plus forts pourcentages sont notés en septembre et correspondent à la reprise de production automnale, sans que ceci se traduise dans un premier temps au niveau des abondances de l'espèce (**Figures 7-1 et 7-12**).

7.2.3. Mortalité

Les résultats sont présentés en pourcentages de mortalité, tous stades confondus. La mortalité annuelle moyenne en 2004 (0,7 %) est faible.

Les fluctuations temporelles observées au cours du cycle annuel (**Figure 7-13**) ne sont pas significatives compte tenu de la forte variabilité entre échantillons observée certains mois (le déterminisme de ces fortes variations ponctuelles est inconnu).

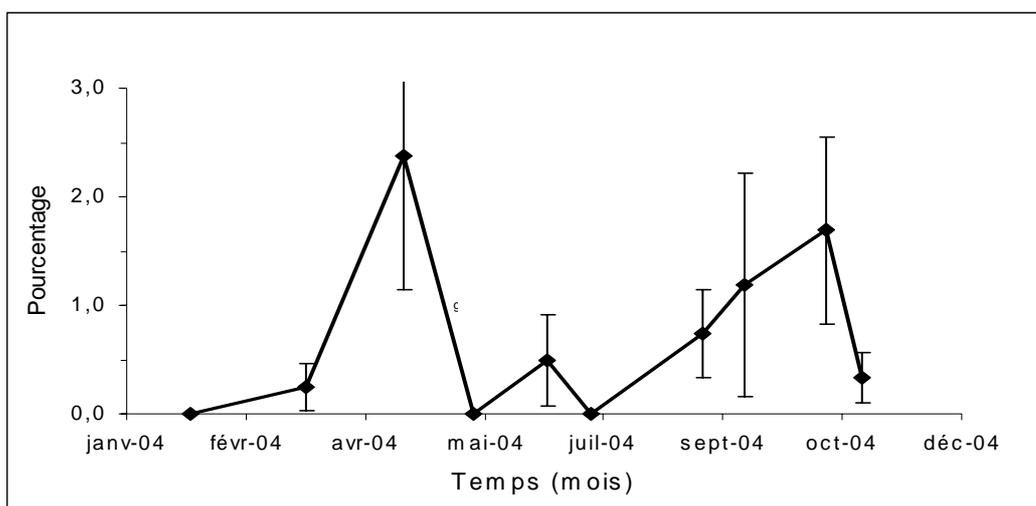


Figure 7-13 : Evolution mensuelle du pourcentage de mortalité du copépode *Eurytemora affinis* au point E, au cours de l'année 2004 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne (\pm erreur standard) calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée (2 en surface et 2 au fond)

La moyenne annuelle observée en 2004 concorde avec la diminution de la mortalité observée depuis 1995. La tendance observée au cours des 5 dernières années (**Figure 7-14**) se rapproche de celle des années 1984 à 1988.

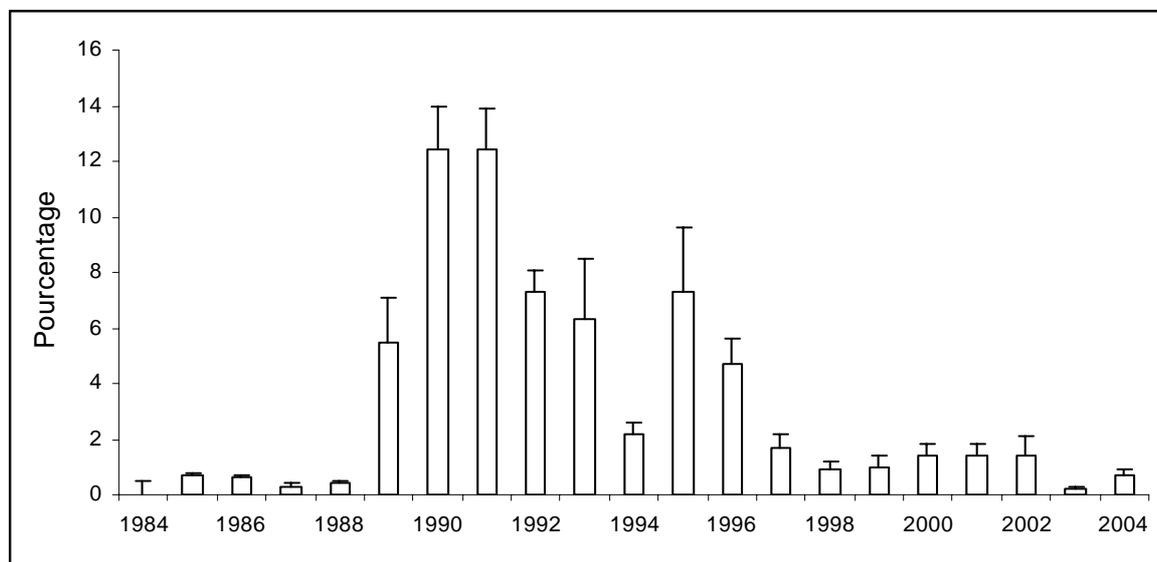


Figure 7-14 : Evolution du pourcentage de mortalité du Copépode *Eurytemora affinis* au point E, entre 1984 et 2004 - Chaque point sur le graphique représente la valeur moyenne annuelle (\pm erreur standard) calculée sur l'ensemble des prélèvements

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.) mais leur densité est toujours très faible, de même que dans le point le plus aval échantillonné, à marée haute et en période d'étiage on peut noter l'intrusion d'espèces néritiques.

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 2004, comme en 2002, 2000, 1999 et 1996, la densité moyenne annuelle de cette espèce au point E (17200 ± 5300 ind./m³, **Figure 7-15**) est supérieure à celle du point K (11400 ± 3000 ind./m³) et supérieure à celle du point F (4200 ± 2000 ind./m³). La période de production maximale de l'espèce est identique dans les 3 stations, les abondances étant significativement plus fortes au point E qu'en amont et en aval (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).

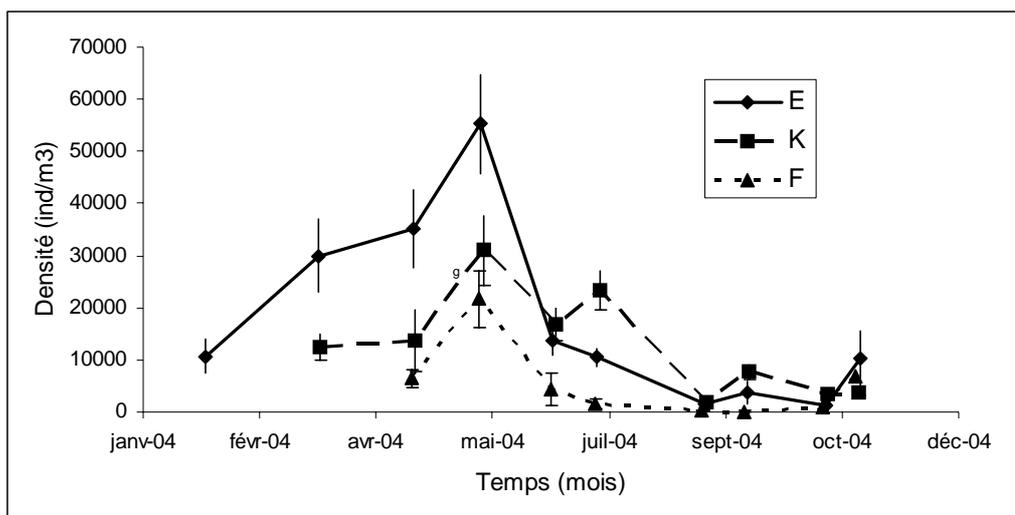


Figure 7-15 : Evolution mensuelle de la densité du copépode *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52) et K (pk 30) au cours de l'année 2004 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

Tableau 7-1 : Evolution des densités moyennes annuelles (ind./m³) du copépode *Eurytemora affinis* observées au cours de la période 1984-2004 - 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	4200	17200		11400

La comparaison des densités moyennes interannuelles (**Tableau 7-1**) entre 1984 et 2004 montre que lorsque les années où la densité du copépode est plus élevée au point K qu'au point E correspondent à des années caractérisées par une absence de crues (notamment printanières) ou par une forte turbidité (sècheresse printano-estivale) ce qui n'est pas la cas en 2004. Mais ces observations ne sont possibles que si les périodes de crue sont échantillonnées (ce qui n'est plus toujours possible depuis 1992 –année du recul du début de la période d'observation au mois d'avril).

La valeur du maximum au point E (55300 ± 9400 ind./m³) en mai est supérieure à celle enregistrée au point K (31000 ± 6600 ind./m³), le pic du point F (21700 ± 5500 ind./m³) présentant les plus faibles abondances.

7.3.2. Variation des densités des Copépodes Acartidés

Les copépodes *Acartidae* sont représentés par deux espèces : *Acartia bifilosa* et *Acartia tonsa* dont la distribution spatio-temporelle est sensiblement différente (**Figure 7-4**)

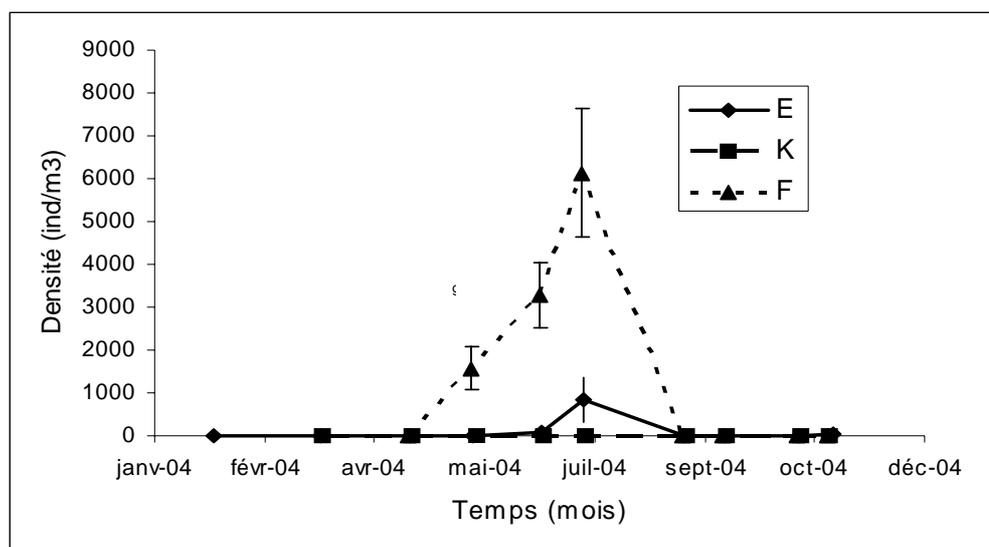


Figure 7-16 : Evolution mensuelle de la densité du Copépode *Acartia bifilosa* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2004 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

Les densités moyennes du copépode *Acartia bifilosa* (**Tableau 7-2**) ne sont élevées cette année qu'au point F (moyenne annuelle : 1100 ± 600 ind./m³) : 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 en amont (maximum au point F : 6100 ± 1500 ind./m³ / maximum au point E : 800 ± 500 ind./m³).

Tableau 7-2 : Evolution des densités moyennes annuelles (ind./m³) du copépode *Acartia bifilosa* au cours de la période 1984-2004 - Le point J est situé au pk 52 dans le chenal de navigation

Année	Point F	Point E	Point J	Point K
1984		209	198	1
1985		321	418	15
1986		2514	2862	14
1987		94	238	4
1988		464	1101	4
1989		149	150	9
1990		147	314	16
1991		569	726	4
1992	609	173		1
1993	970	430		2
1994	1000	17		5
1995	3440	287		3
1996	733	340		5
1997	1133	846		1
1998	804	9		3
1999	2232	204		12
2000	1646	34		0
2001	11210	15		0
2002	544	415		3
2003	519	1 359		139
2004	1100	97		1

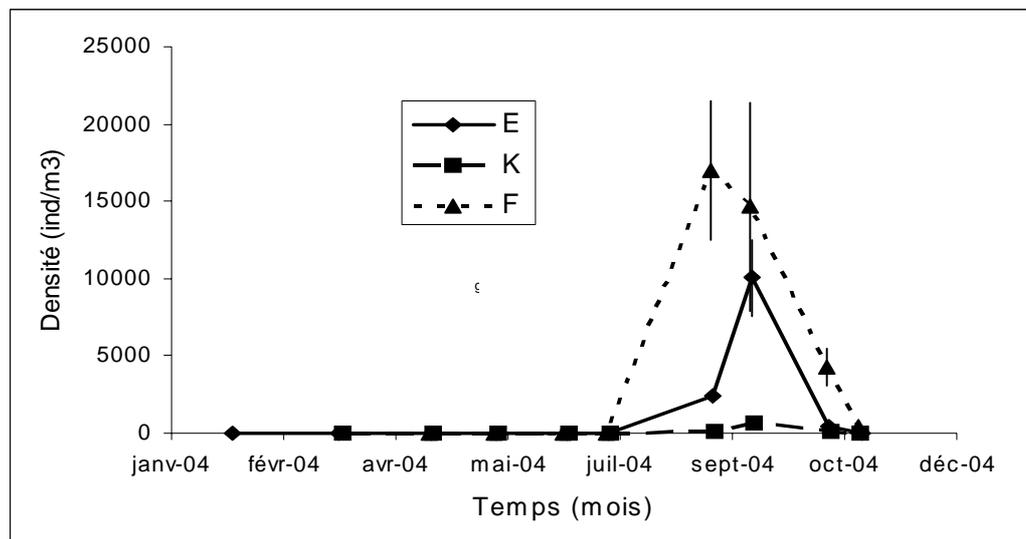


Figure 7-17 : Evolution mensuelle des densités du copépode *Acartia tonsa* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2004 - Chaque point du graphique représente la moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

Le copépode *Acartia tonsa* est une espèce polyhaline : il présente en 2004 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 : 3600 ± 2000 ind./m³), elles sont intermédiaires au point E (moyenne annuelle : 1300 ± 1000 ind./m³), l'espèce étant très peu représentée au point K (moyenne annuelle : 80 ± 60 ind./m³) (**Figure 7-17**). Son caractère thermophile s'est 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 2004 un pic de densité fin août au point F (17000 ± 6800 ind./m³) et un pic en septembre au point E (10000 ± 2500 ind./m³ - étiage plus prononcé que le mois précédent).

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 seraient dues à la formation d'œufs de résistance capables de résister au froid et se développant dès que les températures redeviennent favorables (GAUDY, 1992 pour *A. tonsa* ; VIITASALO, 1992 pour *A. bifilosa*).

Tableau 7-3 : 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 1984-2004 - 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	3600	1300		80

7.3.3. Variation des densités de Mysidacés

La distribution de *Neomysis integer* en 2004 (**Figure 7-18**) est conforme aux observations des années précédentes. Généralement les densités maximales s'observent aux points F ou E (**Tableau 7-4**). Cette année, les densités les plus importantes sont observées au point E (moyenne mensuelle : 490 ± 237 ind./m³ en mai). En 2004, l'espèce n'est abondante qu'au point E (moyenne annuelle : 67 ± 46 ind./m³). Elle est très peu représentée dans la partie amont de l'estuaire (moyenne annuelle, point K : 13 ± 7 ind./m³) et pratiquement absente au point F. Son centre de distribution est donc probablement situé au niveau du pk 52.

