

IFREMER – Centre de Brest

Département Dynamiques de l'Environnement Côtier
Service Applications Géomatiques (DYNECO/AG)

Université Bordeaux 1 - Talence

Unité Mixte de Recherche - Environnement et Paléo environnements
Océaniques Côtiers – CNRS (U.M.R. EPOC 5805)

Université Bordeaux 1 - Station Marine d'Arcachon

Observatoire Aquitain des Sciences de l'Univers (OASU)
U.M.R. EPOC 5805

Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux

Laboratoire d'hygiène et de santé

Mars 2008 – RST DYNECO/AG/08-07

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

**SURVEILLANCE ECOLOGIQUE
SITE DU BLAYAIS**

RAPPORT SCIENTIFIQUE

ANNEE 2007

Commande d'exécution n°5100-CQG-4200144959
du marché n° C349C65050



Type de Rapport : RST (Rapports de résultats de recherches scientifiques et/ou techniques)	
Numéro d'identification du rapport : RST DYNECO/AG/08-07 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 2008</i> nombre de pages : 220 p. bibliographie : <i>Oui</i> illustration(s) : <i>Oui</i> langue du rapport : <i>Français</i>
Titre et sous-titre du rapport : <i>Surveillance Ecologique du site du "Blayais" - année 2007</i> Titre traduit : <i>Ecological monitoring of the "Blayais" nuclear power plant – 2007</i>	
Auteur(s) principal(aux) : <i>QUINTIN Jean-Yves,</i> <i>CASTAING Patrice,</i> <i>JOUANNEAU Jean-Marie,</i> <i>OGGIAN Georges,</i> <i>CHAURIAL Bernard,</i> <i>GOURNIER Nathalie,</i> <i>SAUTOUR Benoît,</i> <i>PARRA René,</i> <i>BACHELET Guy,</i> <i>LECONTE Michel.</i>	Organisme / Direction / Service, laboratoire : <i>IFREMER / Centre de Brest / DYNECO/AG</i> <i>Université Bordeaux 1 / UMR EPOC / Talence</i> <i>IEEB / Bordeaux</i> <i>Université Bordeaux 1 / UMR EPOC / Arcachon</i>
Organisme commanditaire : nom développé, sigle, adresse <i>Electricité de France (EDF) - Production Transport - C.N.P.E. du Blayais</i> <i>B.P. 27 - 33820 ST-CIERS-S/GIRONDE</i> Titre du contrat de recherche : n° de contrat 06\1216318\MF Organisme(s) réalisateur(s) : nom(s) développé(s), sigle(s), adresse(s) <i>IFREMER Centre de Brest, B.P. 70, 29280 PLOUZANE</i> <i>UMR 5805 EPOC Université Bordeaux 1 - CNRS</i> <i>Avenue des Facultés – 33405 TALENCE Cedex</i> <i>UMR 5805 EPOC Université Bordeaux 1 -CNRS</i> <i>Station Marine d'Arcachon, 2 rue du Professeur Jolyet - 33120 ARCACHON</i> <i>Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux (IEEB)</i> <i>Laboratoire d'Hygiène et Santé, 1 rue du Professeur Vézès - 33300 BORDEAUX</i> Responsable scientifique : <i>Jean-Yves QUINTIN - IFREMER/BREST/DYNECO/AG</i>	
Cadre de la recherche : Surveillance des centrales en bord de mer et en estuaire Programme : <i>Surveillance et évaluation</i> <i>de la qualité du milieu marin</i> Projet : <i>I.G.A.</i> <i>Impact des Grands Aménagements</i> Campagne océanographique : (nom de campagne, année, nom du navire) <i>SOGIR, 2007, Navire Océanographique « Côte d'Aquitaine »</i>	
Convention : Marché n° C349C65050 Commandes d'exécution n°5100-CQG-4200144959 Autres (préciser) : <i>Le Blayais Surveillance</i>	

Résumé :

L'étude de surveillance n° 30 du site électronucléaire du BLAYAIS (département de la Gironde) concerne la période de avril à novembre 2007. Les domaines pélagique et benthique sont étudiés (physico-chimie, bathymétrie, hydrobiologie, bactériologie, zooplancton, macrofaune benthique).
[Voir fiche résumé p. 7 - 10]

Abstract :

Monitoring n° 30 of the BLAYAIS nuclear power plant takes into account studies conducted between April and November 2007. Physicochemistry, Bathymetry, Hydrobiology, Bacteriology, Zooplankton, Benthic macrofauna, are reported.
[see summary p. 7 - 10 (in French)]

Mots-clés :

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

Keywords :

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

Commentaire :

Ce document doit être cité de la manière suivante :

Référence générale

QUINTIN J.Y. (coord.) *et al.* (2008) – Surveillance écologique du site du Blayais, année 2007. Rapp. IFREMER RST DYNECO/AG/08-07, mars 2008, 220 p.

Référence particulière

CASTAING P., JOUANNEAU J.M., OGGIAN G., (2008). – Résultats des mesures in situ. *In* : QUINTIN J.Y. (coord.) *et al.* (2007) - Surveillance écologique du site du Blayais, année 2007. Rapp. IFREMER RST DYNECO/AG/08-07, mars 2008, 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)⁴

Il a été réalisé suite à la réunion de synthèse, qui s'est tenue le 10 janvier 2008 au CNPE du Blayais, et qui a réuni les personnes suivantes : MM. Lundy D., Labattut J.C., Thizeau P., Mlle Merle M. (EDF/CNPE du Blayais), Mme Thomas M.H. (EDF/DPN), M. Travade F. (EDF/R&D), Mme Cravinho A. (EDF/CIDEN), MM. Castaing P., Oggian G. (Université Bordeaux 1 -Talence), MM. Sautour B., Bachelet G. Leconte M. (Station Marine d'Arcachon), M. Chaurial B. (IEEB), MM. Castelnaud G., Boët P., Gonthier P., Melle Laplaud A. (CEMAGREF Bordeaux), Quintin J.Y. (IFREMER).

¹IFREMER. Département Dynamiques de l'Environnement Côtier.

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

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

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

Surveillance du Blayais 2007 - résumé

L'année 2007, soumise aux précipitations déficitaires de juillet à fin décembre peut être classée, au même titre que 2006, parmi les années sèches.

Les débits fluviaux sont très faibles tout au long de l'année 2007 : le débit annuel moyen est déficitaire par rapport à la moyenne de la période 1982-2006 ($688 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}/\text{an}$ au lieu de $846 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}/\text{an}$).

A noter une période de forts débits printaniers en février-mars avec un débit instantané maxima de $2946 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ le 14 février ; ils ont dépassé $1000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ pendant 15 jours en fin mai début juin, avec un débit instantané maxima de $1695 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ le 27 mai. L'étiage a été peu accusé, avec des débits restant compris entre 200 et $300 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ en août et septembre.

Après un hiver 2007 doux, la plus forte température moyenne mensuelle de l'air ($20,2 \text{ }^\circ\text{C}$) a été atteinte en août, suivi d'un mois de septembre ensoleillé -mois le plus ensoleillé depuis 60 ans-.

La température moyenne des eaux de l'estuaire en 2007 -avril à novembre- est nettement inférieure à la celle calculée pour la période 1976-2006. Paradoxalement, en avril, mai et octobre, les températures mensuelles moyennes sont parmi les plus élevées depuis 2001 ; pour les autres mois -de juin à septembre- elles sont les plus faibles, ce qui pourrait correspondre à un élargissement de la période sensible.

Un lever bathymétrique effectué par l'Unité Mixte de Recherche EPOC de l'Université Bordeaux 1 en février 2002 avait montré que le fort allongement vers l'aval du banc de Patiras, observé en 2000, se poursuivait -allongement de 150 mètres-. La modification de la morphologie des fonds provoquait à ce moment-là une meilleure chenalisation des courants au point E, ce qui se traduisait par une très forte augmentation des vitesses maximales moyennes, en flot et en jusant. La situation courantologique est restée favorable jusqu'en 2003, s'est dégradée jusqu'en 2005 et s'est largement améliorée en 2006, année pendant laquelle les vitesses maximales de flot et de jusant n'ont jamais été aussi élevées. En 2007, les vitesses maximales de flot restent très élevées ; mais, cette situation favorable ne peut perdurer, car les sondages bathymétriques récents effectués

par EDF montrent que le banc de Patiras poursuit son allongement vers l'aval après s'être engraisé de 500 000 m³ entre 2002 et 2005. Il est donc toujours nécessaire de suivre l'évolution bathymétrique par des levés fréquents.

Par rapport à 2006, les eaux de l'estuaire sont fortement dessalées pendant l'été 2007, vraisemblablement, suite aux forts débits de la fin du printemps.

Les concentrations en matières en suspension -M.E.S.- sont partout très faibles, tout au long de l'année, sur toute la verticale. Au mois de septembre les eaux n'ont jamais été aussi "claires" depuis 1985, au moins.

Il en résulte une excellente oxygénation, avec des valeurs moyennes d'oxygène supérieures à 85 % du taux de saturation. Les déficits par rapport à la saturation sont les plus faibles enregistrés depuis 1979 (avant la construction de la centrale). Depuis 2004, les déficits sont en constante diminution ; ceci résultant de la faible charge détritique des matières en suspension.

L'intervalle de variation du pH est limité, et strictement identique à celui des années antérieures, depuis le début des mesures en 2004 : de 7,75 à 8,2 au cours de l'année 2007. Les pH les plus faibles sont relevés au point K -amont- au moment de la crue printanière ; les plus élevés sont relevés à la station F -aval- en septembre et octobre.

D'une manière générale, 90% du carbone organique total contenu dans les eaux de l'estuaire a une origine particulaire : au point K, les variations saisonnières des teneurs en carbone organique total sont conditionnées par celles de la charge particulaire.

En aval, l'intrusion des eaux halines agit sur la répartition du carbone organique : au point F, pour une grande partie des mesures réalisées, la fraction dissoute représente plus de 30% du carbone organique total.

Le point E représente une situation intermédiaire à celles des deux autres points. Globalement, la charge organique de l'estuaire est comparable à celle des années précédentes ; on peut considérer que le carbone organique représente 1,62% de la charge particulaire.

En ce qui concerne la chlorophylle (a), la normalisation au carbone organique particulaire de ses teneurs montre une augmentation de la biomasse algale pour le point F -PK 67- en période estivale. En revanche, cette biomasse est restée faible aux points E -PK 52- et K -PK 35-, au regard des teneurs en carbone organique particulaire.

Les crues marquées du mois de juin ont eu un effet sur l'évolution des teneurs en nitrates - nitrites des eaux de l'estuaire. Pour l'ensemble des points, les teneurs sont comparables à celles de 2006 ; au point E, la valeur de la moyenne annuelle est plus élevée que celle de la moyenne pluriannuelle 1992 - 2007.

Les teneurs en orthophosphates sont en nette augmentation par rapport à celles de 2006, retrouvant, pour le point E, un niveau légèrement supérieur à celui de la moyenne pluriannuelle 1992 - 2007. Ainsi, une diminution du rapport molaire N/P est constatée.

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

Le bore -acide borique-, utilisé dans le processus de conditionnement des eaux des circuits primaires de la centrale, s'avère être aussi un élément naturel de l'eau de mer.

La courbe de dilution mise en évidence dans les eaux de l'estuaire, en particulier au niveau de la station E, montre l'absence d'impact du fonctionnement de la centrale sur les concentrations en bore enregistrées.

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

L'occurrence et l'abondance des *Vibrio* halophiles, microorganismes particulièrement sensibles à la température, ont été très faibles en 2007. Le genre *Vibrio* n'a été recensé qu'à partir du mois de juillet aux points K, E, F. Les espèces les plus fréquemment rencontrées sont *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio vulnificus*.

Dans le zooplancton, l'espèce dominante *Eurytemora affinis* représente plus de 80 % du zooplancton. En 2007, la dominance est de l'ordre de 95 % du zooplancton total.

L'étude de la variabilité interannuelle des fluctuations de densité de cette espèce montre une bonne reproductibilité globale des cycles saisonniers, marqués par un pic annuel de densité dont la valeur est influencée par la migration du bouchon vaseux dans l'estuaire. Le pic d'abondance a été atteint en mars (48 566 ind/m³), plus précoce qu'en 2005 et 2006. Les résultats obtenus en 2007 confirment un retour à une situation caractérisée par de fortes abondances observées depuis 1998, avec une densité annuelle moyenne de 11 316 ind/m³ au point E, parmi les plus fortes depuis le début du suivi.

La structure démographique de ses populations en 2007 n'est pas très différente d'un point à l'autre. Par rapport aux points K et F, le point E présente un pourcentage de femelles ovigères (21 %) et un sex-ratio -rapport mâle/total adulte exprimé en pourcentage- (53 %) légèrement supérieurs, et un pourcentage de copépodites (45 %) légèrement inférieur. La fécondité moyenne annuelle (2,7 œufs / sac) et la mortalité moyenne de 0,9 % sont faibles mais proches de celles des points K et F.

Les densités moyennes annuelles d'*E. affinis* (11 316 ind/m³), *Neomysis integer* (20 ind/m³) et *Mesopodopsis slabberi* (237 ind/m³) au point E sont supérieures à celles des autres points K et F; celles d'*Acartia bifilosa* (69 ind/m³) et *Acartia tonsa* (247 ind/m³) y sont intermédiaires. L'espèce *Acartia tonsa*, espèce polyhaline thermophile introduite dans l'estuaire, présente chaque année, depuis 2002, un décalage temporel de son pic de densité avec celui d'*Acartia bifilosa*. Les résultats de l'année 2007 confirment qu'*Acartia tonsa* est bien adaptée aux conditions estuariennes depuis 1999, et plus particulièrement en aval de l'estuaire.

Pour la quatrième année de surveillance du benthos en Gironde, les deux niveaux bathymétriques, intertidal et le subtidal, ont été échantillonnés. Une étude granulométrique a été réalisée aux deux niveaux bathymétriques, pour appréhender la qualité des sédiments auxquels sont inféodées les espèces benthiques. Si la composition sédimentaire montre une très grande stabilité au niveau intertidal avec 75 à 99 % de vases, elle montre une très grande instabilité au niveau subtidal : plutôt vaseux au point F (10 à 97 % de vases) et au point E (86-96% de vase, mais parfois 30-69% de sable) ; plutôt sableux au point K (52-93% de sable, mais 94% de vases en novembre 2006).

La richesse spécifique des peuplements benthique, qui correspond au nombre total d'espèces présentes, est croissante de l'amont vers l'aval, et plus élevée en subtidal

qu'en intertidal. Maximale en 2005, mais faible en 2007, elle ne montre pas de tendance saisonnière.

L'année 2007 se caractérise par une chute significative des abondances des espèces benthiques dans toutes les stations étudiées. Cette chute de densité d'individus par mètre carré, plus prononcée qu'en 2006, apparaît en particulier dans le domaine subtidal (climat ? érosion liée à de forts débits ?...).

Au niveau subtidal, une chute d'abondance de toutes les espèces apparaît. En F (max. 242 ind/m² en 2007, contre 2036 ind/m² en 2005), surtout des Annélides Polychètes et des Crustacés Mysidacés ; en E (max. 418 ind/m² en 2007, contre 1384 ind/m² en 2005), surtout des Oligochètes et Crustacés (Mysidacés) ; en K (max. 132 ind/m² en 2007, contre 608 ind/m² en 2004), surtout des Crustacés Amphipodes et Mysidacés.

Au niveau intertidal, l'abondance des espèces est très faible, plus particulièrement en aval (max. 2242 ind/m² en 2007, contre 25720 ind/m² en 2004, surtout des Annélides Polychètes et des Crustacés). Cette chute d'abondance, déjà entamée dès 2006, est moins marquée dans la partie médiane de l'estuaire (max. 8667 ind/m² en 2007, contre 20000 à 25000 ind/m² en 2004-2006, surtout des Annélides Oligochètes et des Crustacés). En amont, ce sont quasi-exclusivement des Annélides Oligochètes (max. 4954 ind/m² en 2007, contre 20121 ind/m² en 2005).

.

Sommaire

Introduction	15
1. Présentation du site et stratégie d'étude	17
1.1. Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité du Blayais	17
1.1.1. Situation géographique	17
1.1.2. Caractéristiques du CNPE	17
1.2. L'estuaire de la Gironde	18
1.2.1. Eléments géographiques et géomorphologiques	18
1.2.2. Aperçu du fonctionnement hydro sédimentaire de l'estuaire.....	19
1.3. Les études écologiques	19
1.3.1. Schéma général des études	19
1.3.2. Etudes de projet.....	20
1.3.3. Etudes de surveillance.....	20
1.3.4. Programme des études de surveillance	21
1.4. La surveillance écologique - année 2007	21
1.4.1. Déroulement des campagnes à la mer.....	21
1.4.2. Points de prélèvements	22
1.4.3. Fréquence des prélèvements	22
1.4.4. Paramètres mesurés.....	23
1.4.5. Travaux réalisés.....	23
1.4.6. Paramètres, méthodes, précision	25
2. Conditions climatiques et hydrologiques	31
2.1. Caractères climatologiques dominants pour l'année 2007.....	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. Concentration en matières en suspension (MES).....	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. Variations saisonnières.....	107
5.1.2. Répartition du carbone organique et relation avec les paramètres hydro biologiques	112

5.1.3.	Evolution des moyennes annuelles	114
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 bore	124
5.3.1.	Variations saisonnière.....	124
5.3.2.	Relation avec les paramètres hydro biologiques	133
5.3.3.	Evolution des moyennes annuelles	135
5.4.	Contaminants.....	138
5.4.1.	Famille des amines	138
5.4.2.	Agents de surface anioniques	138
6.	Vibrio halophiles.....	139
6.1.	Evolution spatio-temporelle.....	139
6.1.1.	Variations saisonnières.....	139
6.1.2.	Relation avec la salinité et la température	141
6.2.	Spéciation	142
6.2.1.	Occurrence des espèces	142
6.2.2.	Densité des espèces.....	143
7.	Zooplancton	145
7.1.	Evolution temporelle des principaux contingents au point E	145
7.1.1.	Variations des densités du Copépode <i>Eurytemora affinis</i>	145
7.1.2.	Variations des densités des copépodes Acartidés	147
7.1.3.	Variations des densités des Mysidacés.....	150
7.2.	Structure démographique d' <i>Eurytemora affinis</i> au point E	153
7.2.1.	Fécondité :	153
7.2.2.	Structure des populations	154
7.2.3.	Mortalité	157
7.3.	Comparaison de l'évolution des principaux contingents aux points F, E, K	158
7.3.1.	Variations des densités du Copépode <i>Eurytemora affinis</i>	158
7.3.2.	Variation des densités des Copépodes Acartidés	160
7.3.3.	Variation des densités de Mysidacés	164
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	172
7.4.3.	Mortalité	173
8.	Macrofaune benthique	177
8.1.	Composition granulométrique du sédiment	177
8.1.1.	Sédiments intertidaux	177
8.1.2.	Sédiments subtidaux.....	179
8.2.	Evolution temporelle de la richesse spécifique des peuplements macrobenthiques	181
8.3.	Evolution temporelle des peuplements macrobenthiques subtidaux	183
8.3.1.	Variations des densités totales	183
8.3.2.	Point F (PK 67).....	183
8.3.3.	Point E (PK 52)	183
8.3.4.	Point K (PK 30)	183
8.4.	Variations de densités des principales espèces subtidales	185
8.4.1.	Annélides Oligochètes	185
8.4.2.	Annélides Polychètes.....	186
8.4.3.	Crustacés Amphipodes et Isopodes	186
8.4.4.	Crustacés Mysidacés.....	189

8.4.5.	Larves d'Insectes	190
8.5.	Evolution temporelle des peuplements macrobenthiques intertidaux	190
8.5.1.	Variations des densités totales	190
8.5.2.	St-Christoly (PK 66)	192
8.5.3.	St-Estèphe (PK 55)	192
8.5.4.	Lamarque (PK 35).....	192
8.6.	Variations de densités des principales espèces intertidales	192
8.6.1.	Annélides Oligochètes	192
8.6.2.	Annélides Polychètes.....	194
8.6.3.	Mollusques	195
8.6.4.	Crustacés	196
8.6.5.	Larves d'Insectes	196
9.	Références bibliographiques	199
10.	Annexes	203
10.1.	Annexe 1 : Dénombrement des divers prélèvements et mesures.....	203
10.2.	Annexe 2 : Tableaux des résultats de mesures.....	208
10.3.	Annexe 3 : Tableau des résultats analytiques	212
10.3.1.	Résultats bruts de mesures de MES, COD et COP	212
10.3.2.	Résultats bruts de mesures de chlorophylle et phaeopigments.....	216
10.3.3.	Résultats bruts de mesures de sels nutritifs et du bore.....	217
10.3.4.	Contaminants	218
10.3.5.	Résultats bruts de Vibrios halophiles.....	219
10.3.6.	Résultats de Vibrios halophiles – méthode milieu solide (filtration sur membrane).....	220

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 2007, étude effectuée dans le cadre du marché EDF/IFREMER n° C349C65050. C'est une reconduction du protocole d'échantillonnage mis en place en 1992, amendé par Arrêté inter – ministériel du 18 septembre 2003 paru au Journal Officiel de la République Française du 26 septembre 2003.

Trois organismes ont participé à ce programme :

L'Université Bordeaux 1 (UMR EPOC - Talence)⁵ pour :

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

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

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

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

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

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

⁶ Anciennement Laboratoire d'Océanographie Biologique (LOB)

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

1. Présentation du site et stratégie d'étude

1.1. Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité du Blayais

1.1.1. Situation géographique

Le CNPE du Blayais se trouve sur la commune de Braud et St Louis dans le Département de la Gironde, à 48 km au N-NO de Bordeaux, à 14 km au N-NO de Blaye, à 50 km au S-SE de ROYAN et à 57 km au Sud-Ouest de Saintes. Les installations sont implantées au lieu-dit "La Présidente", en bordure de la Gironde sur la rive droite, environ au pK⁸ 52, entre le canal Saint-Georges et le canal de Callonges qui drainent le marais avoisinant.

1.1.2. Caractéristiques du CNPE

Le CNPE du Blayais comporte quatre tranches, à eau ordinaire sous pression (PWR), d'une puissance unitaire de 925 MW. Les mises en service industriel ont été effectuées :

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

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

Chaque tranche a besoin, pour le refroidissement du condenseur, d'un débit d'eau moyen de 42 m³.s⁻¹, soit 168 m³.s⁻¹ pour 4 tranches en service. Cette eau est prélevée

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

dans le chenal de Saintonge à environ 380 m de la rive, au niveau du pK 52 de la Gironde large de 4,5 km. L'eau échauffée est rejetée en Gironde dans le chenal médian, situé entre les bancs de St Estèphe et de St Louis, à environ 2000 m de la rive. Ces prélèvements et rejets se font par des conduites ensouillées.

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

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

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

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

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

1.2. L'estuaire de la Gironde⁹

1.2.1. Eléments géographiques et géomorphologiques

La Gironde est, par sa superficie d'environ 630 km^2 , le plus grand estuaire de France et d'Europe occidentale. D'une longueur de 75 km, elle naît de la confluence au Bec d'Ambès de deux fleuves Garonne (575 km) et Dordogne (472 km), qui drainent des bassins versants à surfaces fort différentes ($56\,000 \text{ km}^2$ et $24\,000 \text{ km}^2$ respectivement) et distincts géographiquement : la Garonne prend sa source dans le Massif de la Maladeta (Pyrénées centrales espagnoles) ; la Dordogne prend sa source dans le Puy de Dôme.

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

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

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

1.2.2. Aperçu du fonctionnement hydro sédimentaire de l'estuaire

L'hydrologie fluviale présente des débits très variables ($120 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ à plus de $5\,500 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)¹⁰ ; lorsqu'ils sont forts, ils sont source d'apports alluvionnaires importants en provenance des fleuves et estimés globalement à 2,5 millions de tonnes par an selon Naguy (1993). Elle est contrariée par l'effet d'une onde de marée asymétrique.

Les différences de salinités, liées à la rencontre des eaux fluviales et marines, induisent des différences de densité sur la tranche d'eau : l'eau salée plus dense que l'eau douce avoisine le fond. Ainsi naît la circulation "résiduelle" estuarienne caractérisée par un écoulement vers l'amont au fond et vers l'aval en surface.

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

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

1.3. Les études écologiques

1.3.1. Schéma général des études

Le schéma général des études écologiques relatives à l'implantation des centrales nucléaires en estuaire comporte deux étapes : le projet, et la surveillance. Le projet qui a 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

¹⁰ minimum et maximum journalier de 2003.

(variations pluriannuelles notamment) avant la mise en service de la centrale, et des modifications du milieu après la mise en service de la centrale.

Projet et surveillance écologiques sont deux phases complémentaires d'une même étude, qui visent à mettre en évidence les règles évolutives d'un écosystème soumis aux effluents thermiques d'une centrale nucléaire. Cette analyse des déséquilibres éventuels par "constat" implique une connaissance approfondie du milieu naturel fluctuant dans le temps : cycles et dérives sur une période de plusieurs années. Il est en effet indispensable, dans une perspective de généralisation, de pouvoir distinguer les modifications dues au fonctionnement de la centrale, de celles dues à des phénomènes naturels, d'ordre climatologique par exemple, ou à d'autres phénomènes anthropogéniques, d'aménagements du bassin versant par exemple.

1.3.2. Etudes de projet

Les résultats réunis dans les dossiers de projet, sur l'estuaire de la Gironde, comportent des observations effectuées pendant une année et demi (mai 1975 -décembre 1976) sur les paramètres relatifs aux domaines de la physique, de l'hydrobiologie, de la biologie et de la pollution. Au terme de cette étude, une synthèse faisant appel au traitement mathématique des données a été faite, permettant de dégager les principales composantes écologiques d'un "état de référence" du site, notamment les paramètres et les espèces les plus caractéristiques. De même, les résultats du projet ont permis de préciser la variabilité, dans le temps et dans l'espace, des phénomènes définissant cet état de référence (dispersion verticale et horizontale des organismes, saisons hydrobiologiques, pics d'abondance zooplanctonique, période de recrutement des organismes benthiques, etc.).

1.3.3. Etudes de surveillance

Un programme pluriannuel de surveillance écologique a été défini sur la base de la synthèse écologique de cet état de référence du site. Il a été mis en application pendant une période de 6 ans (janvier 78-Décembre 83). La mise en place par le CNEXO d'un programme d'études supplémentaires faisant appel à un échantillonnage rapide par hélicoptère sur l'ensemble du système fluvio-estuarien de la Gironde-Dordogne/Garonne, a permis de dégager quelques idées permettant d'améliorer l'approche spatio-temporelle de l'échantillonnage dans le cadre des études de surveillance.

La redondance ou le manque d'intérêt de certains résultats d'une part, les nouvelles exigences de l'arrêté concernant l'autorisation de rejet d'eau de la centrale d'autre part, nous ont conduit à modifier dès 1984 certains paramètres échantillonnés, avec un programme annuel de surveillance écologique à 3 stations d'échantillonnage et 9 campagnes annuelles. Afin d'évaluer les apports Garonne-Dordogne, deux prélèvements supplémentaires étaient effectués à la limite amont de pénétration de la marée dynamique.

1.3.4. Programme des études de surveillance

Le programme de surveillance écologique, établi en 1992, fait suite à l'arrêté préfectoral du 23 décembre 1991, modificatif de l'arrêté du 31 mars 1989 portant autorisation de rejet dans le domaine fluvial.

En complément de ce programme, une étude particulière a été effectuée d'avril 1992 à mars 1993 pour étudier les aspects méiobenthiques (animaux de taille inférieure au millimètre qui vivent au fond dans les sédiments superficiels) autour de la centrale.

Ce programme de surveillance écologique a pour objet la mise en évidence des modifications éventuelles apportées au milieu par la centrale. La modification par rapport au programme antérieur porte sur la répartition des stations le long de l'estuaire, la périodicité des prélèvements et la nature des paramètres étudiés.

Pour pallier une vision seulement partielle de la distribution de certaines variables, le point F (pK 67), à l'aval du site dans le chenal de navigation, remplace la station J (pK 52), au droit du site, et permet ainsi de couvrir en grande partie la zone géographique colonisée par l'espèce *Eurytemora affinis*, pendant la majeure partie de l'année.

Le programme annuel comporte 3 stations d'échantillonnages et 8 campagnes mensuelles. Il concerne les paramètres hydro biologiques, bactériologiques, et zoo planctoniques intégrés dans le contexte des caractéristiques d'un milieu estuarien complexe et des fluctuations climatiques auxquelles ils sont soumis, dont la température en particulier. Ce programme, qui s'est poursuivi jusqu'en 2003, a été complété dès 2004 par un suivi de la macro-faune dans le domaine benthique, et la mesure de polluants organiques dans le domaine pélagique pour mise en concordance avec le nouvel arrêté.

1.4. La surveillance écologique - année 2007

1.4.1. Déroulement des campagnes à la mer

Le programme de surveillance écologique nécessite l'utilisation d'une embarcation, "Côte d'Aquitaine" armé par le C.N.R.S., pour réaliser les prélèvements d'échantillons¹¹ lors des 8 campagnes mensuelles. Pour chaque campagne, 3 points (F, E, K) sont échantillonnés par l'UMR 5805 EPOC, lors de 3 stations réparties longitudinalement le long de l'estuaire entre le pK 30 et le pK 67, à raison d'une station par jour, pendant un cycle de marée complet, et dans des conditions de marée comparables (mortes-eaux). Le transport des échantillons vers le laboratoire est assuré par l'IEEB.

Matériel utilisé : G.P.S. pour le positionnement géographique ; échosondeur pour la hauteur d'eau ; courantomètre directionnel VALEPORT MK 108, avec option : température, conductivité, salinité, capteur de pression ; pHmètre WTW mod. 315i/SET ; bouteille à prélèvement horizontal, ou vertical de type Niskin, pour les prélèvements d'eau ; filets à plancton de type WP2, à vide de maille 200 µm, pour les

¹¹ les prises et rejets d'eau de refroidissement étant disposés sur le fond de l'estuaire respectivement à 380 m et 2000 m de la berge.

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

1.4.2. Points de prélèvements

Le programme comporte trois points de prélèvements :

- une station à l'amont du site permettant la connaissance du milieu avant son passage devant le CNPE - chenal de Blaye (point K ; pK 30 ; coordonnées géographiques N 45°04'1/10 - W 0°38'3/10),
- une station au droit du CNPE, situé dans le chenal médian (point E ; pK 52 ; coordonnées géographiques N 45°14'8/10 - W 0°43'5/10),
- une station à l'aval du site et placée dans le chenal de navigation permettant de pallier une vision seulement partielle de la distribution de certaines variables (point F ; pK 67 ; coordonnées géographiques N 45°22'3/10 - W 0°48'1/10).

Des mesures de débits des fleuves sont réalisées aux emplacements suivants : Garonne, pont de la route départementale n° 9 à La Réole ; Dordogne, pont de la route départementale n° 16 à Pessac/Dordogne (Source : Port Autonome de Bordeaux).

1.4.3. Fréquence des prélèvements

Le programme comprend huit campagnes de prélèvements d'avril à novembre pour les paramètres physiques et chimiques, sept campagnes d'avril à octobre pour les indicateurs biologiques. Deux de ces missions étant souvent regroupées en septembre. Les dates des missions, effectuées en 2007, sont indiquées sur la carte de positionnement des points et dates de campagnes (**Figure 1-1**). La fréquence des prélèvements, par campagne, est indiquée dans le **Tableau 1-1**.

Tableau 1-1 : Fréquence des prélèvements des paramètres mesurés

Paramètres	Niveaux	Moment de marée	Point
Courant (vitesse et direction), Salinité, température, pH Matière en suspension (MES), Oxygène dissous, Carbone organique particulaire (COP) Carbone organique dissous (COD)	2	4	K-E-F
Sels nutritifs (nitrate, ammonium, phosphate, silicates). Chlorophylle, phaeopigments. Bore. Hydrazine, morpholine, éthanolamine, agents de surfaces	1 (Surface)	2	K-E-F
<i>Vibrio</i> halophiles	1 (Surface)	2	K-E-F
Zooplancton	2	4	K-E-F
Zoobenthos	1 (Fond)	sans objet	K-E-F

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

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

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

1.4.4. Paramètres mesurés

Les paramètres sont relevés sur quatre séries de mesures correspondant aux heures de pleine mer, de basse mer et des mi-marées, à deux niveaux (1 m de la surface et 1 m du fond) pour l'hydrologie, à un niveau (1m de la surface) pour la physico-chimie (sels nutritifs, chlorophylle et phaeopigments, bore), les contaminants (hydrazine, morpholine, éthanolamine, agents de surface anioniques), et la bactériologie. Jusqu'en 1991 inclus, pour la température, la salinité, les vitesses de courant, l'oxygène dissous, les moyennes sont établies à partir de 5 mesures par niveau de référence pour 9 missions mensuelles, soit 45 mesures ; depuis 1992, les moyennes sont établies à partir de 4 mesures par niveau pour 8 missions, soit 32 mesures. A partir de 2004 les mesures de pH sont ajoutées.

Les prélèvements de zooplancton sont effectués toutes les deux ou trois heures en moyenne pendant un cycle de marée. Chaque traict de filet WP2 (ou prélèvement) dure environ 2 minutes, le bateau étant ancré pendant la durée des opérations. A chaque sortie et à chaque station, 8 prélèvements sont ainsi réalisés (4 en surface et 4 au fond). Depuis 2004, des prélèvements benthiques sont réalisés aux trois points de mesures

1.4.5. Travaux réalisés

Pour chacun des paramètres analytiques étudiés, les quantités prévues et réalisées sont :

Points	Point F	Point E	Point K	Total prévu	Total réalisé
Hydrologie Mesures – Université de Bordeaux 1 - UMR EPOC 5805					
Hauteur d'eau	24	32	28	96	84
Températures	48	64	56	192	168
Salinités, conductivités	48	64	56	192	168
Vitesse du courant	48	64	56	192	168
Direction du courant	48	64	56	192	168
PH	48	64	56	192	168
Prélèvements – Université de Bordeaux 1 - UMR EPOC 5805					
Dosage oxygène dissous (250 cc)	48	64	56	192	168
Détermination des MES (1 l)	48	64	56	192	168
Pollution - Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux					
COP	48	64	56	192	168
COT	48	64	56	192	168
Chlorophylle, phaeopigments	12	16	14	48	42
Sels nutritifs	12	16	14	48	42
Morpholine, hydrazine	12	16	14	48	42
Ethanolamine, bore total	12	16	14	48	42
Agents de surface	12	16	14	48	42
Bactériologiques (Vibrions)	12	16	14	48	42
Biologie - Station Marine d'Arcachon - UMR EPOC 5805					
Zooplancton (Filet WP2)	48	64	56	192	168
Zoobenthos subtidal (Benne Smith-Mc Intyre)	30	40	35	120	105
Zoobenthos intertidal (Carottes)	80	80	80	240	270 ¹³

¹³Un échantillonnage hivernal, non prévu contractuellement (période d'avril à novembre), a été réalisé à une date intermédiaire en février (10 échantillons x 3 stations = 30 échantillons supplémentaires), soit 270 échantillons prélevés pour 240 échantillons prévus.

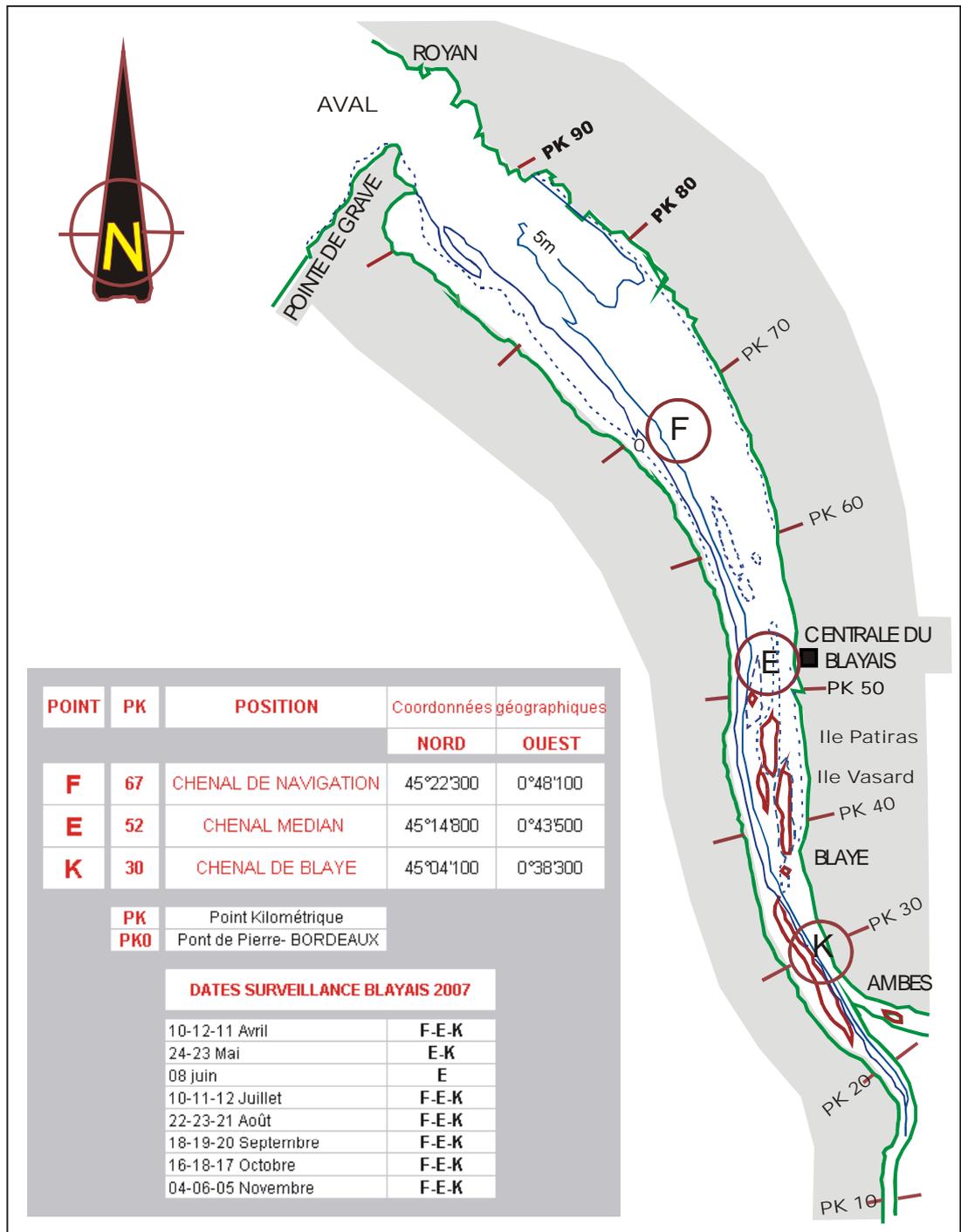


Figure 1-1 : Carte de positionnement des points et dates de campagnes

1.4.6. Paramètres, méthodes, précision

1.4.6.1. Mesures in situ

Profondeur : échosondeur.

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

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

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

1.4.6.2. Mesures en laboratoire

Oxygène dissous : mesure de la teneur en oxygène dissous par la méthode WINKLER ; dosage par oxydoréduction, à l'hydrate manganeux. L'addition des deux réactifs dans l'eau est effectuée à bord immédiatement après la prise d'échantillons ; le dosage proprement dit est réalisé au laboratoire dans les 24 heures ; précision 1 %.

Matière en suspension : mesure de la concentration en matière en suspension totale par pesée, après filtration d'un volume de 100 à 250 cm^3 d'eau (suivant turbidité) sur des filtres de 0,45 μm et séchage en étuve à 105 $^\circ\text{C}$; précision 1 mg.l^{-1} .

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Elément mineur de l'eau de mer :

Bore : Le bore est dosé par ICP / AES¹⁴ (plasma optique, NF EN ISO 11885) à partir d'une dilution au 1/10ème de l'échantillon filtré afin de minimiser l'effet de matrice (chlorures). Le seuil de quantification est de 6 µg.l⁻¹.

Contaminants organiques :

Hydrazine : dosage par HPLC¹⁵ après dérivatization précolonne à l'aldéhyde salicylique, détection par spectrométrie UV. Le seuil de quantification est de 0,1 mg.l⁻¹.

Morpholine : dosage par HPLC après dérivatization précolonne (FMOC¹⁶), détection par fluorimétrie. Le seuil de quantification est de 0,1 mg.l⁻¹.

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

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

1.4.6.3. Bactériologie

En 2004 et 2005, les *Vibrio halophiles* ont été recherchés dans les eaux de l'estuaire selon 2 méthodes différentes : *Méthode en milieu liquide* et *Méthode par filtration*. En 2006, la méthode en milieu liquide a été abandonnée au profit de la méthode par filtration. Depuis 2006, les *Vibrio halophiles* ont été recherchés dans les eaux de l'estuaire en utilisant la méthode par filtration, conforme à la procédure technique DRD/P77/Vib¹⁷.

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

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. Ainsi, la sensibilité de cette méthode est diminuée ; pour une filtration de 1mL, le seuil de quantification est de 1000 UFC/L. Cette diminution d'acuité est accentuée par la nature muqueuse des colonies de *Vibrio* qui ont tendance à s'étaler sur la membrane de filtration.

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,

¹⁴ ICP-AES (Inductively coupled plasma optical emission spectroscopy « ICP-OES or ICP-AES ») = Spectrométrie d'Emission Atomique

¹⁵ HPLC (High Performance Liquid Chromatography) = Chromatographie liquide à haute performance

¹⁶ FMOC (9-fluorenylmethoxycarbonyl chloride) = 9-fluorénylméthyl chloroformate

¹⁷ KHALANSKI Michel (EDF/D&D) et DELESMONT Régis (IPL), Juin 2002

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

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

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

Les individus colorés sont tamisés (maille 200 µm) puis rincés à l'eau douce. Au moins 100 individus sont placés dans une cuvette de Dolffus ; la cuvette est placée sous la binoculaire, 8-10 gouttes d'acide acétique sont ajoutées (ou quelques gouttes 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 bengale¹⁸, 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, copépodites¹⁹, *Acartia*, ...) atteint un minimum de 100 individus. D'après Frontier (1972) l'erreur relative sur l'estimation du nombre total d'individus est comprise entre -26 et +31%. Le comptage des espèces du genre *Acartia* s'effectue après identification de 20 individus sous microscope. Le nombre d'individus comptés est ensuite ramené au volume total de l'échantillon.

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

1.4.6.5. Domaine zoobenthique

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

Les *stations subtidales*²⁰ sont situées à des profondeurs respectives de 7 à 9 m à marée basse. En chaque station, les échantillons de sédiment sont prélevés à point fixe lors de l'étale de basse mer au moyen d'une benne Smith-McIntyre (5 réplicats de 0,1 m² de surface par station). Le tamisage du sédiment, la fixation et la localisation des refus de tamis sont effectués sur le pont du bateau.

Les *stations intertidales*²¹ sont échantillonnées à pied lors de la marée basse, au niveau de mi-marée. Les prélèvements sont réalisés au moyen d'un carottier en PVC de 66 cm² de section (10 réplicats par station), enfoncé dans le sédiment jusqu'à 10-15 cm de profondeur. Tamisage et fixation des prélèvements sont réalisés de retour au laboratoire. Outre les 8 dates mensuelles d'échantillonnage fixées contractuellement d'avril à novembre, un échantillonnage supplémentaire a été pratiqué en janvier sur ces trois stations intertidales.

Le tamisage du sédiment est effectué sur maille carrée de 0,5 mm, au moyen d'un jet d'eau en pluie. Les refus de tamis sont fixés au formol neutre à 4% et colorés au Rose Bengale pendant au moins 24 heures. Après tri à la loupe binoculaire, les organismes

¹⁸ rose bengale : sel de potassium dérivé de la fluoresceïne. Surcolorer dans une solution aqueuse à 1 pour 100 et régresser, d'abord par l'eau, puis par l'alcool à 70° pour obtenir un rose très léger.

¹⁹ Juvéniles de copépodes

²⁰ situé sous la zone d'oscillation de la marée.

²¹ situé dans la zone d'oscillation de la marée.

sont identifiés, si possible jusqu'au niveau spécifique, et dénombrés par taxon ou espèce, avant d'être conservés dans de l'éthanol à 70%. Cette méthodologie d'échantillonnage et de traitement des échantillons est conforme à la norme internationale ISO 16665 (ISO, 2005).

2. Conditions climatiques et hydrologiques

2.1. Caractères climatologiques dominants pour l'année 2007

Les informations climatologiques se rapportent à la station de Bordeaux-Mérignac qui est prise comme référence. Ce que l'on appelle « la normale » est une moyenne sur trente ans se décalant tous les dix ans. Actuellement, la normale est la période comprise entre 1971 et 2000. La **Figure 2-1** présente l'évolution des températures moyennes de l'air au cours de l'année.

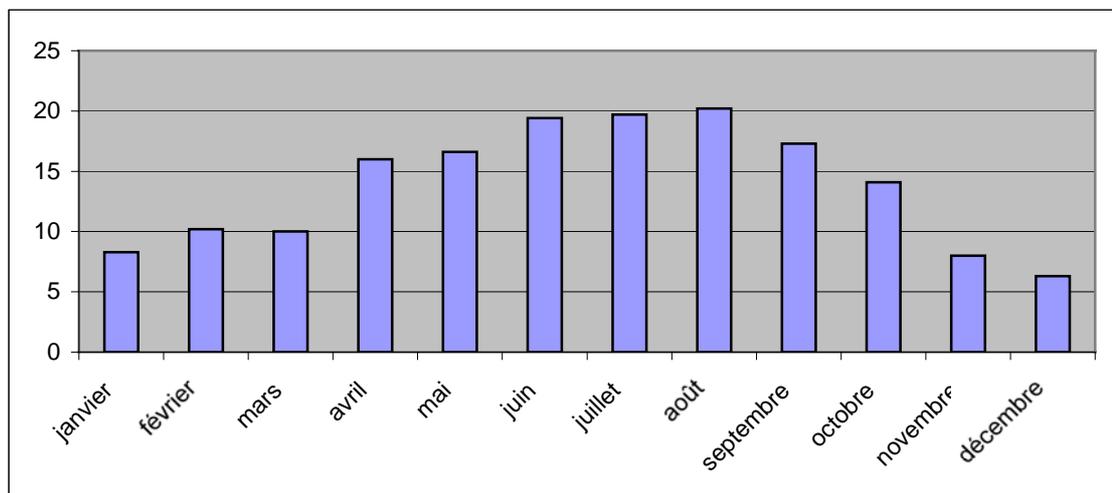


Figure 2-1 : Températures moyennes de l'air (Station de Bordeaux - Mérignac)

Janvier

T° moyenne de l'air : +8,3 °C mini : +5,7 °C maxi : +10,9 °C

Deux phénomènes marquants : la grande douceur jusqu'au 21 et l'épisode neigeux de la nuit du 24 au 25. Un goût d'avril jusqu'au 21 : 10 jours de minimales >10°C, 9 jours de maximales >15°C. Un mois de janvier des plus doux après 1966 et 1988. Les pluies sont un peu faibles, l'ensoleillement peu généreux, contrairement aux brouillards parfois très épais.

Février

T° moyenne de l'air : +10,2 °C mini : +6,8 °C maxi : +13,6 °C

Sous l'influence continue de perturbations océaniques, février est pluvieux, doux et venteux. Les 139 millimètres reçus le situent dans les 10 mois de février les plus arrosés. Avec 2,7°C de plus que la moyenne, la douceur est remarquable, notamment avec 19,4 °C le 14 et 18,4 °C le 17.

Mars

T° moyenne de l'air : +10 °C mini : +5,7 °C maxi : +14,3 °C

Après février, le mois de mars est pluvieux avec 35 % de pluie en plus de la moyenne. Seule la période du 10 au 17 est sèche. Les températures sont proches des moyennes. Le 4 mars a été estival avec 25,8 °C. L'insolation est faible.

Avril

T° moyenne de l'air : +16,0 °C mini : +10,2 °C maxi : +21,7 °C

Avec 4,4 °C en plus de la moyenne, avril est le mois le plus doux depuis au moins 100 ans. Du 06 au 30 les 20 °C ont été dépassés presque chaque jour. Les 23 et 24 les 30°C ont même été approchés. Les pluies représentent moins de la moitié de la valeur moyenne.

Mai

T° moyenne de l'air : +16,6 °C mini : +12,8 °C maxi : +20,4 °C

La succession de perturbations océaniques fait de mai le troisième mois le plus arrosé depuis l'après-guerre, après mai 1984 et mai 1997. Avec des valeurs rarement inférieures à 10 °C, et 6 fois supérieures à 25 °C, les températures sont proches des valeurs moyennes. L'insolation est faible avec 68 % de la normale.

Juin

T° moyenne de l'air : +19,4 °C mini : +14,6 °C Maxi : +24,2°C

18 jours de pluie mais cependant la quantité n'est pas exceptionnelle avec une valeur très proche de la moyenne. Les températures minimales sont élevées, la température moyenne est supérieure de 1°C à la normale. L'insolation est déficitaire.

Juillet

T° moyenne de l'air : +19,7 °C mini : +14,8 °C maxi : +24,6 °C

Comme en juin, 17 jours de pluie, mais cependant la quantité n'est pas exceptionnelle avec une valeur très proche de la moyenne. Avec moins de 20 °C en moyenne, il n'avait pas fait aussi frais depuis 1993. Les 30 °C n'ont été atteints que 3 fois, du 13 au 15. L'insolation est plus faible qu'en avril qui reste le mois le plus ensoleillé de l'année.

Août

T° moyenne de l'air : +20,2 °C mini : +14,9 °C maxi : +25,5 °C

16 jours de pluie dont 3 jours avec de forts cumuls les 20, 22, et 29 avec une valeur de 40 % au dessus des normales. Les températures maximales perdent 1°C par rapport à la normale, avec seulement 13 jours dépassant les 25 °C l'ensoleillement est déficitaire.