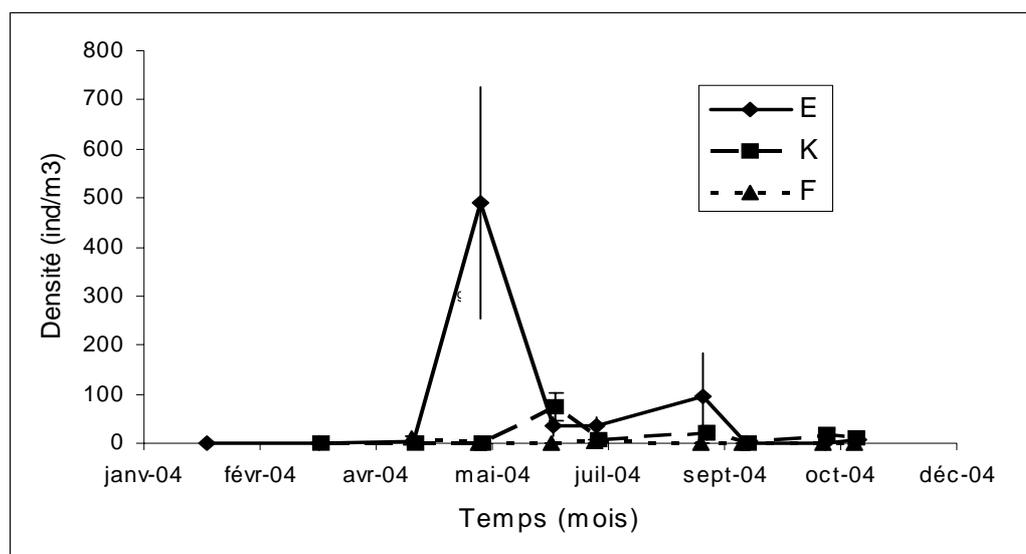


Figure 7-18 : Evolution mensuelle de la densité du Mysidacé *Neomysis integer* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30), au cours de l'année 2004 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 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 1984-2004 - 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

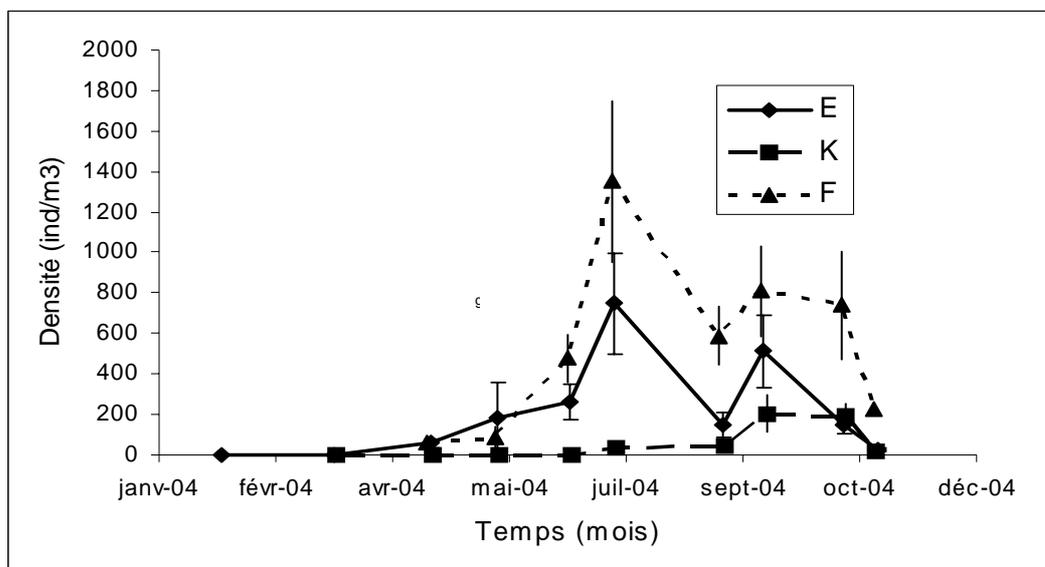


Figure 7-19 : Evolution mensuelle de la densité du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30), au cours de l'année 2004 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 8 prélèvements au cours d'un demi cycle de marée (4 en surface 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 : 434 ± 133 ind./m³ –valeur la plus élevée observée sur ce site depuis le début du suivi) qu'au point E (209 ± 73 ind./m³) tandis que l'espèce est mal représentée au point K (49 ± 24 ind./m³). Il s'agit d'une espèce polyhaline dont le centre de distribution se situe normalement en aval du pk 67 dont la pénétration dans l'estuaire est fortement dépendante des débits fluviaux.

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 1984-2004 - 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

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 1984-2004 - 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

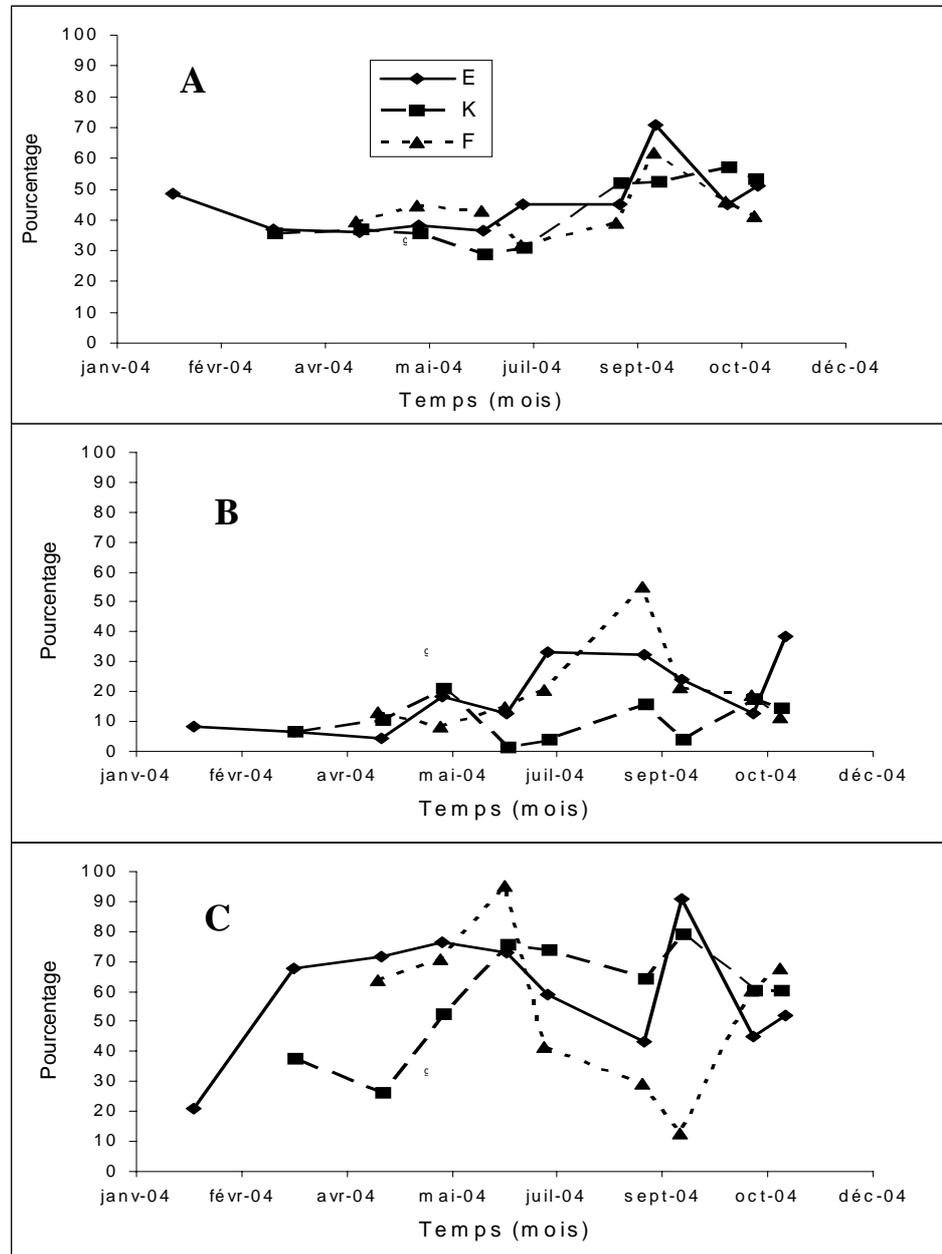


Figure 7-20 : Evolution mensuelle de la structure démographique du copépode *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2004 - % mâles/adultes (A), % femelles ovigères (B), % de copépodites (C), calculés sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond)

L'évolution saisonnière du sex-ratio (mâles/femelles, **Figure 7-20**) est similaire dans les trois stations : alors que les adultes de la population sont dominés par les femelles pendant la période productive printanière, les plus forts pourcentages de mâles sont observés en fin de période estivale (avant la reprise de production automnale).

Les femelles ovigères constituent l'essentiel des femelles en fin de période estivale (dominance de mâles).

L'évolution du pourcentage de copépodites est habituellement « homogène » dans l'estuaire. Cette année, en fin de période estivale la population est dominée en aval par adultes, alors qu'elle est dominée en aval par les stades juvéniles.

7.4.2. Fécondité

En 2004 les fécondités enregistrées aux points K, E et F (**Figure 7-21**) ne diffèrent pas significativement entre elles (les analyses de variance sont effectuées après un test de normalité et d'homogénéité des variances) excepté en Mai avec une « forte » fécondité de la partie amont de la population et en Novembre où la plus « forte fécondité » est observée en aval.

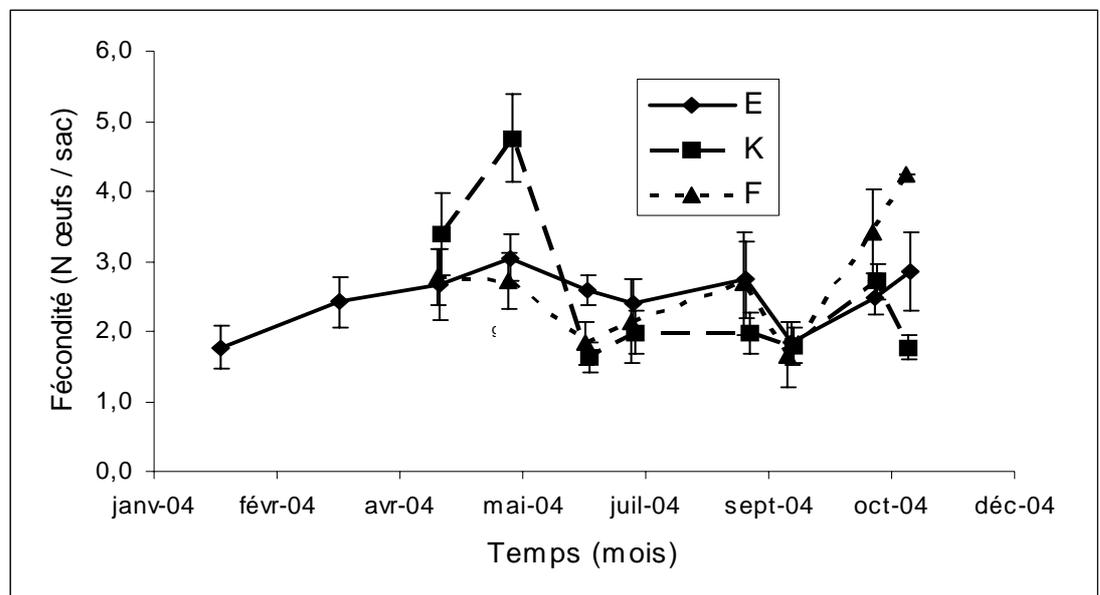


Figure 7-21 : Evolution mensuelle de la fécondité (nombre d'œufs moyen/sac ovigère) des femelles du copépode *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2004 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

En 2004 pour les 3 points, la fécondité est 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 1984-2004 - 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

Après une baisse continue de 1984 à 1987, le nombre d'œufs par sac ovigère tendait à se stabiliser de 1988 à 1991 aux différents points et même à remonter au point K. Puis une nouvelle tendance à la baisse est apparue de façon généralisée sur tous les points. Cette décroissance du nombre d'œufs 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**).

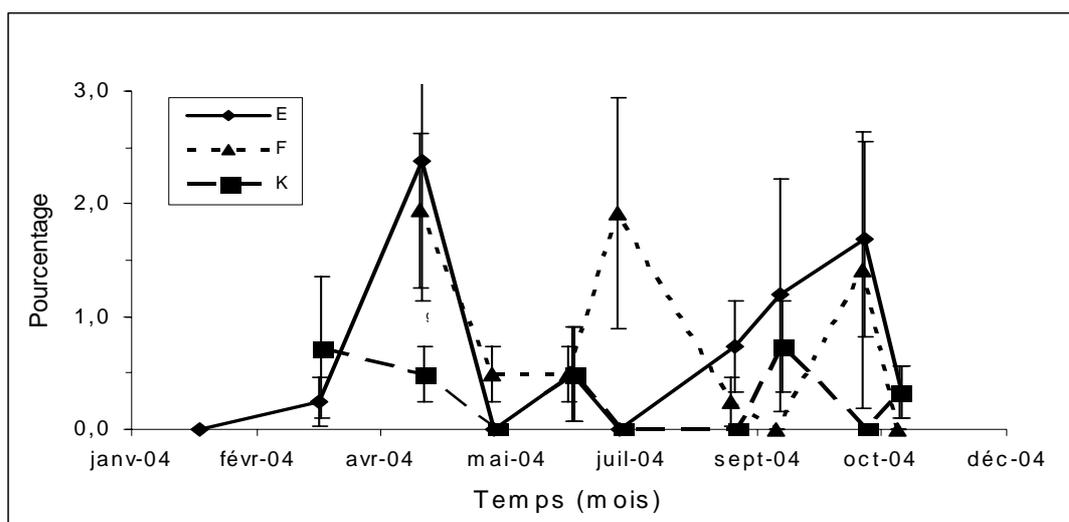


Figure 7-22 : Evolution mensuelle de la mortalité du copépode *Eurytemora affinis* aux points E (pk 52, rejet), F (pk 67) et K (pk 30) au cours de l'année 2004 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 4 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

Alors que les valeurs restent très faibles dans la partie amont de l'estuaire (point K), les plus fortes mortalités sont observées dans la partie aval de l'estuaire en Avril, juillet et Octobre (une hausse de température pouvant provoquer une mortalité du zooplancton et donc être néfaste à *Eurytemora affinis*). La stratégie d'échantillonnage utilisée n'est pas en mesure de vérifier si les rejets thermiques de la centrale engendrent un phénomène de surmortalité.

Tableau 7-8 : Mortalité moyenne annuelle du copépode *Eurytemora affinis* (\pm erreur standard) aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de la période 1984-2004 - 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

8. Macrofaune benthique

La prise en compte de ce nouveau compartiment biologique dans le cadre de la surveillance écologique du site du Blayais fait suite à l'arrêté interministériel du 18 septembre 2003 (paru au Journal Officiel du 26 septembre 2003), précisant dans son article 29 que la surveillance biologique de l'environnement doit désormais inclure la « composition faunistique en macro-invertébrés benthiques à hauteur des 3 points E, F et K, hors zones de forte hydraulique et de dragages », ceci lors de « campagnes dont le nombre est d'au moins 8 par an ».

Pour la première année de cette surveillance du macrozoobenthos, il nous a paru nécessaire de prendre en compte non seulement le benthos subtidal, mais aussi le benthos intertidal, ceci pour plusieurs raisons, découlant à la fois de notre acquis sur l'estuaire de la Gironde et de données bibliographiques :

- le benthos de la Gironde est abondant sur toutes les vasières intertidales, en particulier dans la zone géographique concernée, pour laquelle nous disposons de données antérieures ;
- il est, en revanche, réparti de manière très hétérogène dans le domaine subtidal, des taches de forte abondance pouvant voisiner avec des fonds quasiment dépourvus de faune ; les prélèvements benthiques étant prévus à point fixe (aux stations de mesures hydrologiques et planctoniques), il existait à priori un risque non négligeable de remonter des prélèvements dépourvus de macrofaune ;

- les données de la littérature montrent qu'en général l'impact des effluents thermiques se fait sentir plutôt dans la zone intertidale que dans le domaine subtidal.

8.1. Méthodologie

Les **stations subtidales** sont localisées aux points F (PK 67), E (PK 52) et K (PK 30), à des profondeurs respectives de 8,3 m, 7,3 m et 8,8 m à marée basse. Les prélèvements ont été effectués avec une benne Smith-McIntyre (prêt de matériel INSU), échantillonnant une surface de 0,1 m² ; 5 répliqués ont été prélevés en chaque station. Les 5 prélèvements ont été réalisés à la chaîne sur chaque station, à point fixe lors de l'étalement de basse mer ; le tamisage du sédiment, la fixation et la bocalisation des refus de tamis ont été effectués ensuite sur le pont du bateau. Ces stations ont été échantillonnées en mars (points E et K), avril, mai, juin, juillet, août et septembre 2004 (les 3 points). Les missions d'octobre et novembre étant très proches dans le temps (15 jours), notre choix s'était porté sur la mission de novembre ; un problème de personnel de dernière minute ne nous a cependant pas permis d'effectuer cette dernière mission.

Les **stations intertidales** sont localisées sur la rive gauche de l'estuaire, approximativement en regard des stations subtidales, à savoir à St-Christoly (PK 66), St-Estèphe (PK 55) et Lamarque (PK 35). L'emplacement précis de ces stations a été choisi en fonction de leur accessibilité à pied. L'échantillonnage a été effectué à marée basse, au niveau de mi-marée. Les prélèvements ont été réalisés au moyen d'un cadre métallique de 400 cm², enfoncé dans le sédiment jusqu'à 20 cm de profondeur. En février et novembre, nous avons aussi testé un carottier de 66 cm². Seul le sédiment situé dans les 10 cm superficiels a été prélevé ; celui situé entre 10 et 20 cm de profondeur, à l'intérieur du cadre ou du carottier, a été fragmenté à la main afin de récolter éventuellement les organismes profondément enfouis (*Scrobicularia* ou *Nereis* adultes, par exemple). Cinq répliqués ont été prélevés à chaque station. Tamisage et fixation des prélèvements ont été réalisés de retour au laboratoire. Ces stations intertidales ont été échantillonnées en février, avril, mai, juin, juillet, août, septembre et novembre 2004.

La taille de la maille des tamis utilisés pour séparer les organismes du macrobenthos de ceux appartenant au méiobenthos fait toujours l'objet d'un débat entre spécialistes ; le macrobenthos est en effet défini comme l'ensemble des métazoaires benthiques qui sont retenus par un tamis dont la maille varie, selon les auteurs, entre 2 et 0,5 mm. Des tests, effectués sur les échantillons de février-mars 2004 (donc en fin de période hivernale, où les peuplements sont essentiellement constitués d'adultes), ont montré qu'une maille de 1 mm ne retenait qu'entre 1/6^{ème} et 1/42^{ème} des organismes retenus sur une maille de

0,5 mm (**Figure 8-1**). En conséquence, la totalité des échantillons (216) collectés dans les domaines subtidal et intertidal ont été tamisés sur une maille de 0,5 mm, ce qui augmente considérablement la durée d'analyse des échantillons par rapport à une maille de 1 mm, mais qui permet d'obtenir une information non biaisée sur les densités de macrofaune.

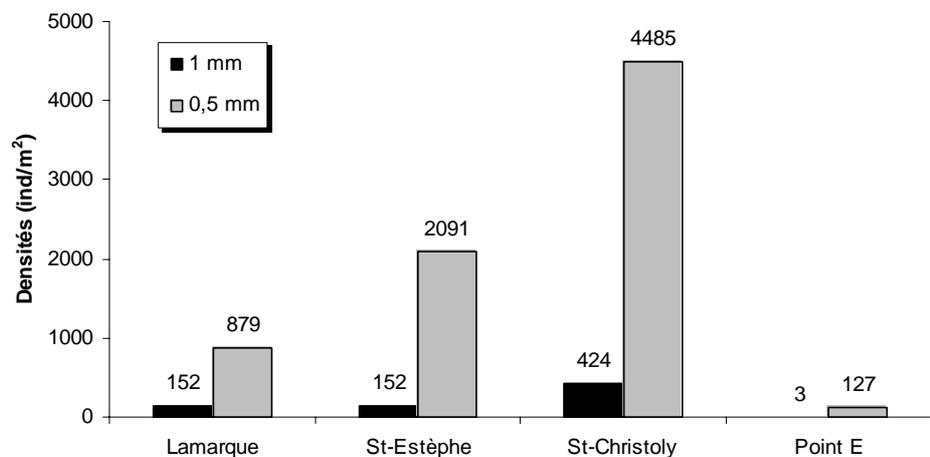


Figure 8-1 : Comparaison des abondances de macrobenthos obtenues sur 4 stations en février 2004 avec des tamis de 1 mm (en noir) et de 0,5 mm (en grisé)

Après tamisage, les refus de tamis ont été fixés au formol neutre à 4% et colorés au Rose Bengale (colorant spécifique de la matière organique vivante, destiné à repérer plus aisément les organismes parmi les débris) pendant au moins 24 heures. Les organismes ont été identifiés et comptés par taxon ou espèce (seules les parties antérieures des individus fragmentés étant comptabilisées), avant d'être conservés dans de l'éthanol à 70%. Les identifications ont été faites jusqu'au niveau spécifique, à l'exception des Annélides Oligochètes (pour lesquels l'identification est très complexe), des Crustacés Amphipodes du genre *Bathyporeia* (dont la systématique est actuellement en refonte) et des larves d'Insectes.

Pour la présentation des résultats, les abondances sont exprimées en densités d'individus au m².

8.2. Caractéristiques sédimentaires des stations

Trois carottes sédimentaires ont été prélevées en juin en chacune des 6 stations. Les 3 cm superficiels de deux carottes ont été rassemblés et homogénéisés, et

leur analyse granulométrique a été réalisée par O. Weber (DGO, Université Bordeaux 1). La teneur en matière organique totale a été mesurée sur les 3 cm superficiels de la troisième carotte, par perte au feu à 550°C pendant 2 h. Les caractéristiques granulométriques sont indiquées dans le **Tableau 8-1**, et les pourcentages de chaque classe granulométrique sont représentés **Figure 8-2**.

Le sédiment des trois stations intertidales est remarquablement homogène : médiane comprise entre 8 et 19 μm , 88 à 97 % de particules < 63 μm , 0 % de sables grossiers, 4 à 6 % de matière organique. Il s'agit d'une vase argileuse.

Les caractéristiques du sédiment au Point E sont relativement proches de celles des stations intertidales : médiane voisine de 10 μm , 88 % de particules fines, absence de sables grossiers, 6 % de matière organique. Le spectre granulométrique est cependant légèrement bimodal : le sédiment est un mélange de vase argileuse (type dominant) et de sable fin.

Le sédiment du Point F est lui aussi bimodal, avec une fraction grossière importante (17 % > 500 μm) et une fraction fine moyenne (39 % < 63 μm), et environ 2 % de matière organique : il s'agit d'un mélange de sable moyen (type dominant) et de vase argileuse.

Le sédiment du Point K (station subtidale la plus en amont) possède une médiane élevée (358 μm), une faible teneur en particules fines (9 % < 63 μm), une forte proportion de particules grossières (81,7 % > 250 μm) et une faible teneur en matière organique (0,6 %) : il s'agit d'un sable moyen bien classé.

Tableau 8-1 : Caractéristiques granulométriques des stations d'échantillonnage du macrobenthos

Station	Moyenne (μm)	Skewness	Médiane (μm)	< 63 μm (%)	> 500 μm (%)	Mat. org. totale (%)
St-Christoly (PK 66)	13,0	-3,88	14,24	92,4	0,0	6,35
St-Estèphe (PK 55)	16,0	-2,49	19,41	88,3	0,0	4,18
Lamarque (PK 35)	8,6	-5,86	8,65	96,7	0,0	6,06
Point F (PK 67)	91,0	0,27	302,11	38,8	17,3	2,19
Point E (PK 52)	11,8	-3,54	10,62	88,2	0,0	6,00
Point K (PK 30)	256,8	2,31	358,33	9,1	12,0	0,58

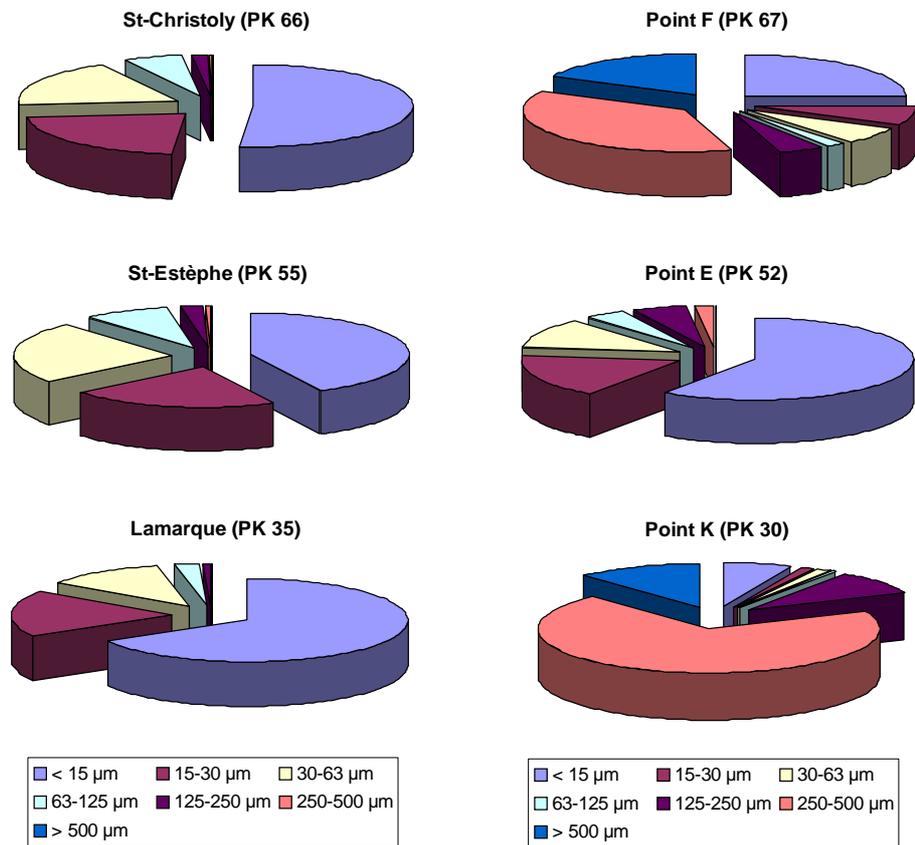


Figure 8-2 : Composition granulométrique du sédiment des stations d'échantillonnage du macrobenthos (à gauche, stations intertidales ; à droite, stations subtidales)

8.3. Evolution temporelle de la composition faunistique des peuplements macrobenthiques intertidaux

8.3.1. St-Christoly (PK 66)

La richesse spécifique (nombre total d'espèces) est relativement élevée (12 espèces échantillonnées au cours de l'année, 6 à 9 espèces à chaque date), sans tendance saisonnière marquée (**Figure 8-3**).

Le peuplement de cette station est caractérisé par 5 espèces endogées, typiques du domaine intertidal des milieux estuariens de l'Atlantique européen : les Annélides Polychètes *Streblospio shrubsolii* et *Hediste* (= *Nereis*) *diversicolor*, le Bivalve *Scrobicularia plana* (dont des individus adultes à forte biomasse), les Crustacés *Corophium volutator* (Amphipode) et *Cyathura carinata*

(Isopode). Il s'y ajoute, en abondance plus faible, le Polychète *Pseudopolydora pulchra*, rencontré dans cette seule station.

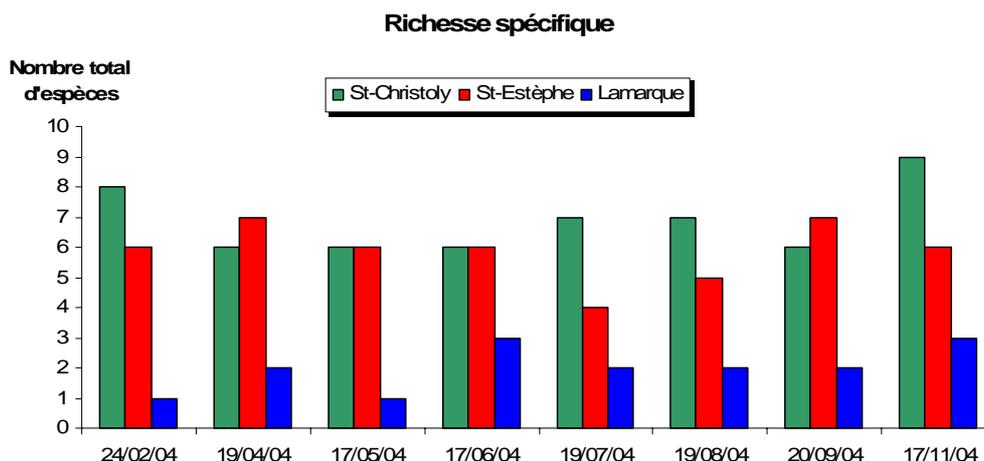


Figure 8-3 : Evolution mensuelle de la richesse spécifique du macrobenthos des stations intertidales

L'évolution annuelle des densités suit une courbe assez régulière, avec un minimum en avril (975 ind/m^2) et un maximum en septembre (27719 ind/m^2) qui correspond à la plus forte valeur observée dans l'ensemble des stations (**Figure 8-4, Tableau 8-2**). En février, le peuplement est dominé à parts égales par *Streblospio shrubsolii* et *Corophium volutator*. D'avril à juin, les Annélides Polychètes constituent le groupe dominant, essentiellement grâce à *S. shrubsolii*. Un recrutement important de *C. volutator* (jusqu'à près de 19000 ind/m^2 en août) permet aux Crustacés de dominer le peuplement en juillet et août. De fortes densités de *C. volutator* sont encore présentes en septembre, mais c'est *S. shrubsolii* qui exerce alors une dominance numérique avec près de 15000 ind/m^2). En novembre, la densité totale chute à moins de 10000 ind/m^2 en même temps que s'effondre la population de *C. volutator*, le peuplement étant toujours dominé par *S. shrubsolii*.

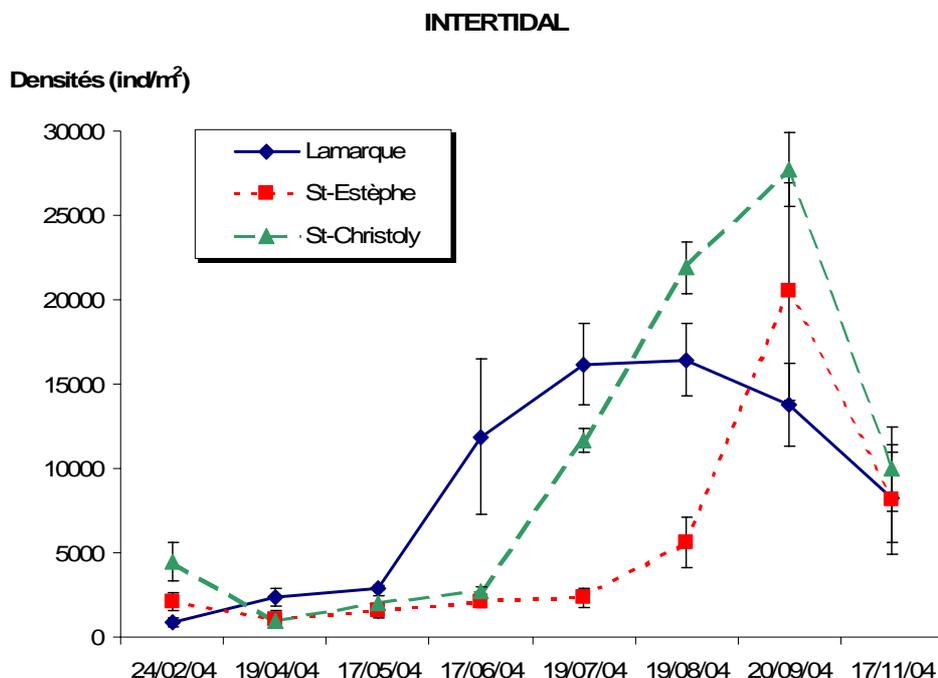


Figure 8-4 : Evolution mensuelle de la densité (moyenne \pm ES) du macrobenthos des stations intertidales

8.3.2. St-Estèphe (PK 55)

La richesse spécifique est plus faible qu'à St-Christoly (8 espèces échantillonnées au cours de l'année, 4 à 7 espèces par date), et toujours sans tendance saisonnière (**Figure 8-3**).