Septembre

T° moyenne de l'air : +17,3 °C mini : +11,5 °C maxi : +23,1 °C

Les trois premières semaines sont quasiment sèches et estivales. Les pluies de fin de mois ne l'empêchent pas de rester un mois sec. Malgré le beau temps les températures sont restées modérées avec parfois des nuits fraîches. C'est un mois de septembre des plus ensoleillés depuis 60 ans et le plus ensoleillé de 2007 devant avril.

Octobre

T° moyenne de l'air : +14,1 °C mini : +9,2 °C maxi : +19,0 °C

Encore un mois sec et ensoleillé. Les pluies sont déficitaires de 49 % par rapport aux normales. Les températures sont de saison avec un ensoleillement excédentaire.

Novembre

T° moyenne de l'air : +8,0 °C mini : +3,5 °C maxi : +12,4 °C

Sec, frais et ensoleillé comme le mois d'octobre. Les pluies sont déficitaires de 67 %. Avec les fortes gelées du 15 au 18, la température moyenne est inférieure de 1,4 °C à la normale. L'ensoleillement généreux a permis d'atteindre 16 °C le premier et le 21.

Décembre

T° moyenne de l'air : +6,3°C mini : +2,8°C maxi : +9,8°C

Pluvieux en première décade, il est ensuite froid et sec. Du 11 au 21 le soleil s'est montré généreux dans de l'air froid et sec, l'insolation est ainsi excédentaire et les gelées presque quotidiennes à partir du 12.

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

ANNEE	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	MOY.
1946-1975	5,6	6,5	9,0	11,6	14,7	17,6	19,7	19,6	17,6	13,5	8,9	6,1	12,5
1976	5,5	8,0	8,7	11,2	15,1	21,5	21,5	20,9	16,6	13,5	8,1	6,0	13,1
1977	5,9	9,7	10,9	10,8	13,5	16,6	18,9	18,4	17,2	14,9	8,7	7,6	12,8
1978	5,7	8,2	9,4	9,8	14,1	16,9	18,8	19,3	17,8	13,7	8,4	8,4	12,5
1979	5,0	7,2	9,0	10,3	13,8	17,7	20,4	18,7	17,8	15,0	8,3	7,9	12,6
1980	5,1	9,1	8,2	10,8	13,7	16,2	17,8	20,5	18,0	13,1	8,0	5,3	12,2
1981	6,6	5,1	12,0	12,2	14,3	18,0	19,3	21,3	18,6	14,3	9,3	7,8	13,2
1982	12,4	8,0	8,7	11,9	15,2	19,2	21,7	19,0	19,1	13,4	10,6	7,3	13,9
1983	7,0	5,3	9,4	11,3	13,6	19,2	23,6	20,8	18,6	14,1	11,3	6,7	13,4
1984	7,1	5,6	7,4	13,0	12,1	18,0	20,8	20,0	16,2	13,7	11,2	6,5	12,6
1985	0,7	8,3	7,4	12,3	13,8	17,7	21,2	18,6	19,6	14,8	6,2	6,1	12,2
1986	6,9	3,4	8,6	8,1	15,5	18,3	20,7	19,3	17,9	15,4	9,2	7,4	12,6
1987	0,7	6,6	8,6	13,7	13,9	17,2	20,5	20,9	20,7	14,8	9,1	7,9	12,9
1988	9,5	7,8	8,7	13,2	16,0	18,4	19,6	20,5	18,1	15,4	9,1	6,9	13,6
1989	5,3	7,9	11,7	10,5	18,8	19,7	22,6	21,5	18,4	15,6	11,1	10,1	14,4
1990	7,3	12,3	11,0	11,4	18,3	18,5	22,0	23,0	19,3	15,7	10,2	4,7	14,5
1991	6,3	5,8	11,8	11,1	14,8	17,2	21,3	23,3	20,7	12,8	9,3	5,6	13,3
1992	3,5	6,9	9,9	11,7	17,8	17,7	21,4	21,8	17,3	12,1	12,6	7,8	13,4
1993	8,1	6,5	10,0	12,0	16,1	19,5	19,6	21,1	16,7	12,9	7,8	9,4	13,3
1994	7,8	8,6	12,1	11,1	16,2	19,2	22,8	22,7	17,1	15,2	12,5	9,2	14,5
1995	7,2	9,9	9,5	12,5	16,3	19,0	23,3	22,7	16,5	17,8	10,1	8,2	14,4
1996	9,7	6,1	9,7	12,8	15,4	20,6	21,2	20,0	16,6	14,3	9,7	7,0	13,6
1997	6,0	10,4	12,2	13,6	15,3	18,5	20,9	23,8	20,0	16,0	11,4	8,3	14,7
1998	8,4	8,7	11,5	11,6	17,4	19,0	20,3	22,4	18,9	14,1	8,1	6,9	13,9
1999	7,9	7,1	11,0	12,9	18,3	18,8	22,3	21,9	20,1	15,1	8,1	8,0	14,3
2000	5,6	9,5	10,0	12,6	17,6	20,0	20,2	22,4	19,5	14,6	10,5	10,2	14,8
2001	8,4	7,9	12,4	11,4	16,7	19,6	20,8	22,6	16,7	17,6	7,9	4,4	13,9
2002	8,4	9,7	11,6	12,8	15,3	19,7	20,0	19,9	18,1	15,6	11,6	10,2	14,4
2003	5,4	6,1	12,7	14,4	16,3	23,1	22,2	25,8	19,3	13,3	11,4	8,1	14,8
2004	7,6	7,4	8,8	11,8	16,0	20,9	20,7	21,6	19,3	16,2	8,8	6,3	13,8
2005	6,9	4,8	9,8	13,1	17,1	22,0	22,3	21,2	18,6	17,1	8,6	4,2	13,8
2006	5,7	5,3	10,8	12,7	16,7	21,4	25,2	19,8	21,1	17,9	12,4	5,6	14,6
2007	8,3	10,2	10,0	16,0	16,6	19,4	19,7	20,2	17,3	14,1	8,0	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 :

217 m³.s⁻¹ du 11 au 20/11/2007 et

2187 m³.s⁻¹ du 01 au 10/03/2007.

Le débit instantané maxima est de 2946 m³.s⁻¹ relevé le 14/02/2007.

Le débit instantané minima est de 193 m³.s⁻¹ relevé le 14/08/2007.

La moyenne annuelle pour l'année 2007 est de 688 m³.s⁻¹, soit un déficit de 158 m³.s⁻¹ par rapport à la moyenne annuelle pour la période 1982/2006 qui s'établit à 846 m³.s⁻¹. Il s'agit donc d'une année "sèche", par suite des débits très déficitaires tout au long de l'année.

Par rapport à la moyenne 1982/2006, les débits 2007 sont nettement déficitaires en début d'année ; excédentaires de la 2^{ème} décennie de février à la 2^{ème} décennie de mars (Première crue de l'année avec un pic maximum de l'année de 2946 m³.s⁻¹ le 14/02) ; déficitaires jusqu'à la 2^{ème} décennie de mai, excédentaires début juin jusqu'à fin août (2^{ème} crue en juin, avec un pic de 1424 m³.s⁻¹, le 08/06) et à nouveau déficitaires jusqu'à la fin de l'année malgré une 3^{ème} crue dans la 3^{ème} décennie de décembre avec un pic de 699 m³.s⁻¹ (**Figures 2.2 et 2.3**).

L'année 2007 semblable à 2006, est considérée comme une année sèche, car à partir du mois de juillet jusqu'à fin décembre les précipitations sont déficitaires. Il faut noter une petite crue au début du mois de juin. Ces crues de fin de printemps sont relativement rares. Elle va provoquer une dessalure des eaux importante au cours de l'été.

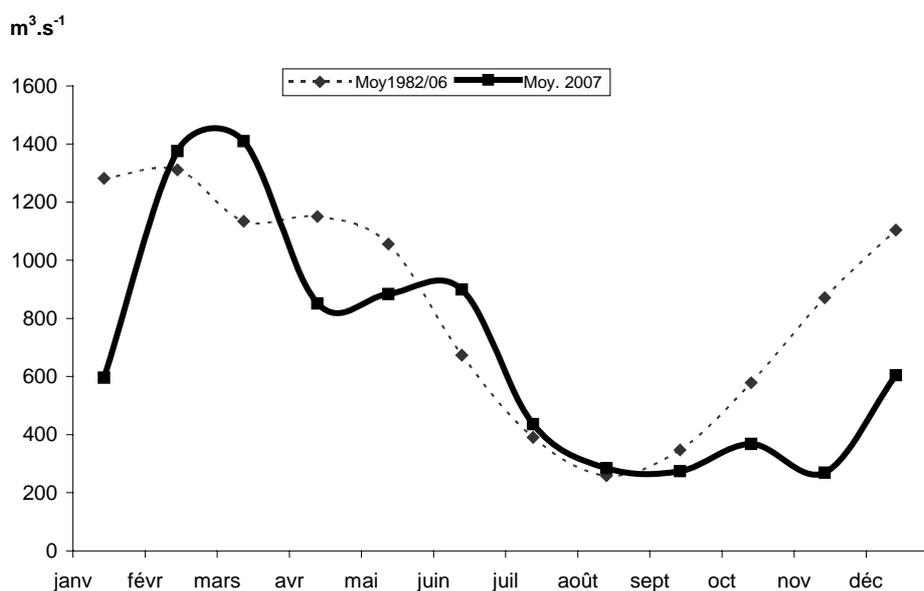


Figure 2-2 : Débits mensuels moyens de la Gironde en 2007.

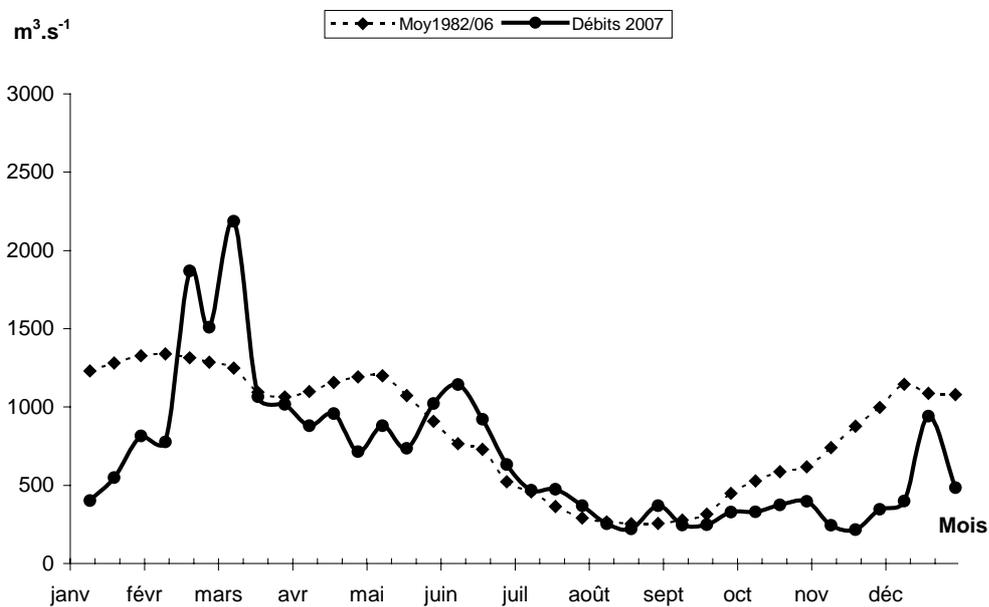


Figure 2-3: Débits moyens de la Gironde par périodes de 10 jours en 2007

3. Evolution des fonds

3.1. Evolution des fonds

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

A l'aval de l'île de Patiras, le banc de Patiras s'est considérablement allongé vers l'aval. L'isobathe 0 a migré de 2 km vers l'aval depuis 1995 ; l'isobathe +1m, de 1 km ; l'isobathe +2m, de 500m environ. Cette situation est préoccupante, car elle a perduré. En effet, le lever effectué par nos soins, en février 2002, montre que le banc de Patiras a progressé de 150 mètres vers l'aval. Les données de bathymétrie de 2005 (LNHE) confirment cette tendance. Ainsi par exemple, le banc de Patiras s'est engraisé de 500 000 m³ (**Figures 3-1 à 3-3**). Nous n'avons pas eu connaissance des résultats de la dernière bathymétrie récente effectuée pour EDF.

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 continuer à suivre de très près l'évolution de la morphologie dans la zone située entre le banc de Patiras et le banc de Saint Louis. Un lever annuel représente un minimum.

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

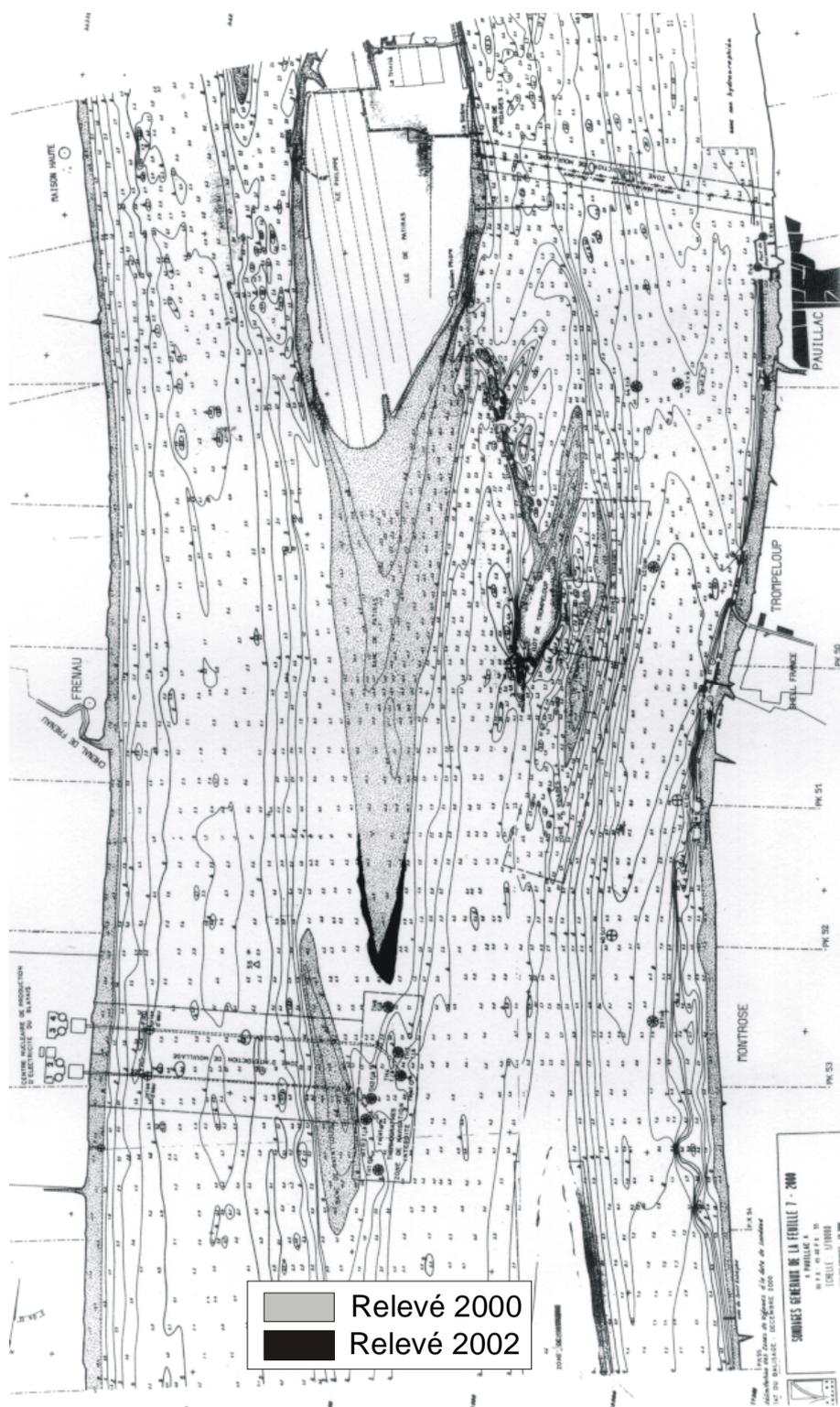
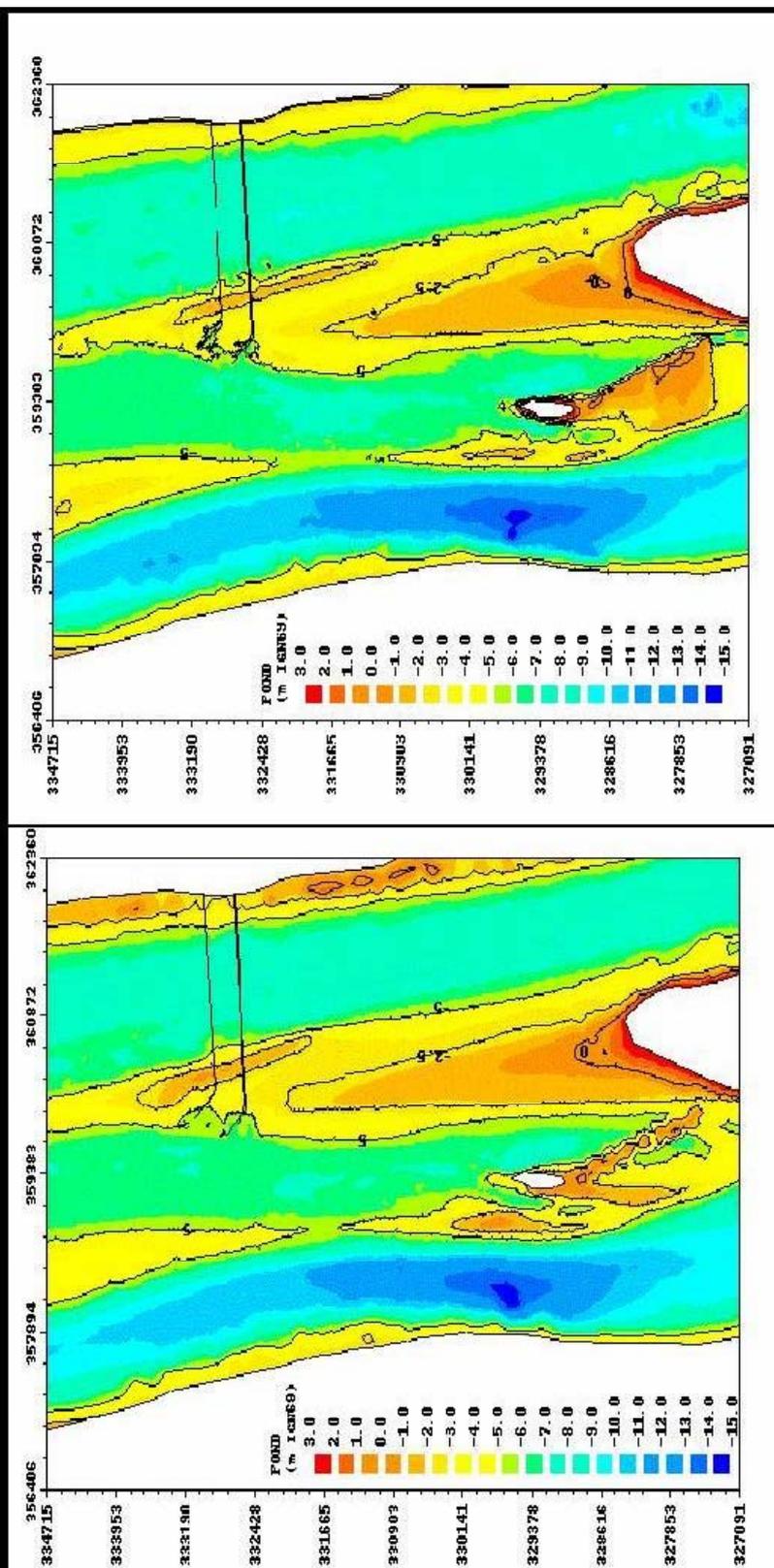


Figure 3-1 : Carte des fonds en 2000 et 2002

DOCUMENT EDF-LNHE

Évolutions bathymétriques récentes



Bathymétrie 2005

Bathymétrie 2002

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

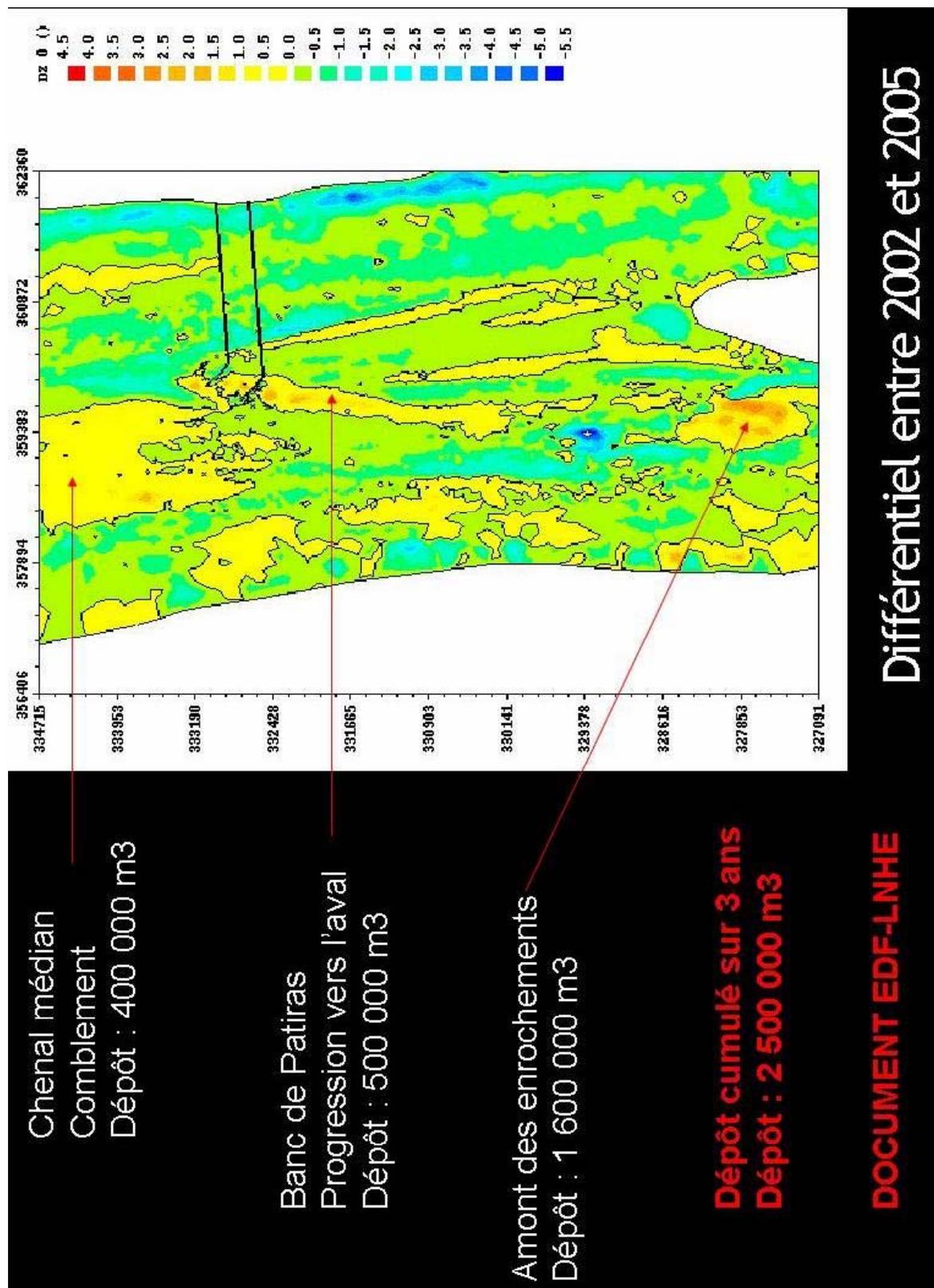


Figure 3-3 : Différentiel entre 2002 et 2005

4. Résultats des mesures in situ

4.1. Température de l'eau

4.1.1.1. Variations au cours de la marée

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

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

0,39 °C et 1,10 °C en surface

0,43 °C et 1,12 °C au fond.

L'écart maxima : 1.10 °C en surface le 16 octobre, la température moyenne étant de 17,63 °C. et le débit de 370 m³.s⁻¹.

1.12 °C au fond le 16 octobre, la température moyenne étant de 17,54 °C et le débit de 370 m³.s⁻¹.

L'écart minima : 0,39 °C en surface le 04 novembre, la température moyenne étant de 12,78 °C et le débit de 347 m³.s⁻¹.

0,43 °C au fond le 04 novembre, la température moyenne étant de 12,68 °C et le débit de 347 m³.s⁻¹.

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

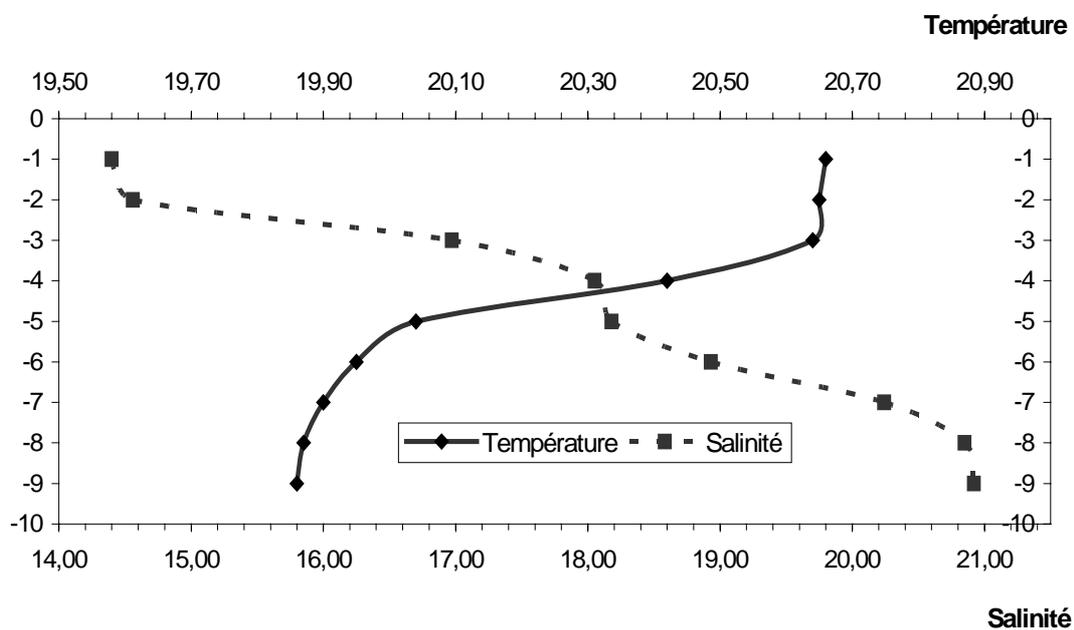


Figure 4-1: Evolution des gradients de température et de salinité au point F (PK 67) le 22 août 2007 à 14h20 à PM

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 F2007								
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qf1 m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
10-avr	S	12,79	13,26	0,47	13,05	0,71	43-38	908
	F	12,42	13,24	0,82	12,70			
22-mai	S	PAS DE MESURES						
	F	PAS DE MESURES						
07-juin	S	PAS DE MESURES						
	F	PAS DE MESURES						
10-juil	S	19,92	20,49	0,57	20,18	0,18	56-57	500
	F	19,74	20,46	0,72	20,11			
22-août	S	20,40	20,89	0,49	20,66	0,65	32-28	220
	F	19,92	20,67	0,75	20,23			
18-sept	S	19,87	20,82	0,95	20,41	0,72	56-50	216
	F	19,59	20,67	1,08	20,17			
16-oct	S	17,10	18,20	1,10	17,63	0,17	63-57	370
	F	17,00	18,12	1,12	17,54			
04-nov	S	12,62	13,01	0,39	12,78	0,17	44-48	347
	F	12,53	12,96	0,43	12,68			
Mini S	S	12,62	13,01	0,39	12,78	0,17		
Mini F	F	12,42	12,96	0,43	12,68			
Maxi S	S	20,40	20,89	1,10	20,66	0,72		
Maxi F	F	19,92	20,67	1,12	20,23			

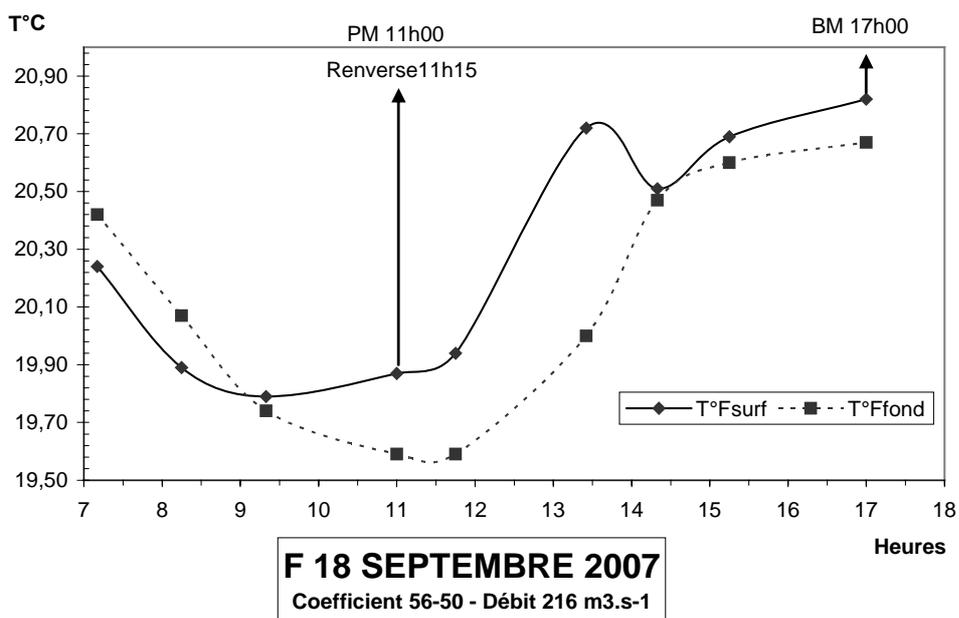
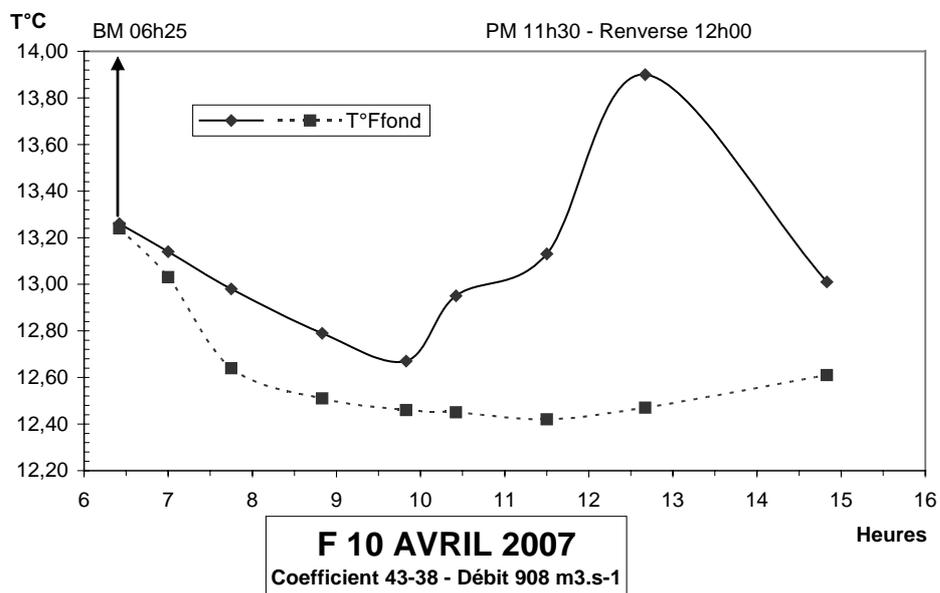


Figure 4-2 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au point F (PK 67) en 2007

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) :

-0,72° C et 2,98 °C en surface

-0,34° C et 0,80 °C au fond.

L'écart maxima : 2,98 °C en surface le 12 avril la température moyenne étant de 15,03 °C. Débit de 842 m³.s⁻¹.

0,80 °C au fond le 08 juin, la température moyenne étant 19,95 °C et le débit de 1163 m³.s⁻¹.

L'écart minima : 0,72 °C en surface le 06 novembre, la température moyenne étant de 12,92 °C. Débit de 318 m³.s⁻¹.

0,34 °C au fond le 18 octobre la température moyenne étant de 18,35° C, et le débit de 365 m³.s⁻¹.

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

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

TEMPERATURES DE L'EAU EN SURFACE (S) ET AU FOND (F)								
POINT E PK 52								
ANNEE E2007								
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)
12-avr	S	14,08	17,06	2,98	15,03	2,46	32-37	842
	F	14,20	14,60	0,40	14,43			
24-mai	S	19,56	22,12	2,56	20,31	2,19	45-43	745
	F	19,56	19,93	0,37	19,79			
08-juin	S	19,37	20,50	1,13	20,10	0,27	60-58	1163
	F	19,43	20,23	0,80	19,95			
11-juil	S	20,37	22,35	1,98	21,05	1,49	59-61	469
	F	20,32	20,86	0,54	20,63			
23-août	S	20,78	23,46	2,68	21,75	2,29	26-27	226
	F	20,94	21,44	0,50	21,14			
19-sept	S	20,37	22,00	1,63	20,91	1,68	44-38	218
	F	20,32	20,68	0,36	20,48			
18-oct	S	18,42	20,07	1,65	18,95	1,65	41-36	365
	F	18,10	18,44	0,34	18,35			
06-nov	S	12,62	13,34	0,72	12,92	0,29	52-57	318
	F	12,62	13,05	0,43	12,83			
Mini S	S	12,62	13,34	0,72	12,92	0,27		
Mini F	F	12,62	13,05	0,34	12,83			
Maxi S	S	20,78	23,46	2,98	21,75	2,46		
Maxi F	F	20,94	21,44	0,80	21,14			

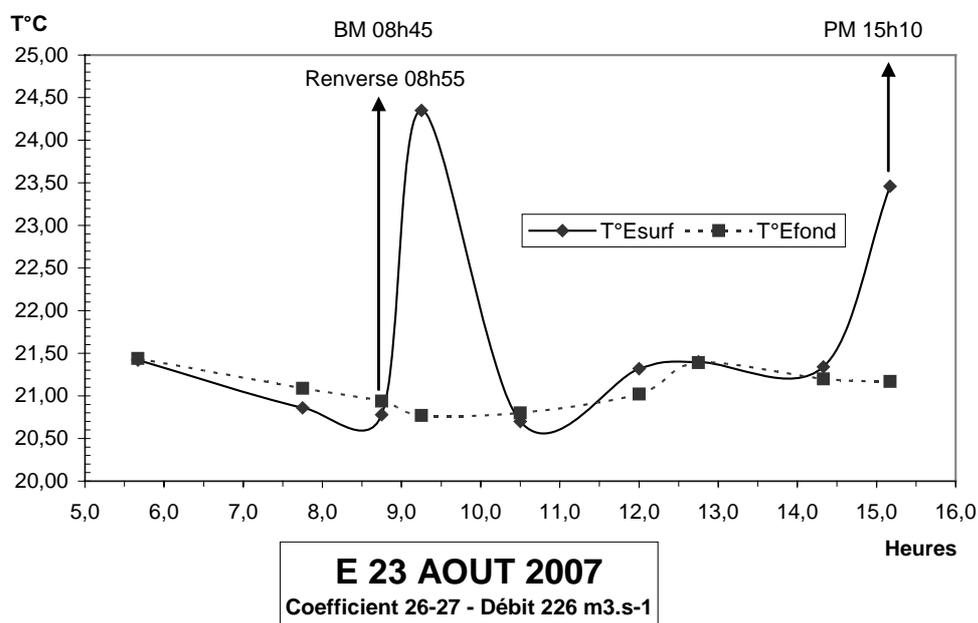
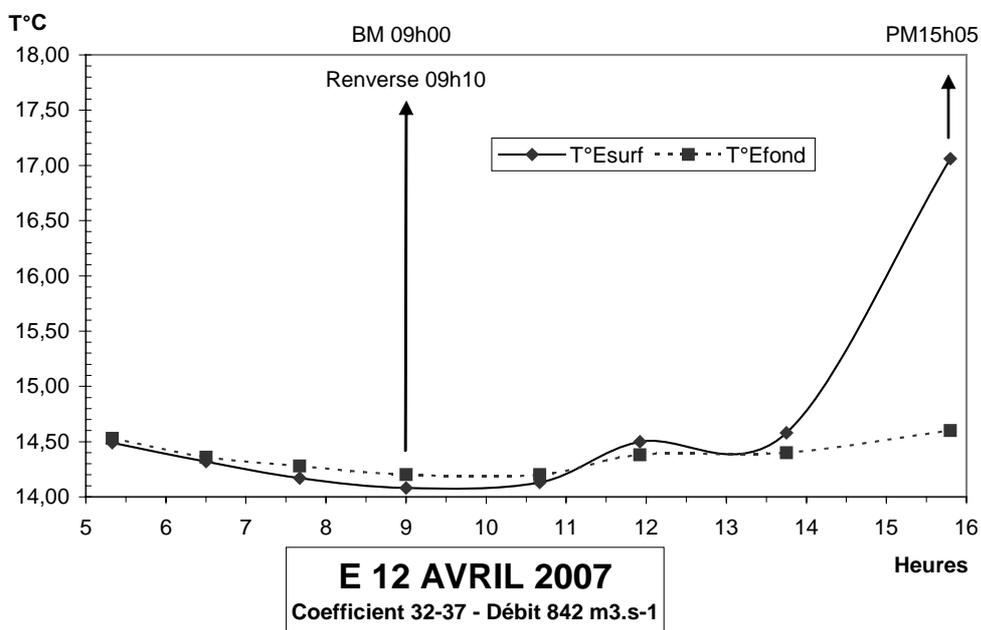


Figure 4-3 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au point E (PK 52) en 2007

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

Le point K est situé dans le chenal d'accès au Port de Blaye. Les mesures de température relevées aux heures de basse mer, mi-marée et de pleine mer, font apparaître des écarts de température compris entre (écarts entre mini et maxi absolus) :

0,24 °C et 1,08 °C en surface

0,30 °C et 0,96 °C au fond.

L'écart maxima : 1,08 °C en surface le 05 novembre, la température moyenne étant de 11,98 °C. Débit de 338 m³.s⁻¹ ;

0,96 °C au fond le 05 novembre, la température moyenne étant de 11,99 °C. Débit de 338 m³.s⁻¹.

L'écart minima : 0,24 °C en surface le 21 août, la température moyenne étant de 21,23 °C, et les débits de 221 m³.s⁻¹.

0,30 °C au fond le 21 août, la température moyenne étant de 21,21 °C et les débits de 221 m³.s⁻¹.

Les températures de l'eau, en surface et au fond, évoluent de façon presque similaire et les plus élevées sont relevées à BM en été et à PM en hiver. On observe toujours, suivant les moments, une inversion des températures, celles du fond devenant légèrement plus élevées que celles de la surface (quelques dixièmes de degré seulement)

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

TEMPERATURES DE L'EAU EN SURFACE (S) ET AU FOND (F)								
POINT K PK 30								
ANNEE K2007								
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfi m ³ /s-1 (moyenne des 10j.précédents)
11-avr	S	13,83	14,10	0,27	14,00	0,25	33-31	880
	F	13,80	14,10	0,30	13,93			
23-mai	S	18,70	19,21	0,51	18,93	0,09	53-48	740
	F	18,68	19,27	0,59	18,90			
09-juin	S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-
	Pas de mesures							
12-juil	S	20,24	20,76	0,52	20,43	0,15	65	472
	F	20,23	20,72	0,49	20,40			
21-août	S	21,11	21,35	0,24	21,23	0,05	37-32	221
	F	21,06	21,36	0,30	21,21			
20-sept	S	20,10	20,66	0,56	20,37	0,24	32-27	235
	F	20,11	20,42	0,31	20,30			
17-oct	S	17,55	18,10	0,55	17,92	0,11	52-47	366
	F	17,66	18,08	0,42	17,95			
05-nov	S	11,39	12,47	1,08	11,98	0,09	61-65	338
	F	11,48	12,44	0,96	11,99			
Mini S	S	11,39	12,47	0,24	11,98	0,05		
Mini F	F	11,48	12,44	0,30	11,99			
Maxi S	S	21,11	21,35	1,08	21,23	0,25		
Maxi F	F	21,06	21,36	0,96	21,21			

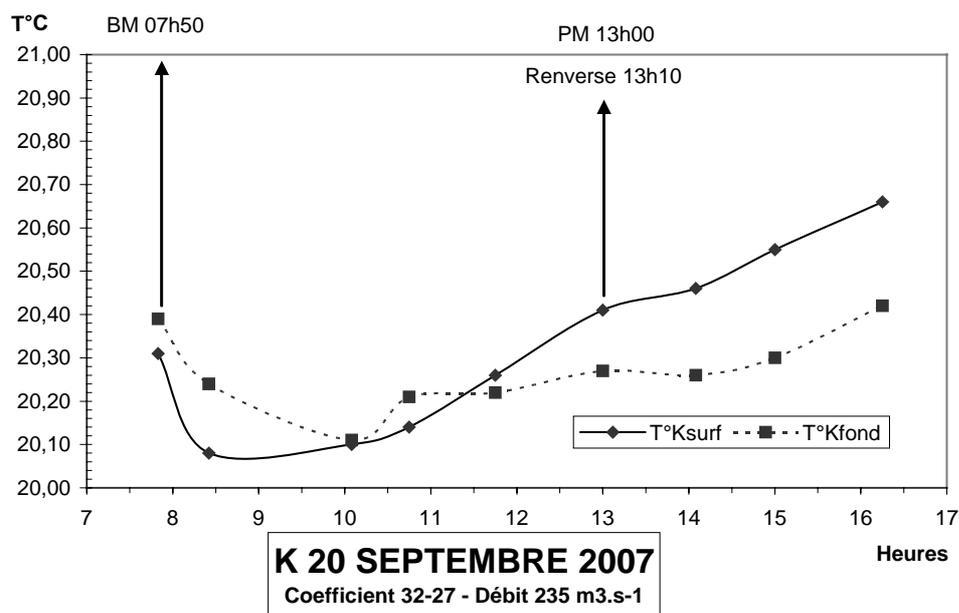
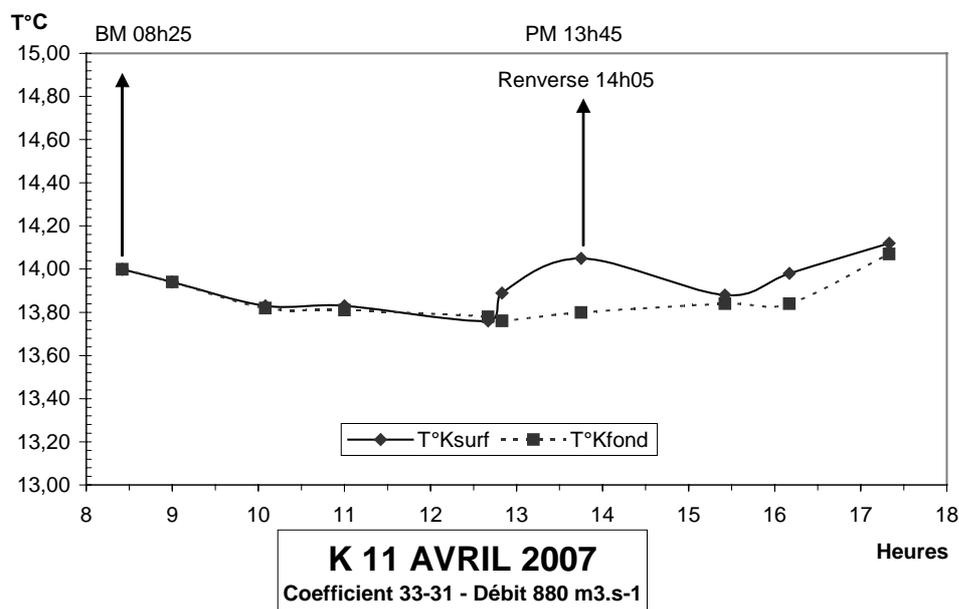


Figure 4-4 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au Point K (PK 30) en 2007

4.1.2. Variations annuelles

Point F - PK 67 (Figure 4-5)

Les températures moyennes, entre avril et novembre 2007 ont évolué :
de 12,78 °C le 04 novembre.
à 20,66 °C le 22 août en surface.
et de 12,68 °C le 04 novembre.
à 20,23 °C le 22 août au fond.

Les températures maximales relevées sont :
20,89 °C le 22 août en surface
20,67 °C le 22 août au fond.

Les températures minimales relevées sont :
12,62°C le 04 novembre en surface
12,42°C le 10 avril au fond.

Point E-PK 52 (Figure 4-5)

Les températures moyennes, entre avril et novembre 2007 ont évolué :
de 12,92°C le 06 novembre.
à 21,75°C le 23 août en surface.
et de 12,83°C le 06 novembre.
à 21,14°C le 23 août au fond.

Les températures maximales relevées sont :
23,46°C le 23 août en surface
21,44°C le 23 août au fond.

Les températures minimales relevées sont :
12,62 °C le 06 novembre en surface
12,62 °C le 06 novembre au fond.

Point K-PK 30 (Figure 4-5)

Les températures moyennes, entre avril et novembre 2007 ont évolué :
De 11,98 °C le 05 novembre.
à 21,23 °C le 21 août en surface
et de 11,99 °C le 05 novembre.
à 21,21 °C le 21 août au fond.

Les températures maximales relevées sont :
21,35 °C le 21 août en surface
21,36 °C le 21 août au fond.

Les températures minimales relevées sont :
11,39 °C le 05 novembre en surface
11,48 °C le 05 novembre au fond.