Le peuplement y est caractérisé par les mêmes 5 espèces qu'à St-Christoly, le Bivalve *Scrobicularia plana* n'étant toutefois plus représenté que par des stades jeunes. Il s'y adjoint aussi une espèce indéterminée d'Annélide Oligochète.

L'évolution annuelle des densités, régulière ici aussi, suit d'assez près celle observée à St-Christoly, avec cependant un accroissement des abondances plus tardif et des densités légèrement plus faibles que dans cette dernière station : minimum en avril (1070 ind/m²) et maximum en septembre (20508 ind/m²) (**Figure 8-4, Tableau 8-2**). Les Annélides Oligochètes dominent numériquement, sauf de juillet à septembre où la population de *Corophium volutator* constitue l'espèce dominante.

8.3.3. Lamarque (PK 35)

C'est, de toutes les stations, celle avec le plus faible nombre d'espèces : 4 au total, 1 à 3 par date (**Figure 8-3**).

Une espèce indéterminée d'Annélide Oligochète (apparemment différente de celle présente à St-Estèphe) domine très fortement le peuplement, constituant parfois la seule espèce présente. L'évolution annuelle des effectifs suit une courbe « en cloche » très régulière, avec un minimum en février (879 ind/m²) et un maximum en août (16445 ind/m²) (**Figure 8-4, Tableau 8-2**).

8.4. Evolution temporelle de la composition faunistique des peuplements macrobenthiques subtidaux

L'une des caractéristiques marquantes des peuplements subtidaux est l'importance de la faune carcinologique. Aux espèces tubicoles du domaine intertidal (l'Amphipode *Corophium volutator* et l'Isopode *Cyathura carinata*), beaucoup plus faiblement représentées ici, viennent en effet s'ajouter des espèces nageuses à affinités benthiques :

- les Amphipodes *Bathyporeia* sp. (surtout présent au Point K), *Gammarus salinus* (aux Points F et E, avec une abondance maximale en mai) et *G. zaddachi* (remplaçant le précédent au Point K, également en densité maximale en mai) ;
- l'Isopode *Synidotea laevidorsalis* (présent aux Points F et E, en août et surtout septembre) ;
- la crevette *Crangon crangon*,
- les Mysidacés *Mesopodopsis slabberi* (effectifs maximaux de juillet à septembre) et *Neomysis integer* (effectifs maximaux en avril-mai), présents dans les 3 stations et, par ailleurs, bien représentées dans le zooplancton.

Tableau 8-2 : Evolution mensuelle des densités (nombres moyens d'individus par m²) des diverses espèces macrobenthiques intertidales au cours de l'année 2004 - Entre parenthèses, erreur standard de la moyenne. Les phylums auxquels appartiennent les différents taxons sont indiqués à gauche : O = Annélides Oligochètes, P = Annélides Polychètes, B = Mollusques Bivalves, G = Mollusques Gastéropodes, C = Crustacés, I = Insectes

	Taxons	24/02/04	19/04/04	17/05/04	17/06/04	19/07/04	19/08/04	20/09/04	17/11/04
St-Christoly (PK 66)									
O	<i>Oligochaeta</i> spp.	-	-	10 (6)	-	5 (5)	5 (5)	-	30 (30)
P	<i>Hediste diversicolor</i>	30 (30)	70 (33)	-	35 (29)	185 (13)	535 (29)	550 (10)	61 (37)
	<i>Heteromastus filiformis</i>	30 (30)	-	-	-	-	-	-	30 (30)
	<i>Pseudopolydora pulchra</i>	121 (57)	5 (5)	40 (15)	-	-	-	-	333 (111)
	<i>Streblospio shrubsolii</i>	2121 (159)	580 (189)	1710 (420)	2320 (296)	190 (29)	2475 (593)	14756 (1440)	7364 (2669)
B	<i>Macoma balthica</i>	61 (37)	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Scrobicularia plana</i>	-	30 (15)	30 (18)	40 (15)	5 (5)	15 (10)	12 (12)	879 (74)
G	<i>Hydrobia ulvae</i>	-	-	-	-	5 (5)	5 (5)	175 (167)	182 (111)
C	<i>Corophium volutator</i>	2000 (1156)	95 (53)	40 (13)	140 (61)	11295 (721)	18855 (1527)	12194 (1566)	454 (96)
	<i>Cyathura carinata</i>	91 (37)	195 (55)	170 (30)	160 (22)	5 (5)	5 (5)	31 (24)	636 (111)
	Décapodes indét.	30 (30)	-	-	-	-	-	-	-
I	Larves Insectes indét.	-	-	-	10 (6)	-	-	-	-
St-Estèphe (PK 55)									
O	<i>Oligochaeta</i> spp.	1697 (448)	845 (433)	1325 (345)	1700 (465)	755 (135)	1925 (652)	8042 (2247)	7515 (3243)
P	<i>Hediste diversicolor</i>	91 (37)	30 (12)	35 (29)	30 (15)	10 (10)	12 (7)	83 (36)	61 (37)
	<i>Streblospio shrubsolii</i>	212 (113)	155 (72)	115 (54)	195 (65)	165 (31)	206 (64)	633 (150)	394 (132)
B	<i>Macoma balthica</i>	30 (30)	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Scrobicularia plana</i>	-	5 (5)	25 (14)	-	-	6 (6)	50 (29)	61 (61)
C	<i>Corophium volutator</i>	-	15 (10)	20 (12)	185 (117)	1405 (563)	3481 (833)	11625 (4165)	91 (61)
	<i>Cyathura carinata</i>	30 (30)	15 (10)	25 (11)	15 (10)	-	-	67 (55)	61 (37)
I	Larves Insectes indét.	30 (30)	5 (5)	-	5 (5)	-	-	8 (8)	-
Lamarque (PK 35)									
O	<i>Oligochaeta</i> spp.	879 (246)	2380 (539)	2935 (102)	11840 (4624)	16155 (2408)	16440 (2157)	13758 (2500)	8182 (2653)
P	<i>Streblospio shrubsolii</i>	-	-	-	5 (5)	-	5 (5)	-	-
G	<i>Hydrobia ulvae</i>	-	-	-	-	-	-	-	38 (34)
I	Larves Insectes indét.	-	20 (5)	-	15 (10)	5 (5)	-	17 (17)	61 (61)

8.4.1. Point F (PK 67)

La richesse spécifique est la plus élevée de toutes les stations : 16 espèces au total, 9 à 11 espèces par date d'échantillonnage (**Figure 8-5**).

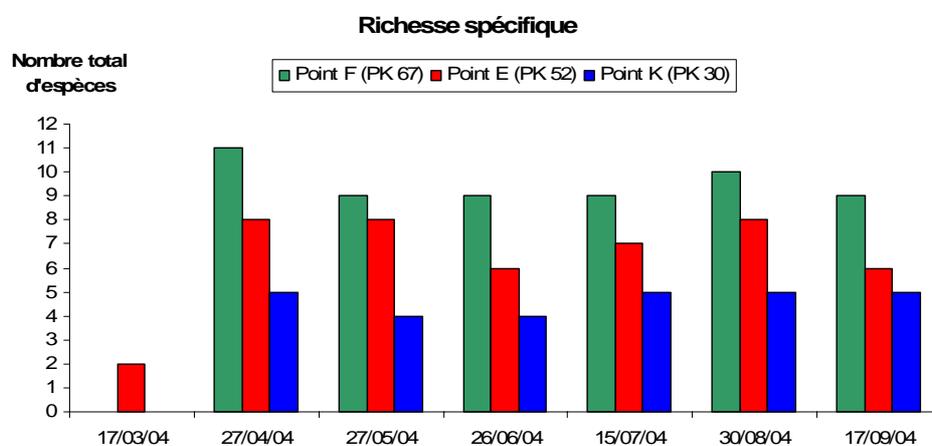


Figure 8-5 : Evolution mensuelle de la richesse spécifique du macrobenthos des stations subtidales

Le peuplement est dominé toute l'année par les Annélides Polychètes : *Heteromastus filiformis*, espèce caractéristique de cette station, et *Streblospio shrubsolii*. Les densités totales sont relativement faibles et ne montrent pas d'augmentation liée au recrutement estival ou automnal des espèces, comme dans le cas des peuplements intertidaux : au contraire, une diminution presque constante des densités est observée entre avril (1566 ind/m², maximum annuel) et septembre (382 ind/m², minimum annuel) (**Figure 8-6, Tableau 8-3**).

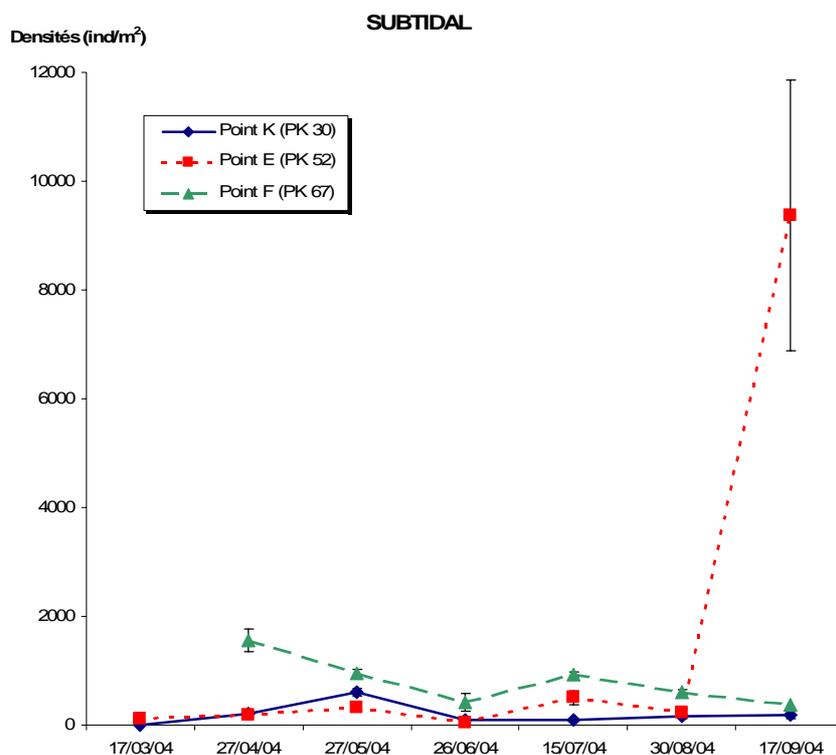


Figure 8-6 : Evolution mensuelle de la densité (moyenne \pm ES) du macrobenthos des stations subtidales

8.4.2. Point E (PK 52)

Le nombre d'espèces décroît par rapport à la station précédente : 12 au total, 2 à 8 par date d'échantillonnage (**Figure 8-5**).

Les densités totales sont faibles et sans tendance saisonnière de mars à août : entre 36 à 504 ind/m². Les groupes dominants sont les Crustacés d'avril à juin, puis les Annélides Oligochètes en juillet, les Oligochètes et les Crustacés en août. En septembre, une pullulation de l'Annélide Polychète *Boccardiella ligerica* (9145 ind/m²) fait brutalement monter la densité totale à un niveau voisin de ceux observés en zone intertidale (9377 ind/m²) (**Figure 8-6**, **Tableau 8-3**). Des pullulations de cette espèce opportuniste, du même ordre de grandeur, ponctuelles dans le temps et dans l'espace, et dans la même zone ont déjà été mises en évidence en mars 1989 par CASTEL & ESCARAVAGE (1989) et de 1998 à 2001 par BROSSE (2003).

Tableau 8-3 : Evolution mensuelle des densités (nombres moyens d'individus par m²) des diverses espèces macrobenthiques subtidales au cours de l'année 2004 - Voir Tableau 8-2 pour les abréviations

	Taxons	17-18/03/04	26-28/04/04	26-28/05/04	25-27/06/04	14-16/07/04	29-31/08/04	16-18/09/04
Point F (PK 67)								
O	<i>Oligochaeta</i> spp.		-	-	-	2 (2)	-	2 (2)
P	<i>Heteromastus filiformis</i>		1002 (79)	676 (168)	334 (85)	508 (106)	456 (42)	155 (14)
	<i>Neanthes succinea</i>		4 (2)	4 (2)	-	6 (4)	2 (2)	-
	<i>Boccardiella ligERICA</i>		4 (2)	-	-	-	6 (4)	5 (3)
	<i>Streblospio shrubsolii</i>		410 (76)	146 (53)	38 (10)	262 (73)	100 (19)	112 (20)
B	<i>Cerastoderma edule</i>		-	-	-	-	-	2 (2)
	<i>Macoma balthica</i>		2 (2)	4 (2)	2 (2)	2 (2)	-	2 (2)
C	<i>Bathyporeia</i> sp.		-	-	-	-	2 (2)	-
	<i>Corophium volutator</i>		-	-	-	-	10 (10)	-
	<i>Crangon crangon</i>		2 (2)	2 (2)	-	-	-	2 (2)
	<i>Cyathura carinata</i>		8 (4)	10 (5)	2 (2)	6 (6)	-	-
	<i>Gammarus salinus</i>		12 (5)	26 (12)	12 (7)	2 (2)	2 (2)	-
	<i>Mesopodopsis slabberi</i>		48 (25)	24 (10)	30 (11)	140 (12)	28 (5)	80 (47)
	<i>Neomysis integer</i>		68 (23)	52 (7)	4 (2)	2 (2)	2 (2)	-
	<i>Synidotea laevidorsalis</i>		-	-	-	-	6 (2)	20 (13)
I	Larves Insectes indét.		6 (4)	-	2 (2)	-	-	-
Point E (PK 52)								
O	<i>Oligochaeta</i> spp.	93 (83)	8 (8)	18 (8)	8 (4)	374 (110)	100 (62)	-
P	<i>Neanthes succinea</i>	-	2 (2)	2 (2)	-	-	-	-
	<i>Boccardiella ligERICA</i>	-	-	2 (2)	-	-	6 (4)	9145 (2431)
	<i>Streblospio shrubsolii</i>	33 (33)	6 (2)	6 (2)	-	66 (34)	6 (2)	5 (5)
C	<i>Bathyporeia</i> sp.	-	-	10 (4)	14 (4)	-	-	-
	<i>Corophium volutator</i>	-	-	-	-	-	-	67 (19)
	<i>Crangon crangon</i>	-	-	-	-	2 (2)	2 (2)	-
	<i>Cyathura carinata</i>	-	16 (6)	16 (6)	2 (2)	-	-	2 (2)
	<i>Gammarus salinus</i>	-	4 (4)	70 (43)	4 (4)	10 (5)	2 (2)	-
	<i>Mesopodopsis slabberi</i>	-	2 (2)	-	6 (4)	44 (13)	100 (22)	102 (52)
	<i>Neomysis integer</i>	-	154 (38)	206 (54)	2 (2)	8 (4)	6 (4)	-
	<i>Synidotea laevidorsalis</i>	-	-	-	-	-	2 (2)	55 (52)
Point K (PK 30)								
O	<i>Oligochaeta</i> spp.	-	6 (6)	4 (2)	-	-	-	2 (2)
C	<i>Bathyporeia</i> sp.	-	106 (41)	52 (10)	30 (11)	46 (17)	50 (25)	42 (27)
	<i>Gammarus zaddachi</i>	-	28 (7)	98 (15)	24 (7)	34 (10)	4 (4)	-
	<i>Mesopodopsis slabberi</i>	-	-	-	-	-	46 (13)	72 (15)
	<i>Neomysis integer</i>	-	-	-	32 (7)	2 (2)	8 (4)	2 (2)
I	Larves Insectes indét.	-	76 (24)	454 (76)	-	2 (2)	44 (24)	60 (45)

8.4.3. Point K (PK 30)

La richesse spécifique est très faible : 6 espèces au total, 0 à 4 espèces par date (**Figure 8-5**).

Les densités sont également très faibles. Le peuplement est dominé par les Crustacés (Amphipodes et Mysidacés) et les larves d’Insectes. Ces dernières sont particulièrement abondantes en mai et contribuent au pic de densité survenu à cette date (608 ind/m²). Hormis ce dernier cas, les densités totales fluctuent entre 0 (mars) et 216 ind/m² (avril), sans évolution saisonnière nette (**Figure 8-6, Tableau 8-3**).