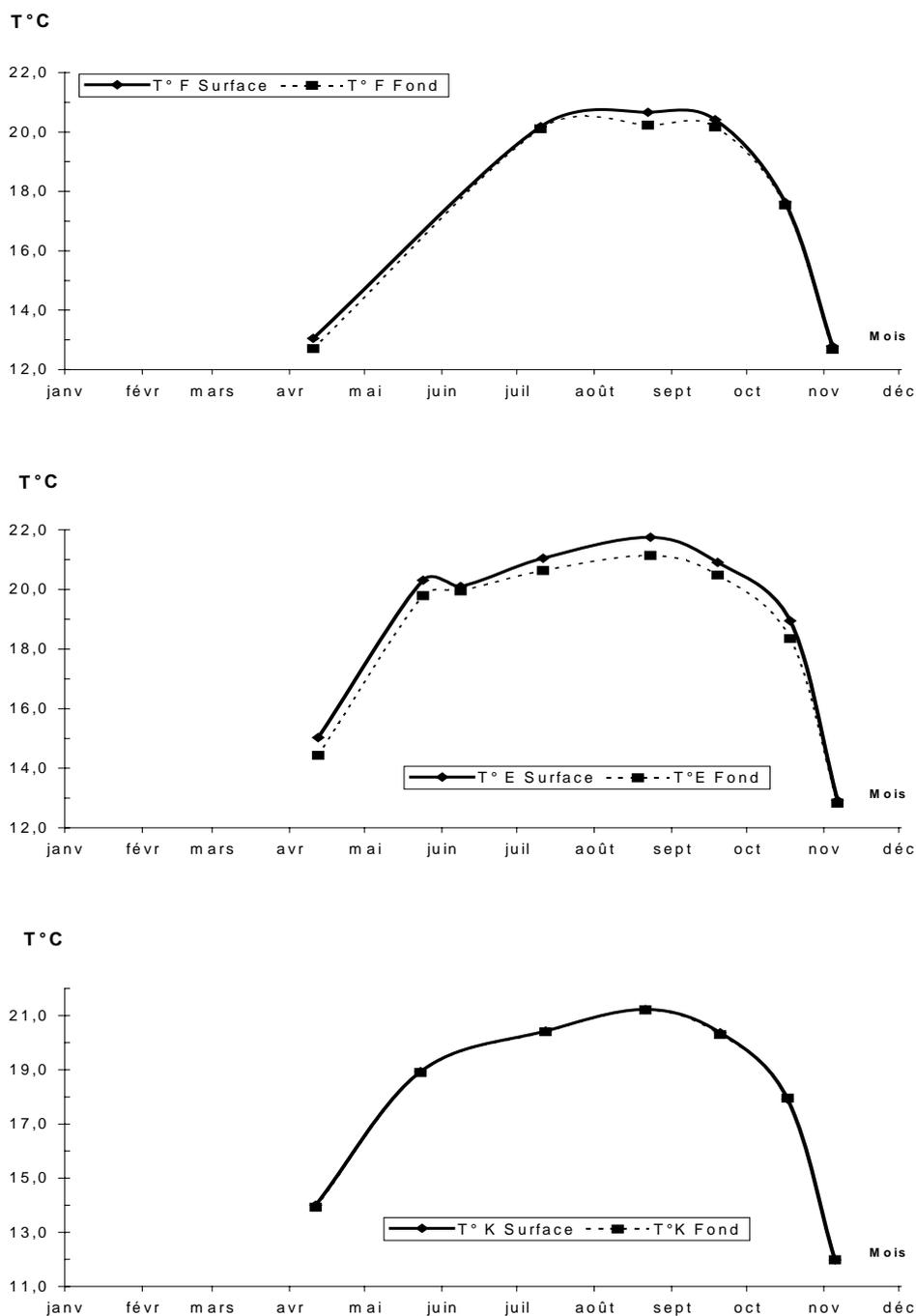


Figure 4-5 : Variations annuelles des températures moyennes de l'eau aux Points F,E,K en 2007

Par rapport à la moyenne 1976/2006 (**Figure 4-6**) la température moyenne en 2007 est nettement inférieure pendant la période sensible. La comparaison des quatre dernières années (**Figure 4-7**), montre que 2007 est une année où les températures mensuelles moyennes des eaux sont les moins élevées pendant la période sensible. L'insolation des mois de Juin, Juillet et Août est considérée comme déficitaire par rapport à la normale. (Les caractères dominants sont tirés du tableau climatologique mensuel de la station Météo France à Mérignac)

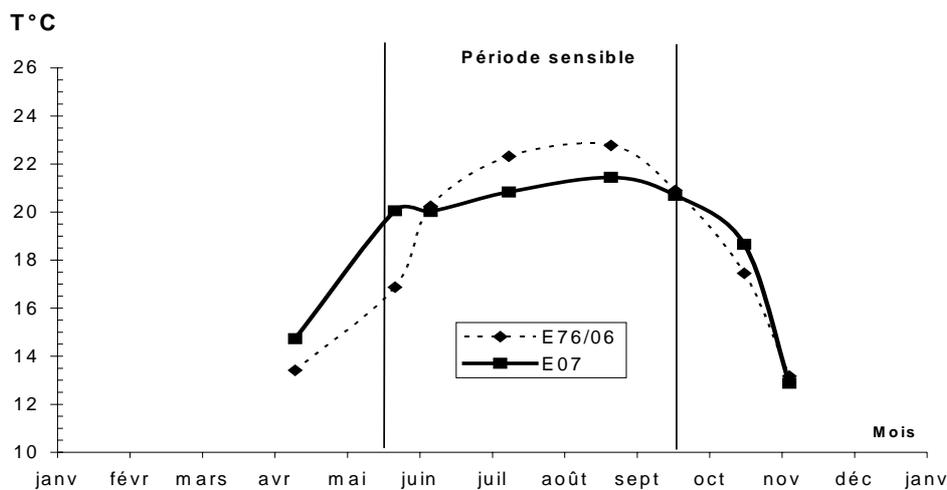


Figure 4-6 : Variations annuelles des températures mensuelles moyennes de l'eau au Point E (PK52) de 1976 à 2006 et en 2007

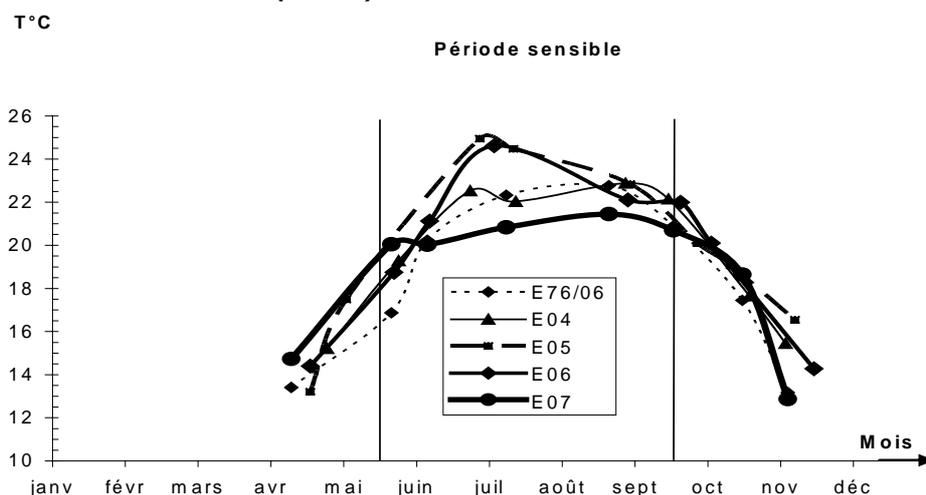


Figure 4- 7 : Variations pluriannuelles des températures mensuelles moyennes de l'eau au point E (PK 52) en 2004, 2005, 2006 et 2007

4.1.3. Variations pluriannuelles

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

Mode opératoire.

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

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

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

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

Résultats.

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

On note une tendance au réchauffement des eaux de l'estuaire près du fond depuis 1978, début des observations. Le réchauffement de l'eau est parallèle à l'élévation moyenne de la température de l'air à Mérignac. Jusqu'en 1990, réchauffements et refroidissements annuels sont bien corrélés entre l'air et l'eau. A partir de 1991, il semble y avoir une désynchronisation avec un retard au refroidissement de l'eau en 1991 que l'on n'observe qu'en 1992-1993. A partir de 1993 et jusqu'en 1997, on note une élévation continue de la température moyenne de l'eau alors que celle de l'air présente une diminution en 1996. En 1998 les températures de l'air et de l'eau diminuent. En 1999 la moyenne des températures de l'air ré augmente alors que celle de l'eau diminue encore (-0.2° 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.

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

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

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

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

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

En 2007, on note une chute spectaculaire des températures moyennes de l'air et de l'eau.

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

2005 est le record avec 20.36°C.

Notons aussi qu'il y a une périodicité dans les variations des températures moyennes de l'eau, de l'ordre de 7 à 8 ans.

Sur la **Figure 4-9**, on a pour le point E, établi des corrélations entre les températures moyennes de l'air et de l'eau de l'estuaire. Lorsqu'on examine la période 1978-2006, on note une assez bonne corrélation (**A**). Cette corrélation est évidemment améliorée et devient meilleure si on fait abstraction des 5 années qui s'écartent le plus de la droite de corrélation linéaire (**B**). Pour 1978 et 1979, l'explication réside vraisemblablement dans l'absence de mesures de températures de l'eau au mois de septembre, ce qui abaisse la moyenne des températures. Pour les autres années, 1991, 1996, 2004 et 2005 l'explication doit être recherchée dans une cause naturelle, non encore mise en évidence, car l'échantillonnage est complet. Cette cause pourrait avoir une origine extra régionale.

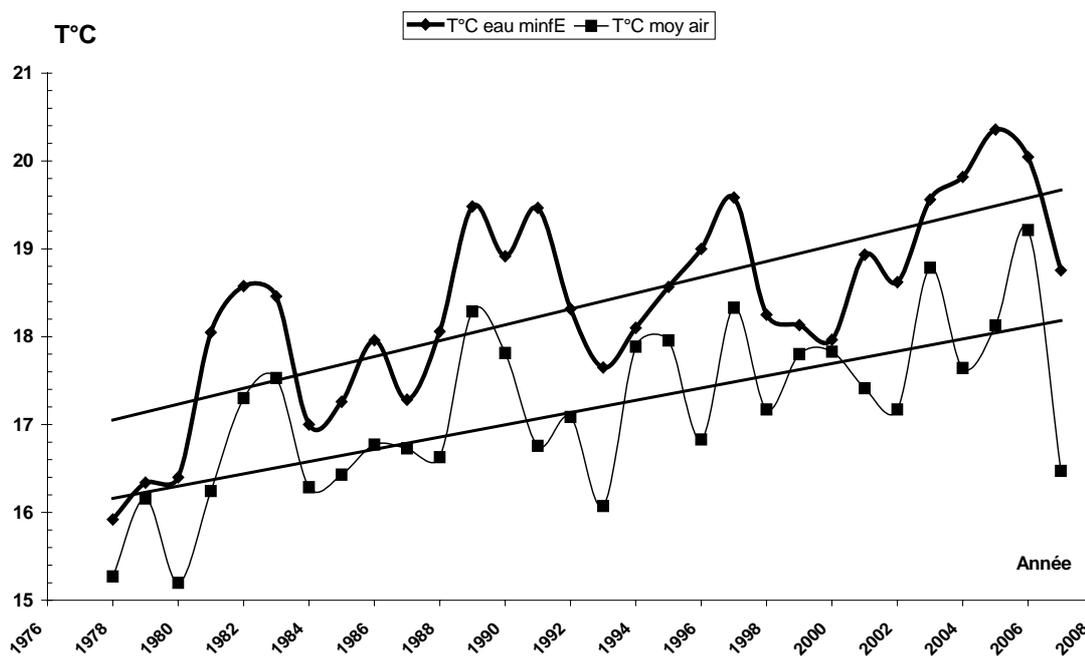


Figure 4-8 : Evolution relative des températures moyennes de l'air et de l'eau près du fond au point E (PK 52) au cours de la période 1978-2007 (de mai à novembre)

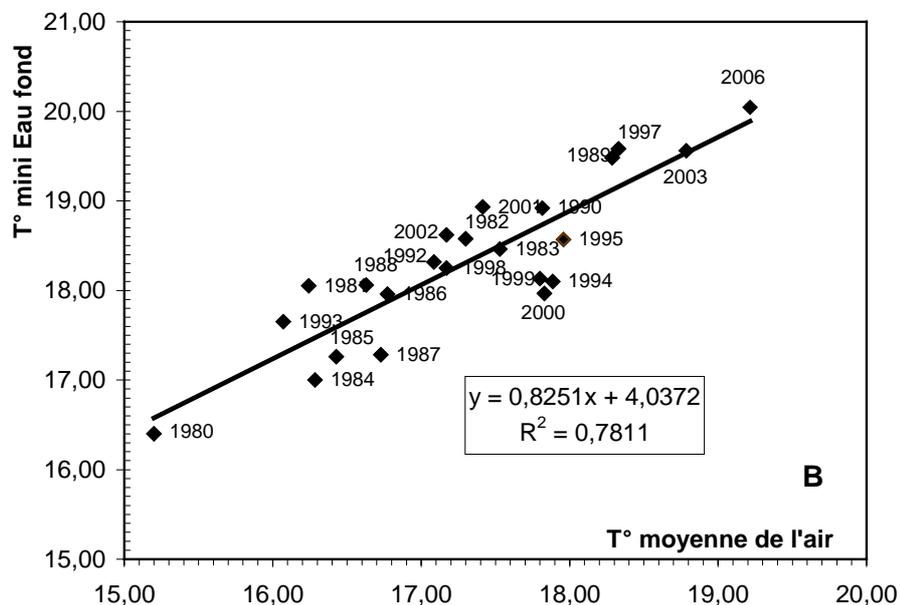
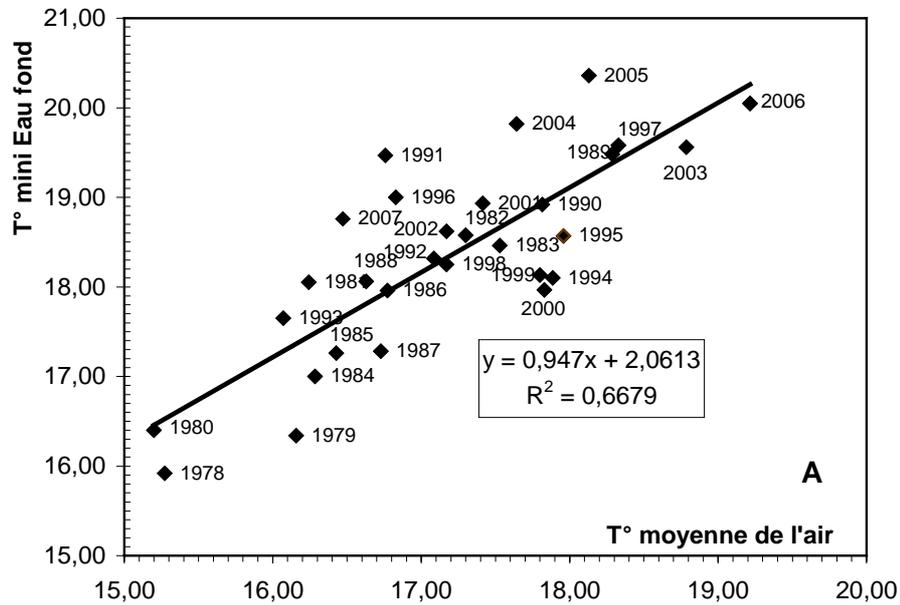


Figure 4- 9 : Corrélations entre les températures moyennes annuelles de l'air et les températures minimales moyennes annuelles de l'eau au point E (PK 52) (mai à novembre) –

A (de 1978 à 2007)

B (de 1980 à 2007 sans 1991, 1996, 2004 et 2005 et 2007)

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 : 4,63 (22 août)	(Coef 32-28) (Débit 220 m ³ .s ⁻¹)
et : 9,23 (16 oct)	(Coef 63-57) (Débit 370 m ³ .s ⁻¹)
au fond entre : 7,99 (18 sept)	(Coef 56-50) (Débit 216 m ³ .s ⁻¹)
et : 11,29 (16 oct)	(Coef 63-57) (Débit 370 m ³ .s ⁻¹)

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

en surface entre : 1,98 (08 juin)	(Coef 60-58) (Débit 1163 m ³ .s ⁻¹)
et : 3,51 (19 sept)	(Coef 44-38) (Débit 218 m ³ .s ⁻¹)
au fond entre : 2,67 (11 juillet)	(Coef 59-61) (Débit 469 m ³ .s ⁻¹)
et : 4,23 (19 sept)	(Coef 44-38) (Débit 218 m ³ .s ⁻¹)

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

en surface entre : 0,25 (11 avril)	(Coef 33-31) (Débit 880 m ³ .s ⁻¹)
et : 4,10 (17 oct)	(Coef 52-47) (Débit 366 m ³ .s ⁻¹)
au fond entre : 0,23 (11 avril)	(Coef 33-31) (Débit 880 m ³ .s ⁻¹)
et : 4,05 (17 oct)	(Coef 52-47) (Débit 366 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'étalement de basse mer en surface.

Comme 2006, du fait des conditions climatiques, 2007 est une année sèche, les salinités sont donc fortes, mais nettement inférieures pendant l'été, suite vraisemblablement, à la crue de juin, et ce aux trois points.

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

VI-T4								
POINT F PK 67								
SALINITES								
ANNEE								
F2007								
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)
10-avr	S	3,72	9,92	6,20	7,36	4,25	43-38	908
	F	4,20	14,16	9,96	10,43			
22-mai		0,00	0,00	0,00	0,00			
	Pas de mesures							
			0,00	0,00	0,00	0,00		
07-juin		0,00	0,00	0,00	0,00			
	Pas de mesures							
			0,00	0,00	0,00	0,00		
10-juil	S	5,92	12,62	6,70	9,32	2,84	56-57	500
	F	6,27	15,46	9,19	10,68			
22-août	S	10,22	14,85	4,63	12,31	7,18	32-28	220
	F	11,69	21,15	9,46	17,52			
18-sept	S	10,65	18,07	7,42	13,75	3,03	56-50	216
	F	12,06	20,05	7,99	15,82			
16-oct	S	8,91	18,14	9,23	13,34	2,83	63-57	370
	F	9,68	20,97	11,29	15,13			
04-nov	S	8,60	17,21	8,61	12,39	3,37	44-48	347
	F	9,03	18,98	9,95	14,03			
Mini S	S	3,72	9,92	4,63	7,36	2,83		
Mini F	F	4,20	14,16	7,99	10,43			
Maxi S	S	10,65	18,14	9,23	13,75	7,18		
Maxi F	F	12,06	21,15	11,29	17,52			

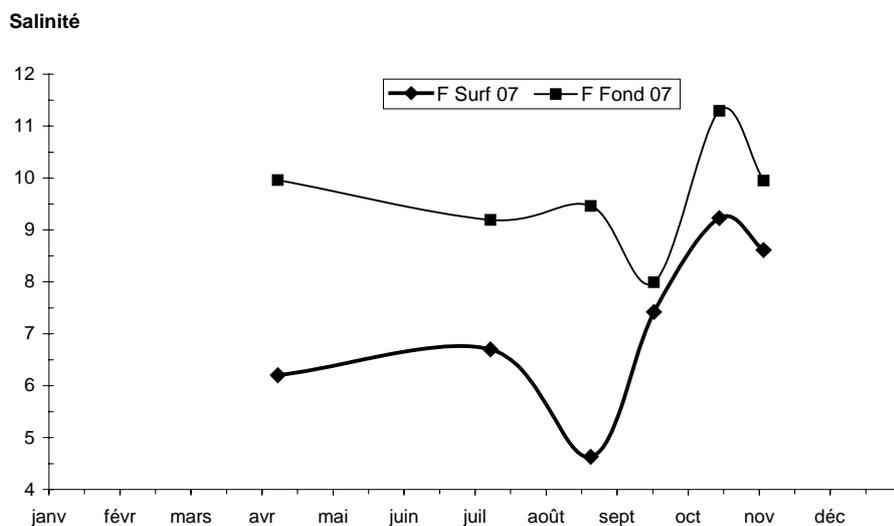


Figure 4-10 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point F (PK 67) en 2007

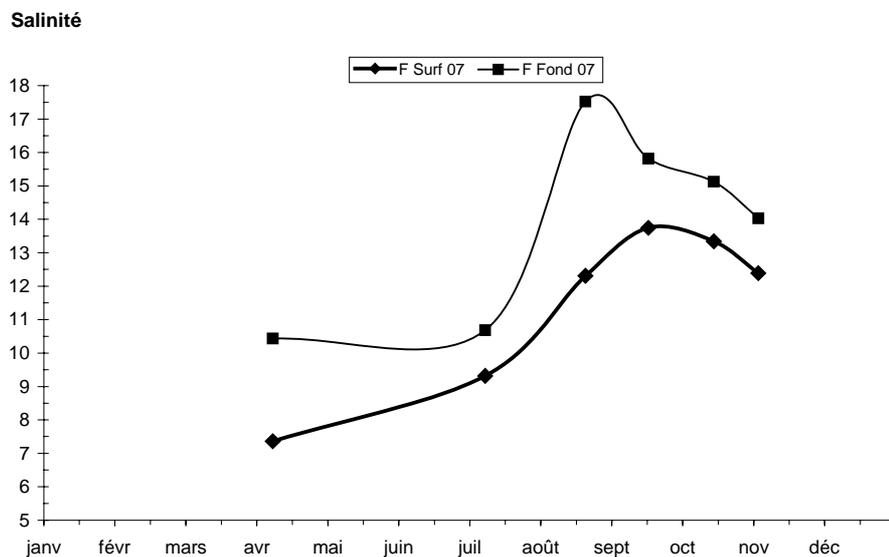


Figure 4-11 : Variations annuelles des salinités moyennes au point F (PK 67) en 2007

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

VI-5								
POINT E PK 52								
SALINITES								
ANNEE								
E2007								
DATES		Minimum	Maximum	Ecart	Moyenne	Ecart maxi	Coefficient	Qfl m3/s-1
		absolu	absolu		de	sur tranche		(moyenne des
					la marée	d'eau		10j.précédents)
12-avr	S	1,65	5,01	3,36	3,56		32-37	842
	F	1,47	5,41	3,94	3,96	0,90		
24-mai	S	2,09	5,14	3,05	3,83	0,88	45-43	745
	F	2,36	6,02	3,66	4,15			
08-juin	S	0,80	2,78	1,98	1,79		60-58	1163
	F	0,75	3,68	2,93	1,86	0,90		
11-juil	S	2,37	4,84	2,47	3,85	0,49	59-61	469
	F	2,40	5,07	2,67	4,09			
23-août	S	5,94	9,06	3,12	7,68	0,48	26-27	226
	F	6,04	9,54	3,50	7,85			
19-sept	S	6,19	9,70	3,51	8,20	0,77	44-38	218
	F	6,24	10,47	4,23	8,54			
18-oct	S	6,42	9,31	2,89	8,40	0,81	41-36	365
	F	6,30	10,12	3,82	8,56			
06-nov	S	6,72	10,12	3,40	8,67	0,40	52-57	318
	F	6,66	10,52	3,86	8,85			
Mini S	S	0,80	2,78	1,98	1,79	0,40		
Mini F	F	0,75	3,68	2,67	1,86			
Maxi S	S	6,72	10,12	3,51	8,67	0,90		
Maxi F	F	6,66	10,52	4,23	8,85			

Salinité

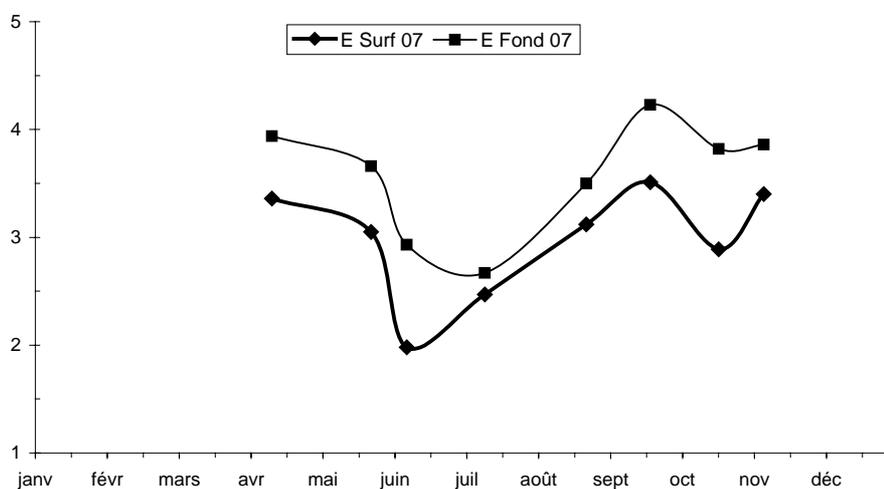


Figure 4-12 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point E (PK 52) en 2007

Salinité

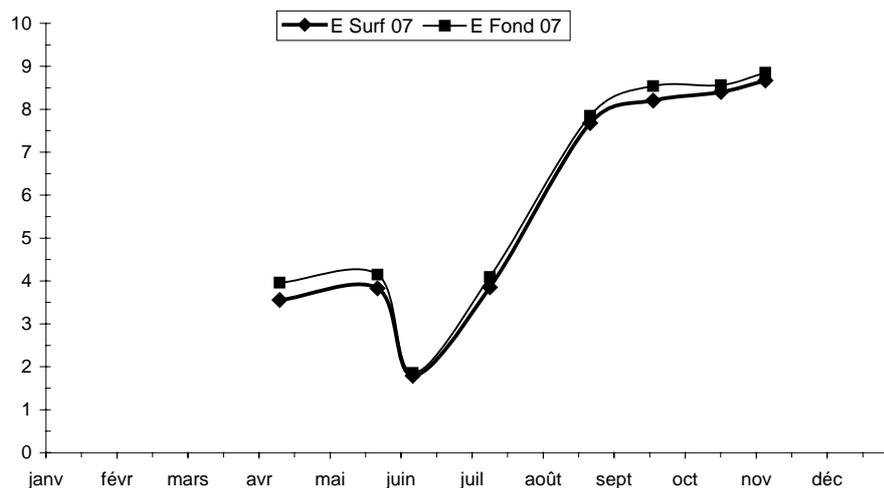


Figure 4-13 : Variations annuelles des salinités moyennes au point E (PK 52) en 2007

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

VI-6 POINT K PK 30 SALINITES								
ANNEE K2007								
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)
11-avr	S	0,20	0,45	0,25	0,30	0,10	33-31	880
	F	0,25	0,48	0,23	0,33			
23-mai	S	0,23	1,25	1,02	0,71	0,16	53-48	740
	F	0,23	1,09	0,86	0,68			
/06/2007	S	0,00	0,00	0,00	0,00			
	Pas de mesures							
12-juil	F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	65	472
	S	0,28	1,54	1,26	0,95			
21-août	F	0,26	1,46	1,20	0,91	0,12	37-32	221
	S	2,02	4,47	2,45	3,43			
20-sept	F	2,14	4,55	2,41	3,49	0,39	32-27	235
	S	1,53	4,52	2,99	3,27			
17-oct	F	1,66	4,91	3,25	3,52	0,32	52-47	366
	S	1,43	5,53	4,10	3,89			
05-nov	F	1,40	5,45	4,05	3,81	0,21	61-65	338
	S	1,36	5,12	3,76	3,55			
Mini S	S	0,20	0,45	0,25	0,30	0,08		
Mini F	F	0,23	0,48	0,23	0,33			
Maxi S	S	2,02	5,53	4,10	3,89	0,39		
Maxi F	F	2,14	5,45	4,05	3,81			

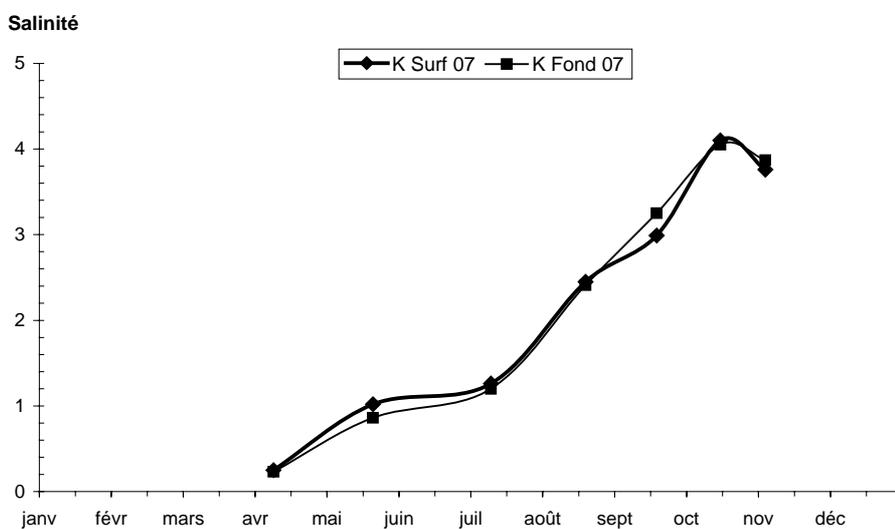


Figure 4-14 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point K (PK 30) en 2007

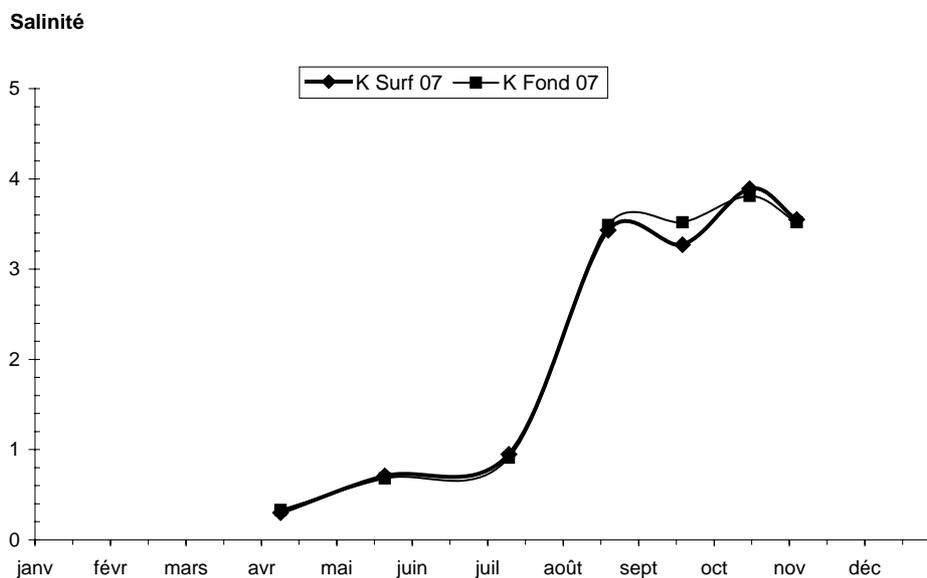


Figure 4-15 : Variations annuelles des salinités moyennes au point K (PK 30) en 2007

4.2.1.2. Les variations annuelles

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

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

en surface entre 7,36 (10 avril) et 13,75 (18 sept)
au fond entre 10,43 (10 avril) et 17,52 (22 août)

On relève les salinités minimales absolues le 10 avril:
3,72 en surface et 4,20 au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales absolues le 16 oct et le 22 août:
18,14 en surface et 21,15 au fond à pleine mer.

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

en surface entre 1,79 (08 juin) et 8,67 (06 nov.)
au fond entre 1,86 (08 juin) et 8,85 (06 nov.)

On relève les salinités minimales absolues le 08 juin:
0,80 en surface et 0,75 au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales absolues le 06 nov.:
10,12 en surface et 10,52 au fond à pleine mer.

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

en surface entre 0,30 (11 avril) et 3,89 (17 oct.)
au fond entre 0,33 (11 avril) et 3,81 (17 oct.)

On relève les salinités minimales absolues le 11 avril et 23 mai:
0,20 en surface et 0,23 au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales absolues le 17 oct.:
5,53 en surface et 5,45 au fond à pleine mer.

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

En 2007, on relève aux 3 points, les grandes variations de salinités aux périodes indiquées ci-après :

	Point F	Point E	Point K
Salinités minimales	10 avril	08 juin	11 avril-23 mai
Salinités maximales	16 oct.-22 août	06 novembre	17 octobre
Salinités moyennes maxi	18 sept-22 août	06 novembre	17 octobre

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

SALINITES											
ANNEE		POINT 2		POINT F		POINT E		POINT J		POINT K	
		Max abs.	Max.moy								
1984	S	-	-	-	-	9,80	7,95	9,20	7,04	4,25	2,68
	F	-	-	-	-	10,10	8,38	12,90	8,62	4,42	2,82
1985	S	-	-	-	-	12,69	10,23	13,09	10,40	5,38	3,51
	F	-	-	-	-	13,39	10,58	13,89	10,93	5,40	3,47
1986	S	-	-	-	-	13,88	11,50	13,68	11,35	5,08	3,50
	F	-	-	-	-	14,85	12,15	14,94	11,75	5,52	3,73
1987	S	-	-	-	-	11,45	9,20	11,03	7,99	5,94	4,87
	F	-	-	-	-	12,37	9,44	12,86	8,88	6,97	5,11
1988	S	-	-	-	-	10,35	7,24	11,65	7,81	3,72	2,51
	F	-	-	-	-	11,62	8,00	14,86	10,03	3,85	2,57
1989	S	-	-	-	-	15,66	13,34	15,87	12,65	9,40	7,45
	F	-	-	-	-	16,23	14,22	16,75	13,55	8,90	7,51
1990	S	-	-	-	-	17,92	15,45	16,22	14,70	12,19	10,45
	F	-	-	-	-	19,08	15,75	18,27	15,09	12,72	11,01
1991	S	-	-	-	-	13,83	12,32	14,60	12,39	8,73	7,34
	F	-	-	-	-	15,30	12,80	15,49	12,93	9,64	7,90
1992	S	-	-	17,53	14,02	8,55	7,57	-	-	4,41	3,44
	F	-	-	18,69	14,78	10,03	7,99	-	-	4,90	3,53
1993	S	-	-	19,00	14,53	10,10	8,70	-	-	5,20	4,18
	F	-	-	19,60	15,03	11,60	9,28	-	-	5,90	4,43
1994	S	-	-	20,20	16,50	12,80	9,50	-	-	5,15	3,30
	F	-	-	21,50	18,00	13,50	9,90	-	-	5,15	3,50
1995	S	-	-	21,20	17,20	12,85	10,84	-	-	4,35	3,01
	F	-	-	22,30	20,33	15,20	11,80	-	-	4,40	3,14
1996	S	-	-	19,40	14,95	10,05	8,40	-	-	5,15	3,90
	F	-	-	21,50	15,53	11,30	8,84	-	-	5,15	3,85
1997	S	-	-	16,95	12,74	9,50	7,85	-	-	5,25	3,90
	F	-	-	17,50	13,88	10,30	8,08	-	-	5,25	4,00
1998	S	25,60	20,50	-	-	12,70	10,11	-	-	6,85	4,71
	F	26,50	21,15	-	-	13,85	10,48	-	-	6,80	4,94
1999	S	-	-	20,65	18,29	13,90	11,00	-	-	4,07	2,82
	F	-	-	22,35	19,68	15,20	11,37	-	-	4,12	2,99
2000	S	-	-	20,70	14,91	10,65	7,44	-	-	4,40	2,71
	F	-	-	22,40	16,58	11,43	8,03	-	-	4,30	2,90
2001	S	-	-	18,31	12,93	7,68	5,98	-	-	2,60	1,75
	F	-	-	20,04	15,49	8,53	6,36	-	-	2,90	1,82
2002	S	-	-	19,20	13,66	9,44	7,68	-	-	4,50	3,30
	F	-	-	20,75	14,84	10,41	8,15	-	-	4,37	3,22
2003	S	-	-	23,97	20,13	15,78	13,44	-	-	8,17	6,10
	F	-	-	29,98	21,77	17,11	14,02	-	-	7,85	5,95
2004	S	-	-	23,65	18,32	15,25	11,36	-	-	5,75	3,65
	F	-	-	24,45	18,74	15,50	11,71	-	-	5,87	3,78
2005	S	-	-	22,78	19,74	15,41	12,68	-	-	7,74	5,37
	F	-	-	25,80	23,04	16,00	12,82	-	-	7,55	5,62
2006	S	-	-	22,40	18,19	12,70	11,12	-	-	7,62	4,72
	F	-	-	23,60	19,22	13,66	11,47	-	-	6,87	3,75
2007	S	-	-	18,14	13,75	10,12	8,67	-	-	5,53	3,89
	F	-	-	21,15	17,52	10,52	8,85	-	-	5,45	3,81

Nous soulignons à nouveau la corrélation qui existe entre le débit fluvial, donc le volume d'eau douce introduit dans l'estuaire, le volume d'eau marine lié aux coefficients de marées et les valeurs de salinité mesurées (**Figures 4-16, 4-17, 4-18**)

En 2007, la moyenne des débits est légèrement supérieure à celle de 2006.

Nous relevons les salinités maximales fin août, mi-octobre aux Points F et K, et en novembre au point E, au moment où les débits sont encore faibles. Si nous comparons 2007 et 2006 nous notons une nette diminution des salinités maxi, moyennes et mini aux 3 points pendant la période d'été, due probablement, aux forts débits du mois de juin.

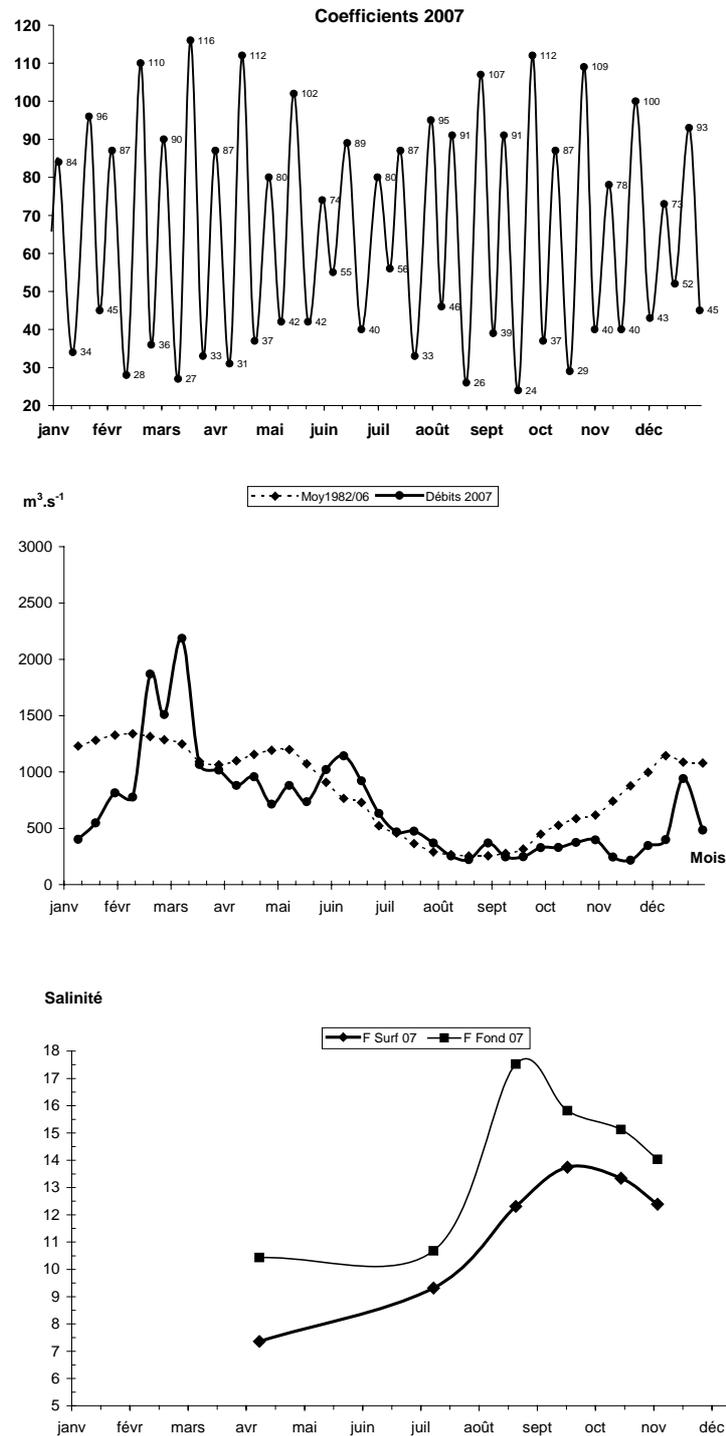


Figure 4-16 : Variations annuelles des salinités moyennes au Point F (PK 67), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2007

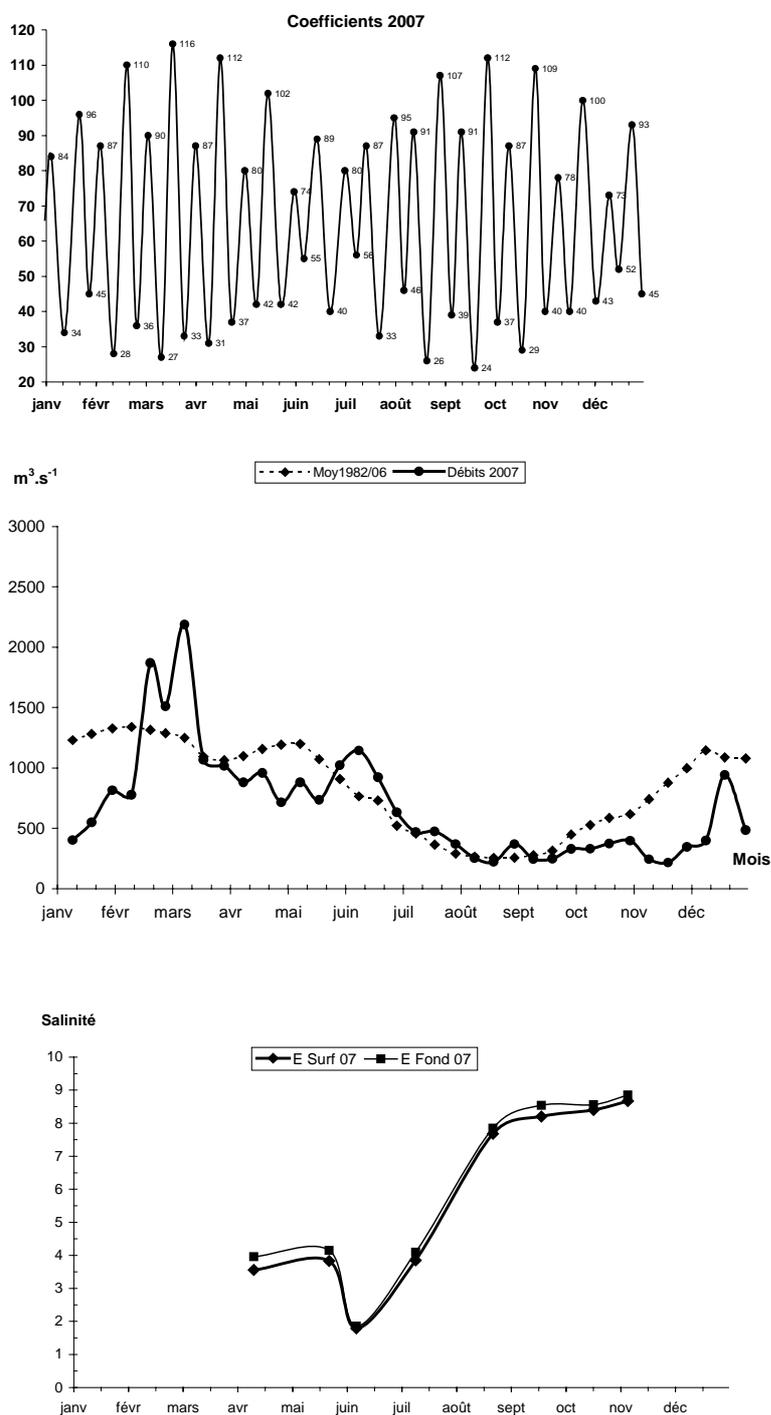


Figure 4-17 : Variations annuelles des salinités moyennes au Point E (PK 52), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2007

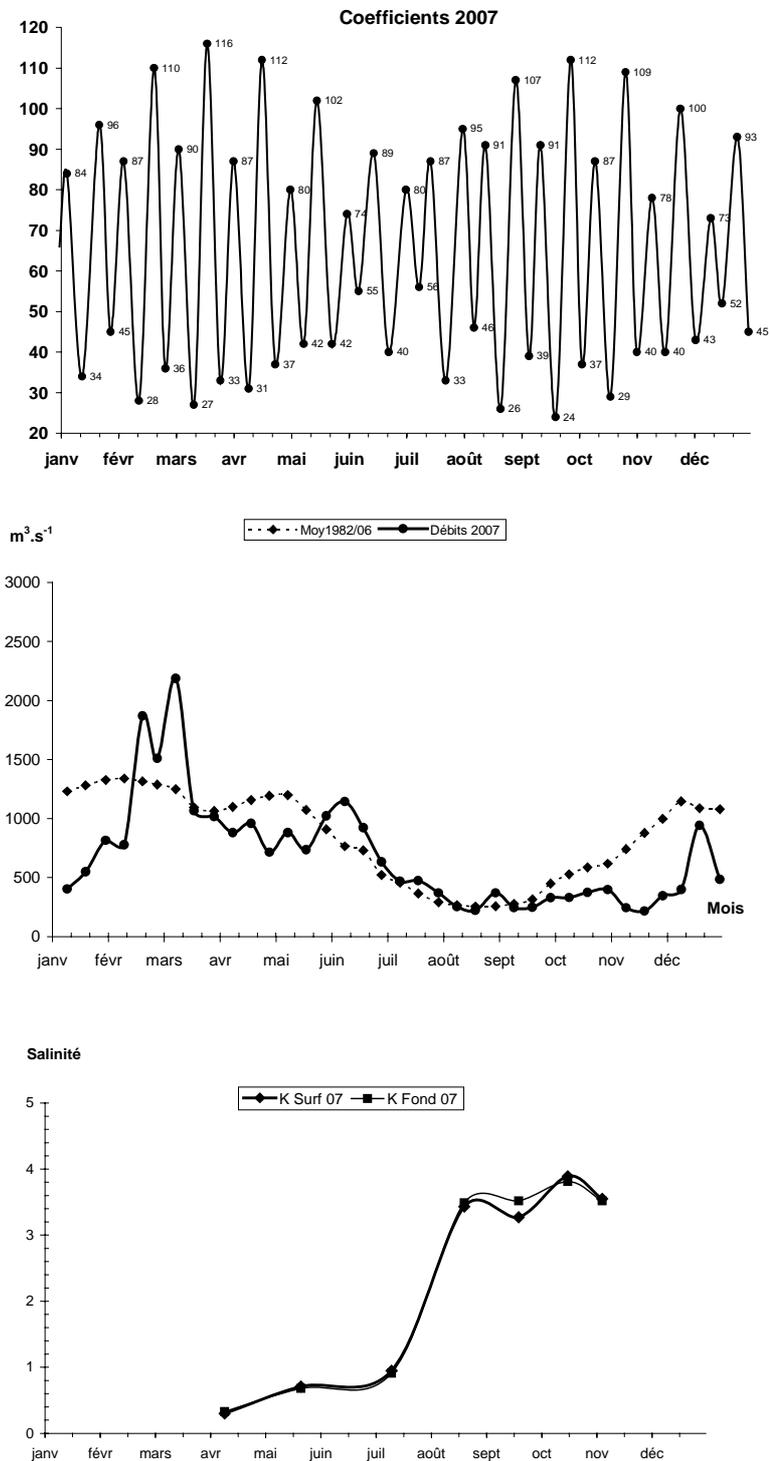


Figure 4-18 : Variations annuelles des salinités moyennes au Point K (PK 30), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2007

4.3. Vitesse de courant

Point F

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

Les plus élevées ont été observées :

en surface le 10 juillet: 128 cm.s^{-1} (Qfl : $500 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 56-57)
 et le 16 octobre: -128 cm.s^{-1} (Qfl : $370 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 63-57)
 au fond le 10 avril: 88 cm.s^{-1} (Qfl : $908 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 43-38)
 et le 10 juillet: 82 cm.s^{-1} (Qfl : $500 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 56-57)
 et le 04 novembre: 82 cm.s^{-1} (Qfl : $347 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 44-48)

Point E

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

Les plus élevées ont été observées :

en surface le 08 juin: 146 cm.s^{-1} (Qfl : $1163 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 60-58)
 et le 24 mai: 140 cm.s^{-1} (Qfl : $745 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 45-43)
 au fond le 06 nov: 117 cm.s^{-1} (Qfl : $318 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 52-57)
 et le 24 mai: 105 cm.s^{-1} (Qfl : $745 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 45-43)

Point K

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

Les plus élevées ont été observées :

en surface le 12 juillet: 146 cm.s^{-1} (Qfl $472 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 65)
 le 17 oct: 146 cm.s^{-1} (Qfl $366 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 52-47)
 le 23 mai: 140 cm.s^{-1} (Qfl $740 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 53-48)
 au fond le 12 juillet: -100 cm.s^{-1} (Qfl $472 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 65)
 le 23 mai: -94 cm.s^{-1} (Qfl : $740 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 53-48)
 et le 21 août: -94 cm.s^{-1} (Qfl : $221 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 37-32)

Au point E, les vitesses maximales en surface de flot et de jusant sont nettement inférieures à 2006 mais restent dans la tendance à l'élévation des vitesses. (**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 2007									
VITESSES MAXIMALES DE COURANT EN cm.s^{-1} .									
DATES	COEFFICIENTS	POINT F PK 67		POINT E PK 52		POINT K PK 30		$Qf \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$	
		Vitesses Maximales		Vitesses Maximales		Vitesses Maximales			
		SURFACE	FOND	SURFACE	FOND	SURFACE	FOND		
10 avril	43-38	-117	88						908
12 avril	32-37			-100	54				842
11 avril	33-31					-105	-76		880
22 mai	Pas de mesures								
24 mai	45-43			140	105				745
23 mai	53-48					140	-94		740
7 juin	Pas de mesures								
8 juin	60-58			146	88				1163
9 juin	Pas de mesures								
10 juillet	56-57	128	82						500
11 juillet	59-61			123	79				469
12 juillet	65					146	-100		472
22 août	32,28	-94	65						220
23 août	26-27			82	65				226
21 août	37-32					123	-94		221
18 septembre	56-50	-123	-70						216
19 septembre	44-38			111	100				218
20 septembre	32-27					-117	-70		235
16 octobre	63-57	-128	65						370
18 octobre	41-36			128	100				365
17 octobre	52-47					146	-82		366
4 novembre	44-48	105	82						347
6 novembre	52-57			123	117				318
5 novembre	61-65					123	70		338

$\text{cm}^3.\text{s}^{-1}$ Débits moyens calculés sur la période de 10 jours précédant la date indiquée.
Le signe + indique une vitesse de flot ; le signe - indique une vitesse de jusant.