8.5. Synthèse des résultats

Au terme de cette première année du suivi temporel quantitatif de la macrofaune benthique sur le site du Blayais, les principaux résultats sont les suivants :

- Dans le sens transversal (i.e. à un même PK), la richesse spécifique (= le nombre d’espèces échantillonnées) est plus élevée en subtidal qu’en intertidal.
- Dans le sens longitudinal, la richesse spécifique décroît vers l’amont, à la fois dans les chenaux et dans le domaine intertidal.
- Les densités d’organismes sont très élevées en intertidal, et dépassent d’environ un facteur 10 les densités en milieu subtidal.
- L’évolution annuelle des densités est très marquée en intertidal, avec un minimum au printemps (par suite des mortalités hivernales naturelles), et un maximum en août-septembre (consécutif à la reproduction et au recrutement larvaire) ; en revanche, les variations saisonnières de densités sont peu marquées en subtidal.
- Les 6 stations étudiées s’avèrent très différentes quant à la structure de leur peuplement benthique :
 - à St-Christoly (PK 66, intertidal) : dominance numérique des Annélides Polychètes, avec prolifération de l’Amphipode *Corophium volutator* à la fin de l’été ;
 - à St-Estèphe (PK 55, intertidal) : dominance des Annélides Oligochètes, toujours avec prolifération de *C. volutator* en fin d’été ;
 - à Lamarque (PK 35, intertidal) : dominance presque exclusive des Annélides Oligochètes ;

- au Point F (PK 67, subtidal) : dominance des Annélides Polychètes ;
- au Point E (PK 52, subtidal) : pas de dominance particulière d'un groupe, mais prolifération automnale de *Boccardiella ligerica* ;
- au Point K (PK 30, subtidal) : dominance des Crustacés et des larves d'Insectes.

8.6. Retour sur la stratégie d'échantillonnage

Quelques recommandations peuvent être formulées quant à la poursuite du suivi des peuplements macrobenthiques :

- *Nombre de stations.* Les 6 stations doivent être conservées car les résultats montrent que l'évolution annuelle de leur peuplement est très différente.
- *Fréquence d'échantillonnage.* La fréquence de 8 campagnes d'échantillonnage par an mérite d'être poursuivie une 2^{ème} année, afin de s'assurer de la reproductibilité inter-annuelle des phénomènes. Une diminution de cette fréquence pourrait ultérieurement être envisagée, réduite à une surveillance trimestrielle, voire semestrielle.
- *Maille de tamisage.* La maille de 0,5 mm a été démontrée comme étant plus appropriée que la maille de 1 mm, même si la durée de traitement des échantillons s'en trouve considérablement augmentée.
- *Taille des échantillons.* Le nombre d'échantillons unitaires avait été fixé arbitrairement à 5 par station. La prise en compte des résultats permet de vérifier statistiquement *a posteriori* la validité de ce choix, en fonction des surfaces échantillonnées, en suivant la méthode développée par ELLIOTT (1971). Si l'on tolère, pour les densités totales, une erreur standard égale à 20 % de la valeur moyenne (erreur raisonnable pour la plupart des échantillons benthiques), le nombre n d'échantillons unitaires dans un échantillon aléatoire est donné par la formule : $n = 25s^2 / m^2$ (avec m = moyenne et s = écart-type). Dans le cas présent, pour une erreur de 20 %, les résultats sont les suivants :

	Nombre moyen n d'échantillons unitaires (valeurs extrêmes)	Indice de précision moyen
Benne 0,1 m ²	5,2 (0,6 – 13,0)	18,9 %
Quadrat 400 cm ²	5,8 (0,2 – 25,8)	19,4 %
Carottage 66 cm ²	11,1 (7,7 – 19,9)	29,3 %

Il apparaît ainsi que 5 échantillons unitaires constituent un effort d'échantillonnage statistiquement satisfaisant dans le cas des prélèvements à la benne Smith-McIntyre en subtidal et dans le cas de prélèvements de quadrats de 400 cm² en intertidal. En revanche, dans le cas de prélèvements de carottes de 66 cm², il conviendrait de réaliser au moins 10 échantillons unitaires. Cette dernière solution est à retenir pour les stations intertidales, car elle permettrait de réduire significativement le temps de traitement des échantillons, tout en conservant une valeur statistique satisfaisante.

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.

Irigoién X., Castel J., Gasparini S., 1996.- Gut clearance rate as predictor of food limitation situations. Application to two estuarine copepods : *Acartia bifilosa* and *Eurytemora affinis*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 131, pp. 159-163.

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.

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
26-avr	4	8	8	8	F
27-avr	4	8	8	8	E
28-avr	4	8	8	8	K
26-mai	4	8	8	8	F
27-mai	4	8	8	8	E
28-mai	4	8	8	8	K
25-juin	4	8	8	8	F
26-juin	4	8	8	8	E
27-juin	4	8	8	8	K
14-juil	4	8	8	8	F
15-juil	4	8	8	8	E
16-juil	4	8	8	8	K
29-août	4	8	8	8	F
30-août	4	8	8	8	E
31-août	4	8	8	8	K
16-sept	4	8	8	8	F
17-sept	4	8	8	8	E
18-sept	4	8	8	8	K
20-oct	4	8	8	8	F
21-oct	4	8	8	8	E
22-oct	4	8	8	8	K
03-nov	4	8	8	8	F
05-nov	4	8	8	8	E
04-nov	4	8	8	8	K
TOTAL	96	192	192	192	

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

DATES	Chimie C.O.P.	Phyto-plancton	Sels Nutritifs	Bactériologie	Agents de surface	Morpholine Hydrazine	Bore total	Points
26-avr	16	2	2	4	2	2	2	F
27-avr	16	2	2	4	2	2	2	E
28-avr	16	2	2	4	2	2	2	K
26-mai	16	2	2	4	2	2	2	F
27-mai	16	2	2	4	2	2	2	E
28-mai	16	2	2	4	2	2	2	K
25-juin	16	2	2	4	2	2	2	F
26-juin	16	2	2	4	2	2	2	E
27-juin	16	2	2	4	2	2	2	K
14-juil	16	2	2	4	2	2	2	F
15-juil	16	2	2	4	2	2	2	E
16-juil	16	2	2	4	2	2	2	K
29-août	16	2	2	4	2	2	2	F
30-août	16	2	2	4	2	2	2	E
31-août	16	2	2	4	2	2	2	K
16-sept	16	2	2	4	2	2	2	F
17-sept	16	2	2	4	2	2	2	E
18-sept	16	2	2	4	2	2	2	K
20-oct	16	2	2	4	2	2	2	F
21-oct	16	2	2	4	2	2	2	E
22-oct	16	2	2	4	2	2	2	K
03-nov	16	2	2	4	2	2	2	F
05-nov	16	2	2	4	2	2	2	E
04-nov	16	2	2	4	2	2	2	K
TOTAL	384	48	48	96	48	48	48	

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

DATES	TURBIDITES		OXYGENE DISSOUS		pH		Points
	Surface	Fond	Surface	Fond	Surface	Fond	
26-avr	4	4	4	4	4	4	F
27-avr	4	4	4	4	4	4	E
28-avr	4	4	4	4	4	4	K
26-mai	4	4	4	4	4	4	F
27-mai	4	4	4	4	4	4	E
28-mai	4	4	4	4	4	4	K
25-juin	4	4	4	4	4	4	F
26-juin	4	4	4	4	4	4	E
27-juin	4	4	4	4	4	4	K
14-juil	4	4	4	4	4	4	F
15-juil	4	4	4	4	4	4	E
16-juil	4	4	4	4	4	4	K
29-août	4	4	4	4	4	4	F
30-août	4	4	4	4	4	4	E
31-août	4	4	4	4	4	4	K
16-sept	4	4	4	4	4	4	F
17-sept	4	4	4	4	4	4	E
18-sept	4	4	4	4	4	4	K
20-oct	4	4	4	4	4	4	F
21-oct	4	4	4	4	4	4	E
22-oct	4	4	4	4	4	4	K
03-nov	4	4	4	4	4	4	F
05-nov	4	4	4	4	4	4	E
04-nov	4	4	4	4	4	4	K
TOTAL	96	96	96	96	96	96	

Nombre de prélèvements pour l'étude faunistique

DATES	PLANCTON		BENTHOS Subtidal	Points
	Surface	Fond		
26-avr	4	4	5	F
27-avr	4	4	5	E
28-avr	4	4	5	K
26-mai	4	4	5	F
27-mai	4	4	5	E
28-mai	4	4	5	K
25-juin	4	4	5	F
26-juin	4	4	5	E
27-juin	4	4	5	K
14-juil	4	4	5	F
15-juil	4	4	5	E
16-juil	4	4	5	K
29-août	4	4	5	F
30-août	4	4	5	E
31-août	4	4	5	K
16-sept	4	4	5	F
17-sept	4	4	5	E
18-sept	4	4	5	K
20-oct	4	4	0	F
21-oct	4	4	0	E
22-oct	4	4	0	K
03-nov	4	4	0	E
05-nov	4	4	0	J
04-nov	4	4	0	K
TOTAL	96	96	90	

Remarques :

En milieu subtidal (tableau ci-dessus), 3 prélèvements supplémentaires ont été effectués au point E le 17 mars, et 3 prélèvements au point K le 18 mars, soit un total de 96 échantillons.

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 2004		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 26/04/2004 Coef: 41-36	1 S Mi-Flot 1 F	7h45	7m80	1m	5,25	260	2,60	14,14	85	121	8,00	P=(765) 1020 hPa	
	2 S PM 2 F	10h50	8m90	1m	5,22	3710	3,86	14,23	47	122	7,96		
	3 S Mi-Jus 3 F	13h50	7m70	7m90	5,60	449	9,80	13,88	7	159	7,98	PM à Laména 10h44 P=(765) 1020 hPa Renverse: 1lh	
	4 S BM 4 F	17h05	6m20	6m70	5,20	304	5,62	14,07	47	309	8,00		
					1m	5,10	490	1,49	14,70	7	074	7,98	P=(765) 1020 hPa
					5m20	4,98	1778	2,00	14,77	7	132	7,98	BM à Laména 16h45 P=(765) 1020 hPa
E PK 52 27/04/2004 Coef: 31-28	1 S BM 1 F	5h45	6m00	1m	5,26	291	0,27	15,05	7	7	8,00	BM à Pauillac 5h55 P=(762) 1016 hPa	
	2 S Mi-Flot 2 F	9h15	7m60	5m00	5,21	621	0,30	15,21	7	350	7,99		
	3 S PM 3 F	12h30	8m30	6m60	5,42	2016	0,87	14,88	82	172	7,95	P=(762) 1016 hPa	
	4 S Mi-Jus 4 F	15h25	7m40	7m30	5,51	210	0,68	15,77	7	012	7,93		
					1m	5,47	256	1,21	15,06	0	274	7,96	PM à Pauillac 12h08 P=(762) 1016 hPa Renverse: 12h30
					6m40	5,28	771	0,71	15,43	53	001	7,95	P=(761) 1015 hPa
K PK 30 28/04/2004 Coef: 28	1 S Mi-Jus 1 F	4h45	8m70	1m	4,27	164	0,15	14,43	111	001	7,93	P=(758) 1011 hPa	
	2 S BM 2 F	8h45	8m00	7m70	4,19	535	0,15	14,38	59	346	7,92		
	3 S Mi-Flot 3 F	11h20	9m20	7m00	4,01	137	0,14	14,89	0	214	7,93	BM à La Reuille 8h01 P=(758) 1011 hPa Renverse: 8h55	
	4 S PM 4 F	14h10	10m00	8m20	4,44	314	0,15	14,40	44	139	7,94		
					1m	4,69	59	0,15	14,44	7	118	7,90	P=(758) 1011 hPa
					9m00	4,55	126	0,16	13,96	7	061	7,94	PM à La Reuille P=(757) 1010 hPa
Mai 2004		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 26/05/2004 Coef: 41-39	1 S BM 1 F	5h40	5m80	1m	5,17	105	2,98	18,30	0	102	7,77	BM à Laména 4h59 P=(764) 1019 hPa	
	2 S Mi-Flot 2 F	8h35	7m40	4m80	5,15	178	3,34	18,18	10	146	7,76		
	3 S PM 3 F	11h55	8m30	6m40	5,19	219	11,45	16,98	67	135	7,76	P=(764) 1019 hPa	
	4 S Mi-Jus 4 F	14h45	7m30	7m30	5,29	104	11,10	17,60	0	044	7,73		
					1m	5,27	160	14,44	16,64	0	178	7,71	PM à Laména 11h23 P=(764) 1019 hPa Renverse: 12h
					6m30	5,25	1336	10,17	17,30	38	326	7,72	P=(764) 1019 hPa
E PK 52 27/05/2004 Coef: 38-38	1 S BM 1 F	7h15	6m00	1m	4,97	191	0,33	19,38	7	131	7,82	BM à Pauillac 6h41 P=(767) 1023 hPa	
	2 S Mi-Flot 2 F	10h00	7m40	5m00	4,93	261	0,50	19,38	13	171	7,82		
	3 S PM 3 F	13h30	8m30	6m40	4,96	508	1,38	18,88	67	180	7,78	P=(768) 1024 hPa	
	4 S Mi-Jus 4 F	16h15	7m10	7m30	5,17	298	2,41	19,07	0	358	7,78		
					1m	4,95	205	1,23	19,21	94	026	7,83	PM à Pauillac 12h47 P=(768) 1024 hPa Renverse: 13h45
					6m10	4,95	1540	1,20	19,15	67	008	7,80	P=(768) 1024 hPa
K PK 30 28/05/2004 Coef: 41	1 S Mi-Jus 1 F	5h45	8m20	1m	4,77	210	0,13	19,00	105	007	7,84	P=(768) 1024 hPa	
	2 S BM 2 F	9h40	7m50	7m20	4,43	229	0,13	19,00	70	317	7,76		
	3 S Mi-Flot 3 F	11h55	9m00	6m50	4,37	142	0,11	18,85	13	125	7,81	BM à La Reuille 8h48 P=(768) 1024 hPa Renverse: 9h40	
	4 S PM 4 F	15h00	10m00	8m00	4,61	294	0,12	19,08	24	144	7,80		
					1m	4,70	134	0,12	19,20	65	120	7,80	P=(770) 1026 hPa
					9m00	4,85	154	0,13	19,08	7	048	7,80	PM à La Reuille 14h39 P=(770) 1026 hPa

Juin 2004		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 25/06/2004 Coef: 50-49	1 S BM 1 F	6h30	6m20	1m	5,15	106	6,35	21,45	7	067	8,03	BM à Laména 5h34 P=(768) 1023 hPa	
	2 S Mi-Flot 2 F	9h05	7m50	5m20 1m	5,01 5,16	247 122	7,80 9,81	21,30 20,78	13 100	138 127	8,03 8,02		
	3 S PM 3 F	12h20	8m90	1m	4,91 5,22	979 68	13,10 15,70	20,56 20,20	73 209	134 209	7,99 7,99	PM à Laména 11h45 P=(768) 1023 hPa Reverse: 12h30	
	4 S Mi-Jus 4 F	15h10	7m60	7m90 1m	5,15 5,20	139 46	17,43 9,59	19,86 21,76	7 123	125 008	8,01 8,04		
				6m60	6m60	5,20	172	11,53	21,07	56	324	8,02	P=(768) 1023 hPa
E PK 52 26/06/2004 Coef: 49-49	1 S BM 1 F	7h45	5m80	1m	5,04	163	2,19	21,87	0	152	7,99	BM à Pauillac 6h41 P=(765) 1020 hPa	
	2 S Mi-Flot 2 F	10h25	7m60	4m80 1m	4,92 5,02	399 403	2,33 4,41	22,02 22,14	7 105	186 177	8,01 7,97		
	3 S PM 3 F	13h30	8m80	1m	4,90 5,12	669 82	4,34 5,70	22,06 24,70	88 0	186 173	7,95 7,98	PM à Pauillac 12h47 P=(765) 1020 hPa Reverse: 13h45	
	4 S Mi-Jus 4 F	16h30	7m10	7m80 1m	5,01 4,95	242 510	6,25 3,87	22,55 22,53	13 108	196 025	7,99 7,98		
				6m10	6m10	4,92	655	3,95	22,36	73	358	7,96	P=(765) 1020 hPa
K PK 30 27/06/2004 Coef: 51	1 S Mi-Jus 1 F	5h55	8m60	1m	4,52	393	0,76	22,30	96	356	7,96	P=(768) 1024 hPa	
	2 S BM 2 F	9h50	7m30	7m60 1m	4,43 4,50	1025 178	0,74 0,29	22,31 22,48	62 7	326 165	7,97 7,97		
	3 S Mi-Flot 3 F	12h10	9m30	6m30 1m	4,49 4,54	1772 721	0,27 0,74	22,48 22,49	13 117	155 123	7,96 7,92	P=(768) 1024 hPa	
	4 S PM 4 F	15h25	10m70	8m30 1m	4,42 4,48	822 516	0,72 1,27	22,42 22,86	79 7	149 091	7,90 7,97		
				9m70	9m70	4,45	1036	1,06	22,38	7	015	7,93	PM à La Reuille 14h53 P=(768) 1024 hPa
Juillet 2004		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 14/07/2004 Coef: 49-52	1 S Mi-Jus 1 F	8h05	7m60	1m	4,95	80	12,55	20,05	117	007	8,05	P=(769,5) 1026 hPa	
	2 S BM 2 F	11h45	6m30	6m60 1m	4,90 4,92	203 81	13,90 8,52	19,98 20,69	53 13	327 071	8,04 8,00		
	3 S Mi-Flot 3 F	14h15	7m90	5m30 1m	4,91 5,03	236 143	9,61 11,61	20,42 20,35	13 85	167 124	8,01 8,02	P=(770) 1027 hPa	
	4 S PM 4 F	17h30	9m20	6m90 1m	5,00 4,97	1268 86	13,95 16,81	20,07 20,44	62 13	126 153	7,99 8,07		
				8m20	8m20	4,95	232	19,74	19,61	0	105	8,04	PM à Laména 17h05 P=(770) 1027 hPa
E PK 52 15/07/2004 Coef: 56-59	1 S PM 1 F	6h35	8m90	1m	4,86	319	7,56	22,52	10	320	8,03	PM à Pauillac 5h45 P=(769) 1025 hPa	
	2 S Mi-Jus 2 F	9h30	6m80	7m90 1m	4,83 4,71	386 420	8,09 5,74	21,12 21,24	0 108	110 023	8,05 8,01		
	3 S BM 3 F	13h05	5m80	5m80 1m	4,70 4,60	661 151	5,70 3,89	21,26 24,80	73 24	001 172	7,99 7,97	P=(769) 1025 hPa	
	4 S Mi-Flot 4 F	15h35	7m50	4m80 1m	4,57 4,65	561 416	3,78 6,32	21,59 21,87	13 128	180 170	7,97 7,98		
				6m50	6m50	4,62	363	6,18	21,88	111	188	7,97	BM à Pauillac 12h28 P=(769) 1025 hPa Reverse: 13h05
K PK 30 16/07/2004 Coef: 62-64	1 S Mi-Flot 1 F	4h40	9m00	1m	4,60	801	1,53	21,58	100	126	8,00	P=(764) 1019 hPa	
	2 S PM 2 F	7h50	10m50	8m00 1m	4,60 4,85	1091 243	1,49 2,43	21,58 21,48	67 7	145 341	7,99 7,98		
	3 S Mi-Jus 3 F	10h40	8m30	9m50 1m	4,75 4,85	1959 593	2,25 1,51	21,59 21,70	18 79	340 358	7,98 7,95	P=(764) 1019 hPa	
	4 S BM 4 F	14h40	7m00	7m30 1m	4,84 4,52	675 323	1,60 0,59	21,64 22,33	56 7	340 111	7,94 7,89		
				6m00	6m00	4,49	2317	0,59	22,32	7	127	7,89	BM à La Reuille 14h09 P=(764) 1019 hPa

Août 2004		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 29/08/2004 Coef: 86-92	1 S PM 1 F	6h55	9m70	1m	5,12	34	21,66	21,54	7	196	8,02	PM à Laména 6h00 P=(765) 1020 hPa	
	2 S Mi-Jus 2 F	10h00	7m40	8m70 1m	5,10 5,07	149 240	22,59 16,16	21,53 22,03	0 88	049 009	8,01		P=(766) 1021 hPa
	3 S BM 3 F	13h20	6m00	1m	5,15	109	16,38	22,01	64	333	8,00	BM à Laména 12h45 P=(766) 1021 hPa Reverse: 13h30	
	4 S Mi-Flot 4 F	15h40	8m10	5m00 7m10	5,11 5,10	201 1673	11,69 14,43	22,88 22,35	0 92	151 133	8,00 8,15		P=(766) 1021 hPa
	1 S PM 1 F	8h05	9m70	1m	4,95	134	11,26	23,03	7	168	7,97	PM à Pauillac 7h04 P=(767) 1022 hPa	
	2 S Mi-Jus 2 F	11h10	7m00	8m70 6m00	4,91 4,87	268 907	11,96 7,63	22,62 23,03	7 134	188 024	8,01 7,90		P=(768) 1024 hPa
3 S BM 3 F	14h45	5m50	1m	4,80 4,72	1725 309	8,34 5,28	22,93 22,72	85 7	013 117	7,92 7,91	BM à Pauillac 14h24 P=(768) 1024 hPa Reverse: 14h55		
4 S Mi-Flot 4 F	17h10	7m80	4m50 6m80	4,65 4,81	448 1048	5,34 9,04	22,72 22,99	0 138	255 183	7,91 7,94		P=(768) 1024 hPa	
K PK 30 31/08/2004 Coef: 102-103	1 S BM 1 F	5h00	7m50	1m	4,67	1961	1,10	22,15	111	121	7,87		BM à La Reuille 3h42 P=(767,5) 1023 hPa
	2 S Mi-Flot 2 F	6h30	9m30	6m50 8m30	4,60 4,70	2522 2592	1,04 2,68	22,17 22,13	76 88	134 132	7,87 7,91	P=(767,5) 1023 hPa	
	3 S PM 3 F	9h35	10m30	1m	5,10	351	4,54	22,31	18	017	7,93		PM à La Reuille 8h31 P=(767,5) 1023 hPa Reverse: 9h40
	4 S Mi-Jus 4 F	12h45	7m80	9m30 6m80	4,86 4,85	2570 1910	4,47 2,59	22,33 22,28	13 73	337 339	7,92 7,89	P=(767,5) 1023 hPa	
	Septembre 2004		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
	POINTS	STATIONS											
F PK 67 16/09/2004 Coef: 96-97	1 S PM 1 F	8h15	10m00	1m	5,46	265	23,65	21,30	7	244	8,12	PM à Laména 7h38 P=(772) 1029 hPa	
	2 S Mi-Jus 2 F	11h15	7m40	9m00 6m40	5,40 5,43	552 797	24,45 19,73	21,42 21,64	7 67	163 000	8,10 8,01		P=(772,5) 1030 hPa
	3 S BM 3 F	15h10	5m70	1m	5,38	125	14,17	22,48	7	068	7,96	BM à Laména 14h23 P=(772) 1029 hPa Reverse: 15h15	
	4 S Mi-Flot 4 F	17h00	7m40	4m70 6m40	5,35 5,42	312 1613	14,78 15,99	22,63 22,42	13 79	151 139	7,97 7,97		P=(772) 1029 hPa
	1 S Mi-Flot 1 F	6h15	8m10	1m	5,07	380	11,60	22,15	160	168	7,95	P=(770) 1027 hPa	
	2 S PM 2 F	9h25	9m80	7m10 8m80	5,05 5,17	1619 117	11,78 15,25	22,24 21,92	114 0	177 230	7,96 7,98		PM à Pauillac 8h31 P=(770) 1027 hPa Reverse: 9h40
3 S Mi-Jus 3 F	12h20	7m20	1m	5,00	327	11,68	22,32	128	024	7,93	P=(770) 1027 hPa		
4 S BM 4 F	16h15	5m80	6m20 4m80	4,99 4,95	1622 789	12,44 7,10	22,18 22,18	85 7	009 143	7,94 7,92		BM à Pauillac P=(770) 1027 hPa	
K PK 30 18/09/2004 Coef: 92-88	1 S BM 1 F	5h50	7m20	1m	4,70	1297	1,19	21,37	13	083	7,92		BM à La Reuille 4h59 P=(767) 1022 hPa
	2 S Mi-Flot 2 F	7h50	9m70	6m20 8m70	4,67 4,91	4411 7386	1,26 2,96	21,51 21,71	7 50	141 135	7,91 7,91	P=(767,5) 1022 hPa	
	3 S PM 3 F	10h40	10m60	1m	5,35	414	5,75	21,70	3	056	7,90		PM à La Reuille 9h49 P=(767,5) 1022 hPa Reverse: 10h45
	4 S Mi-Jus 4 F	14h50	8m30	9m60 7m30	4,90 5,09	2572 2005	5,30 3,83	21,79 21,82	18 73	350 302	7,89 7,89	P=(767,5) 1022 hPa	

Octobre 2004		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 20/10/2004 Coef: 54-47	1 S Mi-Flot 1 F	8h15	8m40	1m00	6,04	217	16,84	16,66	85	116	8,03	P=(753) 1004 hPa	
	2 S PM 2 F	11h40	9m50	1m00	5,87	103	20,92	16,40	0	265	8,05		
	3 S Mi-Jus 3 F	14h25	7m90	1m00	5,73	217	22,61	16,36	13	184	8,06	P=(753) 1004 hPa	
	4 S BM 4 F	17h45	6m10	5m10	5,61	179	16,89	16,84	108	011	8,04		
						5,83	564	19,58	16,54	62	318	8,03	BM à Laména 17h20 P=(751) 1001 hPa
						5,89	470	12,71	17,52	13	052	8,04	
E PK 52 21/10/2004 Coef: 42-41	1 S BM 1 F	7h05	6m20	1m00	5,98	270	6,75	17,09	7	173	7,96	BM à Pauillac 6h33 P=(763) 1007 hPa	
	2 S Mi-Flot 2 F	9h45	7m60	5m20	5,63	534	6,88	17,21	13	196	7,96		
	3 S PM 3 F	13h10	9m20	1m00	6,09	106	9,76	17,19	108	156	8,03	P=(764) 1008 hPa	
	4 S Mi-Jus 4 F	16h15	7m60	6m60	5,78	1048	9,72	17,32	76	179	7,98		
						5,75	284	10,85	20,33	0	279	7,97	PM à Pauillac 12h33 P=(765) 1020 hPa Reverse: 13h15
						6,18	552	12,24	17,48	7	217	8,00	
K PK 30 22/10/2004 Coef: 43	1 S Mi-Jus 1 F	6h00	8m20	1m00	5,42	643	3,52	16,65	140	005	7,94	P=(765) 1020 hPa	
	2 S BM 2 F	9h40	8m00	7m20	5,69	839	3,91	16,68	102	326	7,91		
	3 S Mi-Flot 3 F	12h05	9m10	1m00	5,67	697	1,26	16,37	7	074	7,87	BM à La Reuille 8h59 P=(765) 1020 hPa Reverse: 10h45	
	4 S PM 4 F	15h15	10m50	7m00	5,69	2093	1,45	16,30	21	115	7,93		
						6,08	368	3,90	16,69	94	112	7,94	P=(765) 1020 hPa
						5,85	1404	3,87	16,66	87	143	7,90	
					5,62	222	5,14	16,88	13	120	7,93	PM à La Reuille P=(765) 1020 hPa	
					5,59	540	5,87	16,96	13	161	7,91		
Novembre 2004		Heure Légale (TU+1)	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 03/11/2004 Coef: 46-40	1 S Mi-Flot 1 F	6h10	8m00	1m00	6,29	408	12,24	14,81	85	131	8,05	P=(763) 1017 hPa	
	2 S PM 2 F	9h05	9m50	7m00	6,28	2800	14,45	14,90	65	132	8,02		
	3 S Mi-Jus 3 F	12h05	8m40	1m00	6,14	208	16,36	14,64	7	098	8,07	PM à Laména 9h00 P=(763,5) 1018 hPa Reverse: 9h20	
	4 S BM 4 F	15h45	7m00	6m00	5,94	234	19,65	14,73	7	036	8,08		
						5,83	130	12,43	14,75	114	015	8,06	P=(764) 1019 hPa
						6,12	617	13,70	14,72	53	314	8,05	
					6,07	456	9,18	14,90	13	018	8,06	BM à Laména 15h06 P=(764) 1019 hPa	
					6,27	638	10,19	14,86	7	212	8,05		
E PK 52 05/11/2004 Coef: 27-26	1 S BM 1 F	6h00	6m50	1m00	6,47	393	5,56	17,23	47	166	7,98	BM à Pauillac 5h05 P=(769) 1029 hPa	
	2 S Mi-Flot 2 F	8h30	8m00	5m50	6,49	347	5,40	15,00	36	165	7,98		
	3 S PM 3 F	11h40	8m20	1m00	6,38	247	7,47	15,00	100	180	8,05	P=(773,5) 1031 hPa	
	4 S Mi-Jus 4 F	14h45	7m20	6m20	6,21	1046	7,77	14,77	42	160	8,00		
						6,06	259	7,69	16,72	10	030	7,99	PM à Pauillac 11h32 P=(774) 1032 hPa Reverse: 12h05
						6,33	277	9,55	14,92	30	060	8,02	
					6,28	212	6,82	14,99	90	029	8,02	P=(774) 1032 hPa	
					6,39	1174	7,22	14,97	55	003	7,98		
K PK 30 04/11/2004 Coef: 34-30	1 S BM 1 F	6h05	7m60	1m00	5,45	628	0,78	13,90	13	105	7,96	BM à La Reuille 4h58 P=(765) 1020 hPa	
	2 S Mi-Flot 2 F	8h25	9m00	6m60	5,52	1810	0,88	13,98	13	137	7,93		
	3 S PM 3 F	10h40	9m30	1m00	5,92	1612	2,90	14,27	75	112	7,89	P=(766) 1021,5 hPa	
	4 S Mi-Jus 4 F	14h30	8m30	7m30	6,07	1544	2,84	14,30	75	138	7,95		
						5,79	912	2,98	14,37	5	256	7,96	PM à La Reuille 10h36 P=(767) 1023 hPa Reverse: 11h05
						6,48	3777	3,10	14,40	7	054	7,92	
					5,86	686	2,38	14,31	108	013	7,95	P=(767) 1023 hPa	
					5,90	898	2,60	14,36	70	340	7,93		