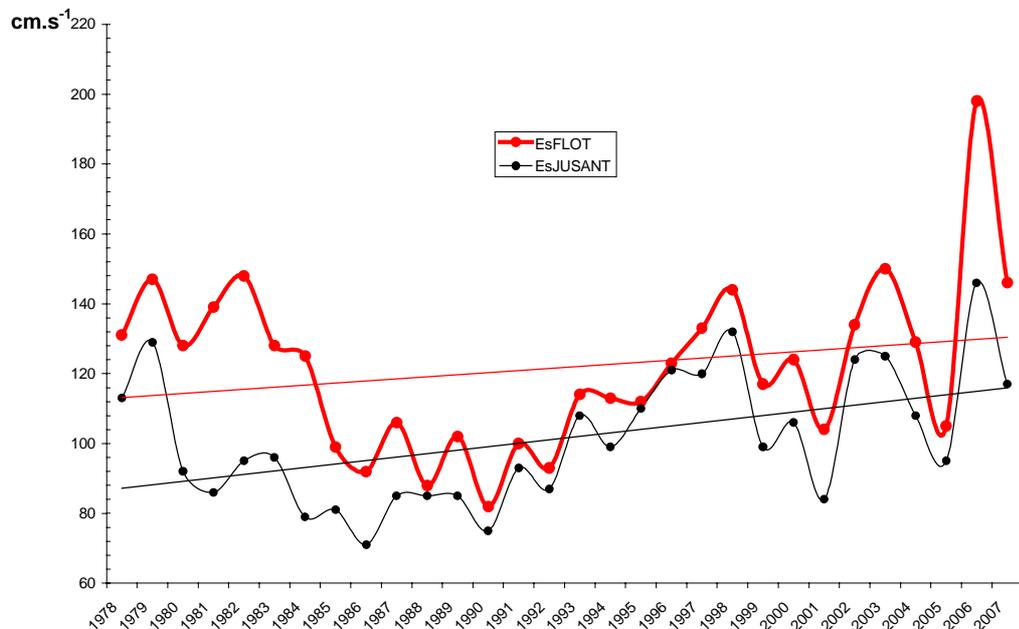


Figure 4-19 : Evolution de la vitesse maximale moyenne en surface au point E (PK52) au cours de la période 1978-2007

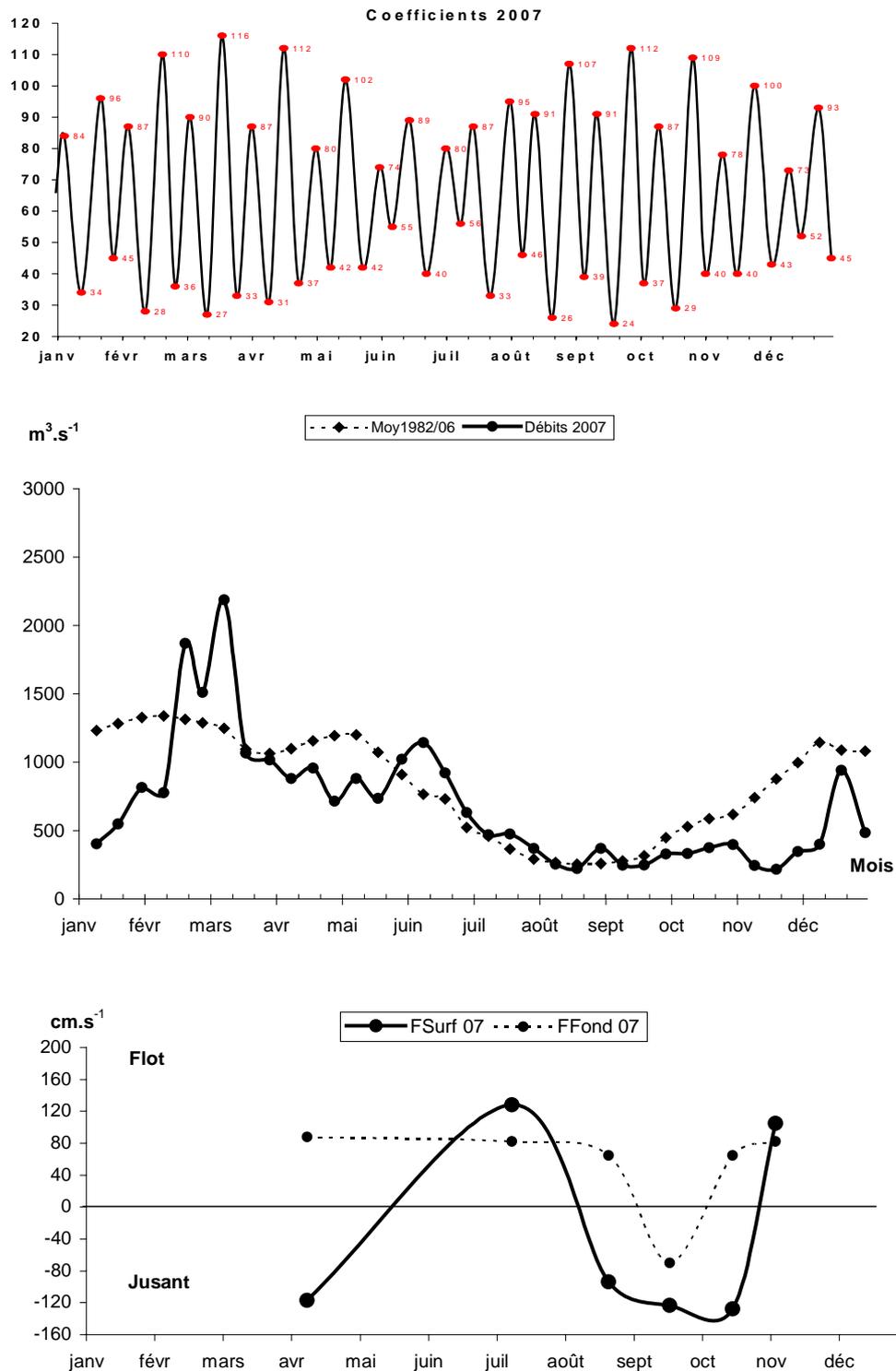


Figure 4-20 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point F (PK 67) au cours de l'année 2007, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux

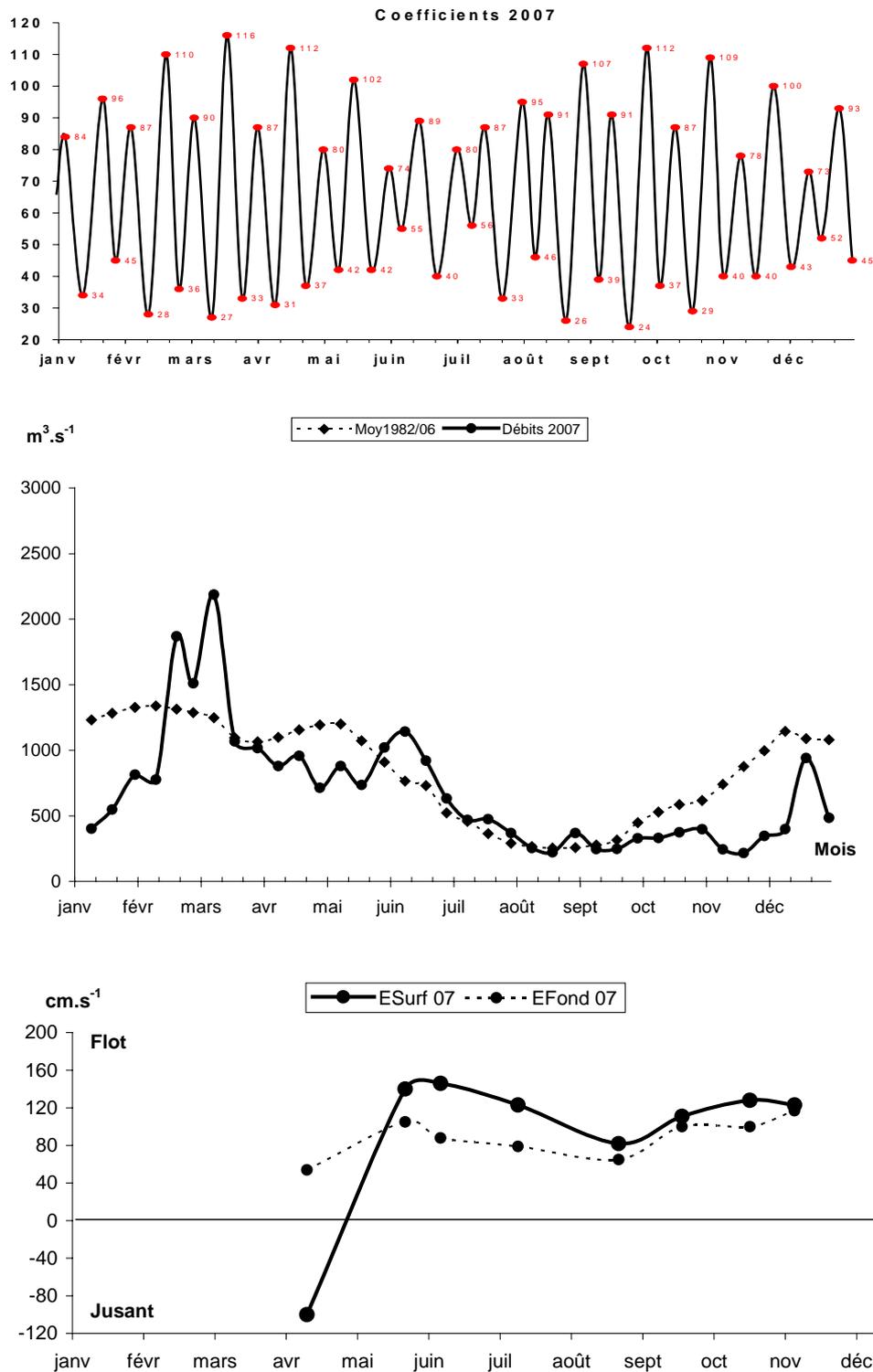


Figure 4-21 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point E (PK 52) au cours de l'année 2007, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux

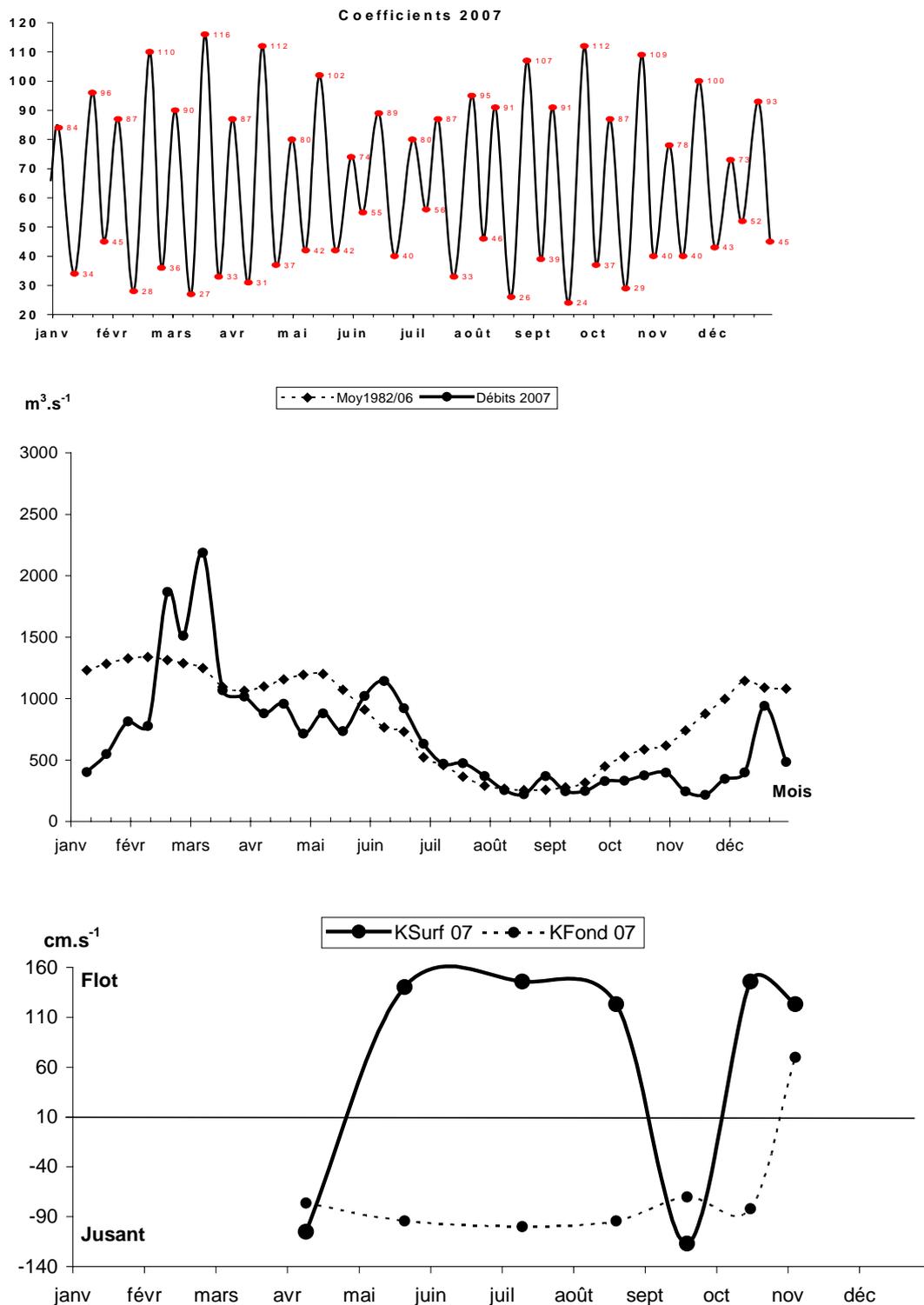


Figure 4-22 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point K (PK 30) au cours de l'année 2007, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux

4.4. Concentration en matières en suspension (MES)

4.4.1. Variations dans le temps

4.4.1.1. Au cours de la marée

Les écarts des valeurs de MES mesurées au cours d'une marée ont varié :

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

en surface entre 0,053 g/l le 10 avril (Qfl : 908 m³.s⁻¹ - coef. 43-38)
 et 0,857 g/l le 16 oct (Qfl : 370 m³.s⁻¹ - coef. 63-57)
 au fond entre 0,145 g/l le 10 avril (Qfl : 908 m³.s⁻¹ - coef. 43-38)
 et 3,295 g/l le 16 oct (Qfl : 370 m³.s⁻¹ - coef. 63-57)

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

en surface entre 0,039 g/l le 23 août (Qfl : 226 m³.s⁻¹ - coef. 26-27)
 et 1,035 g/l le 11 juillet (Qfl : 469 m³.s⁻¹ - coef. 59-61)
 au fond entre 0,143 g/l le 23 août (Qfl : 226 m³.s⁻¹ - coef. 26-27)
 et 3,360 g/l le 24 mai (Qfl : 745 m³.s⁻¹ - coef. 45-43)

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

en surface entre 0,165 g/l le 20 sept (Qfl : 235 m³.s⁻¹ - coef. 32-27)
 et 1,465 g/l le 12 juillet (Qfl : 472 m³.s⁻¹ - coef. 65)
 au fond entre 0,395 g/l le 11 avril (Qfl : 880 m³.s⁻¹ - coef. 33-31)
 et 4,100 g/l le 17 oct (Qfl : 366 m³.s⁻¹ - coef. 52-47)

4.4.1.2. Variations annuelles

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

Les MES moyennes ont varié :

en surface de 0,038 g/l (22 août) à 0,462 g/l (16 oct)
 au fond de 0,141 g/l (22 août) à 1,626 g/l (16 oct)

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

le 22 août, en surface : 0,009 g/l - Qfl : 220 m³.s⁻¹ - coef. 32-28 à mi-jusant.
 le 22 août, au fond : 0,050 g/l - Qfl : 220 m³.s⁻¹ - coef. 32-28 à la pleine mer.

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

le 16 oct, en surface : 1,050 g/l - Qfl : 370 m³.s⁻¹ - coef. 63-57 à la basse mer.
 le 16 oct, au fond : 3,500 g/l - Qfl : 370 m³.s⁻¹ - coef. 63-57 à mi-flot.

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

Les MES moyennes ont varié :
 en surface de 0,116 g/l (23 août) à 0.679 g/l (11 juillet)
 au fond de 0,225 g/l (23 août) à 2,318g/l (08 juin)

Les MES minimales (Figure 4-26) ont été observées :
 le 23 août en surface : 0,092 g/l - Qfl : 226 m³.s⁻¹ - coef. 26-27 à la pleine mer.
 le 23 août au fond : 0,147 g/l - Qfl : 226 m³.s⁻¹ - coef. 26-27 à la pleine mer.

Les MES maximales (Figure 4-26) ont été observées :
 le 11 juillet, en surface : 1,300 g/l - Qfl : 469m³.s⁻¹ - coef. 59-61 à mi-jusant
 le 08 juin au fond : 3,950 g/l - Qfl : 1163 m³.s⁻¹ - coef. 60-58 à mi- jusant.

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

Les MES moyennes ont varié :
 en surface de 0,303 g/l (20 sept) à 1,076 g/l (12 juillet)
 au fond de 0,700 g/l (11 avril) à 3,288 g/l (17 oct.)

Les MES minimales (Figure 4-26) ont été observées :
 le 23 mai en surface : 0,224 g/l - Qfl : 740 m³.s⁻¹ - coef. 53-48 à la pleine mer.
 le 20 sept au fond : 0,365 g/l - Qfl : 235 m³.s⁻¹ - coef. 32-27 à mi-jusant.

Les MES maximales (Figure 4-26) ont été observées :
 le 12 juillet en surface : 1,710g/l - Qfl : 472 m³.s⁻¹ - coef. 65 à mi-jusant.
 le 17 oct. au fond : 5,600 g/l - Qfl : 366 m³.s⁻¹ - coef. 52-47 à mi-flot.

Les valeurs des minima et des maxima de MES de 2007 sont comparées à celles des années antérieures dans le **Tableau 4-11** et **Tableau 4-12**.

Tableau 4-8 : MES au point F (PK 67)

VI-T4								
POINT F PK 67								
CONCENTRATIONS EN M.E.S.								
En g/l								
ANNEE F2007								
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)
10-avr	S	0,052	0,105	0,053	0,072	0,150	43-38	908
	F	0,110	0,255	0,145	0,177			
22-mai	S	0,000	0,000	0,000	0,000			
	F	Pas de mesures						
07-juin	S	0,000	0,000	0,000	0,000			
	F	Pas de mesures						
10-juil	S	0,205	0,290	0,085	0,246	2,485	56-57	500
	F	0,170	2,750	2,580	0,908			
22-août	S	0,009	0,108	0,099	0,038	0,296	32-28	220
	F	0,050	0,315	0,265	0,141			
18-sept	S	0,034	0,210	0,176	0,115	2,016	56-50	216
	F	0,240	2,130	1,890	0,804			
16-oct	S	0,193	1,050	0,857	0,462	3,245	63-57	370
	F	0,205	3,500	3,295	1,626			
04-nov	S	0,139	0,640	0,501	0,314	2,242	44-48	347
	F	0,270	2,400	2,130	1,185			
Mini S	S	0,009	0,105	0,053	0,038	0,150		
Mini F	F	0,050	0,255	0,145	0,141			
Maxi S	S	0,205	1,050	0,857	0,462	3,245		
Maxi F	F	0,270	3,500	3,295	1,626			

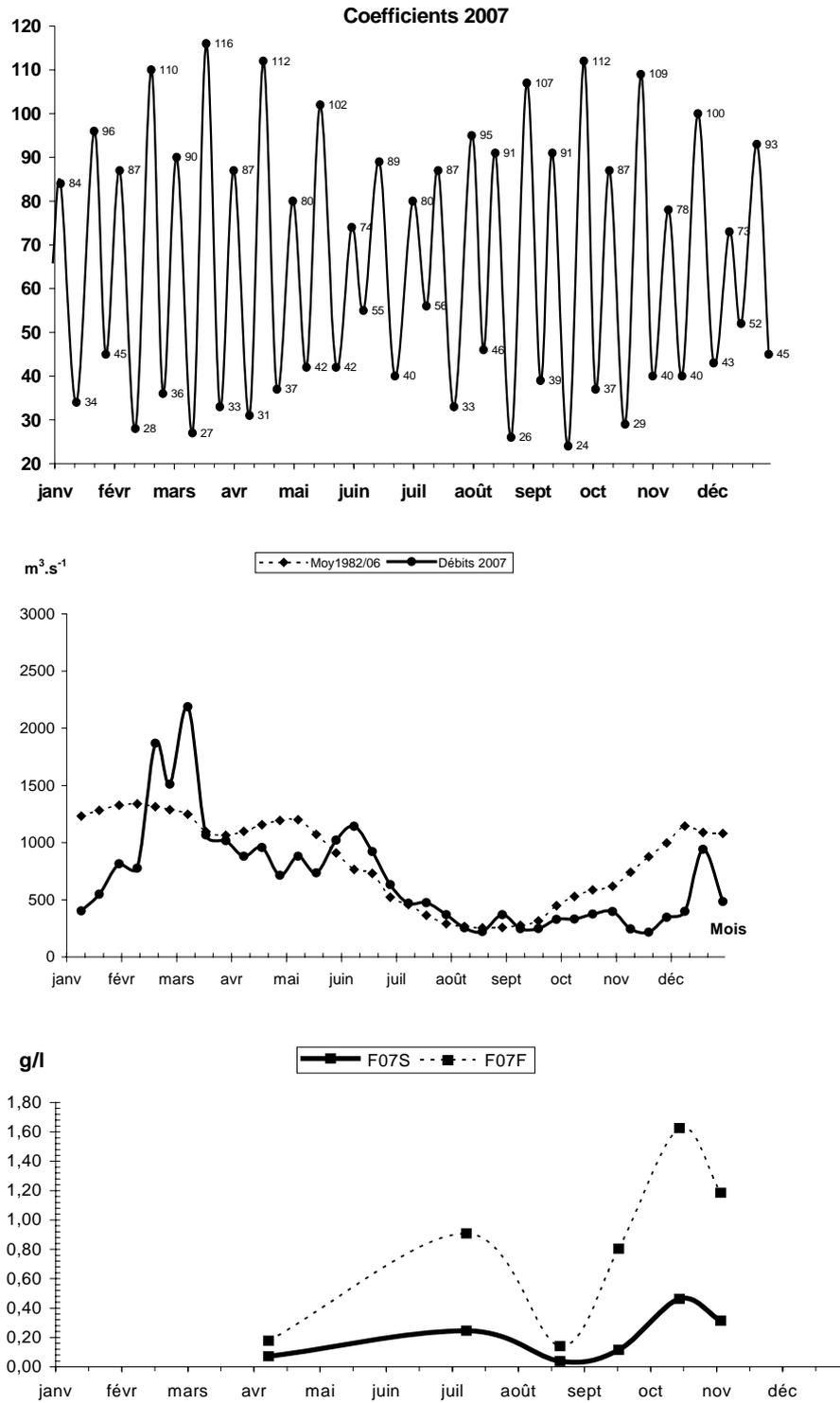


Figure 4-23 : Variations annuelles des MES moyennes au point F (PK 67) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2007

Tableau 4-9 : MES au point E (PK 52)

VI-5								
CONCENTRATIONS EN M.E.S.								
En g/l								
ANNEE E2007								
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)
12-avr	S	0,215	0,385	0,170	0,274	1,565	32-37	842
	F	0,360	1,800	1,440	1,025			
24-mai	S	0,111	0,760	0,649	0,349	3,275	45-43	745
	F	0,290	3,650	3,360	1,508			
08-juin	S	0,137	0,770	0,633	0,449	3,400	60-58	1163
	F	0,710	3,950	3,240	2,318			
11-juil	S	0,265	1,300	1,035	0,679	0,930	59-61	469
	F	0,560	1,620	1,060	1,183			
23-août	S	0,092	0,131	0,039	0,116	0,159	26-27	226
	F	0,147	0,290	0,143	0,225			
19-sept	S	0,102	0,250	0,148	0,169	1,227	44-38	218
	F	0,255	1,420	1,165	0,603			
18-oct	S	0,255	0,440	0,185	0,388	1,775	41-36	365
	F	0,500	2,200	1,700	1,068			
06-nov	S	0,290	1,020	0,730	0,589	1,860	52-57	318
	F	1,050	2,750	1,700	2,058			
Mini S	S	0,092	0,131	0,039	0,116	0,159		
Mini F	F	0,147	0,290	0,143	0,225			
Maxi S	S	0,290	1,300	1,035	0,679	3,400		
Maxi F	F	1,050	3,950	3,360	2,318			

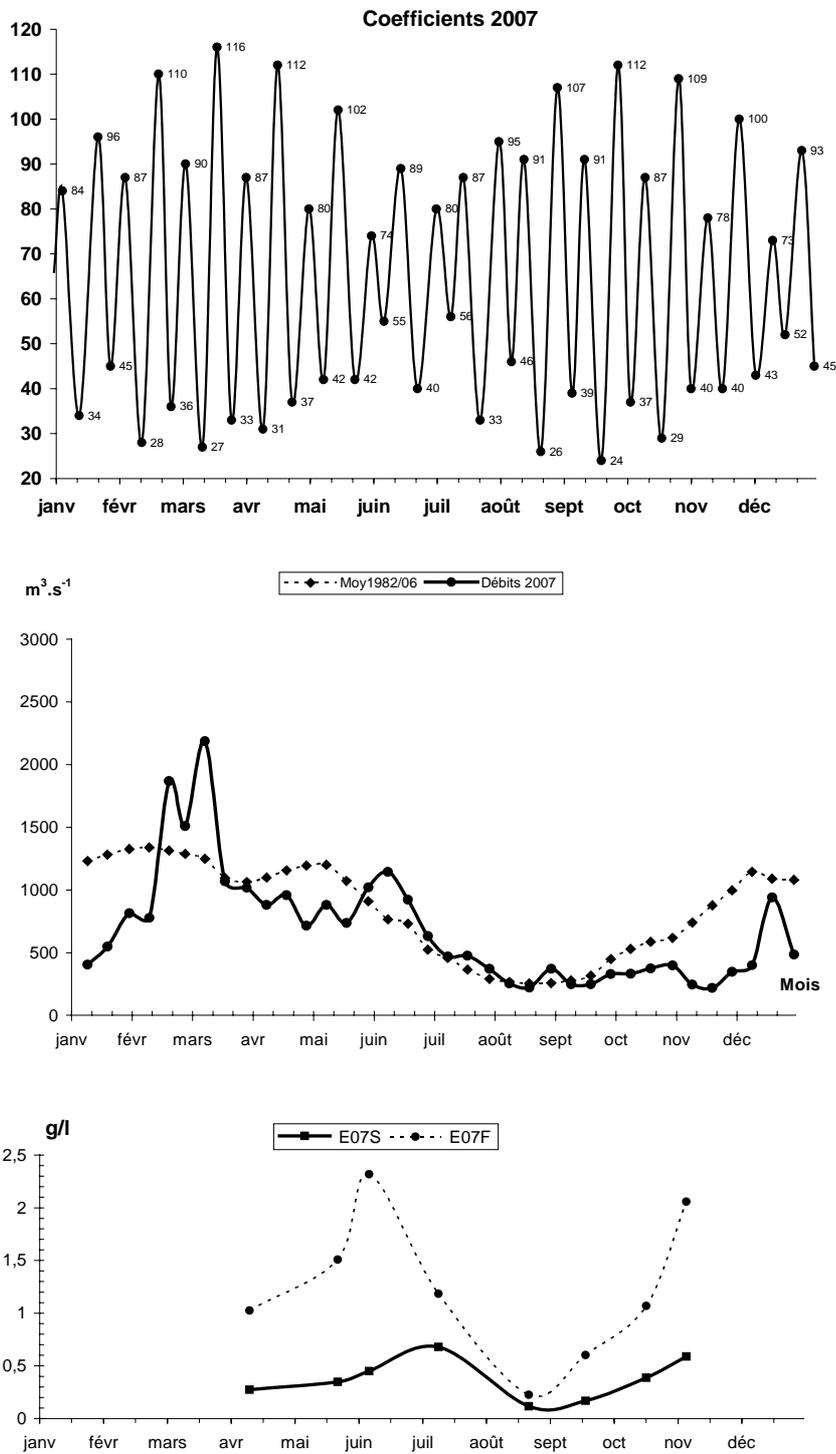


Figure 4-24 : Variations annuelles des MES moyennes au point E (PK 52) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2007

Tableau 4-10 : MES au point K (PK 30)

VI-6								
CONCENTRATIONS EN M.E.S.								
En g/l.								
ANNEE K2007								
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)
11-avr	S	0,335	0,850	0,515	0,538		33-31	880
	F	0,510	0,905	0,395	0,700	0,360		
23-mai	S	0,224	1,390	1,166	0,814	1,346	53-48	740
	F	1,090	1,900	0,810	1,565			
09-juin	S	0,000	0,000	0,000	0,000			
	Pas de mesures							
12-juil	F	0,000	0,000	0,000	0,000			
	S	0,245	1,710	1,465	1,076	0,825	65	472
F	0,870	1,710	0,840	1,320				
21-août	S	0,440	0,960	0,520	0,620	0,460	37-32	221
	F	0,530	1,080	0,550	0,780			
20-sept	S	0,225	0,390	0,165	0,303	2,110	32-27	235
	F	0,365	2,500	2,135	1,219			
17-oct	S	0,550	1,700	1,150	0,893	5,050	52-47	366
	F	1,500	5,600	4,100	3,288			
05-nov	S	0,380	1,280	0,900	0,843	2,520	61-65	338
	F	1,450	2,900	1,450	2,500			
Mini S	S	0,224	0,390	0,165	0,303	0,360		
Mini F	F	0,365	0,905	0,395	0,700			
Maxi S	S	0,550	1,710	1,465	1,076	5,050		
Maxi F	F	1,500	5,600	4,100	3,288			

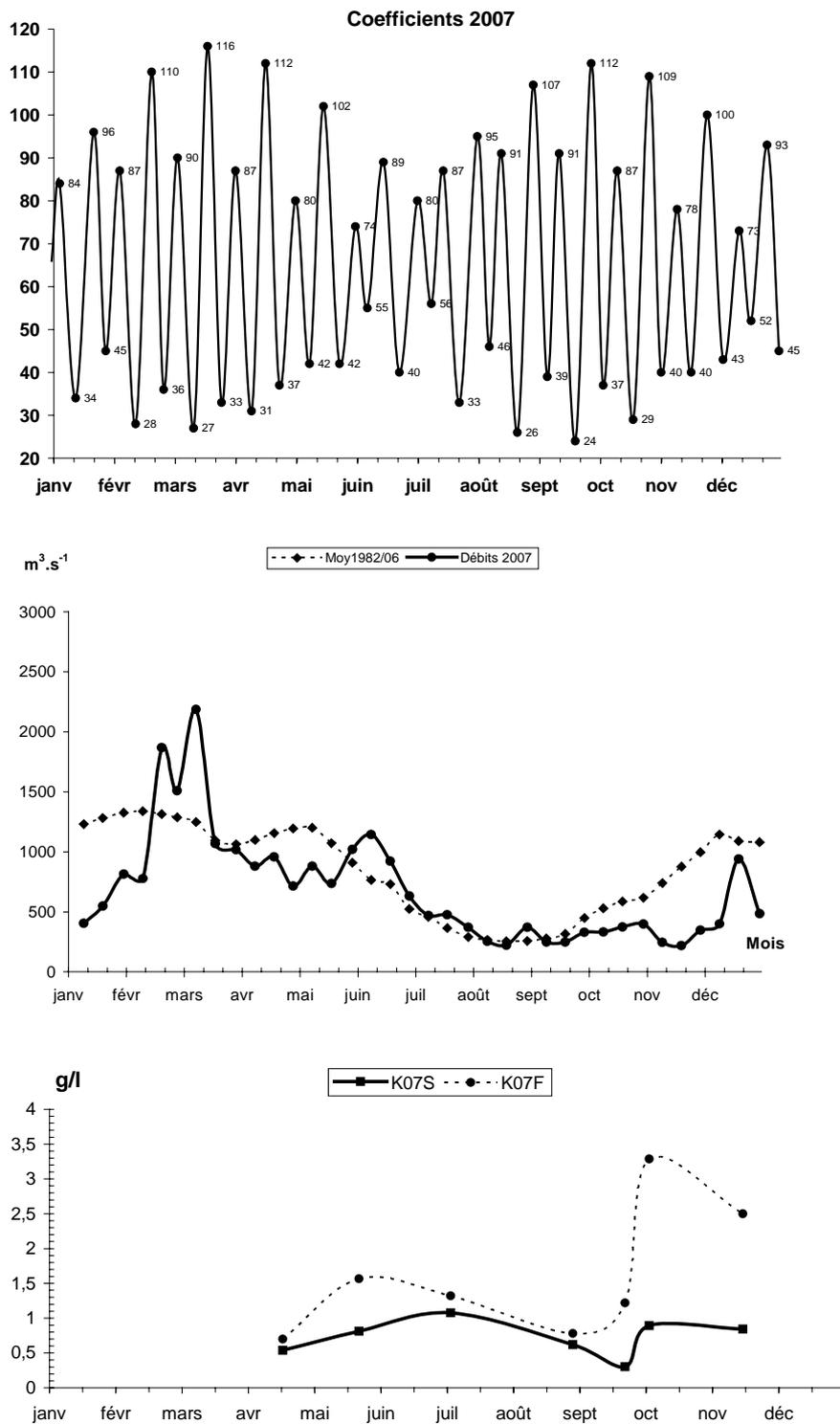


Figure 4-25 : Variations annuelles des MES moyennes au point K (PK 30) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2007

4.4.2. Variations spatiales

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

Les valeurs maximales des MES sont relevées mi-octobre au PK 67, début juillet et fin juin au PK52, début juillet et mi-octobre au PK 30 :
 au PK 67 : 1,050 g/l en surface et 3,500 g/l au fond
 au PK 52 : 1,300 g/l en surface et 3,950 g/l au fond
 au PK 30 : 1,710 g/l en surface et 5,600 g/l au fond

Les MES minimales des MES sont relevées en août au PK 67 et au PK 52, fin mai et fin septembre au PK 30 :
 au PK 67 : 0,009 g/l en surface et 0,050 g/l au fond
 au PK 52 : 0,092 g/l en surface et 0,147 g/l au fond
 au PK 30 : 0,224 g/l en surface et 0,365 g/l au fond

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

Les écarts maxima des MES., sur la tranche d'eau, au même point, ont évolué :
au Point F : de 0,150 g/l (10 avril) à 3,245 g/l (16 oct.)
au Point E : de 0,159 g/l (23 août) à 3,400 g/l (08 juin)
au Point K : de 0,360 g/l (11 avril) à 5,050 g/l (17 oct.)

Sur toute la marée, les écarts ont évolué (mini absolu) - (maxi absolu) :
au Point F : de 0,053 g/l (10 avril) à 3,295 g/l (16 oct.)
au Point E : de 0,039 g/l (23 août) à 3,360 g/l (24 mai)
au Point K : de 0,165 g/l (20 sept.) à 4,100 g/l (17 octobre)

Par rapport à 2006, les valeurs des concentrations de 2007 sont en moyenne inférieures. Tout au long de l'année et sur toute la verticale, les valeurs en MES sont très faibles. Les crues du début de l'année et celle de juin, n'ont pu éjecter le bouchon vaseux qui, cette année encore, est remonté très en amont pendant la période d'étiage.

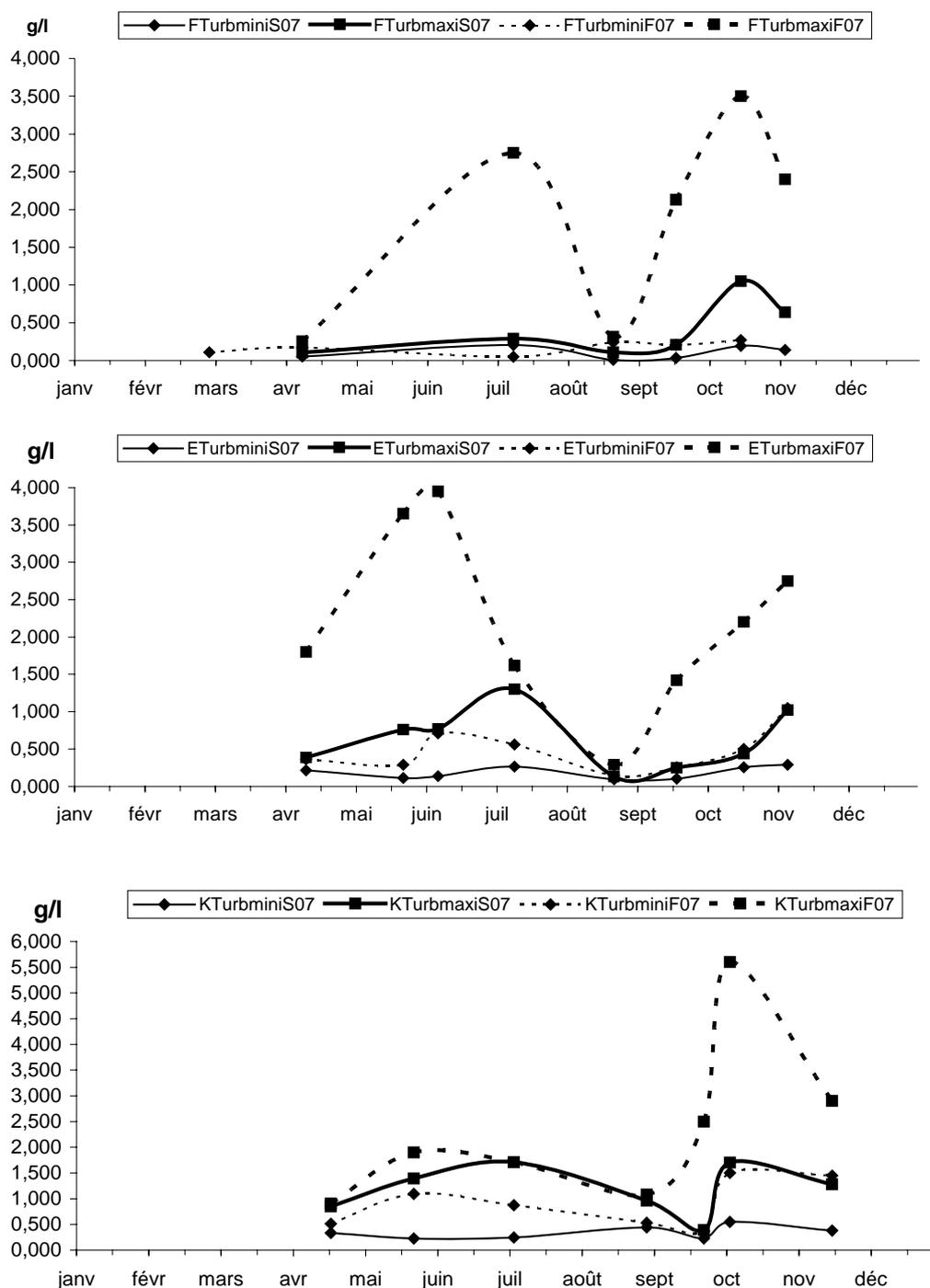


Figure 4-26 : Variations annuelles des MES minimales et maximales aux points F-E-K en 2007

Tableau 4-11 : Maximum et minimum des MES observés au cours des années 1978 à 2007

Point E -PK 52- SURFACE

Année		g/l	Date	Débits (*)	Coefficients	Vitesses max de courant (cm.s ⁻¹)
1978	mini.	0,056	30-août	177	43-47	95
	maxi.	1,260	21-juin	840	91-96	165
1979	mini.	0,040	07-juin	1814	52-56	115
	maxi.	2,420	13-mars	685	73-77	155
1980	mini.	0,060	13-févr	1580	44-48	-85
	maxi.	1,900	18-juin	400	72-67	160
1981	mini.	0,050	12-août	263	41-44	70
	maxi.	2,470	22-avr	1276	85-84	180
1982	mini.	0,079	07-juil	372	72-73	160
	maxi.	1,682	17-mars	1548	55-49	170
1983	mini.	0,064	20-juil	442	54-52	115
	maxi.	1,220	30-nov	452	56-59	85
1984	mini.	0,152	08-août	275	49-50	85
	maxi.	2,424	08-mars	1371	79-75	133
1985	mini.	0,080	25-sept	260	41-47	-70
	maxi.	1,800	13-mars	1422	80-71	150
1986	mini.	0,072	14-mai	2146	62-58	90
	maxi.	1,760	19-nov	386	79-76	120
1987	mini.	0,108	19-août	438	33	70
	maxi.	1,780	28-janv	1034	73-66	160
1988	mini.	0,087	27-avr	1301	36-40	-75
	maxi.	1,700	24-août	327	36-40	108
1989	mini.	0,120	11-juil	205	54-50	97
	maxi.	1,902	12-avr	1030	64-56	145
1990	mini.	0,097	04-juil	487	43-44	90
	maxi.	1,768	14-nov	918	60-64	55
1991	mini.	0,037	05-juin	695	51-49	0,104
	maxi.	1,216	13-mars	838	41-47	98
1992	mini.	0,049	05-nov	1790	37-40	-78
	maxi.	1,334	09-juil	1410	57-54	94
1993	mini.	0,128	09-sept	325	51-45	Etale PM
	maxi.	1,380	04-nov	947	75-72	92
1994	mini.	0,081	07-juil	725	54-59	PM
	maxi.	0,878	10-nov	1885	66-59	120
1995	mini.	0,104	21-sept	285	39-44	Etale PM
	maxi.	0,660	13-avr	914	59-67	114
1996	mini.	0,122	25-juil	265	49-48	BM
	maxi.	1,055	10-oct	501	59-64	113
1997	mini.	0,141	16-avr	376	37-36	Etale PM
	maxi.	2,674	10-juil	485	72-69	148
1998	mini.	0,033	05-mars	626	79-70	-158
	maxi.	0,738	14-juil	268	89-87	155
1999	mini.	0,064	23-sept	397	55-62	+/-111
	maxi.	1,632	02-sept	230	82-76	143
2000	mini.	0,094	08-sept	307	31	82
	maxi.	1,209	29-sept	333	105-106	140
2001	mini.	0,072	31-août	236	50-55	106
	maxi.	0,829	04-juil	312	68-71	120
2002	mini.	0,078	17-sept	412	38-41	Etale BM
	maxi.	2,368	18-avr	692	73-68	178
2003	mini.	0,089	11-juil	173	61-65	116
	maxi.	1,965	12-sept	162	92-93	146
2004	mini.	0,082	27-juin	448	49-49	-108
	maxi.	0,212	06-nov	568	27-26	105
2005	mini.	0,126	15-juil	273	50-47	123
	maxi.	1,450	21-avr	961	48-45	157
2006	mini.	0,150	06-juil	202	40-41	111
	maxi.	1,189	09-juin	326	61-65	120
2007	mini.	0,092	23-août	226	26-27	Etale PM
	maxi.	1,300	11-juil	469	59-61	-70

(*) Moyenne des 10 jours précédents.

Tableau 4-12 : Maximum et minimum des MES observés au cours des années 1978 à 2007

Point E-PK 52 FOND

Année	g/l	Date	Débits (*)	Coefficients	Vitesses max de courant (cm.s ⁻¹)	
1978	mini.	0,136	30-août	177	43-47	90
	maxi.	3,340	19-juil	524	76-82	120
1979	mini.	0,080	07-juin	1814	52-56	95
	maxi.	5,470	13-mars	685	73-77	130
1980	mini.	0,090	13-févr	1580	44-48	-65
	maxi.	2,860	23-avr	480	48-43	110
1981	mini.	0,058	12-août	263	41-44	75
	maxi.	38,810	08-juil	327	66-62	105
1982	mini.	0,408	07-juil	372	72-73	150
	maxi.	40,980	11-août	249	75-72	90
1983	mini.	0,164	08-juin	1471	56-51	-100
	maxi.	41,960	22-juin	838	63-65	-100
1984	mini.	0,324	08-août	275	49-50	85
	maxi.	31,310	11-janv	686	51-48	135
1985	mini.	0,102	25-sept	260	41-47	-55
	maxi.	7,168	13-mars	1422	80-71	145
1986	mini.	0,124	14-mai	2146	62-58	65
	maxi.	3,090	27-août	222	57-51	70
1987	mini.	0,174	19-août	438	33	50
	maxi.	8,250	20-mai	700	58-54	110
1988	mini.	0,145	27-avr	1301	36-40	-55
	maxi.	3,580	24-août	327	36-40	95
1989	mini.	0,164	11-juil	205	54-50	80
	maxi.	9,574	15-mars	1340	50-42	108
1990	mini.	0,190	04-juil	487	43-44	90
	maxi.	5,940	04-avr	474	40	82
1991	mini.	0,060	05-juin	695	51-49	86
	maxi.	3,178	14-nov	308	44-40	-79
1992	mini.	0,082	25-juin	1657	46-46	-78
	maxi.	9,956	24-avr	410	50-44	-90
1993	mini.	0,213	29-juil	456	51-45	-10
	maxi.	3,978	15-avr	650	40-37	-96
1994	mini.	0,144	19-mai	1473	51-50	BM
	maxi.	5,978	05-mai	1784	46	BM
1995	mini.	0,147	19-oct	378	33	Etale BM
	maxi.	2,453	24-mai	800	53	-82
1996	mini.	0,174	25-juil	265	49-48	BM
	maxi.	6,216	25-avr	731	52-46	86
1997	mini.	0,196	12-juin	475	58-53	BM
	maxi.	3,760	24-juil	311	104-101	-105
1998	mini.	0,046	05-mars	626	79-70	-148
	maxi.	2,032	03-juin	703	45-43	80
1999	mini.	0,102	02-sept	230	82-76	94
	maxi.	3,102	07-mai	1411	58-54	-88
2000	mini.	0,179	21-juil	408	75-73	BM
	maxi.	5,007	13-avr	1161	49	-53
2001	mini.	0,107	03-mai	1468	53	-88
	maxi.	1,314	09-nov	275	47-45	66
2002	mini.	0,292	17-sept	412	38-41	PM
	maxi.	9,111	18-avr	692	73-68	-59
2003	mini.	0,160	11-juil	173	61-65	85
	maxi.	7,398	14-nov	286	65-60	85
2004	mini.	0,242	27-juin	448	49-49	88
	maxi.	0,523	22-oct	368	42-41	76
2005	mini.	0,118	30-sept	322	44-51	85
	maxi.	2,350	21-avr	961	48-45	108
2006	mini.	0,230	06-juil	202	40-41	76
	maxi.	8,667	20-avr	1134	48-43	94
2007	mini.	0,147	23-août	226	26-27	Etale PM
	maxi.	3,950	08-juin	1163	60-58	-53

(*) 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 0,17 ml/l (04 nov.) et 0,70 ml/l (10 avril)
au fond entre 0,25 ml/l (18 sept) et 0,86 ml/l (10 avril)

Au Point E PK 52 (Tableau 4-14)

en surface entre 0,17 ml/l (06 nov.) et 0,97 ml/l (12 avril)
au fond entre 0,21 ml/l (06 nov.) et 0,81 ml/l (12 avril)

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

en surface entre 0,11 ml/l (12 juillet) et 0,71 ml/l (21 août)
au fond entre 0,12 ml/l (12 juillet) et 0,71 ml/l (21 août)

4.5.1.2. Variations annuelles

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

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

en surface : 0,40 ml/l (6,89 %) le 22 août et 0,78 ml/l (10,95 %) le 10 avril.
au fond : 0,36 ml/l (6,21 %) le 22 août et 0,74 ml/l (11,96 %) le 16 oct.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées :

le 04 nov en surface : 6,51 ml/l (93,57 %) (Qfl : $347 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 44-48)
le 04 nov au fond : 6,49 ml/l (94,15 %) (Qfl : $347 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 44-48)

Les déficits moyens correspondants:

en surface : 0,45 ml/l (6,43 %)
au fond : 0,40 ml/l (5,85 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 18 sept en surface : 5,27 ml/l (89,44%) (Qfl : $216 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 56-50)
le 18 sept au fond : 5,35 ml/l (91,52 %) (Qfl : $216 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 56-50)

Les déficits moyens correspondants :

en surface : 0,62 ml/l (10,56%)
au fond : 0,50 ml/l (8,48 %)

Les déficits minimum de l'année ont été relevés :

le 22 août en surface : 0,19 ml/l (3,27%) (Qfl : 220 m³.s⁻¹ - coef. 32-28)

le 22 août au fond : 0,21 ml/l (3,74 %) (Qfl : 220 m³.s⁻¹ - coef. 32-28)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 10 avril en surface : 1,19 ml/l (16,56 %) (Qfl : 908 m³.s⁻¹ - coef. 43-38)

le 10 avril au fond : 1,12 ml/l (15,63%) (Qfl : 908 m³.s⁻¹ - coef. 43-38)

Les valeurs moyennes de l'année 2006 au point F évoluaient autour de 89,57 % du taux de saturation (5,43 ml/l). En 2007 les valeurs moyennes évoluent autour de 91,24% (5,76 ml/l). Le déficit moyen annuel est évalué à 0,55 ml/l (8,76 %) alors qu'en 2006, il était évalué à 0,65 ml/l (10,43 %). (Tableaux 4-10 et 4-13)

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

VI-13 - OXYGENE DISSOUS														
POINT F PK 67														
ANNEE F 2007														
DATES		TAUX DE SATURATION ml/l	MOY DE LA MAREE			DEFICIT						ECART MAXI TRANCHE D'EAU		Qfl: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents)
			ml/l	%		Moyen ml/l	%	Minimum ml/l	%	Maximum ml/l	%	ml/l	%	
10-avr	S	7,09	6,31	89,05	0,78	10,95%	0,49	7,07%	1,19	16,56%	0,14	3,50	43-38	908
	F	7,01	6,41	91,52	0,60	8,48%	0,26	3,74%	1,12	15,63%				
10-juil	S	6,07	5,54	91,30	0,53	8,70%	0,40	6,69%	0,69	11,18%	0,09	1,62	56-57	500
	F	6,02	5,50	91,46	0,52	8,54%	0,30	5,07%	0,66	10,81%				
22-août	S	5,86	5,45	93,11	0,40	6,89%	0,19	3,27%	0,64	10,90%	0,29	2,25	32-28	220
	F	5,72	5,37	93,79	0,36	6,21%	0,21	3,74%	0,51	8,64%				
18-sept	S	5,89	5,27	89,44	0,62	10,56%	0,45	7,59%	0,74	12,61%	0,12	3,10	56-50	216
	F	5,85	5,35	91,52	0,50	8,48%	0,33	5,69%	0,59	9,88%				
16-oct	S	6,21	5,45	87,94	0,75	12,06%	0,50	8,12%	1,05	16,66%	0,18	1,93	63-57	370
	F	6,15	5,41	88,04	0,74	11,96%	0,37	6,19%	1,04	16,57%				
04-nov	S	6,96	6,51	93,57	0,45	6,43%	0,38	5,51%	0,55	7,77%	0,09	2,39	44-48	347
	F	6,90	6,49	94,15	0,40	5,85%	0,28	4,05%	0,61	8,65%				
Moyennes	S	4,76	5,76	90,74	0,59	9,26%	0,40	6,37%	0,81	12,61%				
	F	4,71	5,76	91,75	0,52	8,25%	0,29	4,75%	0,75	11,69%				
	G	4,73	5,76	91,24	0,55	8,76%	0,35	5,56%	0,78	12,15%				