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	COD mg/l	MES mg/l	COP mg/l	COP/MES %
26-avr-04	F	BM	S	3,30	600	9,2	1,54%
26-avr-04	F	BM	F	2,90	550	8,3	1,51%
26-avr-04	F	MF	S	2,80	140	1,5	1,09%
26-avr-04	F	MF	F	3,90	300	5,1	1,71%
26-avr-04	F	PM	S	2,30	140	1,9	1,32%
26-avr-04	F	PM	F	3,05	510	8,9	1,74%
26-avr-04	F	MJ	S	3,05	290	3,4	1,19%
26-avr-04	F	MJ	F	8,45	2970	52,8	1,78%
27-avr-04	E	BM	S	3,35	310	4,4	1,41%
27-avr-04	E	BM	F	3,10	540	8,7	1,60%
27-avr-04	E	MF	S	2,55	210	2,1	0,99%
27-avr-04	E	MF	F	2,35	2340	37,2	1,59%
27-avr-04	E	PM	S	2,45	240	2,0	0,83%
27-avr-04	E	PM	F	2,45	260	3,0	1,14%
27-avr-04	E	MJ	S	3,10	210	2,4	1,16%
27-avr-04	E	MJ	F	2,35	780	10,7	1,37%
28-avr-04	K	BM	S	3,60	50	0,8	1,62%
28-avr-04	K	BM	F	3,65	120	1,8	1,48%
28-avr-04	K	MF	S	4,25	160	2,2	1,36%
28-avr-04	K	MF	F	4,25	270	4,3	1,60%
28-avr-04	K	PM	S	4,55	50	1,2	2,36%
28-avr-04	K	PM	F	4,35	110	2,7	2,42%
28-avr-04	K	MJ	S	4,10	180	3,3	1,81%
28-avr-04	K	MJ	F	4,15	470	8,3	1,76%
26-mai-04	F	BM	S	1,40	137	2,3	1,68%
26-mai-04	F	BM	F	1,55	223	2,1	0,94%
26-mai-04	F	MF	S	1,70	55	0,5	0,91%
26-mai-04	F	MF	F	1,60	211	3,5	1,66%
26-mai-04	F	PM	S	1,35	75	1,3	1,67%
26-mai-04	F	PM	F	1,60	137	1,9	1,35%
26-mai-04	F	MJ	S	1,60	77	1,5	1,88%
26-mai-04	F	MJ	F	1,45	1178	19,1	1,62%
27-mai-04	E	BM	S	2,25	220	3,6	1,64%
27-mai-04	E	BM	F	2,10	228	3,2	1,40%
27-mai-04	E	MF	S	2,05	146	2,2	1,47%
27-mai-04	E	MF	F	1,80	1462	24,6	1,68%
27-mai-04	E	PM	S	2,40	177	2,8	1,58%
27-mai-04	E	PM	F	1,75	190	3,7	1,95%

27-mai-04	E	MJ	S	2,60	246	4,4	1,79%
27-mai-04	E	MJ	F	1,70	470	7,5	1,59%
28-mai-04	K	BM	S	2,15	69	1,9	2,68%
28-mai-04	K	BM	F	2,15	120	2,4	1,96%
28-mai-04	K	MF	S	2,00	118	2,4	2,03%
28-mai-04	K	MF	F	2,00	302	6,3	2,09%
28-mai-04	K	PM	S	1,65	66	1,2	1,76%
28-mai-04	K	PM	F	1,95	119	2,5	2,06%
28-mai-04	K	MJ	S	1,90	178	3,8	2,11%
28-mai-04	K	MJ	F	2,00	178	4,2	2,36%
25-juin-04	F	BM	S	1,35	138	1,2	0,87%
25-juin-04	F	BM	F	2,45	251	3,1	1,24%
25-juin-04	F	MF	S	1,85	139	1,1	0,76%
25-juin-04	F	MF	F	1,15	1000	13,8	1,38%
25-juin-04	F	PM	S	1,30	79	0,8	0,95%
25-juin-04	F	PM	F	1,40	147	2,1	1,39%
25-juin-04	F	MJ	S	2,35	46	0,5	1,12%
25-juin-04	F	MJ	F	1,60	214	1,9	0,89%
26-juin-04	E	BM	S	1,70	122	2,2	1,78%
26-juin-04	E	BM	F	1,55	394	8,0	2,02%
26-juin-04	E	MF	S	2,70	620	7,2	1,16%
26-juin-04	E	MF	F	2,20	266	3,8	1,41%
26-juin-04	E	PM	S	3,55	227	1,5	0,65%
26-juin-04	E	PM	F	2,75	230	2,3	0,98%
26-juin-04	E	MJ	S	1,70	420	7,1	1,69%
26-juin-04	E	MJ	F	1,40	657	9,1	1,39%
27-juin-04	K	BM	S	1,50	435	8,3	1,91%
27-juin-04	K	BM	F	130,0	985	14,9	1,51%
27-juin-04	K	MF	S	6,30	350	5,2	1,47%
27-juin-04	K	MF	F	5,55	940	18,2	1,94%
27-juin-04	K	PM	S	1,35	167	3,8	2,25%
27-juin-04	K	PM	F	3,75	1523	22,9	1,50%
27-juin-04	K	MJ	S	1,75	763	9,5	1,25%
27-juin-04	K	MJ	F	2,25	862	13,8	1,60%
14-juil-04	F	BM	S	1,10	100	1,7	1,71%
14-juil-04	F	BM	F	1,15	191	3,0	1,57%
14-juil-04	F	MF	S	1,10	137	2,4	1,75%
14-juil-04	F	MF	F	0,90	1155	19,1	1,65%
14-juil-04	F	PM	S	2,20	77	1,7	2,21%
14-juil-04	F	PM	F	1,20	192	2,9	1,48%
14-juil-04	F	MJ	S	1,25	85	1,3	1,53%
14-juil-04	F	MJ	F	1,10	175	3,2	1,83%
15-juil-04	E	BM	S	2,10	96	1,8	1,82%
15-juil-04	E	BM	F	1,80	510	9,1	1,77%
15-juil-04	E	MF	S	1,35	312	5,3	1,68%
15-juil-04	E	MF	F	0,95	403	7,6	1,89%
15-juil-04	E	PM	S	2,00	260	4,8	1,85%

15-juil-04	E	PM	F	1,55	326	6,1	1,85%
15-juil-04	E	MJ	S	1,90	349	6,1	1,74%
15-juil-04	E	MJ	F	2,25	1002	17,1	1,70%
16-juil-04	K	BM	S	1,45	448	3,0	0,67%
16-juil-04	K	BM	F	1,45	2195	35,8	1,63%
16-juil-04	K	MF	S	1,30	682	10,5	1,54%
16-juil-04	K	MF	F	1,20	833	15,2	1,82%
16-juil-04	K	PM	S	1,50	175	2,1	1,17%
16-juil-04	K	PM	F	1,24	1575	25,4	1,61%
16-juil-04	K	MJ	S	1,20	677	10,2	1,51%
16-juil-04	K	MJ	F	1,60	455	7,5	1,65%
29-août-04	F	BM	S	1,70	87	1,2	1,38%
29-août-04	F	BM	F	2,85	215	3,4	1,56%
29-août-04	F	MF	S	2,15	294	4,0	1,36%
29-août-04	F	MF	F	1,90	1752	25,0	1,42%
29-août-04	F	PM	S	1,20	123	1,8	1,42%
29-août-04	F	PM	F	5,80	175	5,1	2,93%
29-août-04	F	MJ	S	1,70	272	4,4	1,60%
29-août-04	F	MJ	F	1,85	370	5,2	1,40%
30-août-04	E	BM	S	1,75	190	3,9	2,03%
30-août-04	E	BM	F	1,50	409	5,9	1,44%
30-août-04	E	MF	S	1,35	645	9,2	1,43%
30-août-04	E	MF	F	1,45	1072	16,1	1,50%
30-août-04	E	PM	S	1,40	157	3,0	1,90%
30-août-04	E	PM	F	1,75	326	5,5	1,69%
30-août-04	E	MJ	S	3,10	1098	15,5	1,41%
30-août-04	E	MJ	F	1,75	2039	34,2	1,67%
31-août-04	K	BM	S	2,15	1509	19,6	1,30%
31-août-04	K	BM	F	2,30	2512	37,6	1,50%
31-août-04	K	MF	S	1,50	2221	32,7	1,47%
31-août-04	K	MF	F	1,50	2354	34,6	1,47%
31-août-04	K	PM	S	1,35	525	5,0	0,95%
31-août-04	K	PM	F	1,50	2797	40,7	1,46%
31-août-04	K	MJ	S	1,35	940	12,5	1,33%
31-août-04	K	MJ	F	1,70	2493	35,6	1,43%
16-sept-04	F	BM	S	1,95	89	2,7	3,01%
16-sept-04	F	BM	F	2,25	237	3,0	1,24%
16-sept-04	F	MF	S	1,30	246	2,7	1,08%
16-sept-04	F	MF	F	2,05	1190	19,5	1,64%
16-sept-04	F	PM	S	1,30	208	4,0	1,90%
16-sept-04	F	PM	F	1,80	386	7,4	1,92%
16-sept-04	F	MJ	S	1,15	451	7,5	1,65%
16-sept-04	F	MJ	F	1,10	772	10,8	1,39%
17-sept-04	E	BM	S	2,70	98	2,6	2,61%
17-sept-04	E	BM	F	6,90	808	13,8	1,71%
17-sept-04	E	MF	S	5,95	335	7,2	2,15%
17-sept-04	E	MF	F	3,30	1444	24,7	1,71%

17-sept-04	E	PM	S	3,55	65	1,8	2,77%
17-sept-04	E	PM	F	2,90	335	4,3	1,27%
17-sept-04	E	MJ	S	1,90	228	4,5	1,95%
17-sept-04	E	MJ	F	1,25	1086	16,9	1,56%
18-sept-04	K	BM	S	2,40	3474	50,1	1,44%
18-sept-04	K	BM	F	1,90	1940	29,4	1,51%
18-sept-04	K	MF	S	1,20	2168	33,7	1,55%
18-sept-04	K	MF	F	1,40	8416	116,4	1,38%
18-sept-04	K	PM	S	2,10	236	6,4	2,69%
18-sept-04	K	PM	F	1,55	1970	30,1	1,53%
18-sept-04	K	MJ	S	2,55	1656	26,4	1,59%
18-sept-04	K	MJ	F	2,10	830	13,6	1,64%
20-oct-04	F	BM	S	3,20	522	8,8	1,68%
20-oct-04	F	BM	F	2,05	906	15,8	1,74%
20-oct-04	F	MF	S	1,50	220	3,8	1,70%
20-oct-04	F	MF	F	1,55	2900	43,7	1,51%
20-oct-04	F	PM	S	1,30	94	1,6	1,71%
20-oct-04	F	PM	F	2,25	248	4,3	1,73%
20-oct-04	F	MJ	S	1,50	204	3,0	1,45%
20-oct-04	F	MJ	F	1,30	640	10,1	1,58%
21-oct-04	E	BM	S	1,70	212	3,5	1,65%
21-oct-04	E	BM	F	2,00	550	9,3	1,69%
21-oct-04	E	MF	S	1,75	75	2,0	2,69%
21-oct-04	E	MF	F	1,65	886	13,7	1,55%
21-oct-04	E	PM	S	1,70	238	5,3	2,23%
21-oct-04	E	PM	F	1,40	464	8,9	1,91%
21-oct-04	E	MJ	S	1,70	414	6,9	1,67%
21-oct-04	E	MJ	F	1,65	606	10,3	1,70%
22-oct-04	K	BM	S	1,65	796	12,3	1,55%
22-oct-04	K	BM	F	1,60	2382	38,3	1,61%
22-oct-04	K	MF	S	1,45	330	6,4	1,92%
22-oct-04	K	MF	F	1,40	1642	27,0	1,64%
22-oct-04	K	PM	S	1,70	193	2,3	1,19%
22-oct-04	K	PM	F	1,50	718	11,8	1,64%
22-oct-04	K	MJ	S	1,60	934	12,9	1,38%
22-oct-04	K	MJ	F	1,20	678	9,6	1,42%
3-nov-04	F	BM	S	2,10	394	7,4	1,88%
3-nov-04	F	BM	F	1,65	514	11,6	2,26%
3-nov-04	F	MF	S	1,45	380	8,5	2,23%
3-nov-04	F	MF	F	1,30	2454	42,2	1,72%
3-nov-04	F	PM	S	1,80	156	4,9	3,14%
3-nov-04	F	PM	F	0,95	212	5,0	2,33%
3-nov-04	F	MJ	S	1,60	124	2,6	2,07%
3-nov-04	F	MJ	F	1,20	323	7,6	2,35%
5-nov-04	E	BM	S	1,45	232	7,9	3,38%
5-nov-04	E	BM	F	1,55	280	7,6	2,71%
5-nov-04	E	MF	S	1,45	195	5,0	2,56%

5-nov-04	E	MF	F	1,45	1092	21,3	1,95%
5-nov-04	E	PM	S	1,50	270	8,3	3,09%
5-nov-04	E	PM	F	1,55	266	6,6	2,48%
5-nov-04	E	MJ	S	1,40	142	4,2	2,97%
5-nov-04	E	MJ	F	1,55	1138	21,0	1,84%
4-nov-04	K	BM	S	1,95	453	8,1	1,79%
4-nov-04	K	BM	F	2,15	1686	29,1	1,73%
4-nov-04	K	MF	S	1,60	2506	48,4	1,93%
4-nov-04	K	MF	F	1,60	2070	41,0	1,98%
4-nov-04	K	PM	S	1,40	324	8,9	2,74%
4-nov-04	K	PM	F	1,75	4366	71,9	1,65%
4-nov-04	K	MJ	S	1,60	627	13,2	2,10%
4-nov-04	K	MJ	F	2,30	896	16,0	1,78%

10.3.2. Résultats bruts de mesures de chlorophylle et phaeopigments

Date	Station	Temps Marée	Niveau	Chlo a $\mu\text{g/l}$	Phaeo $\mu\text{g/l}$	Chlo a / COP	Pig/MES ppm	Taux CA
26-avr-04	F	BM	S	18,90	35,50	0,20%	91	0,35
26-avr-04	F	PM	S	4,40	6,25	0,24%	76	0,41
27-avr-04	E	BM	S	19,10	29,65	0,44%	157	0,39
27-avr-04	E	PM	S	10,20	17,35	0,51%	115	0,37
28-avr-04	K	BM	S	7,00	5,90	0,86%	258	0,54
28-avr-04	K	PM	S	9,15	6,60	0,78%	315	0,58
26-mai-04	F	BM	S	17,95	24,95	0,78%	313	0,42
26-mai-04	F	PM	S	4,70	3,25	0,38%	106	0,59
27-mai-04	E	BM	S	38,75	86,80	1,08%	571	0,31
27-mai-04	E	PM	S	21,25	1,40	0,76%	128	0,94
28-mai-04	K	BM	S	13,40	18,56	0,72%	463	0,42
28-mai-04	K	PM	S	16,85	17,85	1,45%	526	0,49
25-juin-04	F	BM	S	17,70	43,25	1,48%	442	0,29
25-juin-04	F	PM	S	4,85	5,70	0,65%	134	0,46
26-juin-04	E	BM	S	18,40	32,10	0,85%	414	0,36
26-juin-04	E	PM	S	4,36	4,32	0,29%	38	0,50
27-juin-04	K	BM	S	14,70	19,15	0,18%	78	0,43
27-juin-04	K	PM	S	7,85	16,75	0,21%	147	0,32
14-juil-04	F	BM	S	5,85	4,40	0,34%	103	0,57
14-juil-04	F	PM	S	10,85	26,65	0,64%	487	0,29
15-juil-04	E	BM	S	3,45	7,10	0,20%	110	0,33
15-juil-04	E	PM	S	14,95	28,50	0,31%	167	0,34
16-juil-04	K	BM	S	19,15	59,35	0,64%	175	0,24
16-juil-04	K	PM	S	7,35	15,60	0,36%	131	0,32
29-août-04	F	BM	S	6,15	5,60	0,51%	135	0,52
29-août-04	F	PM	S	8,55	5,95	0,49%	118	0,59
30-août-04	E	BM	S	8,95	15,00	0,23%	126	0,37
30-août-04	E	PM	S	6,10	7,55	0,20%	87	0,45
31-août-04	K	BM	S	20,20	19,90	0,10%	27	0,50
31-août-04	K	PM	S	12,40	39,25	0,25%	98	0,24

16-sept-04	F	BM	S	6,05	5,40	0,23%	129	0,53
16-sept-04	F	PM	S	10,25	7,80	0,26%	87	0,57
17-sept-04	E	BM	S	13,10	8,70	0,51%	222	0,60
17-sept-04	E	PM	S	6,55	4,30	0,36%	167	0,60
18-sept-04	K	BM	S	22,10	33,80	0,04%	16	0,40
18-sept-04	K	PM	S	7,10	9,20	0,11%	69	0,44
20-oct-04	F	BM	S	12,00	27,65	0,14%	76	0,30
20-oct-04	F	PM	S	4,95	6,95	0,31%	127	0,42
21-oct-04	E	BM	S	8,30	15,00	0,24%	110	0,36
21-oct-04	E	PM	S	12,85	24,00	0,24%	155	0,35
22-oct-04	K	BM	S	9,90	20,35	0,08%	38	0,33
22-oct-04	K	PM	S	8,05	9,30	0,35%	90	0,46
3-nov-04	F	BM	S	8,90	11,80	0,12%	53	0,43
3-nov-04	F	PM	S	11,65	3,35	0,24%	96	0,78
5-nov-04	E	BM	S	11,95	11,10	0,15%	99	0,52
5-nov-04	E	PM	S	21,50	21,85	0,26%	161	0,50
4-nov-04	K	BM	S	15,05	26,70	0,19%	92	0,36
4-nov-04	K	PM	S	11,85	17,90	0,13%	92	0,40