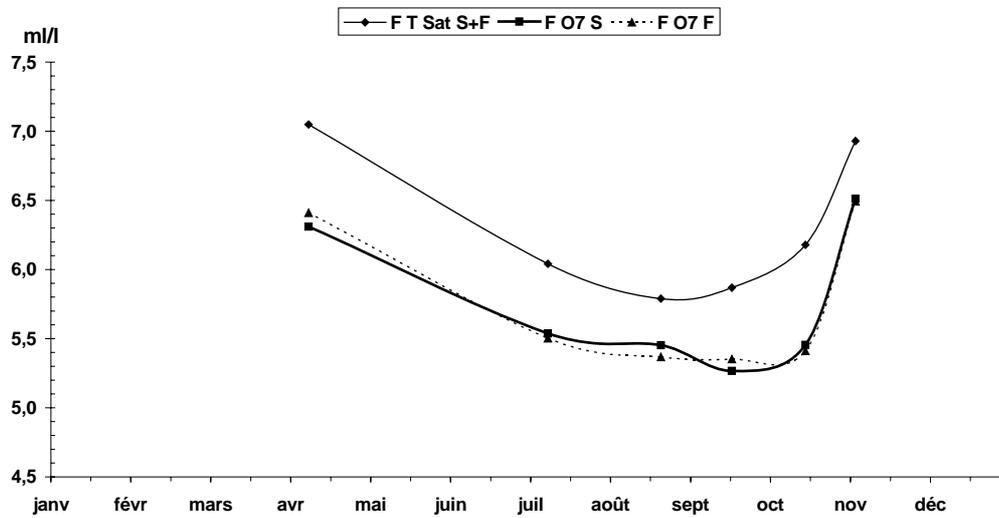


Figure 4-27 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml.l⁻¹ au Point F (PK 67) en 2007

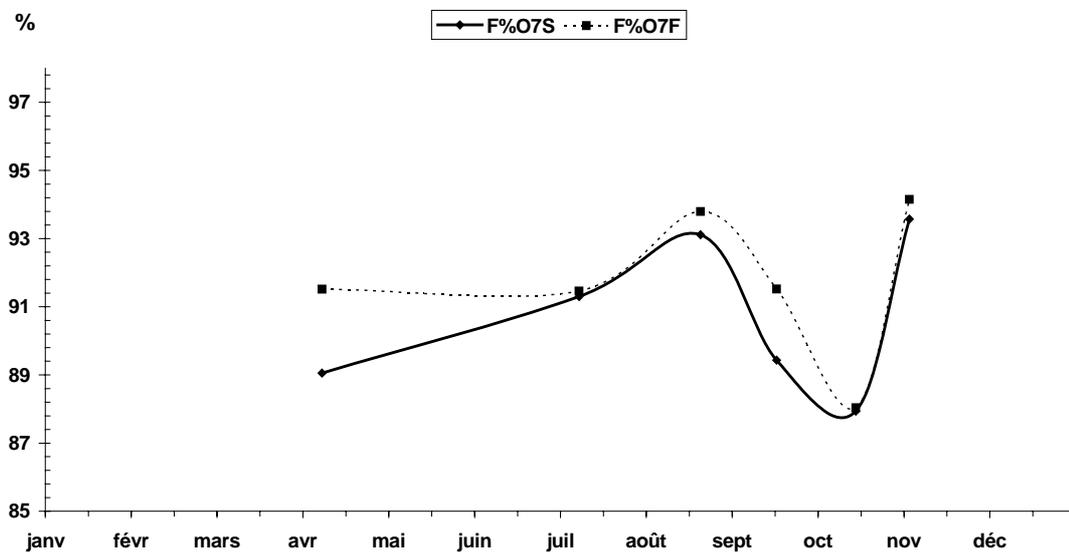


Figure 4-28 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % au Point F (PK 67) en 2007

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

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

en surface : 0,36 ml/l (5,76 %) le 11 juillet et 0,84 ml/l (11,98 %) le 12 avril.

au fond : 0,38 ml/l (6,07 %) le 11 juillet et 0,85 ml/l (12,12 %) le 12 avril.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées

le 06 nov. en surface : 6,46 ml/l (90,34 %) (Qfl : $318 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 52-57)

le 06 nov. au fond : 6,57 ml/l (91,76 %) (Qfl : $318 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 52-57)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de:

en surface : 0,69 ml/l (9,66 %)

au fond : 0,59 ml/l (8,24 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 19 sept. en surface : 5,33 ml/l (88,18 %) (Qfl : $218 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 44-38)

le 23 août au fond : 5,43 ml/l (91,09 %) (Qfl : $226 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 26-27)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 0,72 ml/l (11,82 %)

au fond : 0,53 ml/l (8,91 %)

Les déficits minimum de l'année ont été observés :

le 11 juil. en surface : 0,07 ml/l (1,17 %) (Qfl : $469 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 59-61)

le 11 juil. au fond : 0,08 ml/l (1,33 %) (Qfl : $469 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 59-61)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 12 avril en surface : 1,20 ml/l (16,65 %) (Qfl : $842 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 32-37)

le 12 avril au fond : 1,23 ml/l (17,07 %) (Qfl : $842 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 32-37)

Les valeurs moyennes de l'année 2006 au point E évoluaient autour de 86,80 % du taux de saturation (5,36ml/l). En 2007 les valeurs moyennes évoluent favorablement, autour de 90,82 % (5,80 ml/l). Le déficit moyen annuel est évalué à 0,59 ml/l (9,18 %) alors qu'en 2006 il était évalué à 0,82 ml/l (13,20 %). (**Tableau 4-14**)

Tableau 4-14 Oxygène dissous au point E (PK 52)

VI-14 - OXYGENE DISSOUS															
POINT E PK 52															
ANNEE E 2007															
DATES		TAUX DE SATURATION		MOYEN DE LA MAREE		DEFICIT				ECART MAXI TRANCHE D'EAU		COEFFICIENT	Qfl: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents)		
		ml/l		ml/l	%	Moyen	Minimum	Maximum	ml/l	%	ml/l			%	
12-avr	S	6,95		6,10	88,02	0,84	11,98%	0,22	3,38%	1,20	16,65%	0,14	2,68	32-37	842
	F	7,02		6,17	87,88	0,85	12,12%	0,42	6,06%	1,23	17,07%				
24-mai	S	6,20		5,75	92,78	0,45	7,22%	0,21	3,59%	0,63	9,99%	0,23	2,75	45-43	745
	F	6,24		5,86	93,84	0,39	6,16%	0,20	3,31%	0,61	9,71%				
08-juin	S	6,31		5,59	88,52	0,73	11,48%	0,53	8,44%	0,94	14,60%	0,40	5,46	60-58	1163
	F	6,33		5,76	90,92	0,58	9,08%	0,38	6,04%	0,88	13,71%				
11-juil	S	6,15		5,79	94,24	0,36	5,76%	0,07	1,17%	0,59	9,60%	0,16	2,53	59-61	469
	F	6,20		5,82	93,93	0,38	6,07%	0,08	1,33%	0,64	10,40%				
23-août	S	5,90		5,34	90,61	0,56	9,39%	0,35	6,18%	0,84	13,92%	0,14	2,82	26-27	226
	F	5,96		5,43	91,09	0,53	8,91%	0,37	6,22%	0,74	12,21%				
19-sept	S	6,05		5,33	88,18	0,72	11,82%	0,60	10,13%	0,90	14,65%	0,35	3,44	44-38	218
	F	6,08		5,51	90,54	0,58	9,46%	0,40	6,68%	0,84	13,63%				
18-oct	S	6,28		5,70	90,85	0,58	9,15%	0,42	6,82%	0,70	11,07%	0,14	3,43	41-36	365
	F	6,35		5,69	89,64	0,66	10,36%	0,53	8,38%	0,93	14,51%				
06-nov	S	7,15		6,46	90,34	0,69	9,66%	0,61	8,60%	0,78	10,72%	0,19	2,93	52-57	318
	F	7,16		6,57	91,76	0,59	8,24%	0,53	7,39%	0,74	10,13%				
Moyennes	S	6,37		5,76	90,44	0,61	9,56%	0,38	6,04%	0,82	12,65%				
	F	6,42		5,85	91,20	0,57	8,80%	0,36	5,68%	0,83	12,67%				
	G	6,40		5,80	90,82	0,59	9,18%	0,37	5,86%	0,83	12,66%				

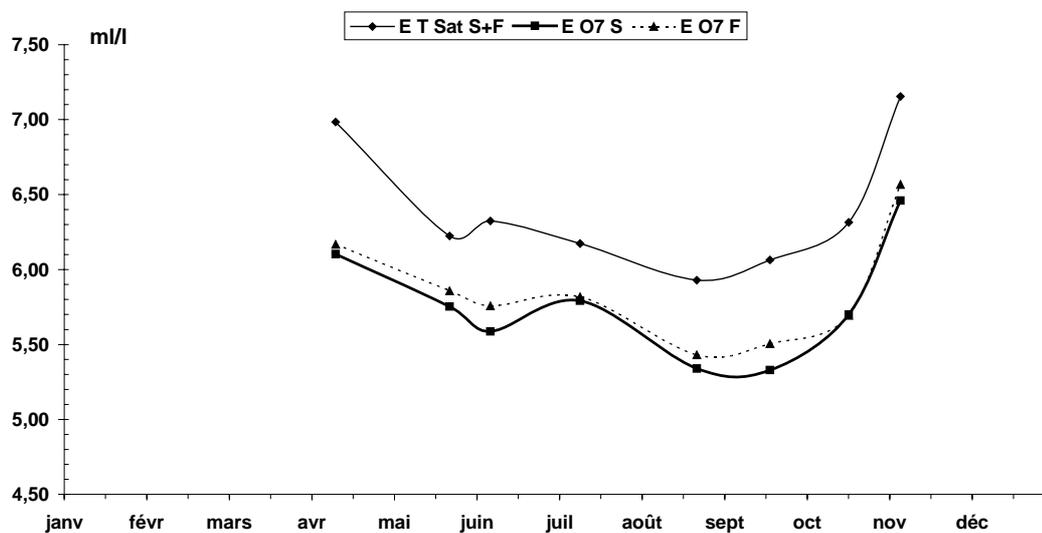


Figure 4-29 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml.l¹ au Point E (PK 52) en 2007

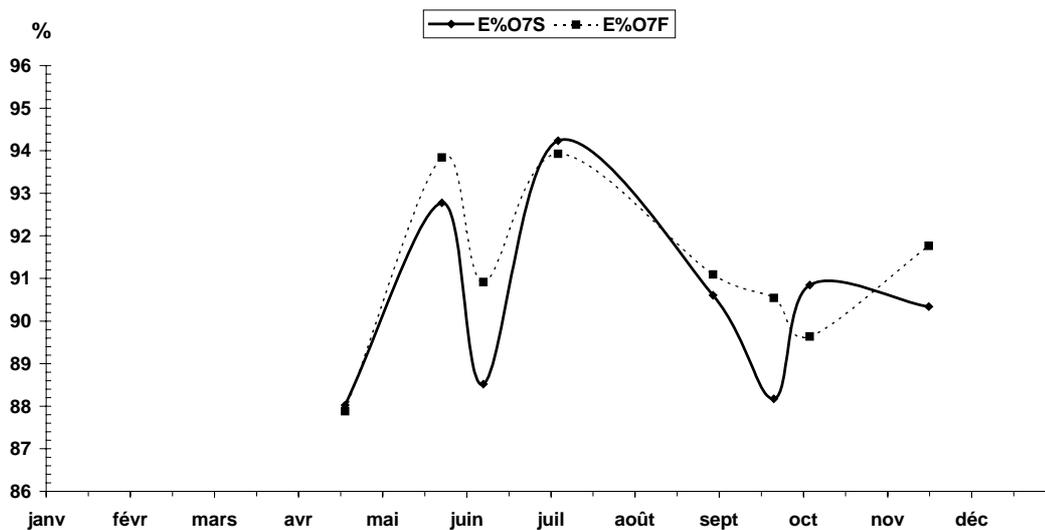


Figure 4-30 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % au Point E (PK 52) en 2007

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

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

en surface : 0,62 ml/l (9,53 %) le 23 mai et 1,53 ml/l (23,42%) le 17 oct.

au fond : 0,56 ml/l (8,53 %) le 23 mai et 1,52 ml/l (23,19 %) le 17 oct.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées

le 11 avril en surface : 6,57 ml/l (90,63 %) (Qfl : $880 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 33-31)

le 11 avril au fond : 6,67 ml/l (92,01 %) (Qfl : $880 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 33-31)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de:

en surface : 0,68 ml/l (9,37 %)

au fond : 0,58 ml/l (7,99 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 17 oct. en surface : 5,01 ml/l (76,58 %) (Qfl : $366 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 52-47)

le 17 oct. au fond : 5,03 ml/l (76,81 %) (Qfl : $366 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 52-47)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 1,53 ml/l (23,42 %)

au fond : 1,52 ml/l (23,19%)

Les déficits minimum de l'année ont été observés :

le 11 avril en surface : 0,47 ml/l (6,43 %) (Qfl : $880 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 33-31)

le 11 avril au fond : 0,43 ml/l (5,88 %) (Qfl : $880 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 33-31)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 17 oct. en surface : 1,91 ml/l (28,59 %) (Qfl : $366 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 52-47)

le 17 oct. au fond : 1,81 ml/l (27,04 %) (Qfl : $366 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 52-47)

Les valeurs moyennes de l'année 2006 au point K évoluaient autour de 80,73 % du taux de saturation (5,24 ml/l). En 2007 les valeurs moyennes évoluent autour de 85,50 % (5,68 ml/l). Le déficit moyen annuel est évalué à 0,96 ml/l (14,50 %) alors qu'en 2006 il était évalué à 1,22ml/l (19,27 %). (**Tableaux 4-15 et 4-17**)

La comparaison des années 2006 et 2007, dites sèches, met en évidence des oxygénations relativement élevées, car le bouchon vaseux se situe plus en amont que les années précédentes.

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

VI-15 - OXYGENE DISSOUS														
POINT K PK 30														
ANNEE K 2007														
DATES		TAUX DE SATURATION ml/l	MOYEN DE LA MAREE		Moyen		DEFICIT Minimum		Maximum		ECART MAXI TRANCHE D'EAU		COEFFICIENT	Q ₀₁ : m ³ .s ⁻¹ (moy. 10 jours précédents)
			ml/l	%	ml/l	%	ml/l	%	ml/l	%	ml/l	%		
11-avr	S	7,25	6,57	90,63	0,68	9,37%	0,47	6,43%	0,85	11,68%	0,16	2,21	33-31	880
	F	7,25	6,67	92,01	0,58	7,99%	0,43	5,88%	0,80	10,99%				
23-mai	S	6,51	5,89	90,47	0,62	9,53%	0,50	7,66%	0,67	10,30%	0,09	1,38	53-48	740
	F	6,51	5,95	91,47	0,56	8,53%	0,47	7,19%	0,60	9,23%				
12-juil	S	6,33	5,42	85,64	0,91	14,36%	0,86	13,74%	0,97	15,36%	0,06	0,94	65	472
	F	6,34	5,41	85,37	0,93	14,63%	0,87	13,80%	0,99	15,63%				
21-août	S	6,07	5,23	86,21	0,84	13,79%	0,59	9,75%	1,30	21,40%	0,14	2,31	37-32	221
	F	6,07	5,34	87,98	0,73	12,02%	0,45	7,44%	1,16	19,10%				
20-sept	S	6,28	5,05	80,56	1,22	19,44%	1,08	17,31%	1,55	24,41%	0,15	2,27	32-27	235
	F	6,27	5,14	82,00	1,13	18,00%	0,95	15,20%	1,55	24,51%				
17-oct	S	6,54	5,01	76,58	1,53	23,42%	1,36	20,86%	1,91	28,59%	0,11	1,55	52-47	366
	F	6,55	5,03	76,81	1,52	23,19%	1,39	21,42%	1,81	27,04%				
05-nov	S	7,49	6,35	84,78	1,14	15,22%	1,06	14,16%	1,33	17,27%	0,24	3,58	61-65	338
	F	7,48	6,47	86,50	1,01	13,50%	0,83	11,32%	1,26	16,40%				
Moyennes	S	6,64	5,65	84,98	0,99	15,02%	0,84	12,84%	1,23	18,43%				
	F	6,64	5,72	86,02	0,92	13,98%	0,77	11,75%	1,17	17,55%				
	G	6,64	5,68	85,50	0,96	14,50%	0,81	12,30%	1,20	17,99%				

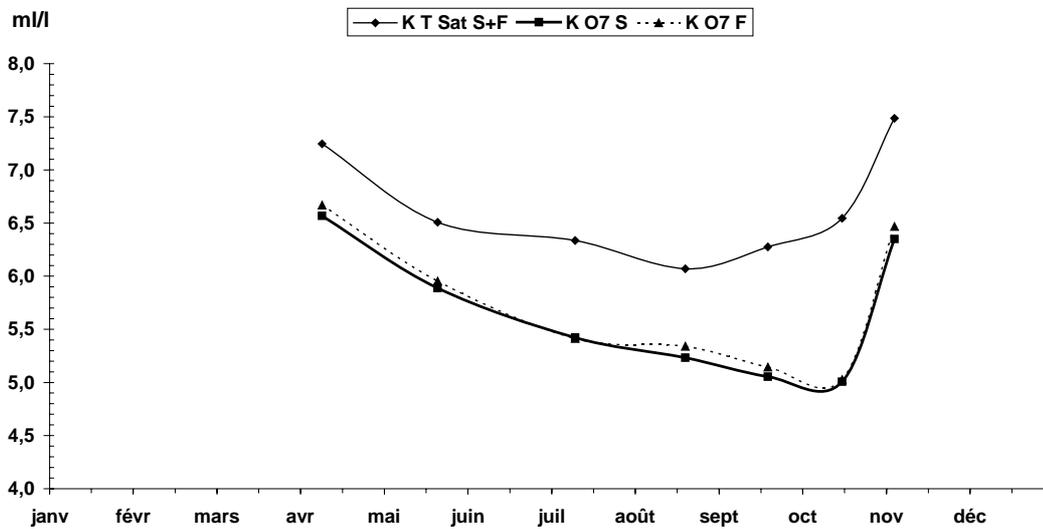


Figure 4-31 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml.l⁻¹ au Point K (PK 30) en 2007

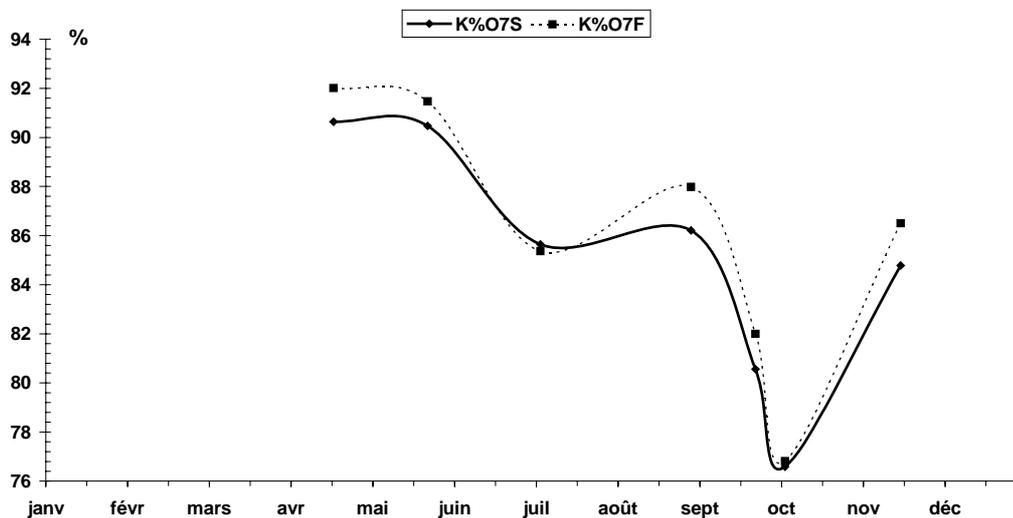


Figure 4-32 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % au Point K (PK 30) en 2007

4.5.1.3. Variations pluriannuelles

Tableau 4-7 : Moyenne des déficits annuels aux points F (PK 67) et E (PK 52) Intervalle de confiance Tn-1

	ANNEE	Nombre de valeurs	Moyenne des déficits annuels : 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
	2005	64	0,448	0,0842	0,400
	2006	58	0,584	0,0690	0,330
2007	48	0,410	0,0655	0,314	
Point E	1978	124	0,499	0,1766	1,186
	1979	157	0,420	0,0611	0,463
	1980	163	0,496	0,0599	0,462
	1981	168	0,820	0,0526	0,412
	1982	162	0,843	0,0499	0,384
	1983	168	1,165	0,0444	0,348
	1984	100	1,337	0,0461	0,278
	1985	90	1,312	0,0599	0,342
	1986	90	1,175	0,0536	0,306
	1987	90	1,301	0,0554	0,316
	1988	90	1,362	0,0496	0,283
	1989	90	1,254	0,0782	0,446
	1990	86	1,186	0,0513	0,286
	1991	88	1,199	0,0531	0,300
	1992	64	1,259	0,0630	0,303
	1993	64	1,420	0,0535	0,257
	1994	64	1,097	0,1081	0,520
	1995	64	1,000	0,0730	0,351
	1996	64	1,047	0,0552	0,266
	1997	64	1,064	0,0435	0,209
1998	64	1,147	0,0573	0,274	
1999	64	1,154	0,0558	0,267	
2000	64	1,456	0,0598	0,286	
2001	64	0,939	0,0845	0,405	
2002	64	1,170	0,0687	0,329	
2003	64	1,111	0,0851	0,408	
2004	64	1,039	0,0836	0,397	
2005	64	0,817	0,0670	0,318	
2006	64	0,819	0,0655	0,314	
2007	64	0,590	0,0495	0,237	

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

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

	ANNEE	Nombre de valeurs	Moyenne des déficits annuels : ml/l	Intervalle de confiance	n-1
Point J	1984	86	1,387	0,0698	0,390
	1985	90	1,294	0,0397	0,227
	1986	90	1,025	0,0576	0,329
	1987	90	1,470	0,0631	0,360
	1988	90	1,518	0,0503	0,287
	1989	90	1,422	0,0751	0,428
	1990	90	1,328	0,0524	0,299
	1991	88	1,338	0,0597	0,337
Point K	1984	90	1,511	0,0678	0,387
	1985	90	1,419	0,0708	0,474
	1986	90	1,241	0,0736	0,420
	1987	90	1,800	0,0790	0,451
	1988	90	1,361	0,0710	0,405
	1989	90	1,517	0,0644	0,368
	1990	90	1,628	0,0634	0,362
	1991	88	1,600	0,0620	0,350
	1992	64	1,592	0,0850	0,409
	1993	64	1,896	0,0746	0,359
	1994	64	1,132	0,1556	0,749
	1995	64	1,470	0,1522	0,732
	1996	64	1,553	0,0645	0,310
	1997	64	1,674	0,0658	0,317
	1998	64	1,516	0,0580	0,277
	1999	64	1,539	0,0642	0,307
	2000	64	1,709	0,0711	0,340
	2001	64	1,119	0,1103	0,528
	2002	64	1,710	0,0509	0,244
	2003	64	1,605	0,0927	0,444
2004	64	1,542	0,1229	0,584	
2005	64	1,242	0,0682	0,324	
2006	64	1,219	0,0834	0,399	
2007	56	0,823	0,0972	0,466	

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

4.5.2. Variations spatiales

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

4.5.2.1. Variations longitudinales

(Tableaux 4-13 à 4-15)

La moyenne des teneurs annuelles 2007 est de :

En surface :

Au Point F :

5,76 ml/l (90,74 %) pour une valeur de saturation de 6,34 ml/l, d'où un déficit de 0,59 ml/l (9,26 %).

Au Point E :

5,76 ml/l (90,44 %) pour une valeur de saturation de 6,37 ml/l, d'où un déficit de 0,61 ml/l (9,56 %)

Au Point K :

5,65 ml/l (84,98 %) pour une valeur de saturation de 6,64 ml/l, d'où un déficit de 0,99 ml/l (15,02%).

Au fond :

Au point F :

5,76 ml/l (91,75 %) pour une valeur de saturation de 6,27 ml/l, d'où un déficit de 0,52 ml/l (8,25 %)

Au point E :

5,85 ml/l (91,20 %) pour une valeur de saturation de 6,42 ml/l, d'où un déficit de 0,57 ml/l (8,80 %)

Au Point K :

5,72 ml/l (86,02 %) pour une valeur de saturation de 6,64 ml/l, d'où un déficit de 0,92 ml/l (13,98 %)

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

Au Point F :

entre 0,40 ml/l (6,89 %) le 22 août et 0,74 ml/l (11,96 %) le 16 octobre.

Au Point E :

entre 0,36 ml/l (5,76 %) le 11 juillet. et 0,85 ml/l (12,12 %) le 12 avril.

Au Point K :

entre 0,62 ml/l (9,53 %) le 23 mai et 1,52 ml/l (23,19 %) le 17 octobre.

Pour l'année 2007 la comparaison des déficits aux trois points est représentée sur la **Figure 4-36**.

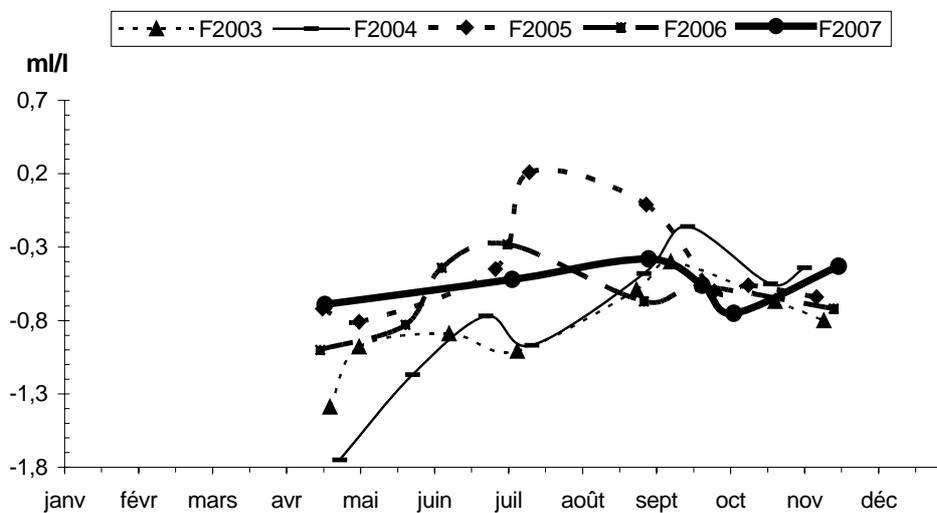


Figure 4-33 : Variations annuelles du déficit en oxygène dissous au point F (PK 67) (valeurs moyennes) de 2003 à 2007

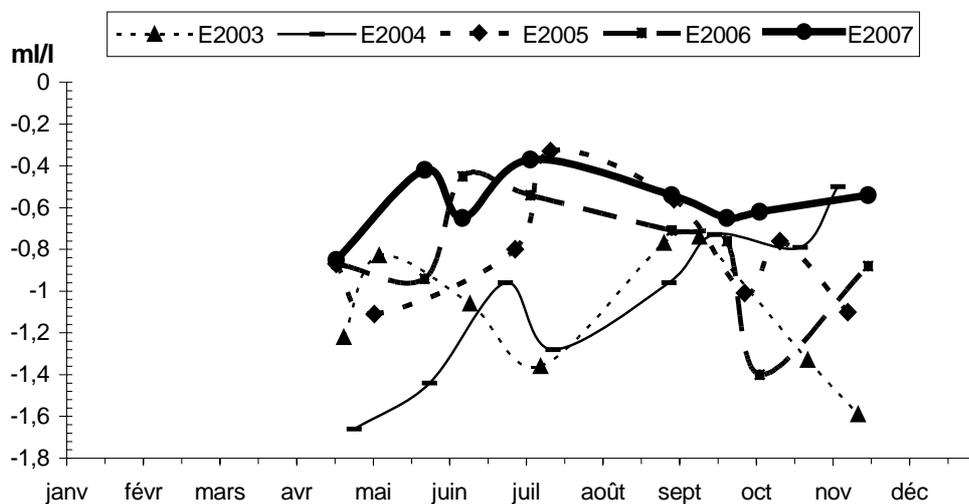


Figure 4-34 : Variations annuelles du déficit en oxygène dissous au point E (PK 52) (valeurs moyennes) de 2003 à 2007

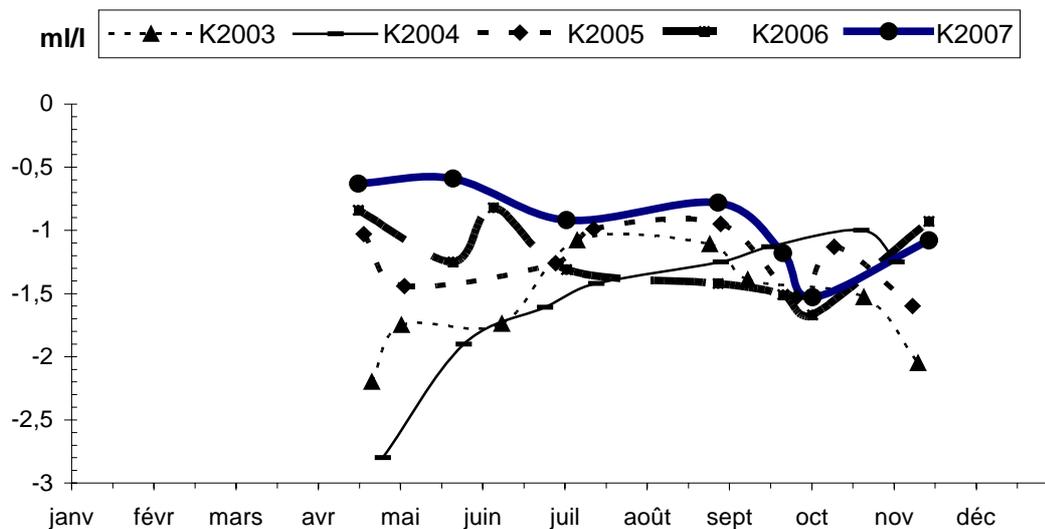


Figure 4-35 : Variations annuelles du déficit en oxygène dissous au point K (PK 30) (valeurs moyennes) de 2003 à 2007

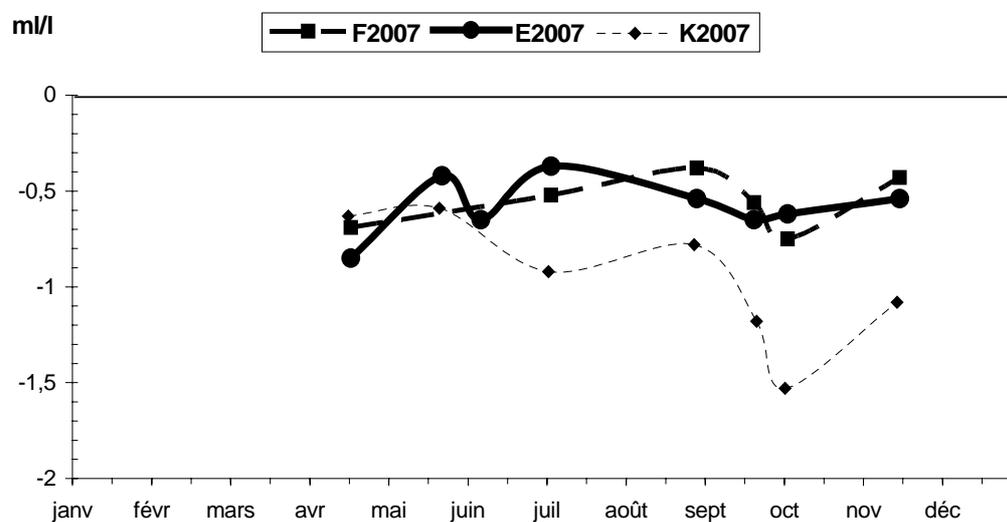


Figure 4-36 : Variations du déficit en oxygène dissous au point F, E, et K (valeurs moyennes) en 2007

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 0,09 ml/l (1,62 %) le 10 juillet et 0,29 ml/l (2,25 %) le 22 août. Cette dernière valeur a été observée à mi-jusant et correspond à des eaux ayant une température de 20,77° C en surface et 20,25° C au fond, et des MES de 0,009 g/l en surface et 0,062 g/l au fond.

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

Entre 0,14 ml/l (2,68 %) le 12 avril et 0,40 ml/l (5,46 %) le 08 juin. Cette dernière valeur a été observée à mi-flot et correspond à des eaux ayant une température de 20,15° C en surface et 19,94°C au fond, et des MES de 0,770 g/l en surface et 3,700g/l au fond.

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

Entre 0,06 ml/l (0,94 %) le 12 juillet et 0,24 ml/l (3,58 %) le 05 novembre. Cette dernière valeur a été observée à la pleine mer et correspond à des eaux ayant une température de 12,47° C en surface et 12,44°C au fond, et des MES de 0,380 g/l en surface et 2,900 g/l au fond.

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

4.6. Mesure électrochimique du pH

4.6.1. Variations annuelles

Le pH moyen relevé au cours de l'année 2007 a évolué :

Au point F (Figure 4-37)

en surface entre 8,00 (16 octobre) et 8,18 (22 août)

au fond entre 7,99 (16 octobre) et 8,18 (18 septembre)

Au point E (Figure 4-37)

en surface entre 7,83 (08 juin) et 8,16 (23 août)

au fond entre 7,85 (08 juin) et 8,15 (23 août)

Au point K (Figure 4-37)

en surface entre 7,72 (23 mai) et 8,06 (21 août)

au fond entre 7,71 (23 mai) et 8,05 (21 août)

Ces valeurs varient très peu sur la tranche d'eau.

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

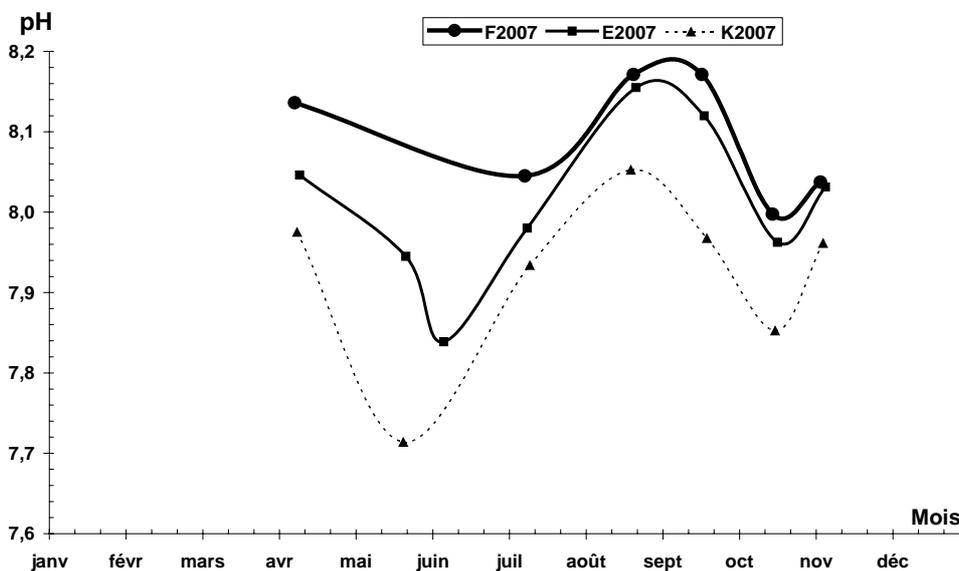


Figure 4-37 : Evolution du pH moyen (fond+surface) aux points F E K en 2007

Il y a une bonne corrélation entre l'oxygène dissous et le pH aux stations sauf au point E, en été (Figure 4-38).

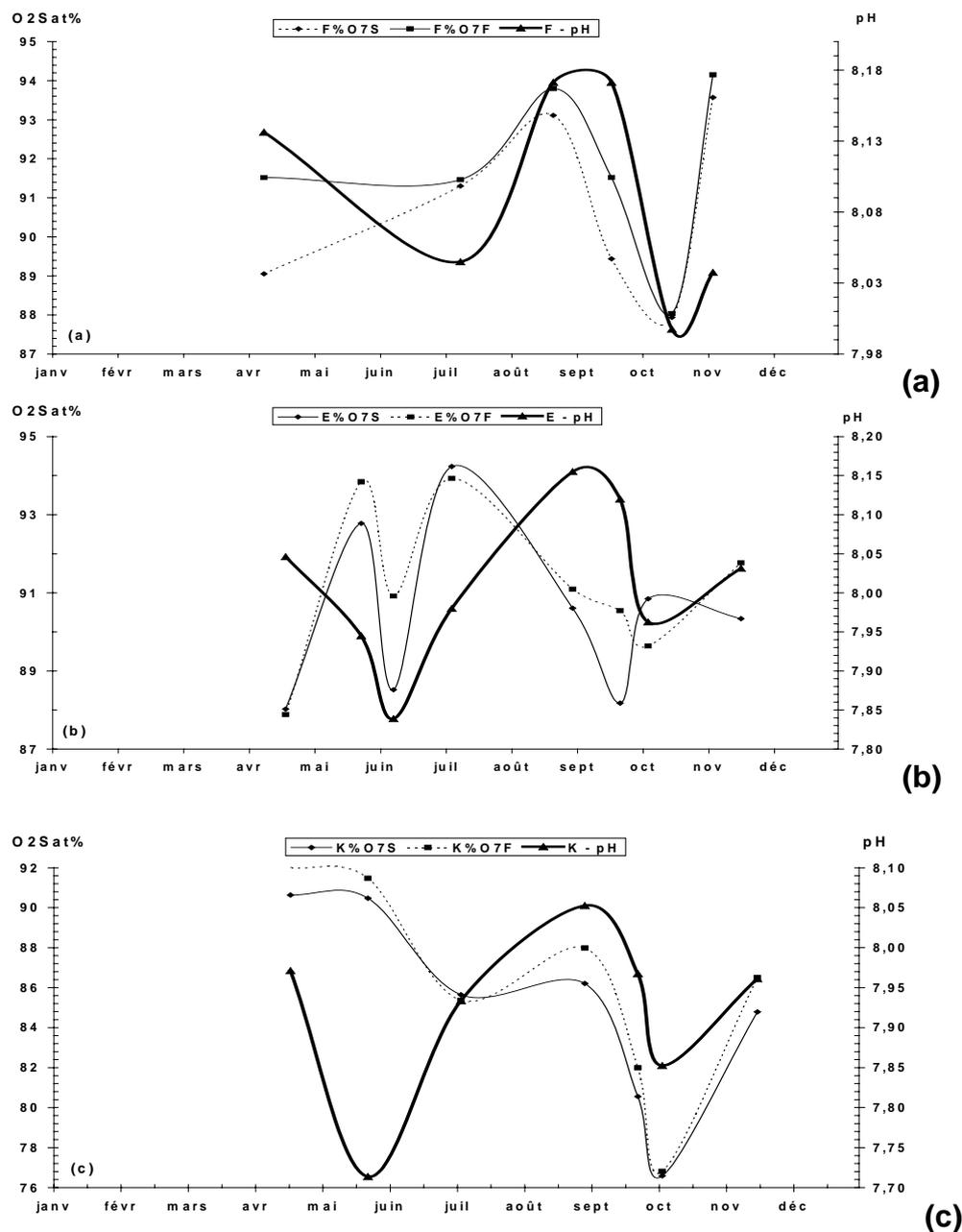


Figure 4-38 : Variations moyennes annuelles du pH (fond, surface) et du taux de saturation en oxygène au point F (a), E (b), K (c) en 2007

Si on compare les 4 années, on note que le pH est très sensible au débit fluvial (**Figure 4-39**). Une augmentation du débit fluvial (même minime), provoque une diminution du pH. La gamme de variation des pH est étroite.

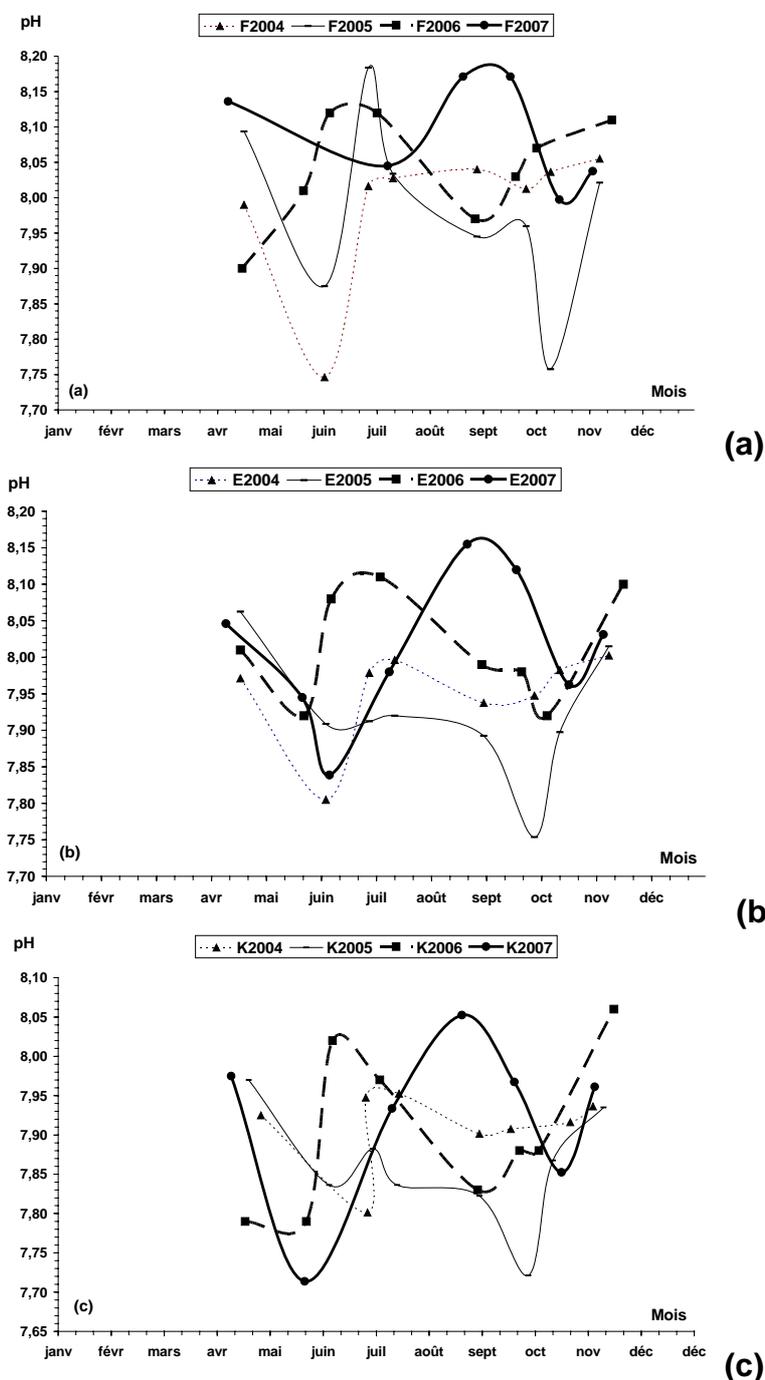


Figure 4-39 : Variations moyennes annuelles du pH aux points F (a), E (b), K (c) de 2004 à 2007

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 décidé²² 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. Variations saisonnières

Compte tenu de la forte turbidité des eaux de la Gironde, par rapport à un milieu océanique ou fluvial, les concentrations en carbone organique total sont souvent très proches de celles du carbone organique particulaire (**Figures 5-1 et 5-3**).

²² Réunion annuelle de suivi du 18 décembre 2003 au CNPE du Blayais

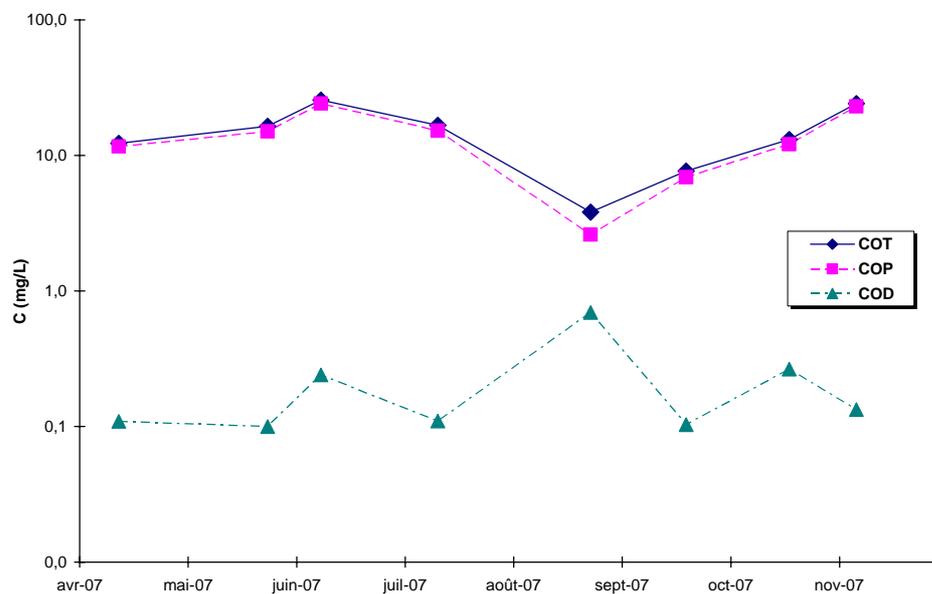


Figure 5-1 : Variations saisonnières des teneurs en carbone organique particulaire, moyenne par station et mission, station E

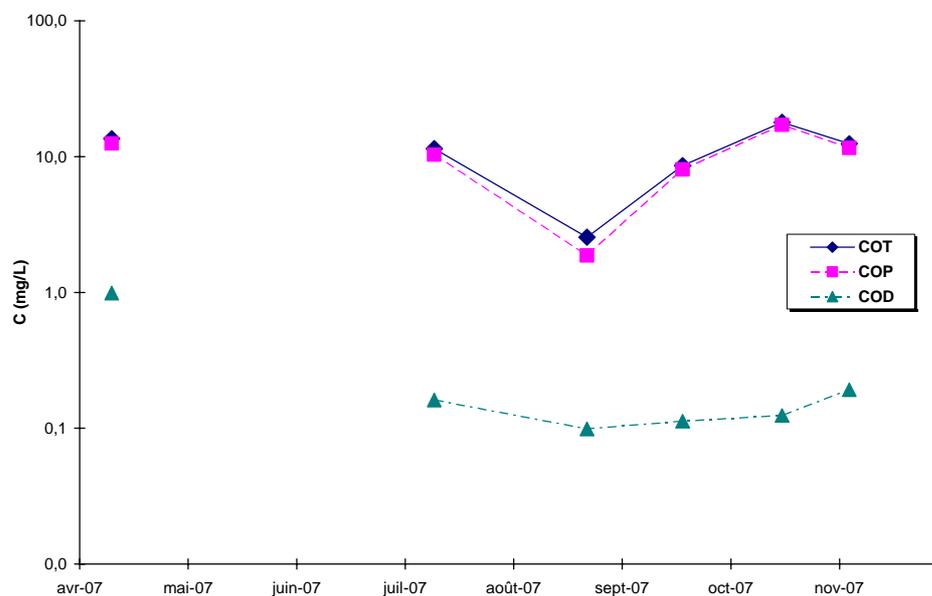


Figure 5-2 : Variations saisonnières des teneurs en matières en suspension, moyenne par station et mission, station F

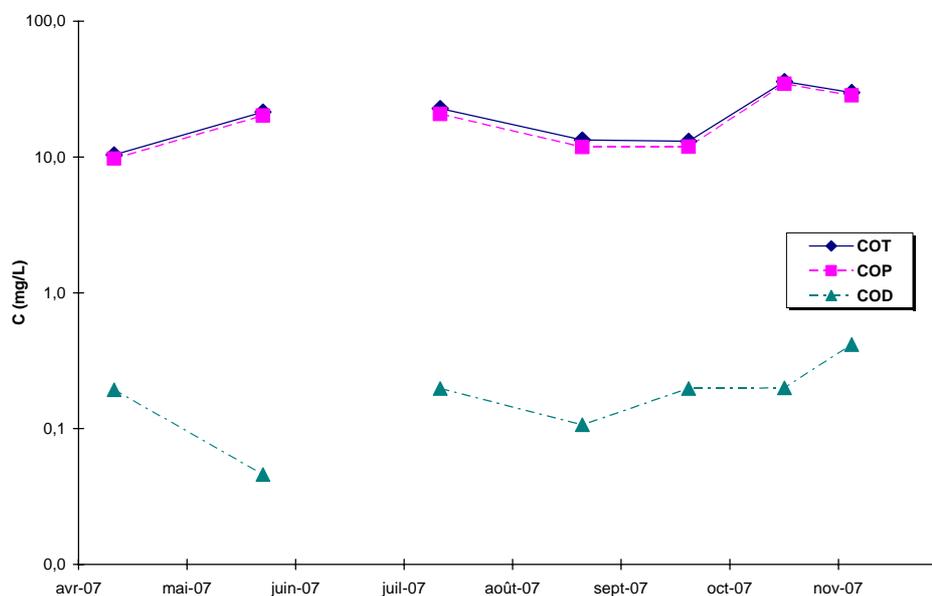


Figure 5-3 : Variations saisonnières des teneurs en matières en suspension, moyenne par station et mission, station K

La fraction dissoute, bien que comparativement très faible présente des variations saisonnières intéressantes. Ainsi, pour 2007, une évolution amont - aval des teneurs en carbone organique dissous se dégage de façon significative, notamment à partir de la crue du mois de juin (**Figure 5-4**). Les teneurs les plus faibles sont enregistrées en aval à la station F, et les plus élevées en amont à la station K. Comme dans de nombreux cas (cf. sels nutritifs et bore), la station E constitue une situation intermédiaire.

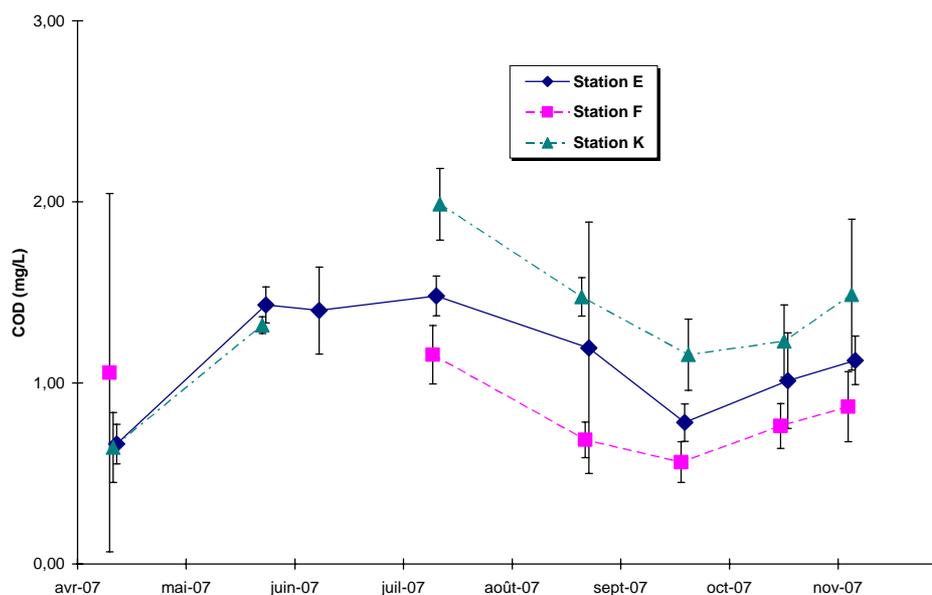


Figure 5-4 : Variations saisonnières des teneurs en carbone organique dissous, en moyenne par mission

La fraction particulaire du carbone organique est liée aux matières en suspension. Ainsi, pour chaque station, on note toujours une harmonisation des variations saisonnières des teneurs en MES et en COP - (**Figures 5-5 et 5-6**). Ainsi, la répartition des concentrations en COP par rapport à celles des MES est caractéristique des eaux de la Gironde en raison de la nature des sédiments drainés par les deux principaux fleuves qui le constituent (**Figure 5-7**).

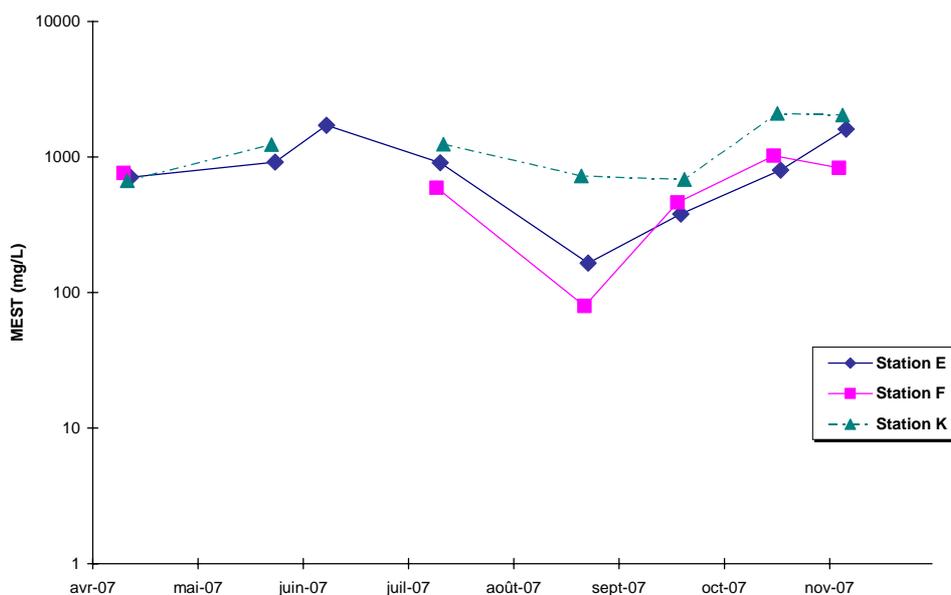


Figure 5-5 : Variations saisonnières des teneurs en matières en suspension, en moyenne par mission.

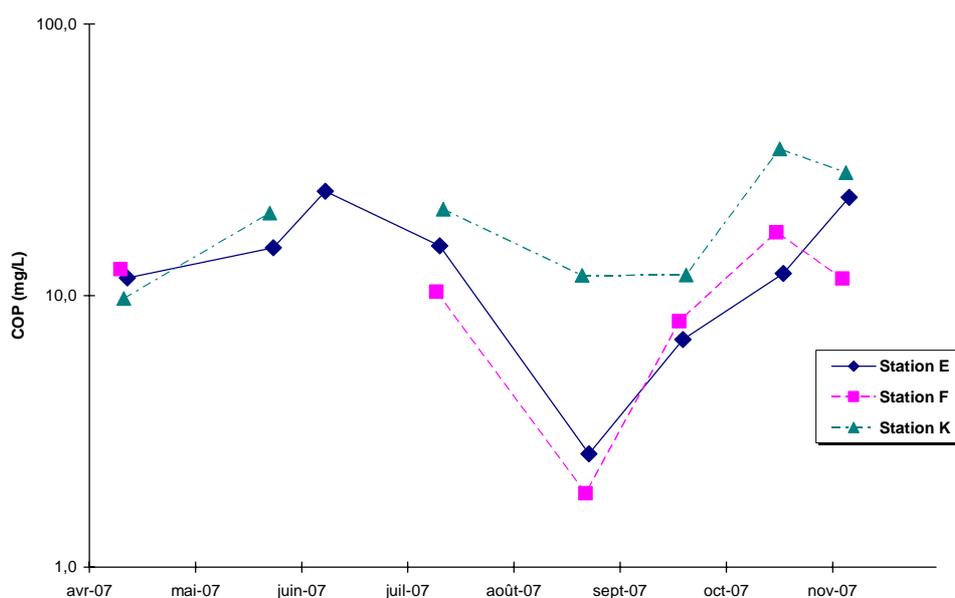


Figure 5-6 : Variations saisonnières des teneurs en carbone organique particulaire, en moyenne par mission.

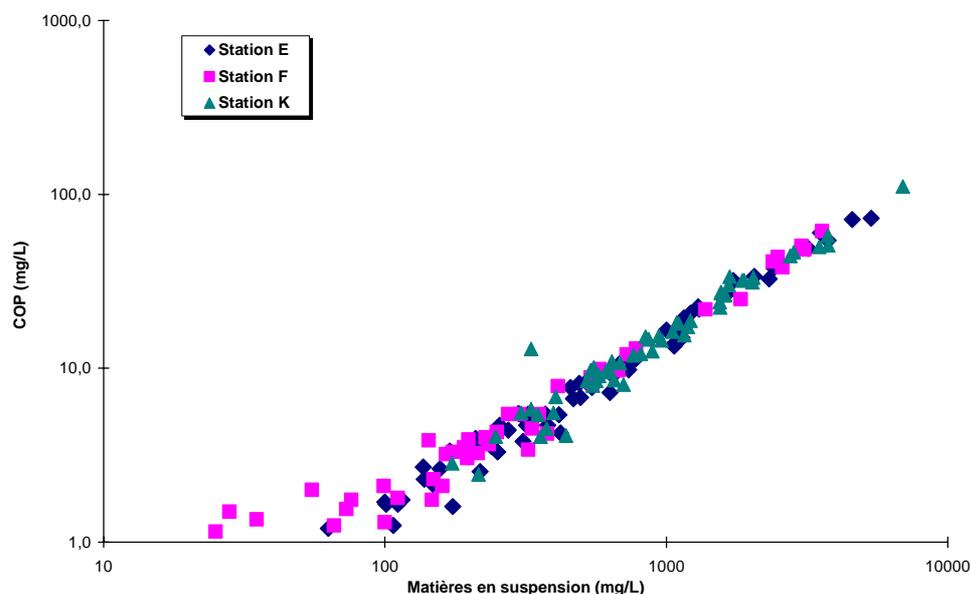


Figure 5-7 : répartitions des teneurs en COP par rapport à celles des matières en suspension, niveaux et missions confondus par station

Cependant, la fraction organique des particules en suspension peut varier en fonction de la période de l'année et de la position de la station de mesures au sein de l'estuaire. Ces écarts peuvent être appréhendés au travers du ratio de carbone organique contenu dans les matières en suspension (COP/MES). Pour 2007, l'étude des variations saisonnières de ce ratio laisse apparaître une augmentation importante de ce ratio à la station la plus aval (F) lors des missions estivales (août et septembre), en surface (**Figure 5-8**) ; le phénomène semble moins marqué au niveau du fond (**Figure 5-9**). Comme nous le verrons, ces augmentations sont dues à une diminution des teneurs en matières en suspension ; mais, elles sont, également, associées à des teneurs en chlorophylle notables ; elles correspondent à une production primaire dans la partie aval de l'estuaire. Pour les deux autres stations, en surface comme au fond, les valeurs du ratio varient peu ; elles sont proches de celle de la normale : 1,62%²³.

²³ Moyenne des mesures réalisées depuis 1993, toutes stations, temps de marée et niveaux confondus

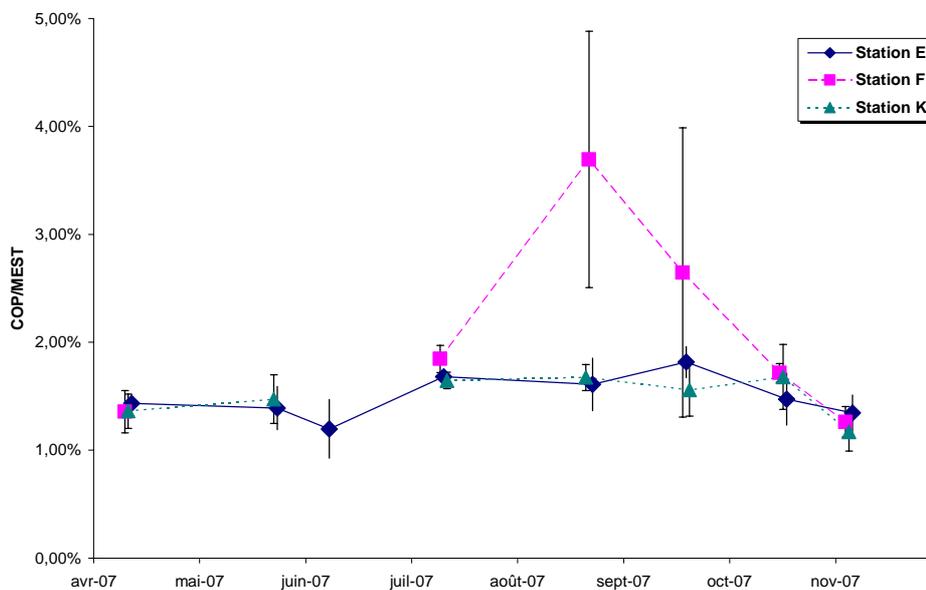


Figure 5-8 : Variations saisonnières du rapport COP/MES au niveau de la surface, en moyenne par station et mission.

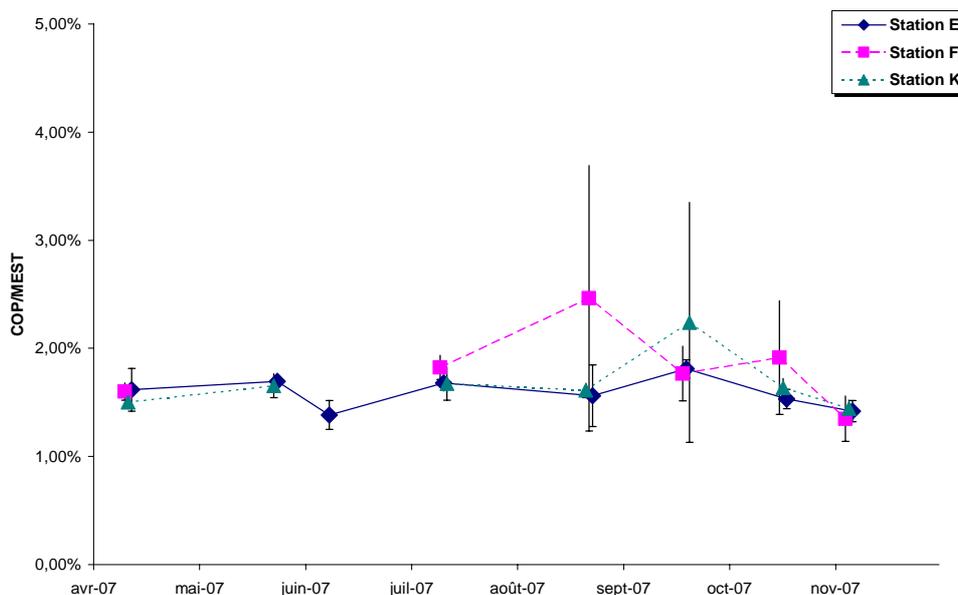


Figure 5-9 : Variations saisonnières du rapport COP/MES au niveau du fond, en moyenne par station et mission

5.1.2. Répartition du carbone organique et relation avec les paramètres hydro biologiques

5.1.2.1. Répartition du carbone organique

D'une manière générale, la fraction dissoute du carbone organique représente environ 1/3 du total des deux fractions. Cependant, compte tenu de l'importance des matières en

suspension dans l'estuaire de la Gironde, ce ratio est le plus souvent inférieur à cette valeur (**Figure 5-10**).

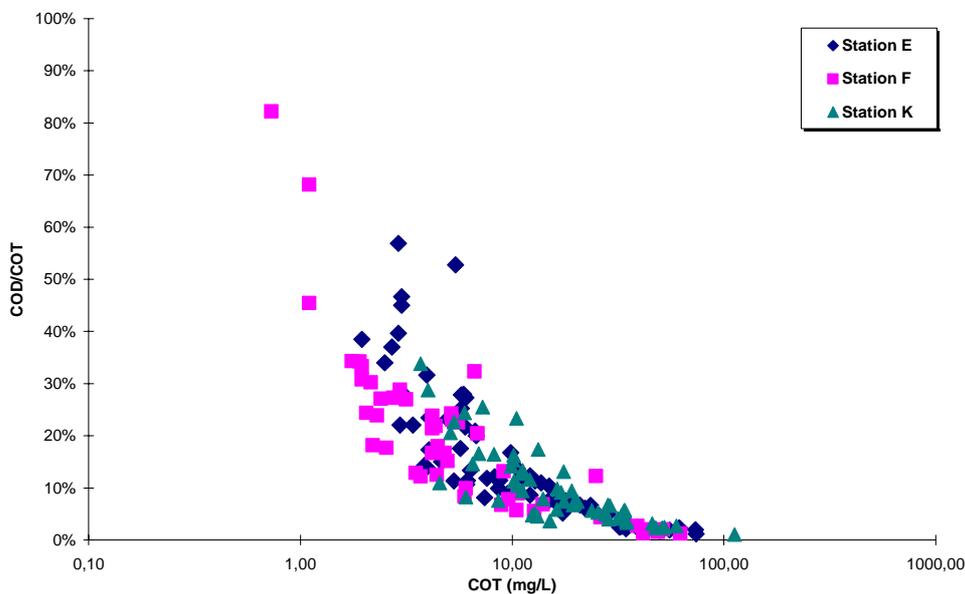


Figure 5-10 : Répartition du carbone organique, toutes stations, niveaux et temps de marée confondus.

Ainsi, pour les 168 mesures réalisées en 2007, seulement 19 d'entre elles ont une teneur en carbone organique dissous représentant plus de 30% de la teneur en COT ; en 2006 cette répartition représentait 40 mesures sur 183 réalisées.

Près de la moitié des mesures de COD supérieures à 30% du COT est associées aux stations F et E, pour l'essentiel en surface. On peut donc considérer que cette répartition est due, en l'occurrence, à l'intrusion des eaux halines.

5.1.2.2. Relation avec les paramètres hydro biologiques

5.1.2.2.1 Rapport COP/MES et matières en suspension

Lorsque la teneur en matières en suspension augmente, au niveau du fond notamment, la dispersion des valeurs du rapport COP/MES diminue (**Figure 5-11**) ; elles tendent vers une valeur proche de celle de la moyenne pluriannuelle (1,62 % toutes stations, niveaux et temps de marée confondus). Cette représentation montre également que les rapports COP/MES les plus élevés sont enregistrés à la station F. Ainsi les valeurs du ratio supérieures à 2% correspondent, pour la quasi-totalité, à cette station, lors des campagnes estivales (**Tableau 5-1**).

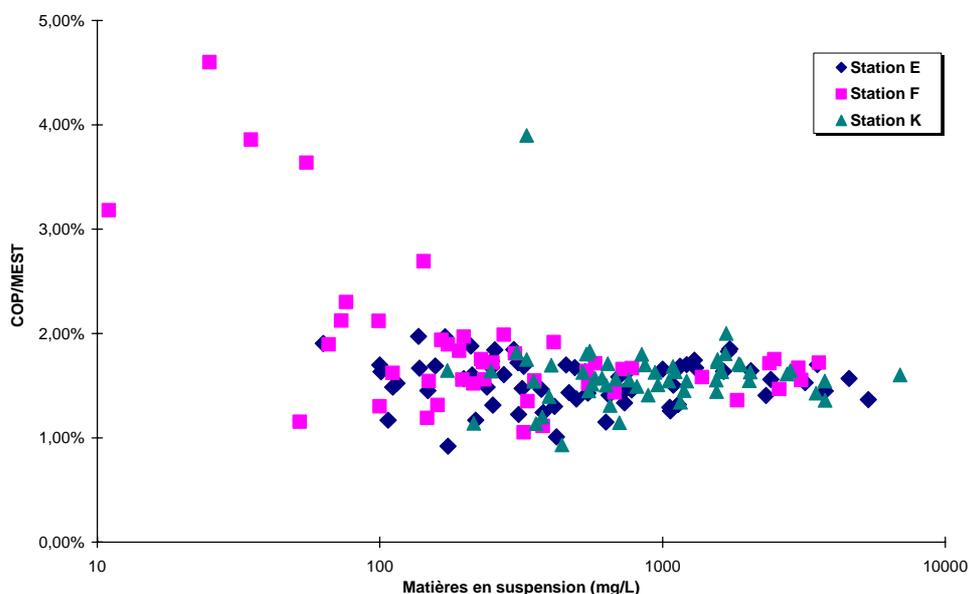


Figure 5-11 : Répartition des valeurs du rapport COP/MES (y) avec les teneurs en MES (x), par station.

Tableau 5-1 : ratio COP/MES supérieur à 2% (extrait de la base de données)

St	Niv	Date	COD mg/L	MES mg/l	COP mg/l	COP/MES	COT mg/L	COD/COT
F	F	22-août-07	0,60	35	1,4	3,86%	1,95	31%
F	F	18-sept-07	0,45	99	2,1	2,12%	2,55	18%
F	F	16-oct-07	0,55	143	3,9	2,69%	4,40	13%
F	S	22-août-07	0,75	55	2,0	3,64%	2,75	27%
F	S	22-août-07	0,65	28	1,5	5,36%	2,15	30%
F	S	22-août-07	0,60	5	0,1	2,60%	0,73	82%
F	S	22-août-07	0,75	11	0,4	3,18%	1,10	68%
F	S	18-sept-07	0,55	76	1,8	2,30%	2,30	24%
F	S	18-sept-07	0,50	73	1,6	2,12%	2,05	24%
F	S	18-sept-07	0,60	25	1,2	4,60%	1,75	34%
K	F	20-sept-07	1,10	331	12,9	3,90%	14,00	8%

5.1.3. Evolution des moyennes annuelles

5.1.3.1. Carbone organique total et dissous

Après l'augmentation des moyennes annuelles enregistrée au cours de l'année 2006²⁴, pour l'ensemble des stations de mesures, les valeurs retrouvent un niveau proche de ceux enregistrés au cours des années 2004 et 2005 (**Figure 5-12**). D'une manière générale, en raison de l'impact des matières en suspension sur les teneurs en COT, les valeurs des moyennes annuelles sont plus élevées pour les mesures réalisées en fond ; et

²⁴ Etude de surveillance écologique du site du CNPE « Le Blayais », année 2006

pour un niveau défini, les valeurs sont plus élevées en amont (station K) qu'en aval (station F) ; cependant, le niveau de mesure reste prépondérant.

En ce qui concerne le carbone organique dissous, les teneurs moyennes annuelles sont en nette diminution par rapport à celles enregistrées les années précédentes (**Figure 5-13**). On note que les moyennes les plus faibles sont enregistrées à la station la plus en aval (F) et les plus élevées à la station la plus amont (K) ; la station E présente une situation intermédiaire entre ces deux stations ; pour ce paramètre, l'impact du niveau de mesure est négligeable.

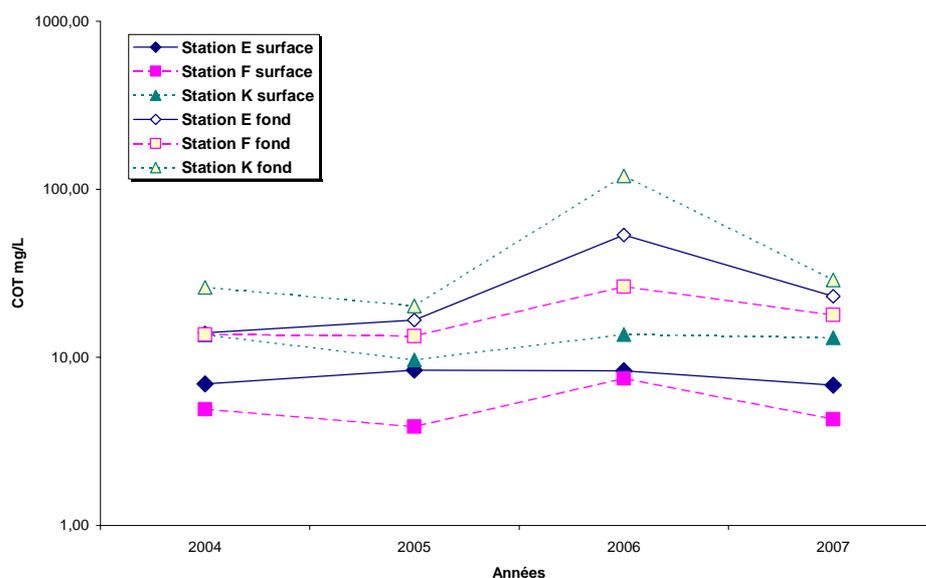


Figure 5-12 : évolution des moyennes annuelles des concentrations en COT, par station et niveau

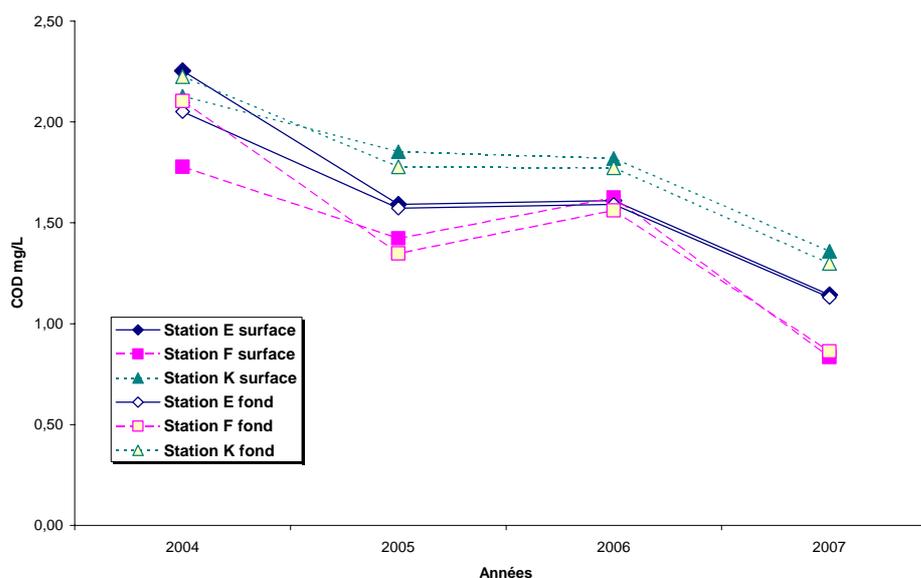


Figure 5-13 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en COD, par station et niveau

5.1.3.2. Carbone organique particulaire et matières en suspension

Pour les trois stations, l'évolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et celles du COP sont à peu près identiques (**Figures 5-14 à 5-16**).

Après l'augmentation des valeurs enregistrées en 2006, les valeurs des moyennes annuelles des teneurs en carbone organique particulaire et en matières en suspension retrouvent un niveau proche de celles des années antérieures.

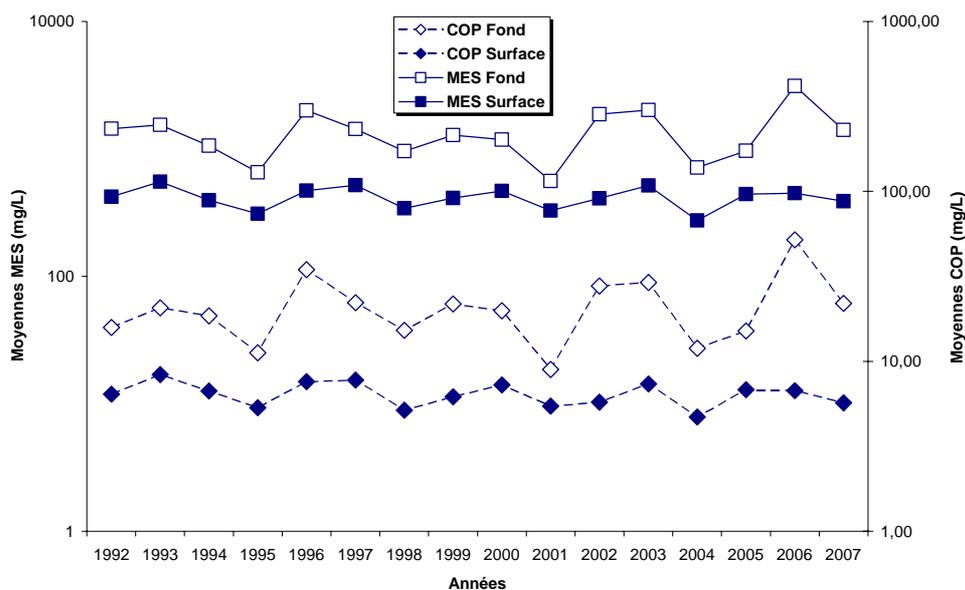


Figure 5-14 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et en COP à la station E, par niveau.

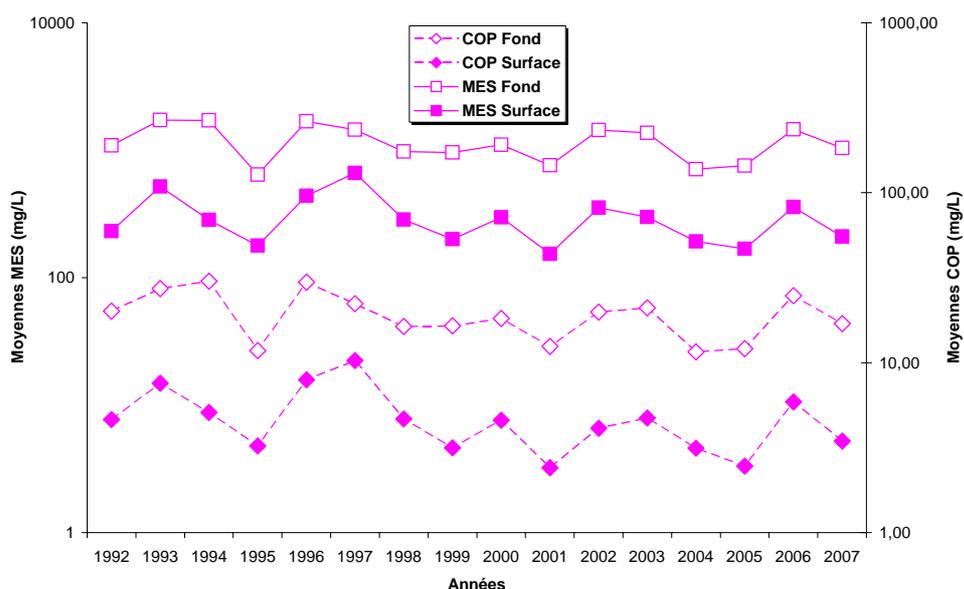


Figure 5-15 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et en COP à la station F, par niveau

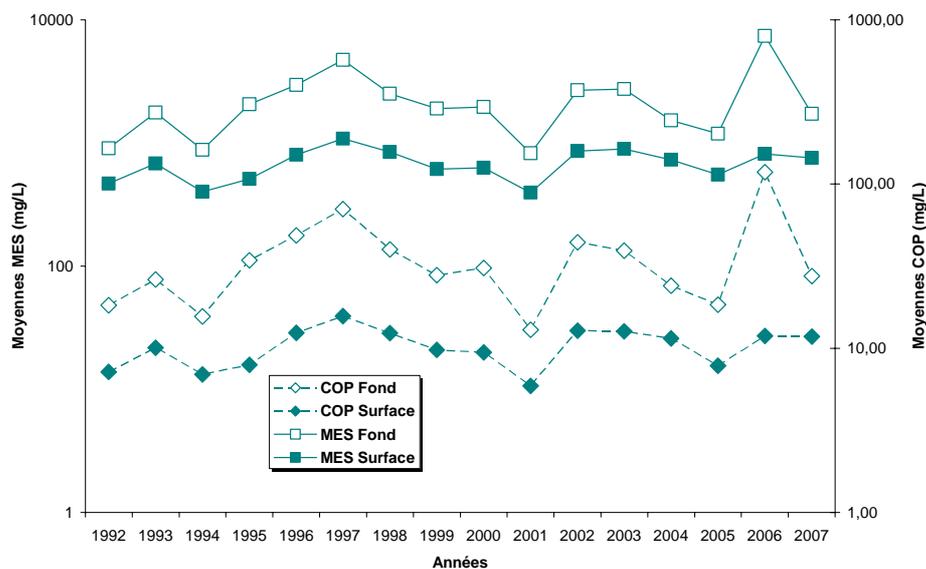


Figure 5-16 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et en COP à la station K, par niveau.

Le tableau ci-après fournit les valeurs des paramètres des régressions qui lient les concentrations en COP à celles des MES pour chaque année depuis 1993, toutes stations confondues (**Tableau 5-2**). La moyenne annuelle (1,67%), toutes stations et niveaux confondus, est proche de la valeur de la moyenne pluriannuelle 1993 – 2007 (1,62% pour 2712 données).

Tableau 5-2 : Paramètres des droites de régressions entre les teneurs en COP (mg/L) et celles en MES (mg/L), moyennes annuelles du rapport COP/MES, toutes stations confondues, période 1993 à 2007.

	Nb	Pente	Ord.	R	α^{25}	COP/MES
1993	188	1,36%	1,2	0,94	5.10^{-89}	1,56%
1994	192	1,77%	-0,1	1,00	4.10^{-240}	1,86%
1995	168	1,67%	0,2	0,98	1.10^{-118}	1,72%
1996	192	1,77%	-1,1	1,00	3.10^{-202}	1,68%
1997	192	1,48%	0,4	0,99	8.10^{-168}	1,51%
1998	168	1,62%	-0,4	1,00	3.10^{-185}	1,59%
1999	191	1,62%	-0,3	0,97	3.10^{-116}	1,64%
2000	189	1,63%	-0,3	1,00	3.10^{-189}	1,62%
2001	192	1,61%	-0,1	0,99	1.10^{-161}	1,62%
2002	191	1,50%	-0,3	0,97	3.10^{-113}	1,46%
2003	192	1,42%	0,5	0,98	3.10^{-126}	1,57%
2004	192	1,50%	0,7	0,99	1.10^{-161}	1,56%
2005	192	1,59%	-0,3	0,99	1.10^{-147}	1,60%
2006	184	1,65%	-0,8	1,00	2.10^{-227}	1,53%
2007	168	1,55%	0,2	0,99	1.10^{-153}	1,67%

²⁵ Risque α selon la loi de Snédécov (Loi F) pour $u1 = 1$ et $u2 = N - 2$ degrés de liberté.

A la station E, pour 2007, au niveau du fond comme en surface, la valeur de la moyenne du rapport COP/MES évolue peu par rapport à celles des années antérieures (**Figure 5-17**) ; moyenne annuelle 2007 de 1,59% au fond et 1,49% en surface ; moyenne pluriannuelle 1993 – 2007 de 1,59% au fond et 1,58% en surface. A noter pour la deuxième année consécutive les écarts types (barres d'erreurs) particulièrement faibles par rapport à ceux des années précédentes.

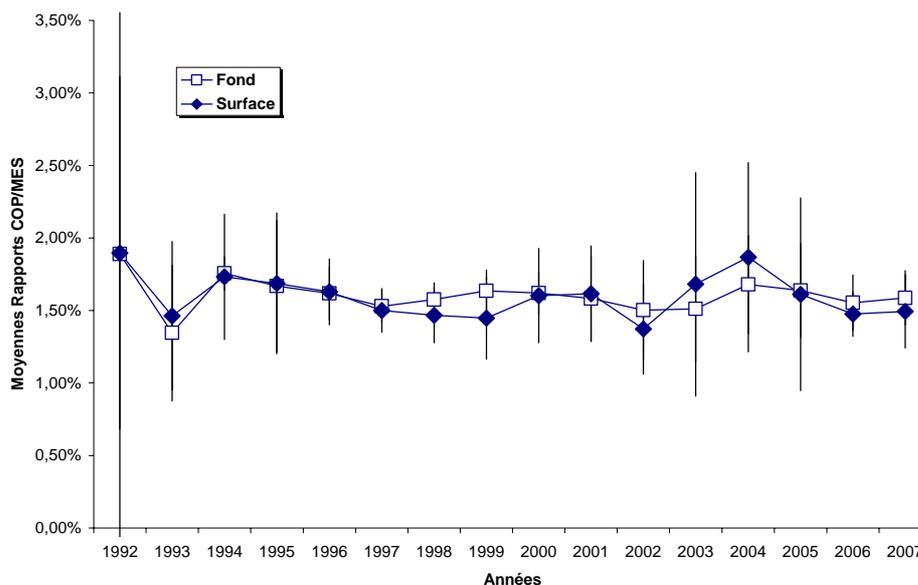


Figure 5-17 : Evolution des moyennes annuelles des rapports COP/MES à la station E, par niveau.

A la station F, pour 2007, les valeurs des moyennes annuelles du rapport COP/MES sont en nette augmentation par rapport à celles obtenues les années précédentes (moyennes annuelles 2007 : 1,80% au fond et 2,09% en surface ; moyennes pluriannuelles 1993 – 2007 : 1,69% au fond et 1,72% en surface). Les écarts enregistrés à la station F pour les deux niveaux en 2007 sont notables (**Figure 5-18**). Il convient de noter que pour cette station, en 2007, 16 mesures n'ont pu être réalisées.

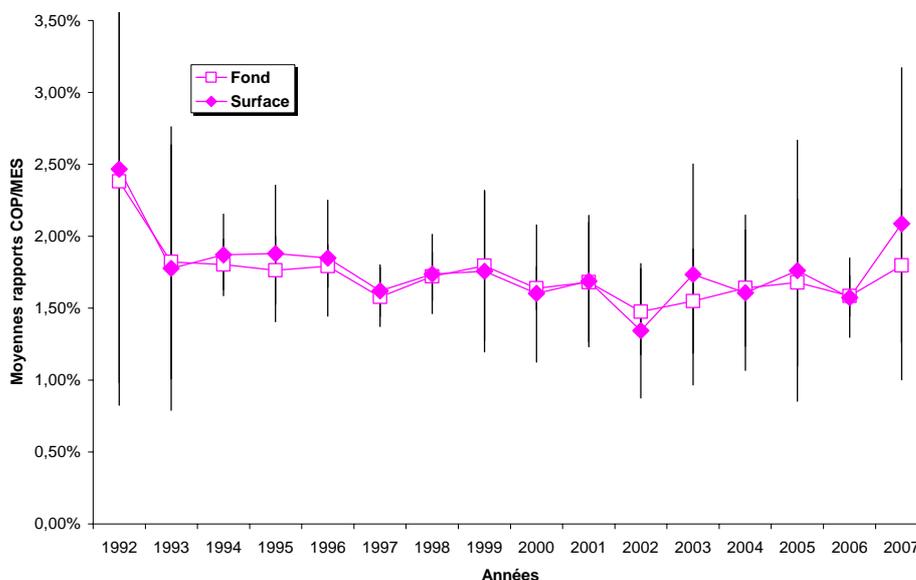


Figure 5-18 : Evolution des moyennes annuelles des rapports COP/MES à la station F, par niveau.

A la station K, bien que les valeurs des moyennes annuelles des teneurs en COP et en MES soient très élevées, les valeurs des moyennes annuelles des rapports COP/MES sont en légère augmentation depuis 2005 (**Figure 5-19**), avec des moyennes annuelles 2007 de 1,68% au fond et 1,51% en surface, et des moyennes pluriannuelles 1993 - 2007 de 1,63% au fond et 1,53% en surface.

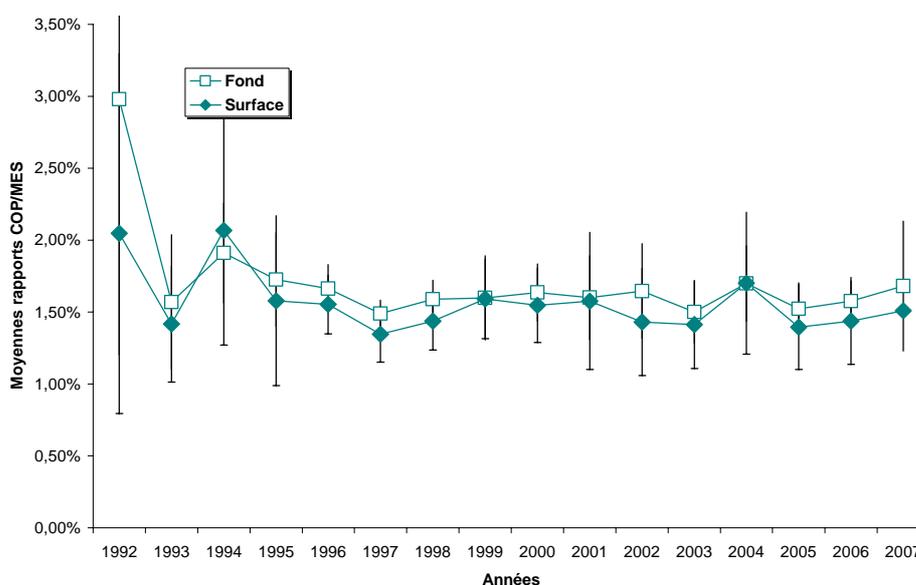


Figure 5-19 : Evolution des moyennes annuelles des rapports COP/MES à la station K, par niveau.

5.2. Chlorophylle et phéopigments

5.2.1. Variations saisonnières

5.2.1.1. Concentration en chlorophylle (a)

D'une manière générale, à la station E, les variations des teneurs en chlorophylle (a) sont similaires entre la basse et la pleine mer (**Figure 5-20**). Les valeurs sont faibles avec un maximum lors de la campagne du mois d'octobre 2007.

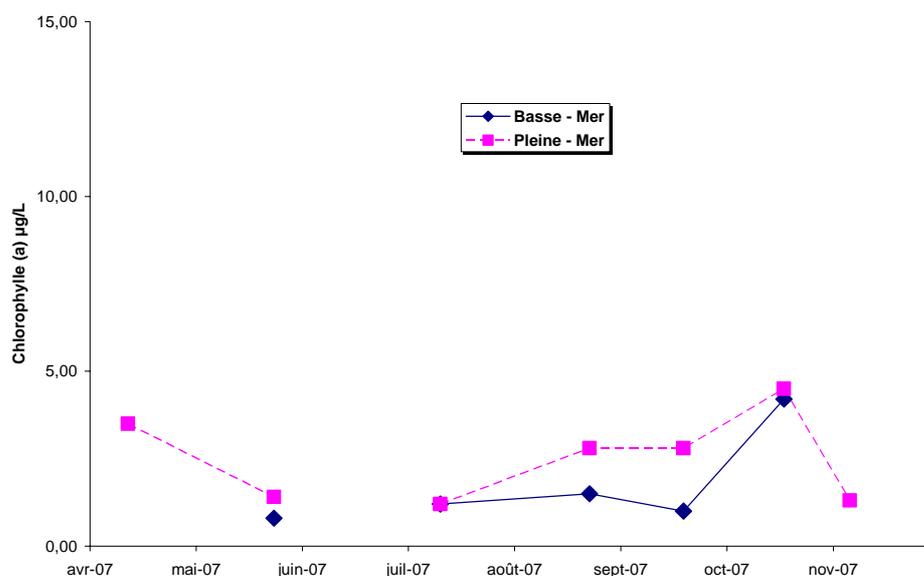


Figure 5-20 : Variations saisonnières des teneurs en chlorophylle (a) à la station E.

A la station F, les teneurs en chlorophylle (a) augmentent de façon significative entre juillet et octobre 2007 (**Figure 5-21**). Pour l'ensemble des mesures réalisées, les teneurs enregistrées à basse mer sont systématiquement inférieures à celles enregistrées à pleine mer.

Pour la station K, lors de la première campagne de l'année, la teneur en chlorophylle (a) est notable à basse mer, mais pas à pleine mer (**Figure 5-22**). Pour le reste de la période d'étude, les teneurs en chlorophylle (a) restent faibles pour les deux temps de marée. La présence du bouchon vaseux au niveau de cette station au cours de cette période n'est certainement pas étrangère aux faibles variations enregistrées.

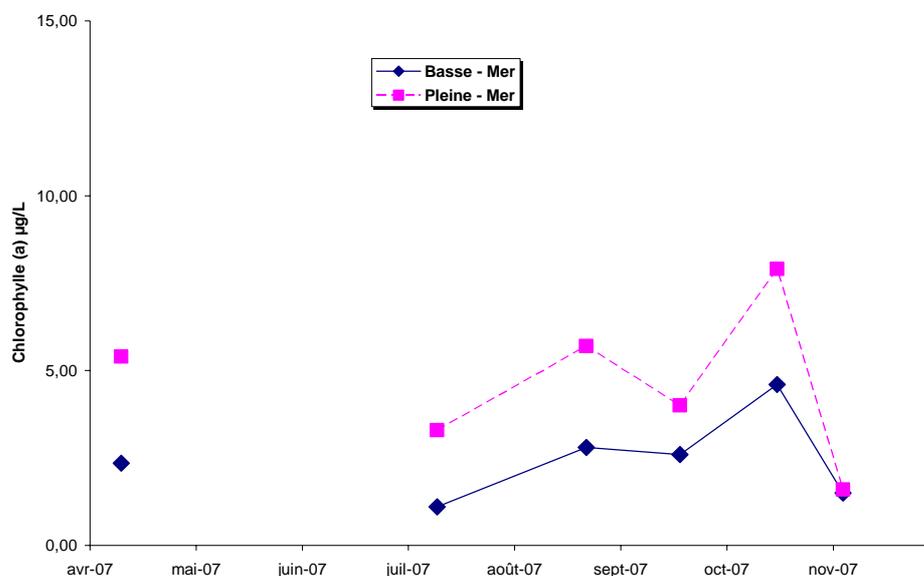


Figure 5-21 : Variations saisonnières des teneurs en chlorophylle (a) à la station F.

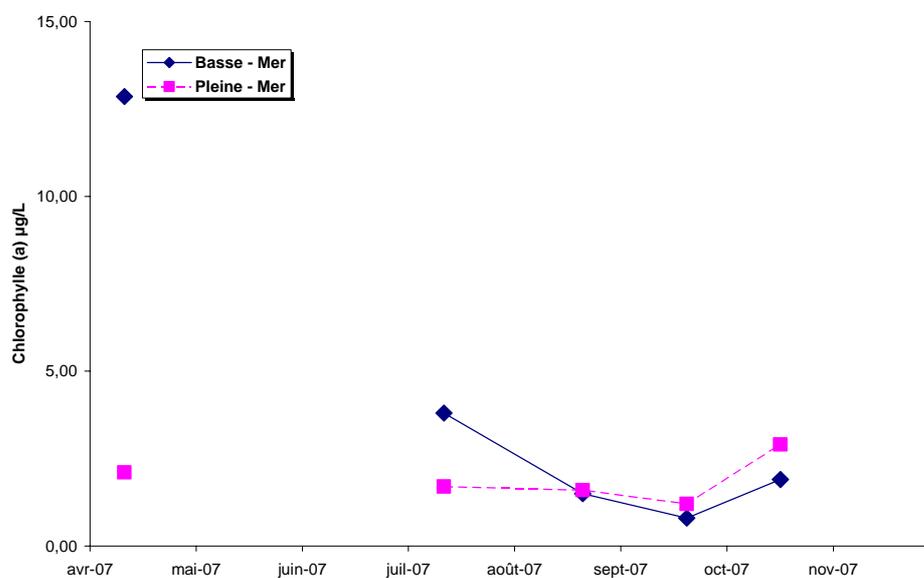


Figure 5-22 : Variations saisonnières des teneurs en chlorophylle (a) à la station K.

5.2.1.2. Normalisation au carbone organique particulaire

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

Pour la station E, cette normalisation n'apporte pas d'information complémentaire quant à l'évolution saisonnière de la biomasse algale (**Figure 5-23**). En effet, les variations saisonnières du rapport Chlorophylle (a) / carbone organique particulaire sont proches de celles présentées ci-dessus pour les concentrations brutes.

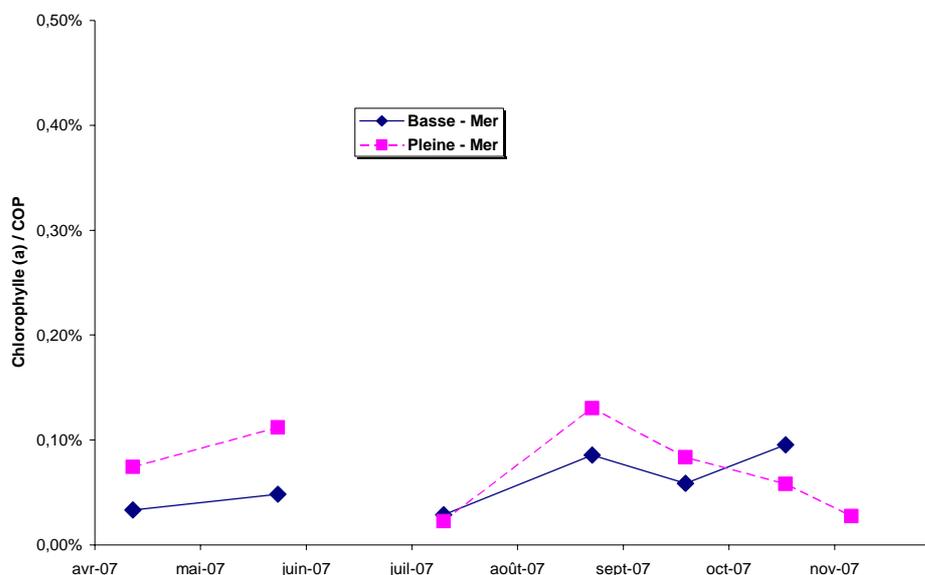


Figure 5-23 : Variations saisonnières du rapport entre la chlorophylle (a) et le COP à la station E.

En revanche, pour la station F, cette normalisation permet de mettre en évidence l'augmentation significative de la biomasse algale en période estivale lors de l'intrusion des eaux halines. En effet, les valeurs des rapports chlorophylle (a) / carbone organique particulaire, enregistrées au cours de la période estivale, sont plus élevées qu'aux deux autres stations (**Figure 5-24**). De plus, les valeurs de pleine mer sont supérieures à celles de basse mer. A noter que la valeur de ce ratio pour la campagne du 22 août 2007 à pleine mer a été obtenue à partir d'une mesure complémentaire du COP.

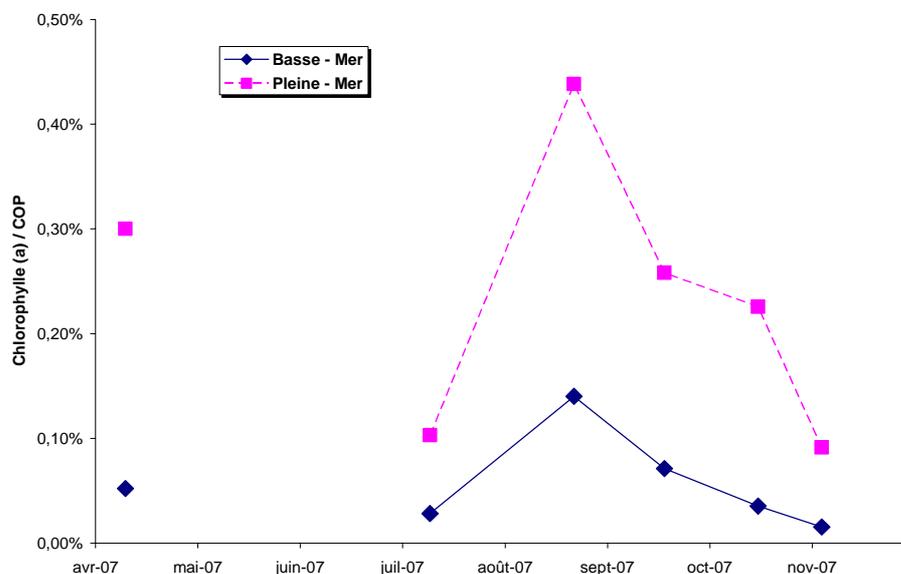


Figure 5-24 : Variations saisonnières du rapport entre la chlorophylle (a) et le COP à la station F.

En revanche, à la station K, les valeurs de ce rapport pour la période estivale confirment l'absence de production primaire et la biomasse algale faible (**Figure 5-25**).