10.3.3. Résultats bruts de mesures de sels nutritifs et de l'élément majeur (bore)

Date	Station	Temps Marée	Niveau	NH4 µmol/l	NOx µmol/l	PO4 µmol/l	N/P	Silicates µmol/l	Bore mg/l
26-avr-04	F	BM	S	<0,5	157,7	1,6	100	102,5	
26-avr-04	F	PM	S	<0,5	137,5	1,1	131	85,8	
27-avr-04	E	BM	S	<0,5	157,0	1,6	99	110,0	
27-avr-04	E	PM	S	<0,5	147,7	1,6	94	105,8	
28-avr-04	K	BM	S	2,2	121,3	1,6	77	165,0	
28-avr-04	K	PM	S	2,8	149,6	1,1	142	140,8	
26-mai-04	F	BM	S	<0,5	151,8	3,2	48	145,0	
26-mai-04	F	PM	S	5,0	114,9	2,1	55	101,7	
27-mai-04	E	BM	S	2,8	175,0	2,1	83	129,2	
27-mai-04	E	PM	S	3,3	178,0	2,1	85	135,0	
28-mai-04	K	BM	S	2,8	96,8	1,6	61	150,0	
28-mai-04	K	PM	S	1,1	122,0	1,6	77	115,0	
25-juin-04	F	BM	S	1,7	128,0	2,1	61	100,0	0,83
25-juin-04	F	PM	S	4,4	100,0	1,6	63	79,2	2,00
26-juin-04	E	BM	S	2,2	134,0	2,1	64	107,5	0,30
26-juin-04	E	PM	S	1,7	145,0	2,1	69	103,3	0,72
27-juin-04	K	BM	S	<0,5	155,0	2,1	74	127,5	0,06
27-juin-04	K	PM	S	2,8	141,0	2,6	54	105,0	0,17
14-juil-04	F	BM	S	6,1	121,4	3,2	38	95,0	1,00
14-juil-04	F	PM	S	<0,5	74,7	3,2	24	63,3	2,10
15-juil-04	E	BM	S	<0,5	141,9	4,2	34	111,7	0,48
15-juil-04	E	PM	S	<0,5	141,2	3,7	38	100,0	0,94
16-juil-04	K	BM	S	2,8	155,4	3,7	42	170,8	0,10
16-juil-04	K	PM	S	<0,5	142,4	3,2	45	119,2	0,34
29-août-04	F	BM	S	<0,5	118,0	5,3	22	123,3	1,40

29-août-04	F	PM	S	<0,5	67,1	4,2	16	55,8	2,90
30-août-04	E	BM	S	<0,5	132,0	3,2	42	126,7	0,80
30-août-04	E	PM	S	<0,5	124,0	2,6	47	90,8	1,60
31-août-04	K	BM	S	<0,5	166,0	2,6	63	155,0	0,90
31-août-04	K	PM	S	<0,5	143,0	2,6	54	136,7	0,73
16-sept-04	F	BM	S	<0,5	116,7	4,7	25	94,2	3,20
16-sept-04	F	PM	S	0,6	63,8	2,6	24	44,2	4,40
17-sept-04	E	BM	S	<0,5	155,7	4,2	37	124,2	2,80
17-sept-04	E	PM	S	<0,5	114,1	3,2	36	79,2	3,60
18-sept-04	K	BM	S	<0,5	188,2	<0,5		151,7	2,40
18-sept-04	K	PM	S	<0,5	135,0	4,2	32	133,3	3,20
20-oct-04	F	BM	S	<0,5	109,0	3,7	30	90,8	1,50
20-oct-04	F	PM	S	<0,5	91,4	2,6	35	70,0	2,30
21-oct-04	E	BM	S	<0,5	141,0	2,6	54	114,2	0,24
21-oct-04	E	PM	S	<0,5	124,0	3,2	39	98,3	0,40
22-oct-04	K	BM	S	1,7	147,0	3,2	47	116,7	0,26
22-oct-04	K	PM	S	1,1	156,0	3,2	49	116,7	0,67
3-nov-04	F	BM	S	<0,5	128,0	3,7	35	103,3	1,30
3-nov-04	F	PM	S	<0,5	111,0	2,6	42	80,8	2,10
5-nov-04	E	BM	S	<0,5	146,0	3,7	40	112,5	0,76
5-nov-04	E	PM	S	<0,5	135,0	4,7	29	107,5	1,10
4-nov-04	K	BM	S	<0,5	157,7	4,2	37	110,0	0,11
4-nov-04	K	PM	S	<0,5	151,0	3,7	41	121,7	0,41

10.3.4. Contaminants

Date	Station	Temps Marée	Niveau	Hydrazine mg/L	Morpholine mg/L	Ethanolamine mg/L	Agents de surface anioniques µg/L
26-avr-04	F	BM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
26-avr-04	F	PM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
27-avr-04	E	BM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
27-avr-04	E	PM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
28-avr-04	K	BM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
28-avr-04	K	PM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
26-mai-04	F	BM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
26-mai-04	F	PM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
27-mai-04	E	BM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
27-mai-04	E	PM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
28-mai-04	K	BM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
28-mai-04	K	PM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
25-juin-04	F	BM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
25-juin-04	F	PM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
26-juin-04	E	BM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
26-juin-04	E	PM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
27-juin-04	K	BM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
27-juin-04	K	PM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20

14-juil-04	F	BM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
14-juil-04	F	PM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
15-juil-04	E	BM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
15-juil-04	E	PM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
16-juil-04	K	BM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
16-juil-04	K	PM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
29-août-04	F	BM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
29-août-04	F	PM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
30-août-04	E	BM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
30-août-04	E	PM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
31-août-04	K	BM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
31-août-04	K	PM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
16-sept-04	F	BM	S	<0,10	<0,10	<0,10	30
16-sept-04	F	PM	S	<0,10	<0,10	<0,10	35
17-sept-04	E	BM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
17-sept-04	E	PM	S	<0,10	<0,10	<0,10	30
18-sept-04	K	BM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
18-sept-04	K	PM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
20-oct-04	F	BM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
20-oct-04	F	PM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
21-oct-04	E	BM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
21-oct-04	E	PM	S	<0,10	<0,10	<0,10	25
22-oct-04	K	BM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
22-oct-04	K	PM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
3-nov-04	F	BM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
3-nov-04	F	PM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
5-nov-04	E	BM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
5-nov-04	E	PM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
4-nov-04	K	BM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<20
4-nov-04	K	PM	S	<0,10	<0,10	<0,10	<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	
26-avr-04	F	BM	S	0	0	0	0	0	
26-avr-04	F	PM	S	0	0	0	0	0	
27-avr-04	E	BM	S	0	0	0	0	0	
27-avr-04	E	PM	S	0	0	0	0	0	
28-avr-04	K	BM	S	0	0	0	0	0	
28-avr-04	K	PM	S	0	0	0	0	0	
26-mai-04	F	BM	S	0	0	1	0	0	
26-mai-04	F	PM	S	0	0	1	0	0	
27-mai-04	E	BM	S	0	0	0	0	0	
27-mai-04	E	PM	S	<i>Problème analytique, valeurs inexploitable</i>					
28-mai-04	K	BM	S	0	0	0	0	0	

28-mai-04	K	PM	S	0	0	0	0	0
25-juin-04	F	BM	S	10	10	10000	0	0
25-juin-04	F	PM	S	10	1	10000	0	0
26-juin-04	E	BM	S	10	1	1000	0	0
26-juin-04	E	PM	S	1	10	10000	0	0
27-juin-04	K	BM	S	1	0	0	0	10
27-juin-04	K	PM	S	1	0	10	0	0
14-juil-04	F	BM	S	100	1	1000	0	0
14-juil-04	F	PM	S	100	10	1000	0	0
15-juil-04	E	BM	S	10	10	1000	0	0
15-juil-04	E	PM	S	100	10	1000	0	0
16-juil-04	K	BM	S	0	1	0	0	10
16-juil-04	K	PM	S	1	10	100	0	0
29-août-04	F	BM	S	100	100	1000	0	0
29-août-04	F	PM	S	100	1	100	0	0
30-août-04	E	BM	S	100	1	0	0	0
30-août-04	E	PM	S	10	1	100	0	100
31-août-04	K	BM	S	10	10	0	0	0
31-août-04	K	PM	S	100	1	0	0	0
16-sept-04	F	BM	S	100	10	0	0	0
16-sept-04	F	PM	S	100	100	0	0	10
17-sept-04	E	BM	S	1000	100	0	0	0
17-sept-04	E	PM	S	1000	10	0	0	0
18-sept-04	K	BM	S	10	1	0	0	0
18-sept-04	K	PM	S	10	1	0	0	0
20-oct-04	F	BM	S	100	10	0	0	0
20-oct-04	F	PM	S	100	10	0	0	0
21-oct-04	E	BM	S	10	100	0	0	0
21-oct-04	E	PM	S	100	10	0	0	0
22-oct-04	K	BM	S	1	0	0	0	10
22-oct-04	K	PM	S	10	1	0	0	0
3-nov-04	F	BM	S	0	10	0	0	0
3-nov-04	F	PM	S	0	100	0	0	0
5-nov-04	E	BM	S	1	10	0	0	0
5-nov-04	E	PM	S	10	10	0	0	0
4-nov-04	K	BM	S	1	1	0	0	0
4-nov-04	K	PM	S	1	1	0	0	0

10.3.6. Résultats de Vibrio halophiles – comparatif de méthode

Les résultats de 2 méthodes sont indiqués dans le tableau ci-dessous – méthode en milieu liquide (tube) et en milieu solide (filtration sur membrane)

	Station E		Station F		Station K	
	Basse mer	Pleine mer	Basse mer	Pleine mer	Basse mer	Pleine mer
Campagne du 26/04/04 au 28/04/04	<10 ¹	<10 ¹	<10 ¹	<10 ¹	<10 ¹	<10 ¹
	<1	<1	2Vfl	2Vfl	<1	<1
Campagne du 26/05/04 au 28/05/04	<10 ¹	10¹-10² Vv	10 ¹ -10 ² Vv	10 ¹ -10 ² Vv	<10 ¹	<10 ¹
	<1	10¹-10² Vv	9 Va 3 10 ¹ Vp	6 Va 2 10 ² Vp	2 10 ¹ Vfl	<1
Campagne du 25/06/04 au 27/06/04	10 ¹ -10 ² Va 10 ² -10 ³ Vp 10 ⁴ -10 ⁵ Vv	10 ² -10 ³ Va 10 ¹ -10 ² Vp 10 ⁵ -10 ⁶ Vv	10 ² -10 ³ Va 10 ² -10 ³ Vp 10 ⁵ -10 ⁶ Vv	10 ¹ -10 ² Va 10 ² -10 ³ Vp 10 ⁵ -10 ⁶ Vv	10 ¹ -10 ² Vp 10 ² -10 ³ Vm	10 ¹ -10 ² Vp 10 ² -10 ³ Vv
	5 10 ³ Vm	2 10 ⁴ Vv	3 10 ⁴ Vv	6 10 ¹ Vc	10 ³ Vfl	2 10 ³ Vv 2 10 ² Vc
Campagne du 14/07/04 au 16/07/04	10 ² -10 ³ Va 10 ² -10 ³ Vp 10 ⁴ -10 ⁵ Vv	10 ² -10 ³ Va 10 ³ -10 ⁴ Vp 10 ⁴ -10 ⁵ Vv	10 ¹ -10 ² Va 10 ³ -10 ⁴ Vp 10 ⁴ -10 ⁵ Vv	10 ² -10 ³ Va 10 ³ -10 ⁴ Vp 10 ⁴ -10 ⁵ Vv	10 ¹ -10 ² Va 10 ² -10 ³ Vm	10 ² -10 ³ Va 10 ¹ -10 ² Vp 10 ³ -10 ⁴ Vv
	7 10 ³ Vv 2 10 ² Vc 2 10 ² Vp	3 10 ⁴ Vv 3 10 ³ Va 10 ³ Vc	2 10 ⁴ Vv	3 10 ³ Vv 3 10 ² Vfl	3 10 ³ Vm	5 10 ³ Vv 2 10 ³ Vc
Campagne du 29/08/04 au 31/08/04	10 ¹ -10 ² Va 10 ³ -10 ⁴ Vp	10 ¹ -10 ² Va 10 ² -10 ³ Vp 10 ³ -10 ⁴ Vv 10 ³ -10 ⁴ Vh	10 ³ -10 ⁴ Va 10 ³ -10 ⁴ Vp 10 ⁴ -10 ⁵ Vv	10 ¹ -10 ² Va 10 ³ -10 ⁴ Vp 10 ³ -10 ⁴ Vv	10 ² -10 ³ Va 10 ² -10 ³ Vp	10 ¹ -10 ² Va 10 ³ -10 ⁴ Vp
	4 10 ³ Vv	10 ³ Vp 10 ³ Vh	10 ³ Va 10 ³ Vp	9 10 ³ Vv 9 10 ³ Vp	2 10 ² Va 10 ³ Vp	2 10 ³ Vv 10 ² Va
Campagne du 16/09/04 au 18/09/04	10 ³ -10 ⁴ Va 10 ⁴ -10 ⁵ Vp	10 ² -10 ³ Va 10 ⁴ -10 ⁵ Vp	10 ² -10 ³ Va 10 ³ -10 ⁴ Vp	10 ³ -10 ⁴ Va 10 ³ -10 ⁴ Vp 10 ² -10 ³ Vfl	10 ¹ -10 ² Va 10 ² -10 ³ Vp	10 ¹ -10 ² Va 10 ² -10 ³ Vp
	2 10 ³ Vv 7 10 ² Va	4 10 ³ Vv 4 10 ² Va 2 10 ² Vp	3 10 ³ Vfl	3 10 ³ Vv	10 ² Va 2 10 ³ Vp	2 10 ³ Vp
Campagne du 20/10/04 au 22/10/04	10 ³ -10 ⁴ Va 10 ² -10 ³ Vp	10 ² -10 ³ Va 10 ³ -10 ⁴ Vp	10 ² -10 ³ Va 10 ³ -10 ⁴ Vp	10 ² -10 ³ Va 10 ³ -10 ⁴ Vp	10 ² -10 ³ Vfl 10 ¹ -10 ² Vp	10 ¹ -10 ² Va 10 ² -10 ³ Vp
	< 1000 (dil. Inf. ill.)	10 ³ Vp	10 ³ Va 10 ³ Vp	< 1000 (dil. Inf. ill.)	10 ³ Vp	<10 ²
Campagne du 03/11/04 au 05/11/04	10 ² -10 ³ Va 10 ¹ -10 ² Vp	10 ² -10 ³ Va 10 ² -10 ³ Vp	10 ² -10 ³ Va	10 ³ -10 ⁴ Va	10 ¹ -10 ² Va 10 ¹ -10 ² Vp	10 ¹ -10 ² Va 10 ¹ -10 ² Vp
	2 10 ³ Vp 3 10 ² Va	4 10 ² Vp	3 10 ² Va 5 10 ² Vp	3 10 ² Vp	<10 ²	2 10 ² Vp

Vp = Vibrio parahaemolyticus Vv = Vibrio vulnificus Va = Vibrio alginolyticus
Vm = Vibrio mimicus Vfl = Vibrio fluvialis Vc = Vibrio cholerae Vh = Vibrio hollisae

Analyse en tubes : résultats en NPP / L

Analyse par filtration : résultats en UFC / L