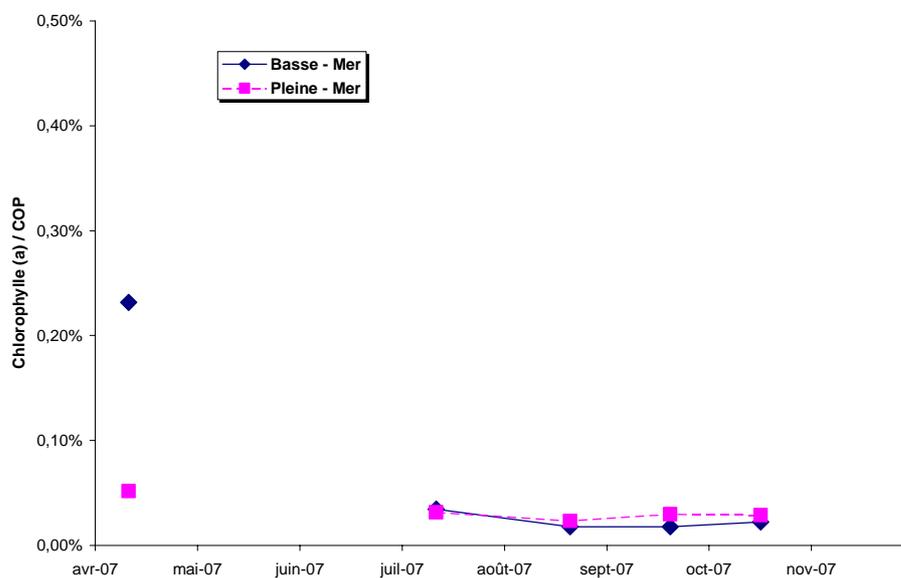


Figure 5-25 : Variations saisonnières du rapport entre la chlorophylle (a) et le COP à la station K.

5.2.2. Evolution des moyennes annuelles

Une évolution dans les conditions d'application de la méthode d'essais (modification de la nature du filtre, extraction...) est intervenue en début d'année 2007. Cette évolution, rendue nécessaire par la mise sous accréditation de ce paramètre, pourrait être à

l'origine des faibles valeurs enregistrées au cours de l'année comparativement aux années précédentes (**Figure 5-26**).

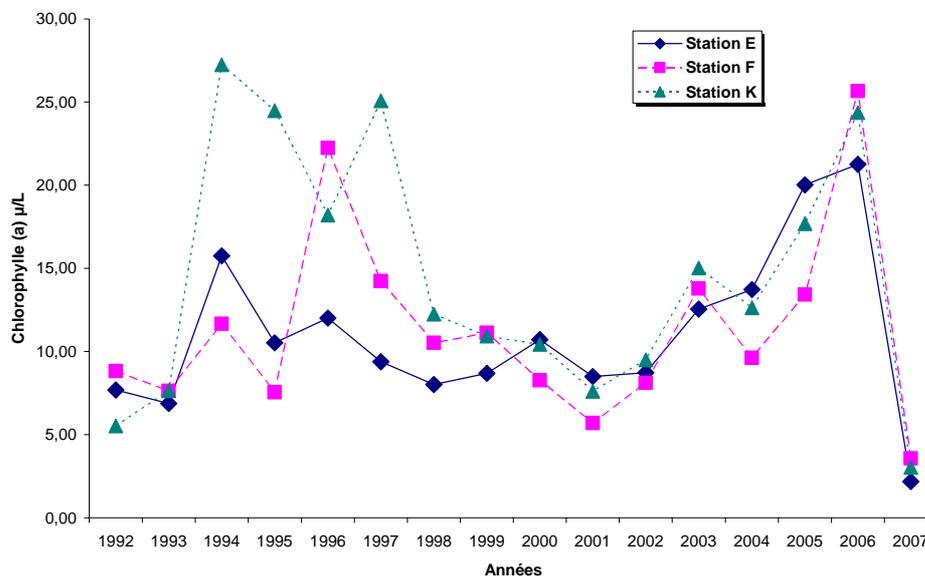


Figure 5-26 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en chlorophylle (a), par station.

5.3. Sels nutritifs et bore

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

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

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

5.3.1. Variations saisonnière

5.3.1.1. Sels azotés

5.3.1.1.1 Ammonium

Sur les quarante mesures réalisées au cours de l'année 2007 seulement 21 ont présenté des concentrations en ammonium supérieures à la limite de quantification (0,5 µmol/L) ; 7 ont été enregistrées à la station E (entre 0,9 et 2,7 µmol/L), 4 à la station F (entre 0,5 et 7,0 µmol/L) et 10 à la station K (entre 0,6 et 9,4 µmol/L).

5.3.1.1..2 Nitrates et nitrites

L'augmentation des débits de la Garonne et de la Dordogne enregistrée au cours du mois de juin, n'a pas été sans conséquence sur les apports en sels nutritifs dans l'estuaire de la Gironde. Cependant, cet effet n'a été perceptible que pour la station E (**Figure 5-27**) ; les deux autres stations n'ayant pu être échantillonnées lors de cette campagne (**Figures 5-28 et 5-29**).

Pendant la période d'étiage, les teneurs en nitrates et nitrites sont toujours plus élevées à basse mer qu'à pleine mer ; l'écart des valeurs, entre la basse mer et la pleine mer croît de l'amont vers l'aval ; il est quasi nul au niveau de la station K.

Enfin, dans ce cadre, il convient de noter le niveau relativement élevé des teneurs enregistrées au cours de la période d'étiage aux stations E et K et, à moindre échelle, à la station F à basse mer. Ce niveau particulièrement élevé est à rapprocher des conditions atmosphériques (précipitations et températures notamment) qui ont régné au cours de l'été 2007.

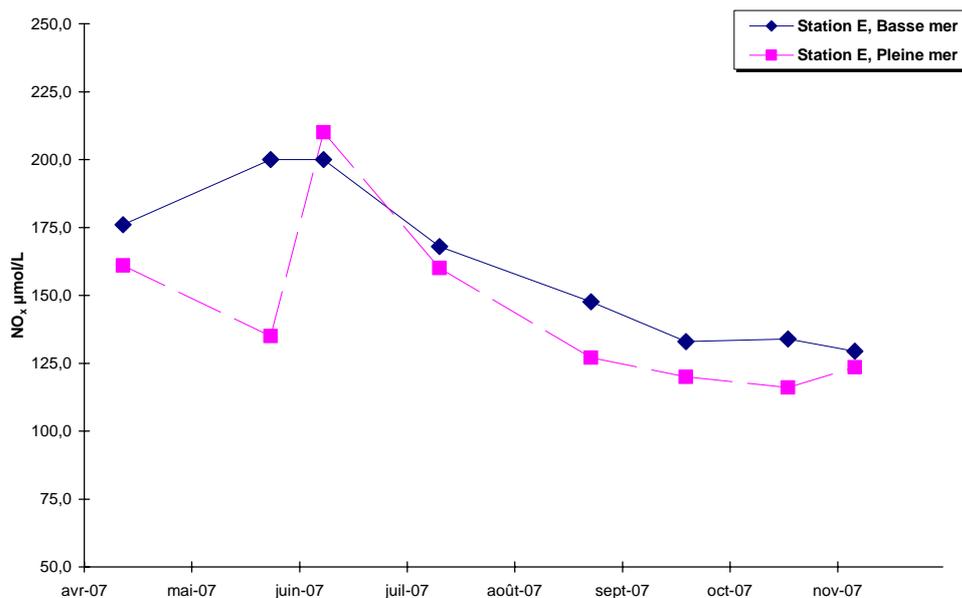


Figure 5-27 : Variations saisonnières des teneurs en nitrates – nitrites à la station E.

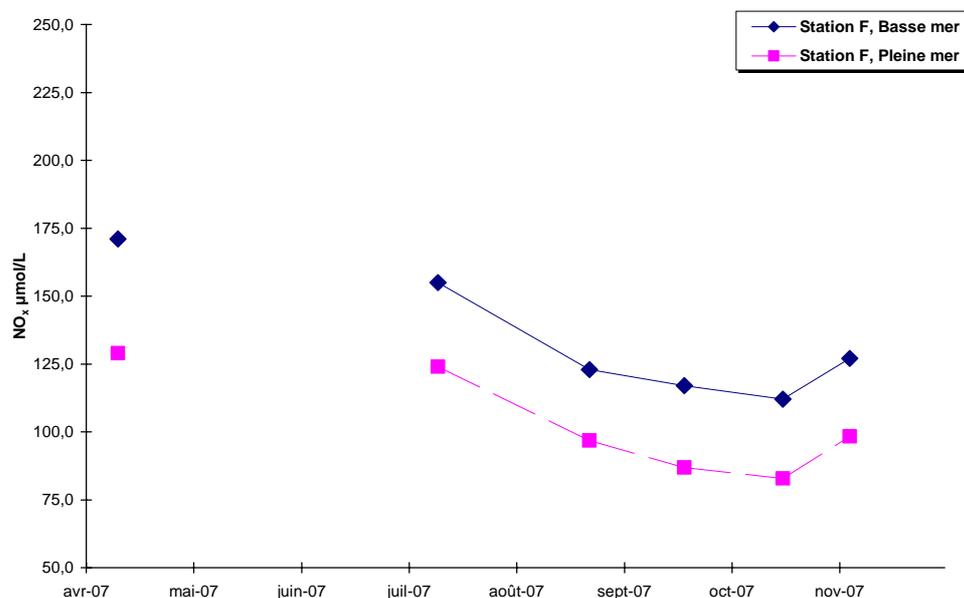


Figure 5-28 : Variations saisonnières des teneurs en nitrates – nitrites à la station F.

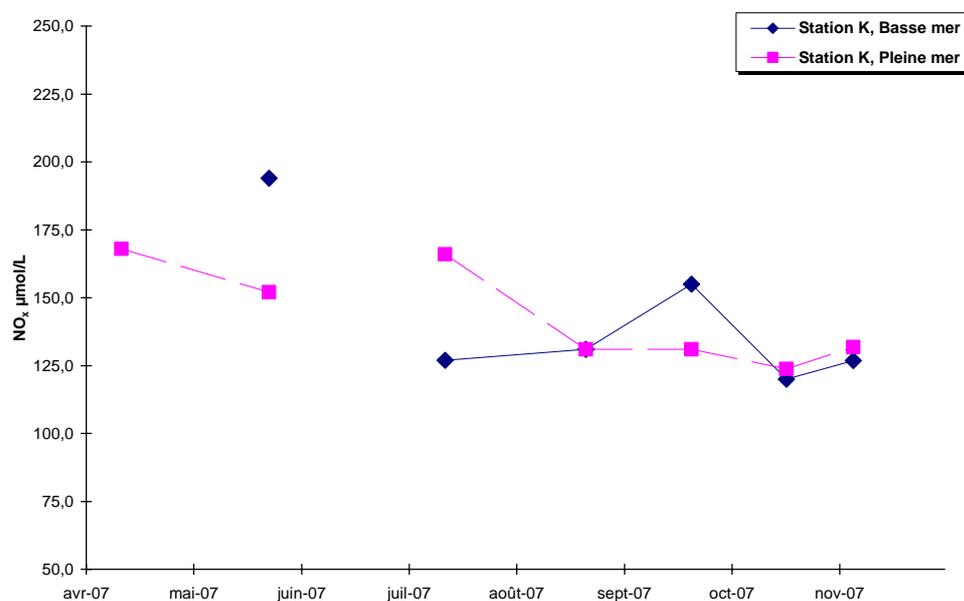


Figure 5-29 : Variations saisonnières des teneurs en nitrates – nitrites à la station K.

5.3.1.2. Orthophosphates et rapport N/P

Au cours de l'année 2007, 2 des 42 mesures réalisées ont été inférieures à la limite de quantification ; les deux mesures ont été enregistrées à la station E lors de la campagne du 24 mai 2007. D'une manière générale, pour les trois stations les teneurs les plus élevées ont été enregistrées lors de la première campagne de la période d'étude (Figures 5-30 à 5-31).

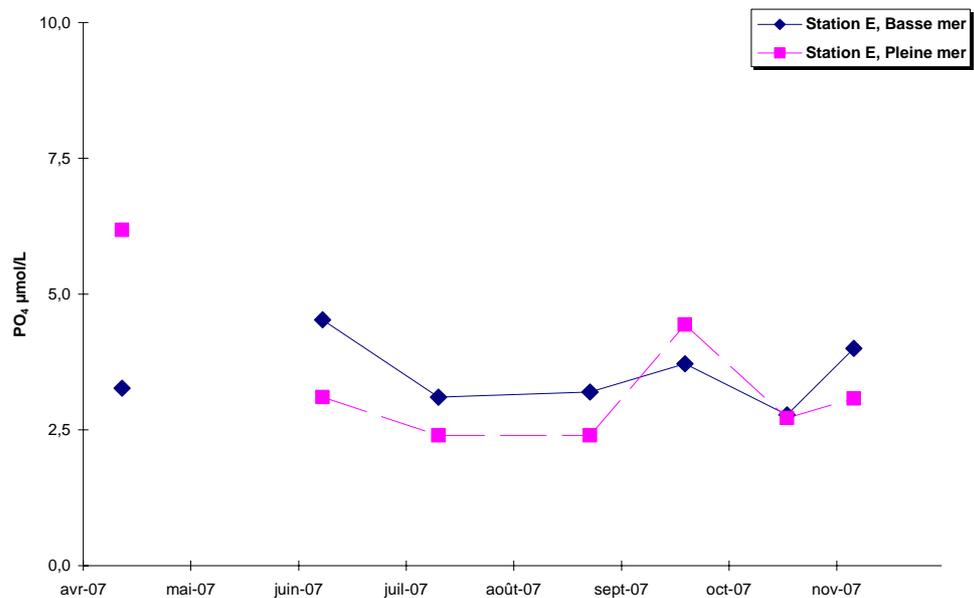


Figure 5.30 : Variations saisonnières des teneurs en orthophosphates à la station E.

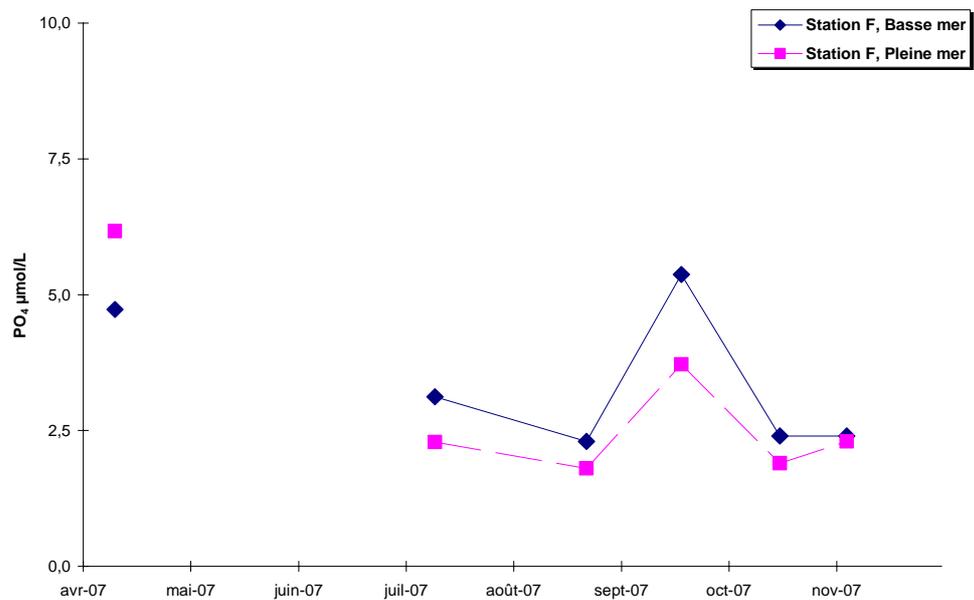


Figure 5.31 : Variations saisonnières des teneurs en orthophosphates à la station F.

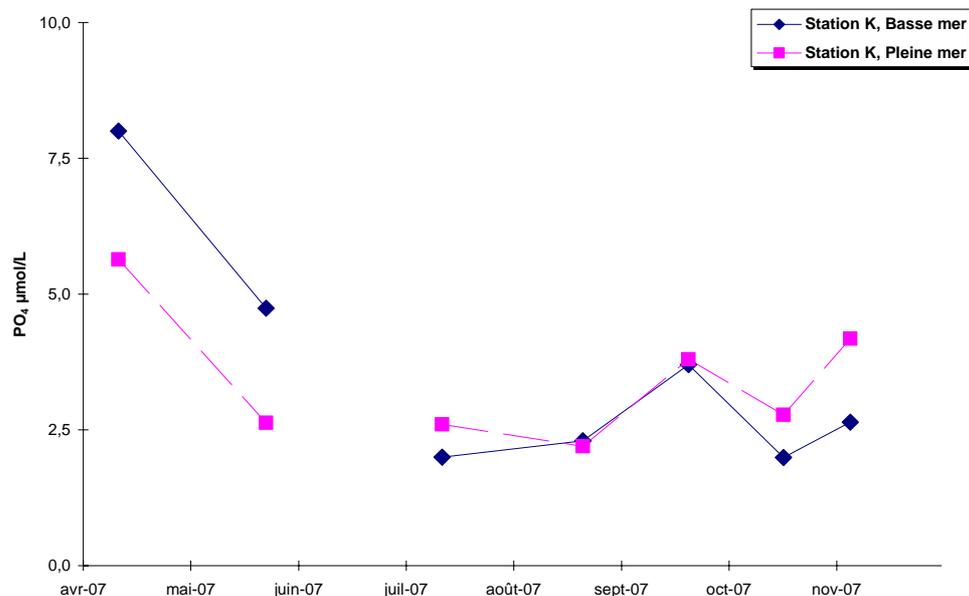


Figure 5.32 : Variations saisonnières des teneurs en orthophosphates à la station K.

Contrairement aux années précédentes les teneurs n'ont pas augmenté de façon sensible et continue au cours de la période d'été ; cependant, on note pour les trois stations des teneurs un peu plus élevées lors de la campagne de septembre 2007. Enfin, pour des valeurs significativement différentes, les teneurs enregistrées à basse mer sont légèrement plus élevées que celles de pleine mer.

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). Pour 2007, la valeur de ce rapport oscille autour de 50 (**Figures 5-33 à 5-35**). Les valeurs les plus faibles de ce ratio sont obtenues en période d'été, à la station F.

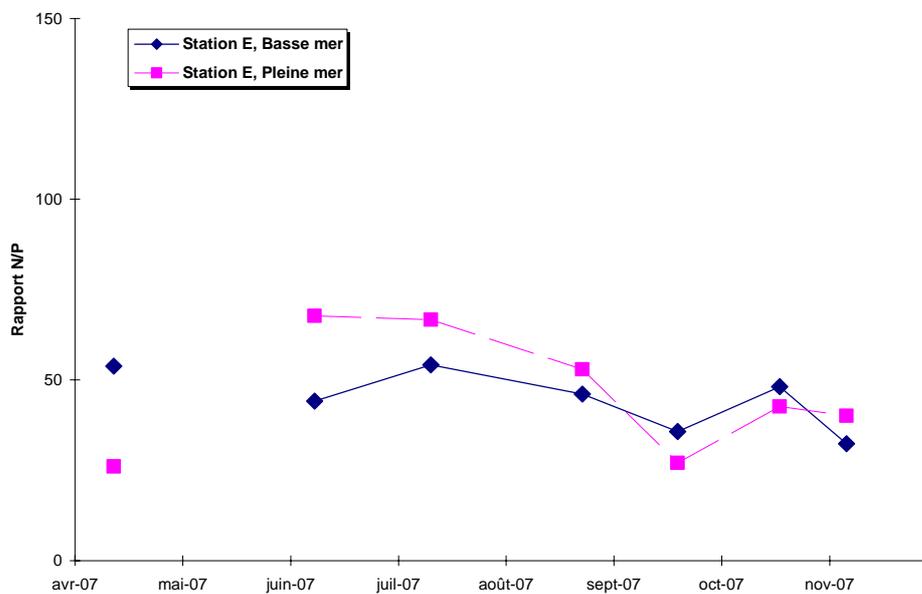


Figure 5.33 : Variations saisonnières du rapport N/P à la station E.

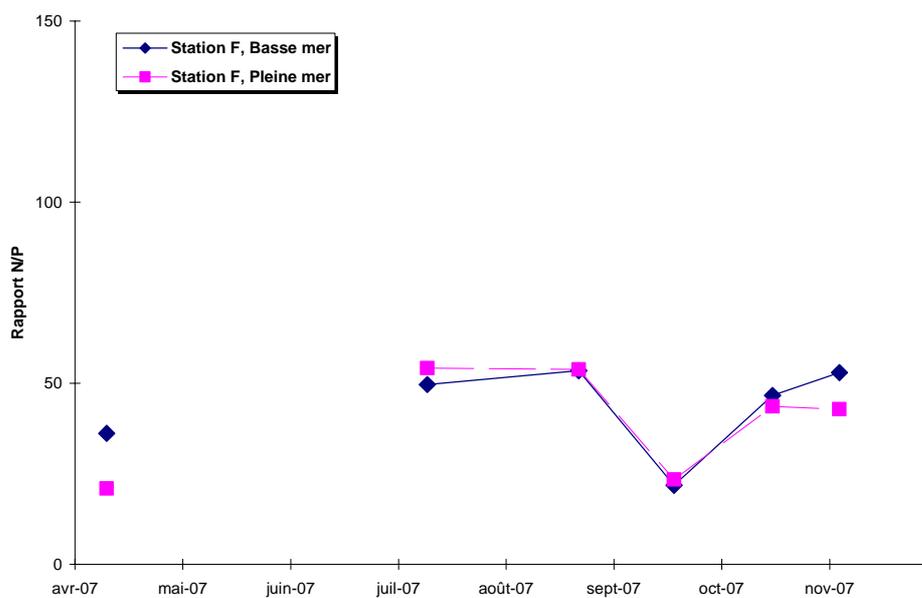


Figure 5.34 : Variations saisonnières du rapport N/P à la station F.

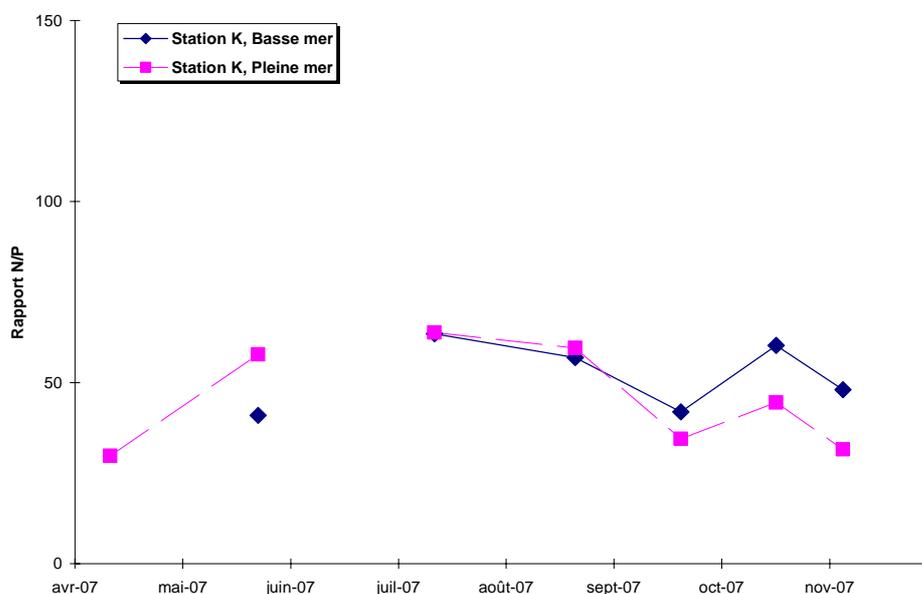


Figure 5.35 : Variations saisonnières du rapport N/P à la station K.

5.3.1.3. Silicates et bore

Comme l'ont montré les études de surveillances écologiques antérieures à 1992, la Dordogne présente des concentrations en silicates nettement supérieures à celles de la Garonne. Sur l'estuaire, il y a donc un gradient de concentration amont – aval. La station E (**Figure 5-36**) représentant une situation intermédiaire entre la station F en aval où les teneurs sont plus faibles (**Figure 5-37**) et la station K en amont où les teneurs sont plus élevées (**Figure 5-38**). D'une manière générale, les teneurs à pleine mer sont plus faibles que celles de basse mer.

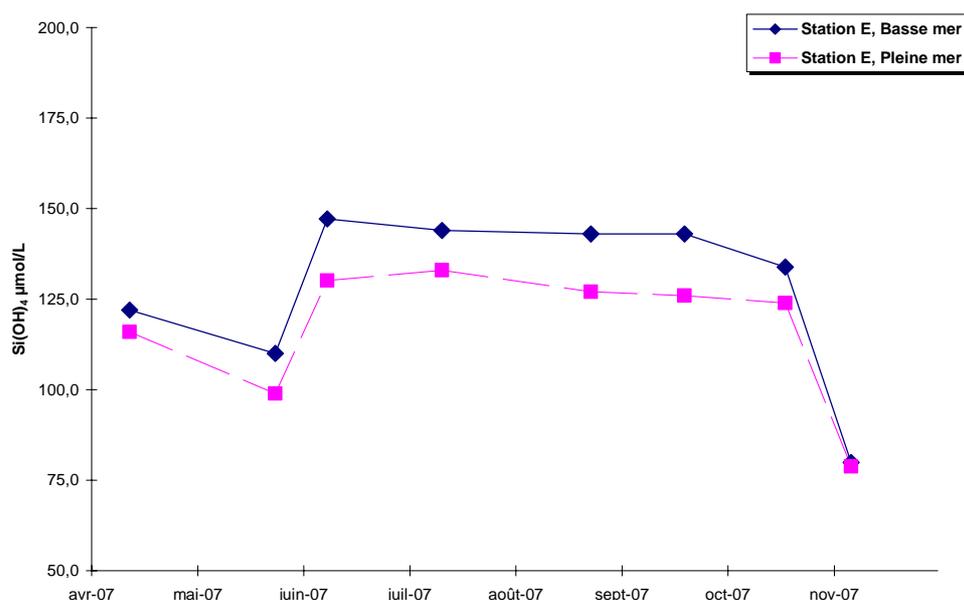


Figure 5.36 : Variations saisonnières des teneurs en silicates, station E.

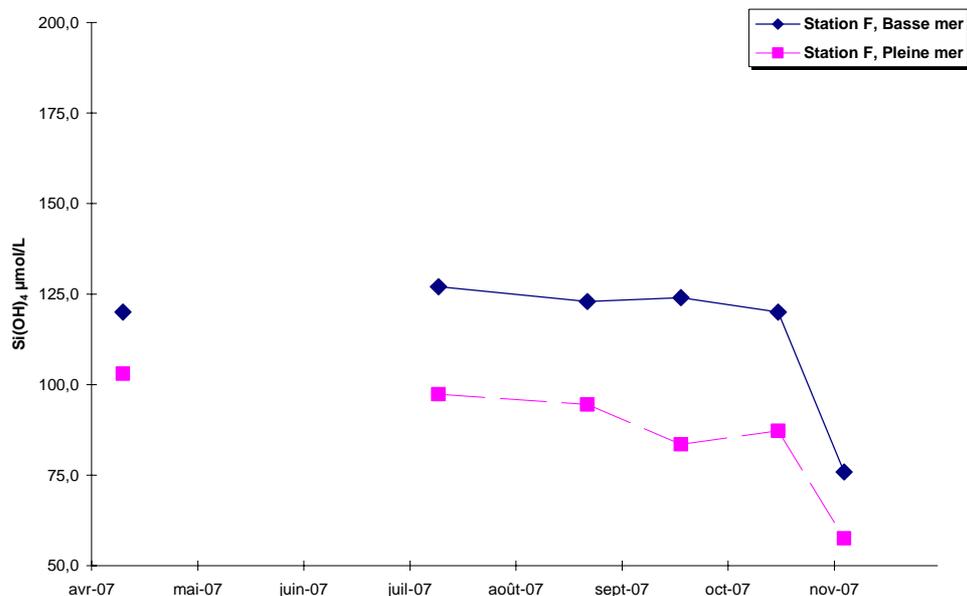


Figure 5.37 : Variations saisonnières des teneurs en silicates, station F.

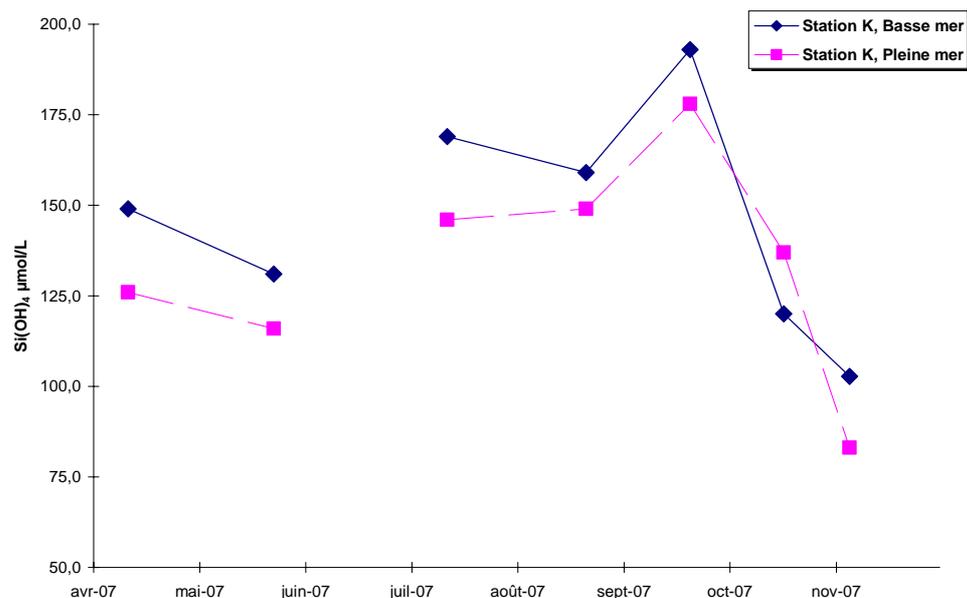


Figure 5.38 : Variations saisonnières des teneurs en silicates, station K.

Pour les trois stations de l'estuaire, sur la période d'étude, les variations saisonnières des teneurs en bore sont proches de celles de la salinité. Elles augmentent au cours de la période d'étiage et diminuent par la suite. Les teneurs de pleine mer sont presque toujours supérieures à celles de basse mer (**Figures 5-39 à 5-41**). Bien entendu, les teneurs les plus élevées sont toujours enregistrées à la station F et les plus faibles à la station K ; les variations saisonnières enregistrées à la station E représentant une situation intermédiaire entre celles des stations F, en aval, et K, en amont. Enfin, à la station E, aucun « artefact », traduisant le rejet éventuel d'acide borique, n'a été décelé.

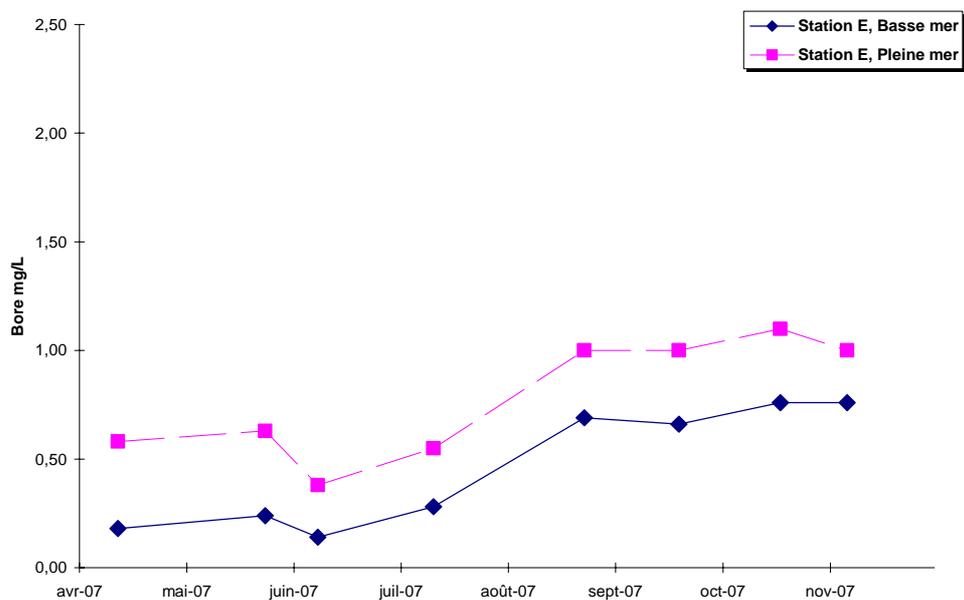


Figure 5.39 : Variations saisonnières des teneurs en bore, station E.

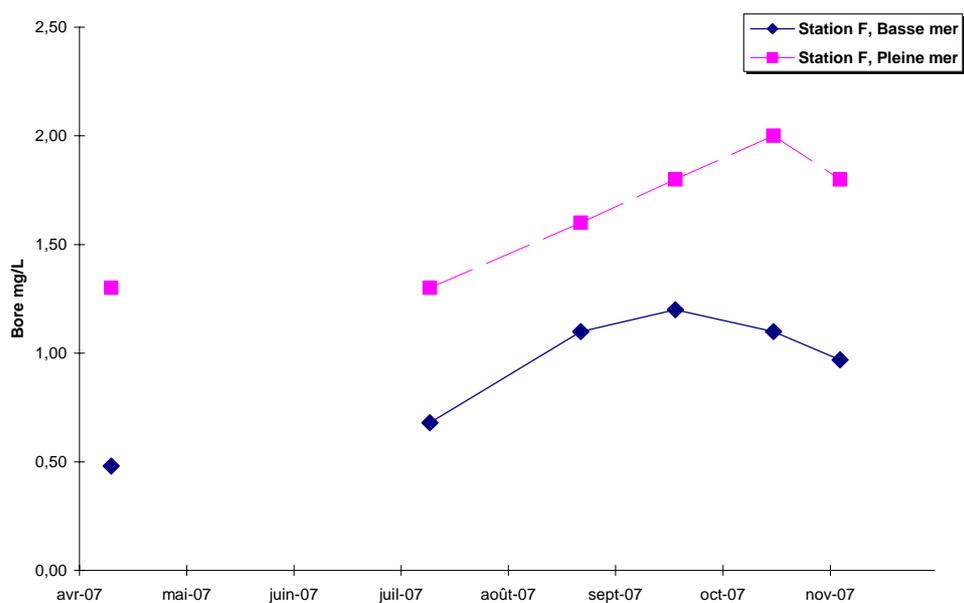


Figure 5.40 : Variations saisonnières des teneurs en bore, station F.

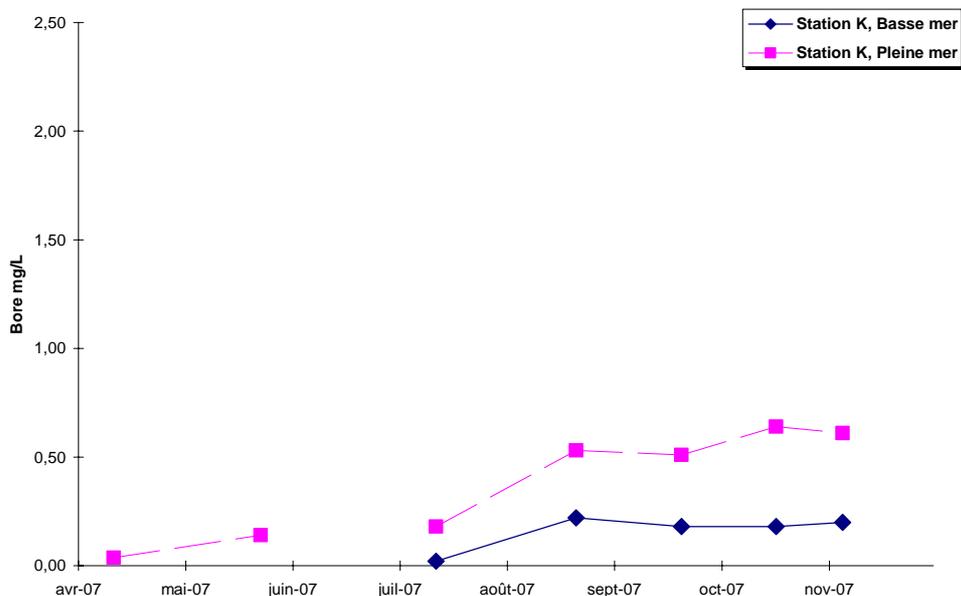


Figure 5.41 : Variations saisonnières des teneurs en bore, station K.

5.3.2. Relation avec les paramètres hydro biologiques

5.3.2.1. Rapport N/P et salinité

Contrairement au phénomène observé les années précédentes, aucune relation marquée n'a été dégagée entre le rapport N/P et la salinité (**Figure 5-42**). Les valeurs se sont réparties en « tube » de pente descendante, diminution globale du rapport N/P avec la salinité.

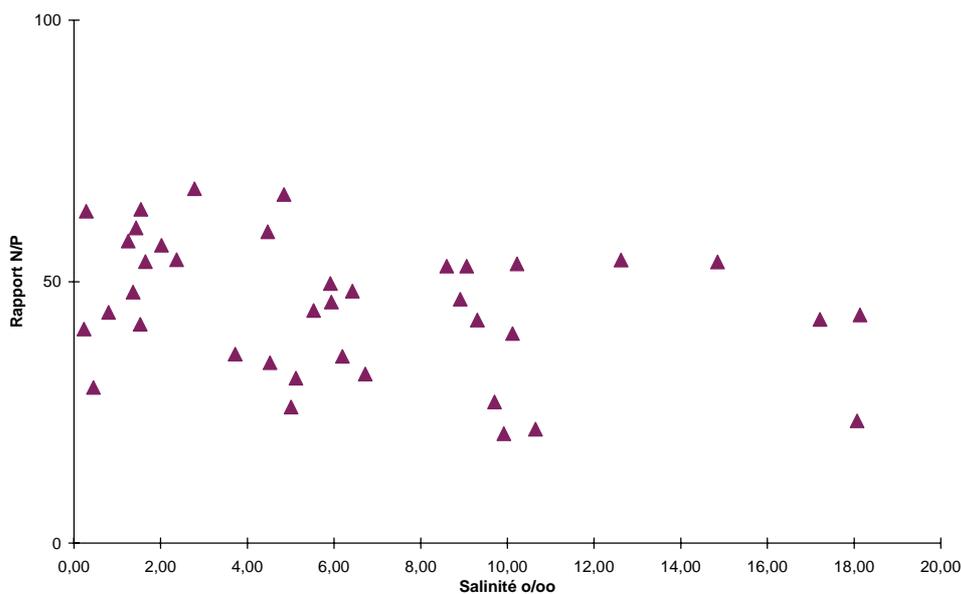


Figure 5.42 : Répartition du rapport molaire N/P avec la salinité, toutes stations et temps de marée

5.3.2.2. Silicates et salinité

L'intrusion des eaux océaniques, en période d'étiage joue un rôle important sur la dilution des silicates avec la salinité (**Figure 5-43**). Cependant, si l'ensemble des valeurs s'organise autour d'une droite de dilution avec la salinité, celle-ci a perdu en signification par rapport aux années précédentes ; pour 2007, les paramètres de cette droite de dilution conduisent à une teneur océanique théorique de l'ordre d'une vingtaine de $\mu\text{mol/L}$.

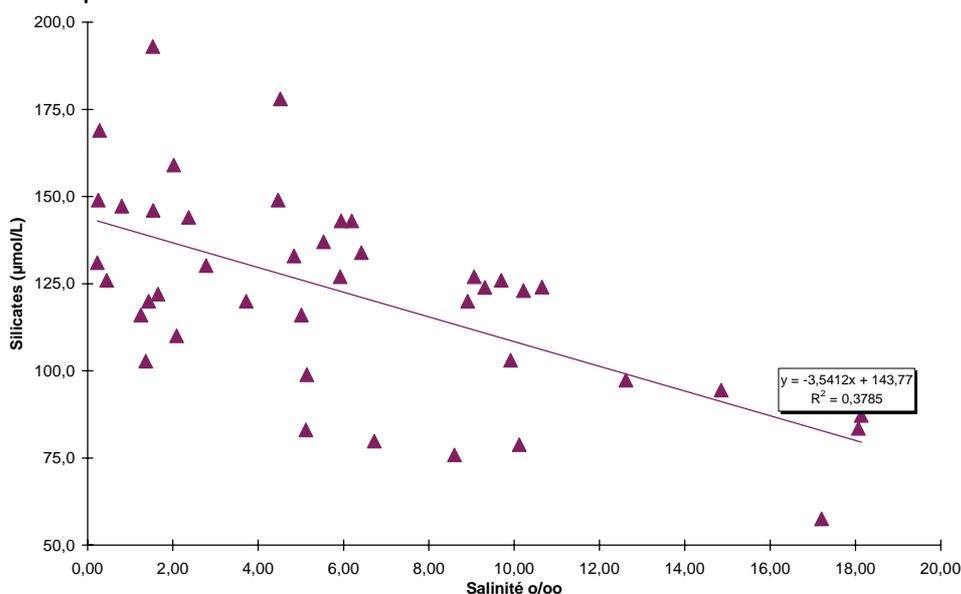


Figure 5.43 : Répartition des teneurs en silicates avec la salinité, toutes stations et temps de marée.

5.3.2.3. Bore et salinité

Le bore étant présent de façon naturelle dans l'eau de mer, il n'est pas étrange d'avoir une droite de régression de pente positive entre les teneurs en bore enregistrées sur l'estuaire et la salinité des eaux (**Figure 5-44**). Pour l'année 2007, les paramètres de la droite de régression sont proches de ceux obtenus pour les deux précédents exercices.

En particulier, à la station E, aucune déviation de cette relation n'est observée du fait d'un rejet éventuel d'acide borique de la part du CNPE du Blayais (**Figure 5-45**).

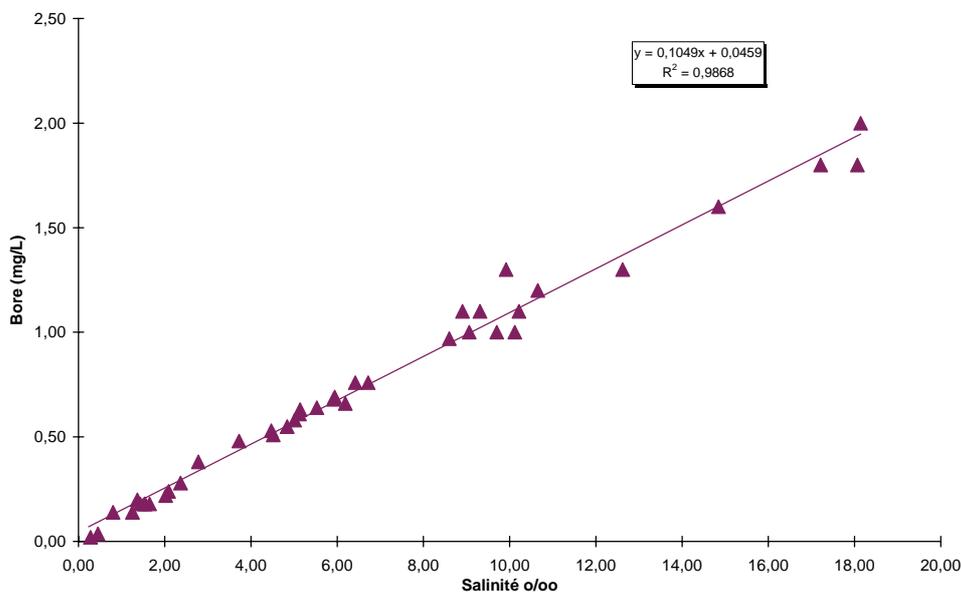


Figure 5.44 : Répartition des teneurs en bore avec la salinité, toutes stations et temps de marée.

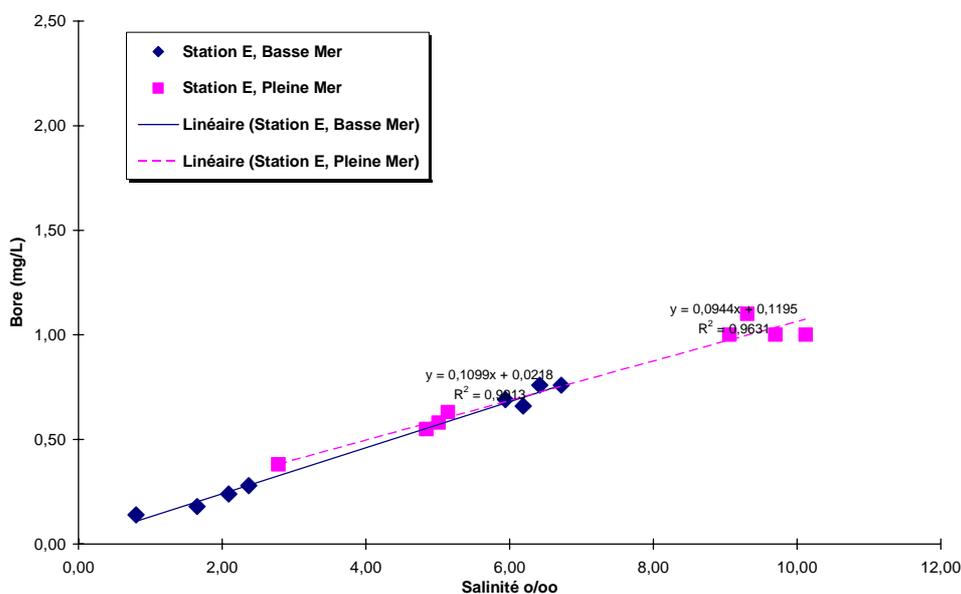


Figure 5.45 : Répartition des teneurs en bore avec la salinité, station E.

5.3.3. Evolution des moyennes annuelles

5.3.3.1. Sels azotés

Après la diminution importante des moyennes annuelles des teneurs en nitrates – nitrites enregistrées pour 2005, compte tenu du niveau élevé des teneurs en période d’été dans l’estuaire, pour les trois stations, les moyennes annuelles des teneurs en nitrates – nitrites sont proches de celles enregistrées en 2006 (**Figure 5-46**). Pour la station E, la

valeur obtenue en 2007 (152,5 $\mu\text{mol/L}$) est légèrement supérieure à la moyenne pluriannuelle 1992 – 2007 (139,1 $\mu\text{mol/L}$).

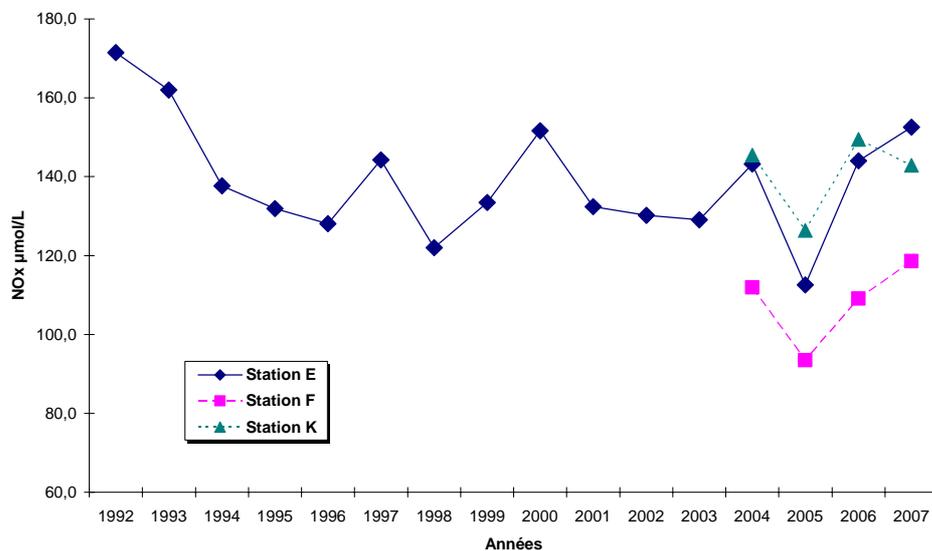


Figure 5.46 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en nitrates – nitrites.

5.3.3.2. Orthophosphates et rapport N/P

Pour les trois stations, les valeurs des moyennes annuelles des teneurs en orthophosphates sont comparables à celles obtenues depuis 2004 (**Figure 5-47**). A la station E, la valeur obtenue en 2007 (3,5 $\mu\text{mol/L}$) est très légèrement supérieure à la moyenne pluriannuelle 1992 – 2007 (3,0 $\mu\text{mol/L}$).

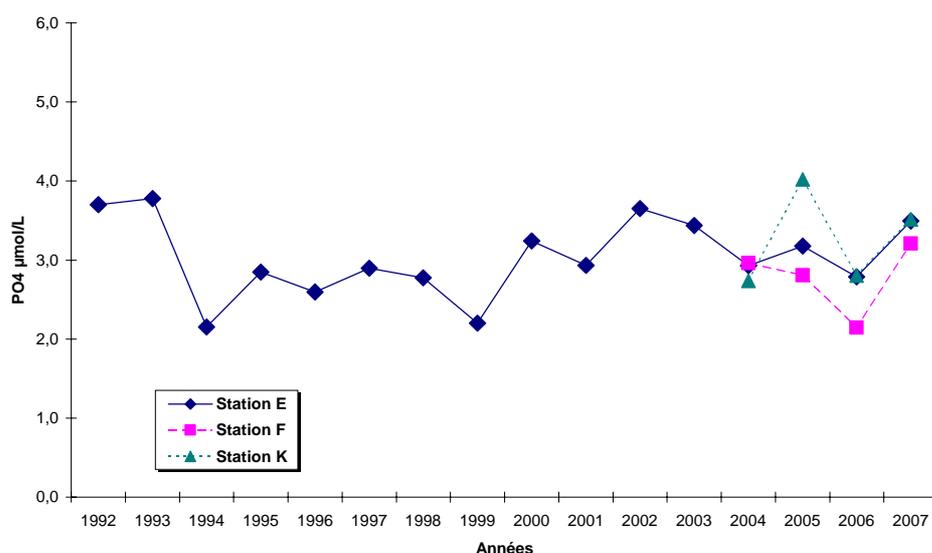


Figure 5.47 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en orthophosphates.

Depuis 2003, année pour laquelle la quantification des sels nutritifs a été étendue aux deux autres stations de l'estuaire, les valeurs des moyennes annuelles sont assez proches pour les trois stations (**Figure 5-48**). A la station E la valeur de la moyenne pour 2006 (46) est légèrement inférieure à la moyenne pluriannuelle 1992 – 2007 (53).

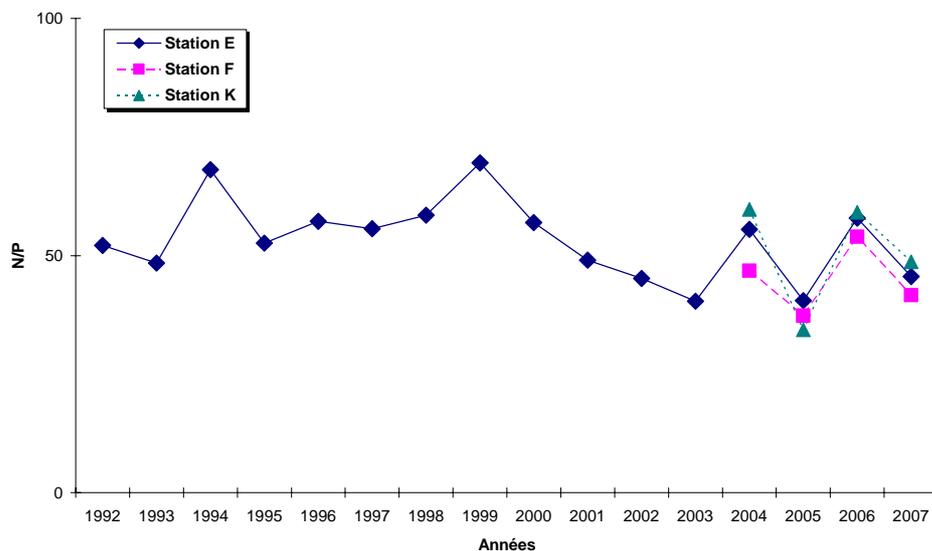


Figure 5.48 : Evolution des moyennes annuelles des rapports molaires N/P.

5.3.3.3. Silicates et bore

Pour les trois stations considérées, les valeurs des moyennes annuelles des teneurs en silicates obtenues au cours de l'année 2007 sont proches de celles obtenues pour les précédents exercices (**Figure 5-49**).

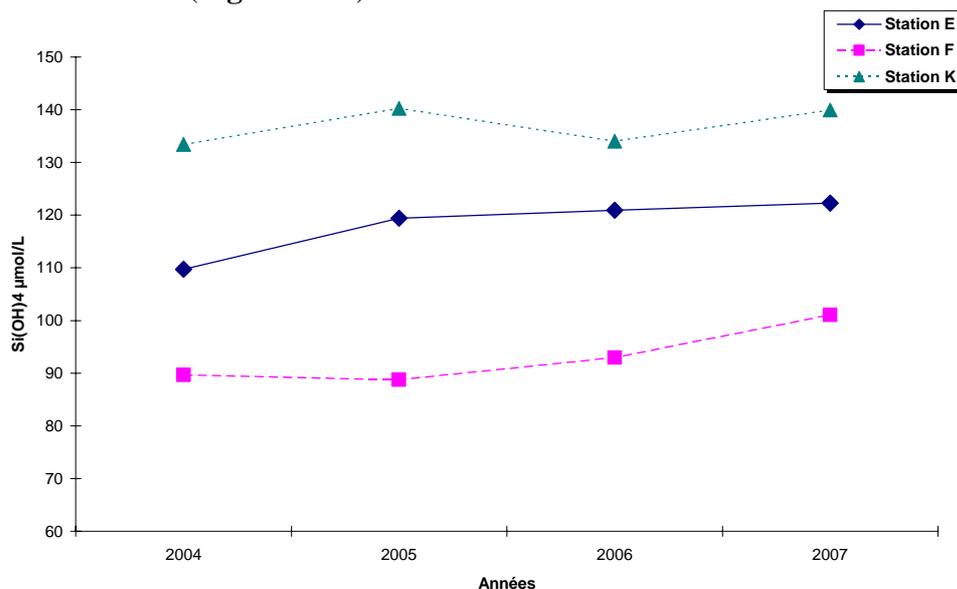


Figure 5.49 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en silicates.

Pour les stations les plus en aval, E et F, les valeurs des moyennes annuelles sont en nette diminution par rapport à celles obtenues les années précédentes (**Figure 5-50**).

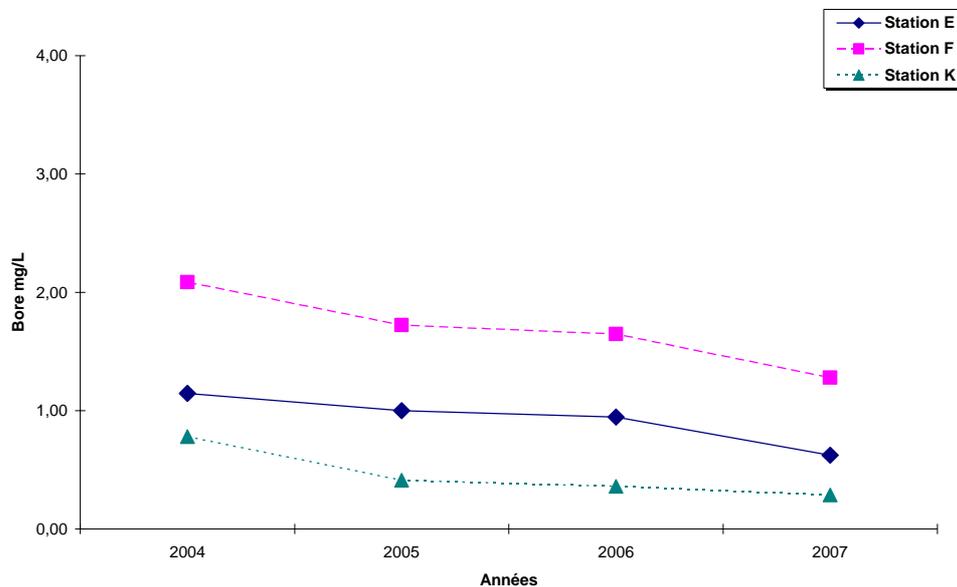


Figure 5.50 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en bore.

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 42 mesures réalisées au cours de l'année 2007, trois d'entre elles se sont révélées positives – Tableau III.3. Une d'entre elles est située à la station F et le reste à la station K. Aucune valeur supérieure au seuil de quantification n'a été enregistrée à la station E.

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

Date	Station	TM	Valeur $\mu\text{g/L}$
4 novembre 2007	F	BM	200
5 novembre 2007	K	BM	60
5 novembre 2007	K	PM	150

6. *Vibrio* halophiles

Compte tenu de l'évolution méthodologique de ces dernières années, nous présentons ci-dessous un récapitulatif des résultats obtenus en 2006 et 2007. Les résultats des années antérieures, obtenus par une méthode par dilution en milieu liquide, ne peuvent être exploités conjointement.

6.1. Evolution spatio-temporelle

6.1.1. Variations saisonnières

D'une manière générale, comme nous le verrons, les *Vibrio* halophiles apparaissent dans l'estuaire de la Gironde avec le réchauffement des eaux.

Pour 2007, compte tenu des conditions climatiques estivales, la présence de *Vibrio* n'est détectée qu'à partir du mois de juillet. De plus, les abondances ont été plus faibles en 2007 qu'en 2006.

A la station E, les abondances à pleine mer sont souvent un peu supérieures à celles de basse mer (**Figure 6.1**).

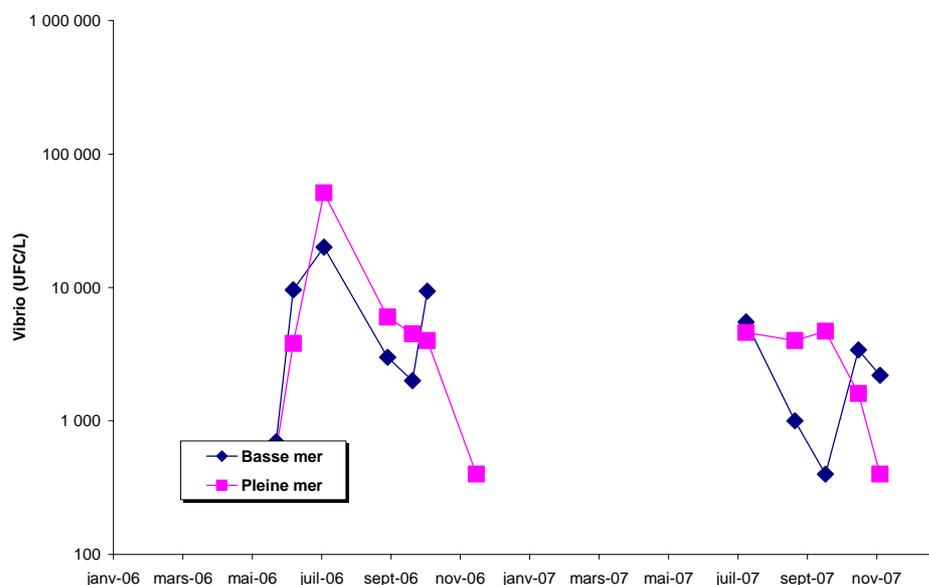


Figure 6.1. : Variations saisonnières des dénombrements de *Vibrio halophiles* à la station E.

A la station F. Bien que les eaux y soient plus salées, la présence de *Vibrio* n'est détectée qu'à partir de la campagne du mois de juillet 2007 (Figure 6.2). Les abondances restent élevées pendant les deux périodes d'étiage (2006 et 2007). Pour cette station, la diminution d'abondance entre 2006 et 2007 est très marquée.

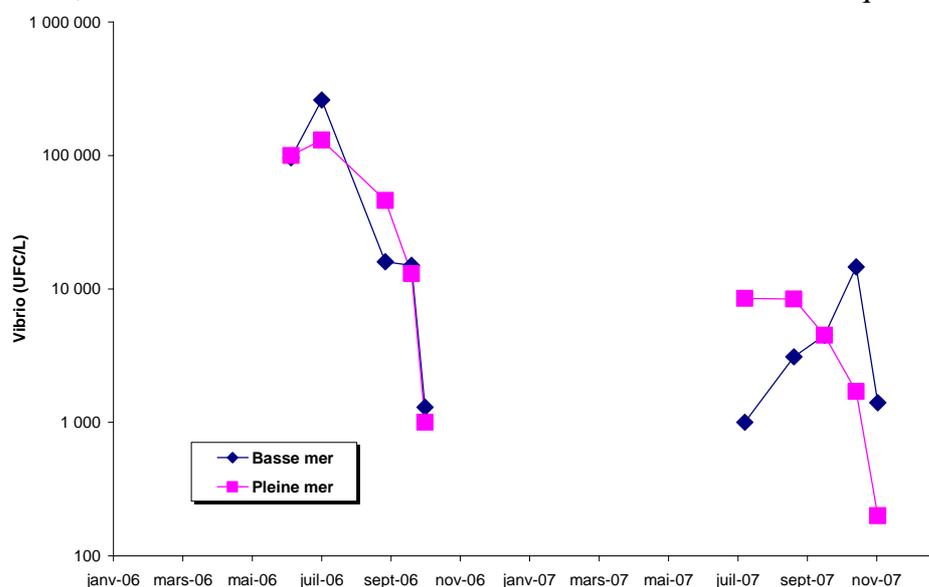


Figure 6.2. : Variations saisonnières des dénombrements de *Vibrio halophiles* à la station F.

A la station K, la présence de *Vibrio* est détectée à basse mer lors de la campagne du mois de juillet 2007 et en août à pleine mer. A cette station, pour 2007, la présence de cette famille de vibriion est courte ; de plus, les abondances restent faibles (Figure 6.3).

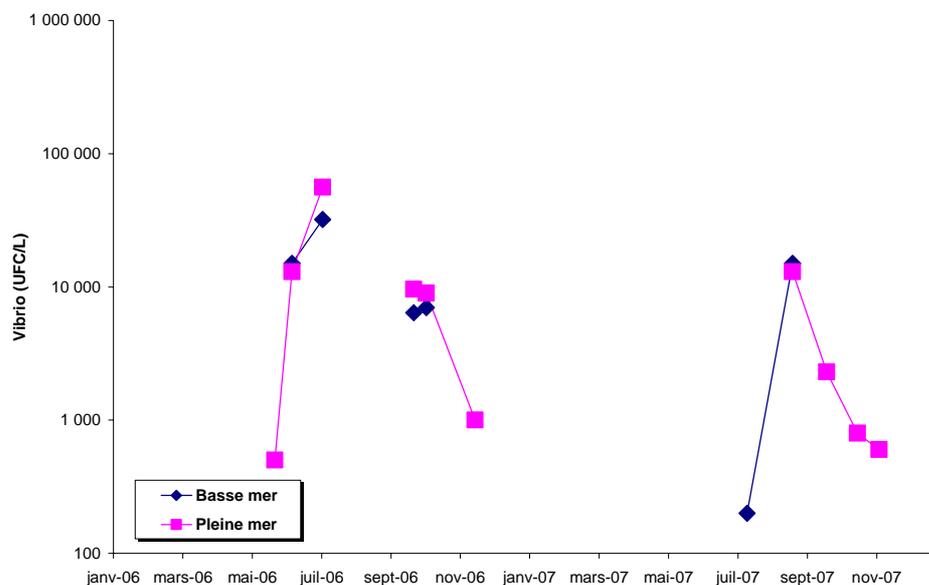


Figure 6.3. : Variations saisonnières des dénombrements de *Vibrio* halophiles à la station K.

6.1.2. Relation avec la salinité et la température

Les *Vibrio* halophiles sont sensibles, non seulement à la salinité, mais surtout à la température. Les figures ci-après résument cette sensibilité à partir des recherches effectuées en 2006 et 2007.

6.1.2.1. Abondance des *Vibrio* avec la salinité

En fait, le caractère halophile des *Vibrio* n'apparaît pas clairement au travers des résultats des dénombrements réalisés (**Figure 6.4**).

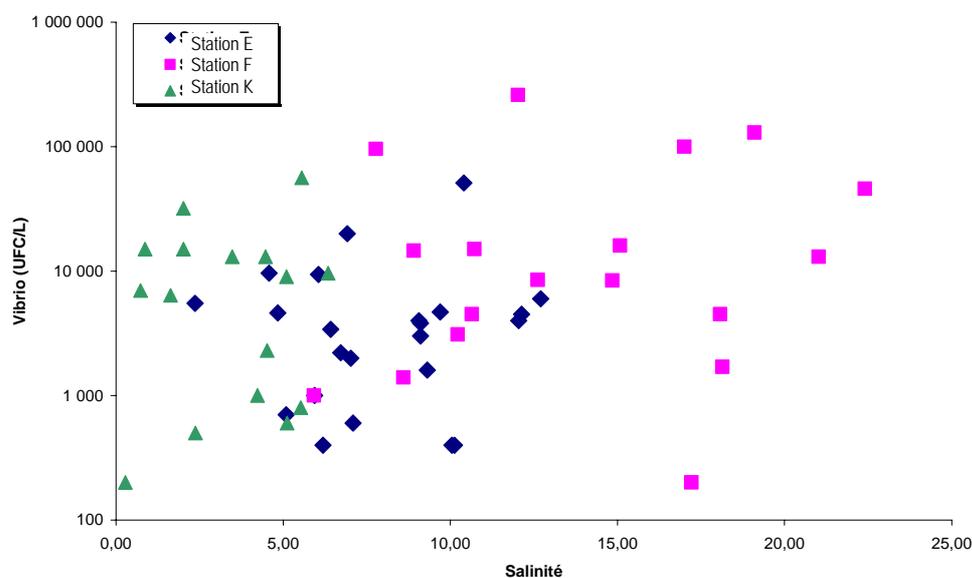


Figure 6.4. : Répartition des dénombrements des *Vibrio* avec la salinité.

6.1.2.2. Abondance des *Vibrio* avec la température

Les *Vibrio* halophiles semblent plus sensible à la température qu'à la salinité (**Figure 6.5**). En effet il semble que l'abondance augmente avec la température, en particulier pour les station E et F.

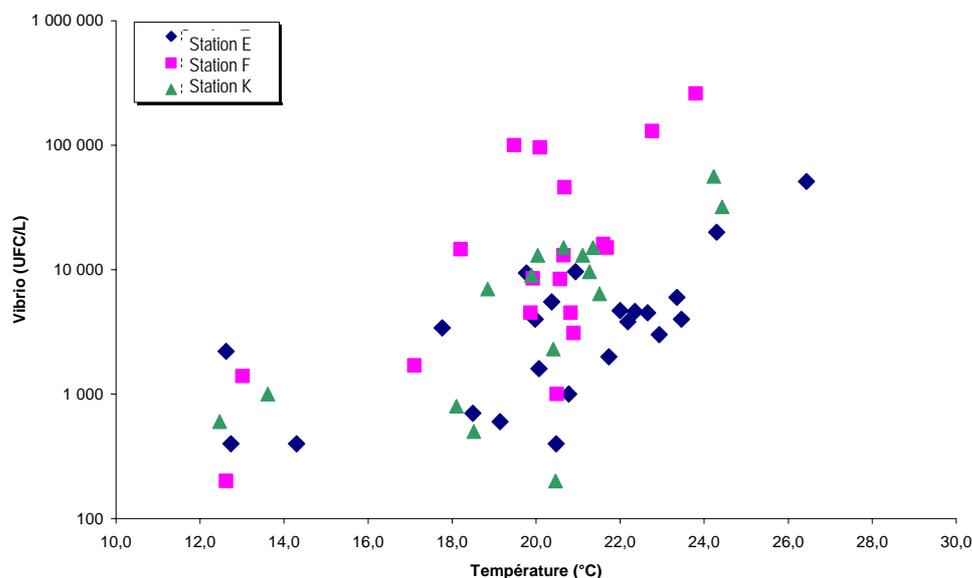


Figure 6.5. : Répartition des dénombrements des *Vibrio* avec la température.

6.2. Spéciation

6.2.1. Occurrence des espèces

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

Entre 2006 et 2007, 75 souches de *Vibrio* halophiles ont été détectées. L'occurrence des espèces du genre *Vibrio*, ou répartition des espèces, est représentée par le rapport des espèces identifiées comme *Vibrio* sur le nombre d'espèces à identifier (86 pour la période 2006 - 2007). Cette répartition des espèces montre que :

- 47 % des souches sont des *Vibrio parahaemolyticus* ;
- 12 % des souches sont des *Vibrio alginolyticus* ;
- 20 % des souches sont des *Vibrio vulnificus* ;
- 7 % des souches sont des *Vibrio mimicus* ;
- 1 % des souches sont des *Vibrio fluvialis* ;
- 1 % des souches sont des *Vibrio cholerae*.

6.2.2. Densité des espèces

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

Pour 2006 et 2007, contrairement aux années 2003-2005, *Vibrio parahaemolyticus* domine. La densité de population, représentée par le rapport entre l'abondance de chaque espèce et l'abondance de la famille (*Vibrio* halophile) fait apparaître que :

- 87,3 % de l'abondance est due à *Vibrio parahaemolyticus* ;
- 2,2 % de l'abondance est due à *Vibrio alginolyticus* ;
- 6,0 % de l'abondance est due à *Vibrio vulnificus* ;
- 4,4 % de l'abondance est due à *Vibrio mimicus*.

La densité de population de *Vibrio fluvialis* et *Vibrio cholerae* représente moins de 1% des abondances pour le cumul des deux espèces.

7. Zooplancton

7.1. Evolution temporelle des principaux contingents au point E

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

7.1.1. Variations des densités du Copépode *Eurytemora affinis*

Les résultats portent sur les observations effectuées au point E (**Figure 7-1**) entre janvier et novembre 2007.

Les copépodes sont largement dominés par l'espèce *Eurytemora affinis* qui constitue habituellement plus de 80 % du zooplancton, sauf quand les conditions d'étiage sont très accentuées comme ce fut le cas en 1990, 1991 et 1997. En 2007 l'abondance relative de cette espèce est élevée : de l'ordre de 95% du zooplancton total en moyenne au niveau du maximum de son aire de distribution (point E). La densité annuelle moyenne d'*E. affinis* en 2007 ($11316 \pm 4534 \text{ ind./m}^3$) est supérieure à la moyenne générale calculée sur 29 ans ($7119 \pm 612 \text{ ind./m}^3$).

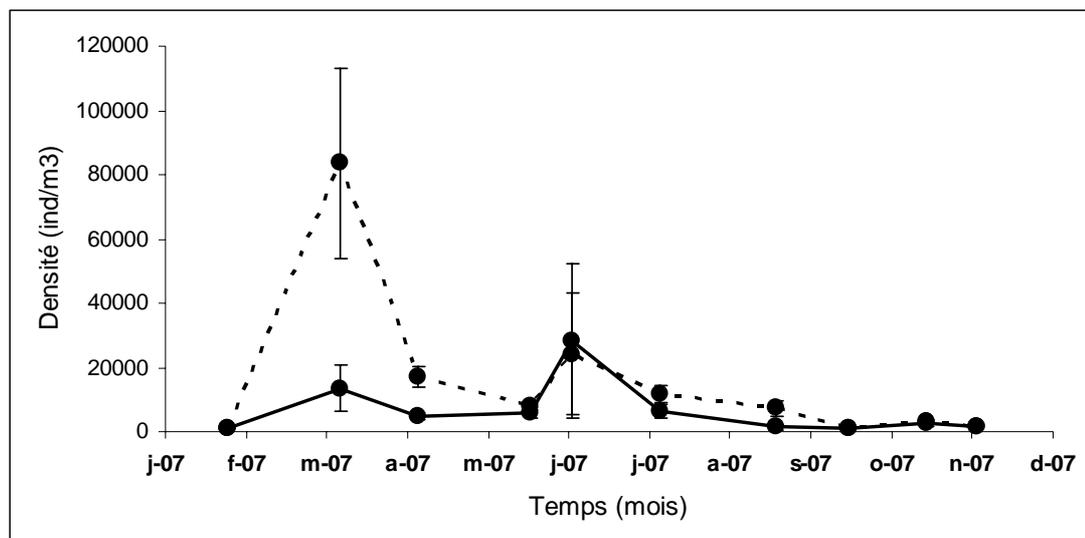


Figure 7-1 : Evolution mensuelle de la densité du copépode *Eurytemora affinis* en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au point E (pk 52) en 2007. Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée.

Ses fortes abondances s'étalent généralement entre mars (hors protocole) et juin pour une période correspondant à des températures comprises entre 9 et 15 °C et à des salinités comprises entre $0,3 \cdot 10^{-3}$ et $3,6 \cdot 10^{-3}$ psu. L'année 2007 (au contraire d'observations récentes : années 2005 et 2006) se situe dans ce schéma général avec un pic d'abondances en début de période productive (mars). Le maximum de densité en 2007 est observé le 14 mars : 48566 ± 19653 ind./m³, il est caractérisé par une forte différence d'abondances au fond et en surface (respectivement : 83618 ± 29638 ind./m³ et 13515 ± 7224 ind./m³). Après le maximum annuel, les densités diminuent dans un premier temps en avril et mai avant une remontée des effectifs en juin (respectivement au fond et en surface : 24194 ± 18884 ind./m³ et 28383 ± 23936 ind./m³). Les abondances décroissent ensuite durant la période estivale (minimum en septembre : au fond : 1197 ± 321 ind./m³ et en surface : 832 ± 457 ind./m³) sans qu'une remontée des abondances significative ne soit observée en automne 2007 (octobre : reprise de production classique automnale bien que très peu marquée cette année au niveau des abondances). Cette dynamique saisonnière s'écarte des observations faites durant les dernières années : effectifs maxima au printemps, puis décroissance en été (minima en juillet/août) et pic d'abondance automnal.

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

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

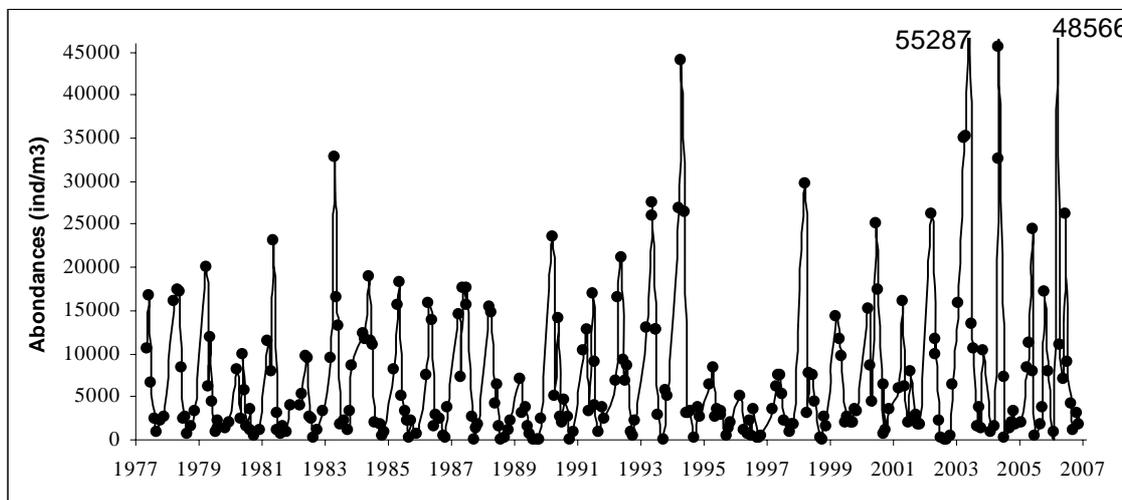


Figure 7-2 : Variation mensuelle des densités du copépode *Eurytemora affinis* au point E entre l'année 1978 et 2007 - Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond)

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 2007 confirment un retour à une situation caractérisée par de fortes abondances, observées depuis 1998, avec des abondances annuelles moyennes parmi les plus fortes de la série (4^{e} rang : $11316 \pm 4534 \text{ ind./m}^3$ – le maxima observé en 2007 correspond à la seconde valeur maximale observée depuis le début du suivi : $48566 \pm 19653 \text{ ind./m}^3$).

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 $25,0 \cdot 10^{-3}$. En Gironde elle est généralement localisée dans la zone polyhaline ($18,0 - 30,0 \cdot 10^{-3}$) et colonise parfois la zone mésohaline ($5,0-18,0 \cdot 10^{-3}$) de l'estuaire en aval du point E en été. Sa présence et ses variations de densité au point E reflètent en grande partie l'extension de l'intrusion saline dans l'estuaire. Elle présente le plus souvent un maximum en début d'été. Cependant, des variations d'une année à l'autre, consécutives aux variations hydrologiques, peuvent être observées (**Figure 7-3**).

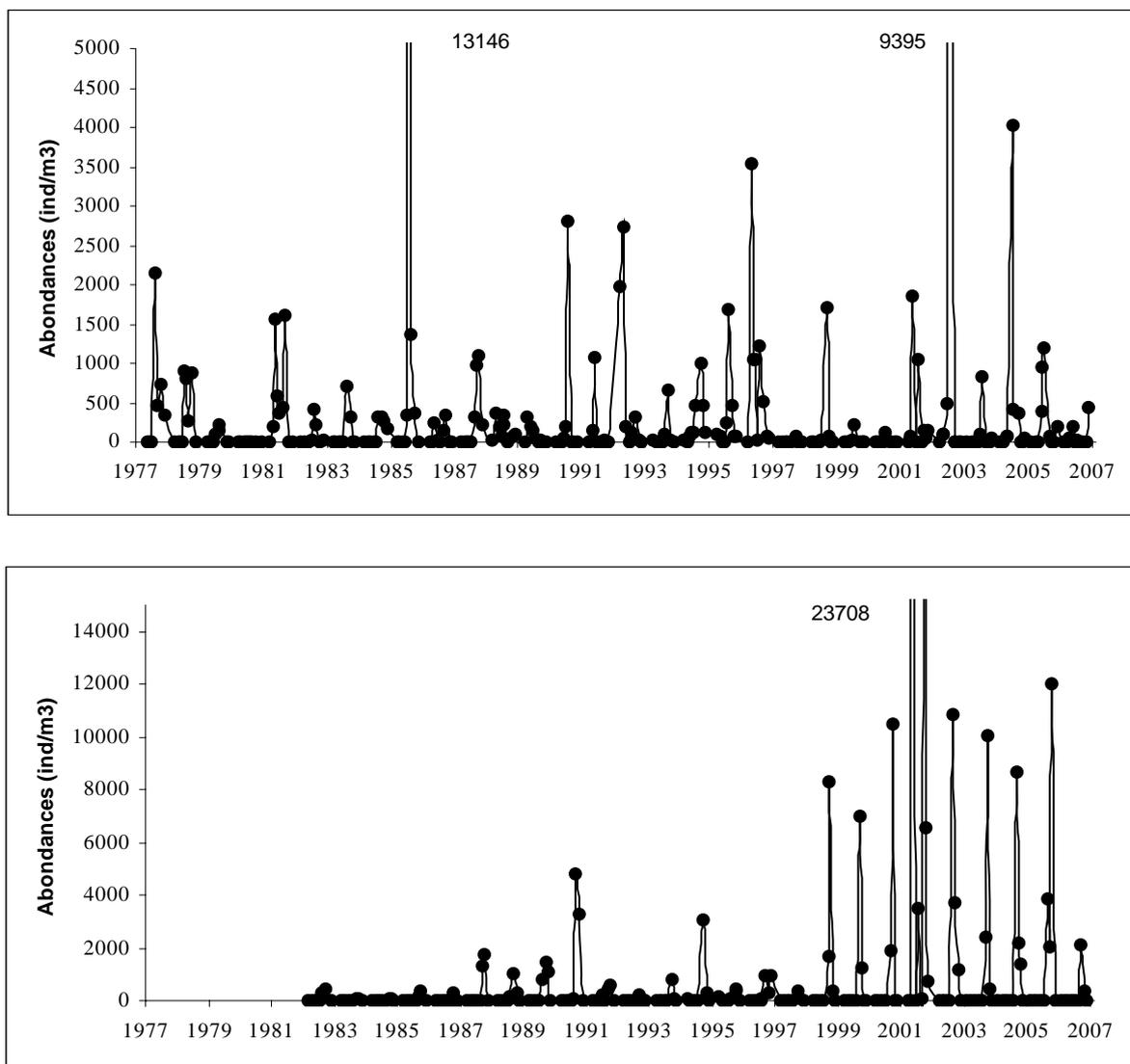


Figure 7-3 : Variations mensuelles de densités du copépode *Acartia bifilosa* (en haut) et *Acartia tonsa* (en bas). En pointillé : limite supérieure de l'échelle utilisée pour *A. bifilosa* au point E entre 1978 et 2007 (densités mensuelles moyennes entre surface et fond) - Moyennes mensuelles calculées 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 2007 au point E (69 ± 43 ind./m³) est inférieure à ce qui avait été observé en 2005 et 2006, mais aussi très inférieure à la moyenne observée sur la série établie sur les 30 précédentes années de prélèvements (310 ± 66 ind./m³, parmi les 5 plus faibles valeurs moyennes de la série). Cette hétérogénéité confirme la forte variabilité interannuelle des abondances de l'espèce. Le maximum de densité au point E est observé, de manière inhabituelle, en novembre (447 ± 245 ind./m³). Le maximum observé pour la période « classique » de présence de l'espèce est très faible (mai : 186 ± 113 ind./m³). Les moyennes des abondances en

surface et au fond sont très significativement différentes pendant ces 2 périodes de présence : respectivement de 338 ± 197 et 34 ± 23 ind./m³ en mai et 796 ± 424 et 99 ± 27 ind./m³ en novembre (Figures 7-3 et 7-4).

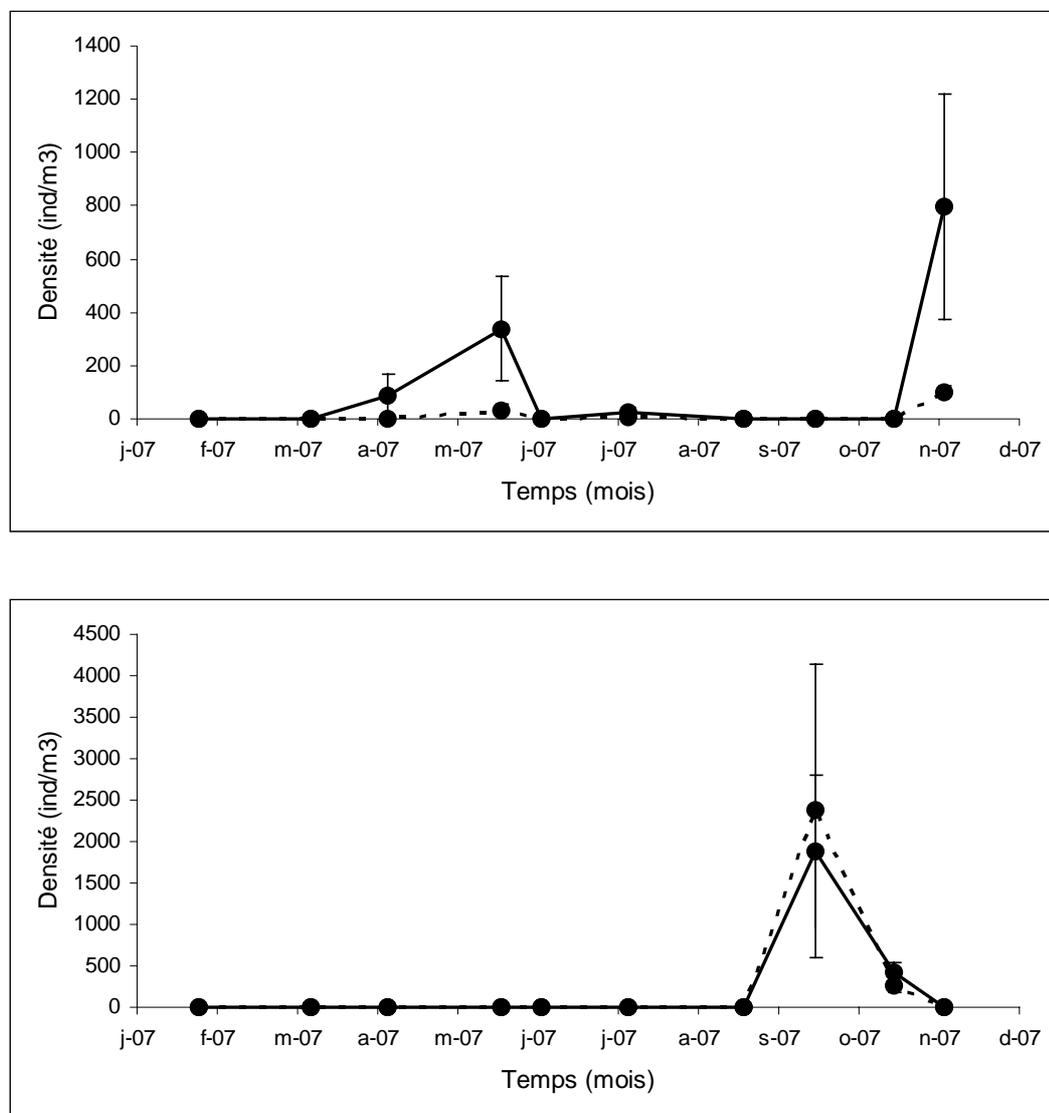


Figure 7-4 : Evolution mensuelle de la densité des copépodes *Acartia bifilosa* (en haut) et *Acartia tonsa* (en bas) en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au point E (pk 52) en 2007 - Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours 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 (247 ± 201 ind./m³) est inférieure à la moyenne des années suivant son apparition en Gironde (1983-2007 : 779 ± 265 ind./m³). Ce point constitue une

originalité si on se réfère aux années récentes (depuis 1999). En 2007, l'espèce apparaît tardivement (septembre) et présente un maximum de densité « classique » en fin de période estivale : septembre (2124 ± 2004 ind./m³ - **Figure 7-4**) conforme aux observations habituelles (août à début octobre selon les années). Le maximum observé en 2007 (respectivement en surface et au fond : 1877 ± 923 ind./m³, 2371 ± 1775 ind./m³) est proche de la moyenne des maxima enregistrés depuis 1978 (3714 ± 1018 ind./m³) mais très en dessous des valeurs observées depuis 1999. Le développement important de cette population dans l'estuaire depuis cette date est probablement contrarié cette année par les faibles températures estivales.

Le décalage temporel des pics de densité de ces deux espèces d'*Acartidae*, observé au point E en 1997, 2000, et de 2002 à 2006 s'observe encore cette année (sans doute accentué par les conditions thermiques estivales).

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 $22,0 \cdot 10^{-3}$.

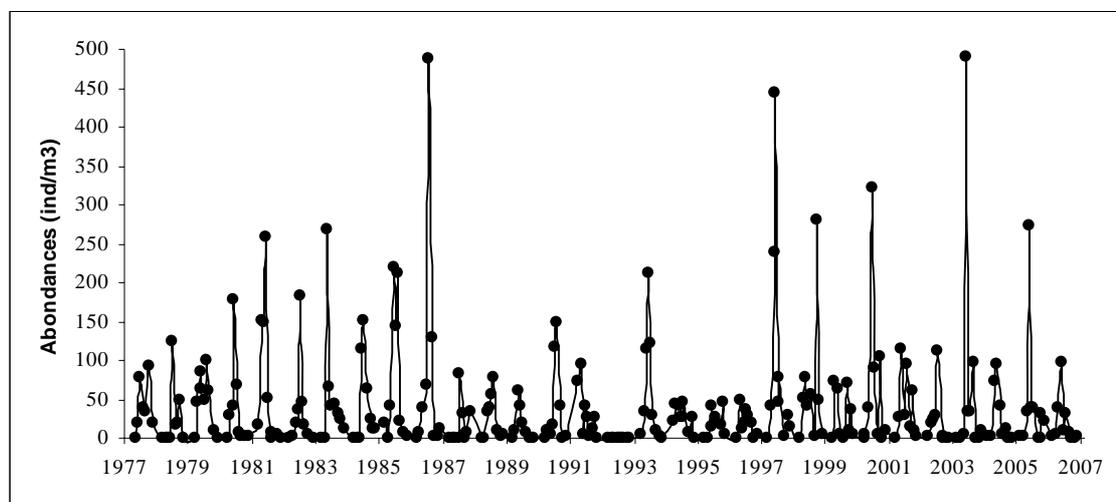


Figure 7-5 : Variations mensuelles de densités du Mysidacé *Neomysis integer* au point E entre 1978 et 2007 - Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond)

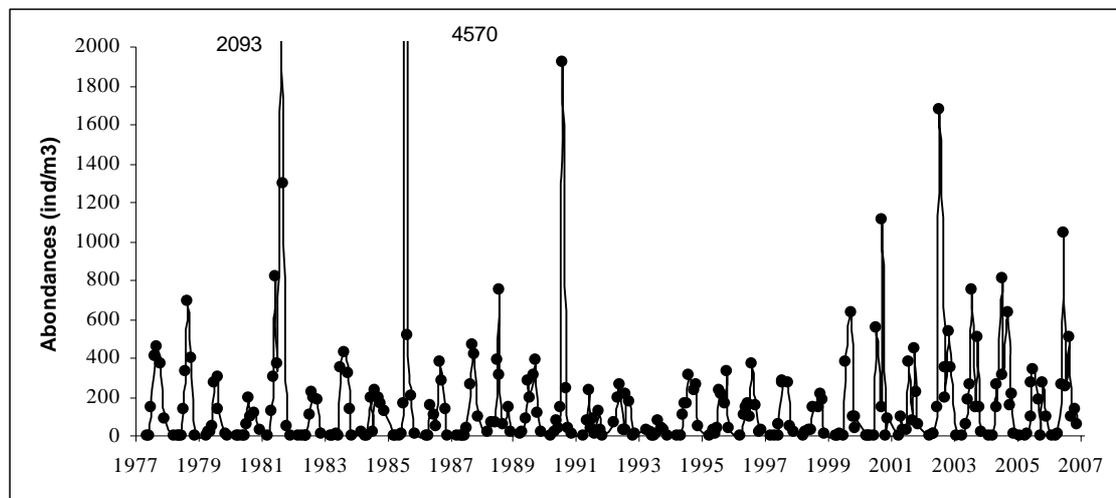


Figure 7-6 : Variations mensuelles de densités du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* au point E entre 1978 et 2007 - Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond)

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 2007 (20 ± 9 ind./m³) est faible par rapport à la moyenne générale des densités observées depuis 1978 (41 ± 4 ind./m³). Généralement, *N. integer* est l'espèce la plus abondante à la fin du printemps tandis que *M. slabberi* est mieux représentée à la fin de l'été, ce qui est le cas cette année jusqu'en avril. En 2007, cette espèce a été récoltée tout au long de la période de prélèvement (sauf en fin de période estivale : septembre et octobre) et le maximum mensuel de densité s'observe en mai (**Figure 7-7**). La valeur du pic (moyenne mensuelle en mai : 97 ± 24 ind./m³) est faible par rapport aux maxima observés sur la série pour ce secteur de l'estuaire (moyenne des maxima : 173 ± 23 ind./m³). La plus forte valeur est observée au fond (113 ± 9 ind./m³ / 80 ± 46 ind./m³ en surface - **Figure 7-7**), ce qui est correspond au schéma classique connu pour cette espèce (habituellement plus abondante à proximité du fond).

Mesopodopsis slabberi présente des densités moyennes annuelles plus importantes que celles de l'espèce précédente (237 ± 97 ind./m³). En 2007 sa densité moyenne annuelle est du même ordre de grandeur que la moyenne générale des observations effectuées depuis 1978 (180 ± 24 ind./m³). *M. slabberi* a été récolté au point E à partir du mois d'avril. Le maximum de densité s'observe cette année en juin (moyenne mensuelle : 1041 ± 669 ind./m³ - **Figure 7-6**) avec une distribution des organismes hétérogène dans la colonne d'eau : maximum en surface : 1332 ± 1153 ind./m³ (fond : 751 ± 649 ind./m³), ce qui est habituel en Gironde pour cette espèce meilleure nageuse que la précédente et que l'on trouve souvent répartie de manière homogène dans la colonne d'eau ou avec des abondances supérieures en surface. Ces abondances maximales sont 4

fois plus élevées que celles de *Neomysis* ce qui correspond au schéma classique annuel moyen (Figure 7-5 et 7-6).

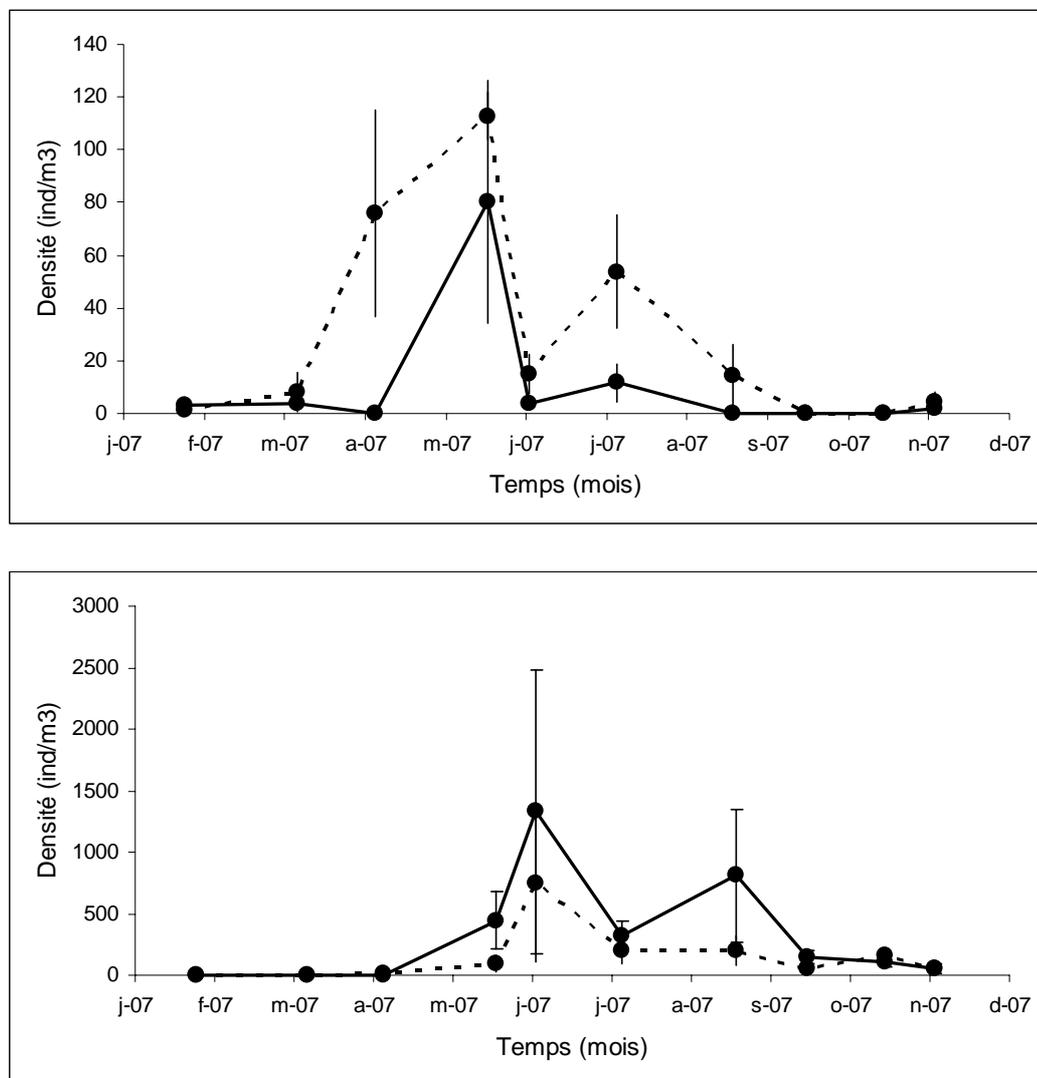


Figure 7-7 : Evolution mensuelle de la densité des Mysidacés *Neomysis integer* (en haut) et *Mesopodopsis slabberi* (en bas) au point E (pk 52), en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au cours de l'année 2007 - Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée

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

7.2.1. Fécondité :

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

- la température de l'eau. Il existe en effet une relation inverse entre le nombre d'œufs par sac ovigère et la température de l'eau (POLI & CASTEL, 1983).
- la quantité et la qualité des matières en suspension. (CASTEL & FEURTET, 1985). D'importantes MES 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 2007 (**Figure 7-8**) sont conformes aux observations habituelles en début d'année : de fortes valeurs sont observées cette année durant la période de développement de la population au printemps (mars). Les fortes valeurs estivales sont inhabituelles pour cette espèce et ne correspondent pas à la reprise de production automnale (peu marquée au niveau des effectifs et plus tardive).

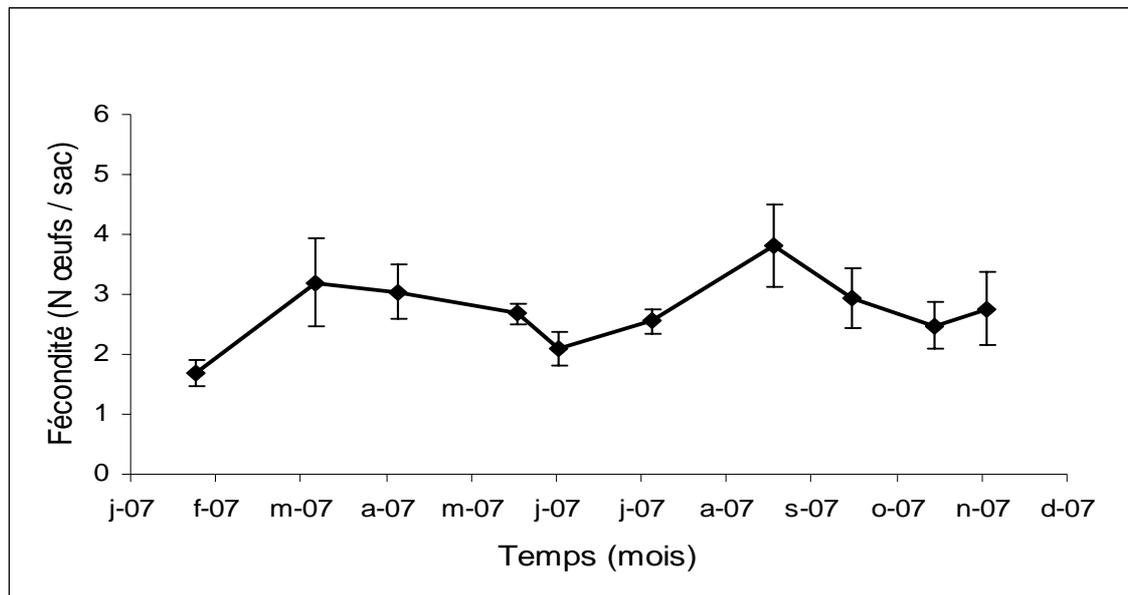


Figure 7-8 : Evolution du nombre moyen d'œufs par sac ovigère chez *Eurytemora affinis* au point E au cours de l'année 2007 -Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs observées au cours d'un demi-cycle de marée

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 2007, la fécondité moyenne ($2,7 \pm 0,6$ œufs/sac) est du même ordre de grandeur que celles observées depuis 1994. La décroissance générale de la fécondité depuis 1978 pourrait être liée à l'évolution des températures dans l'estuaire (CASTEL, 1995); la stabilisation à un niveau bas des fécondités depuis 1994 reste inexpiquée (David *et al*, 2007).

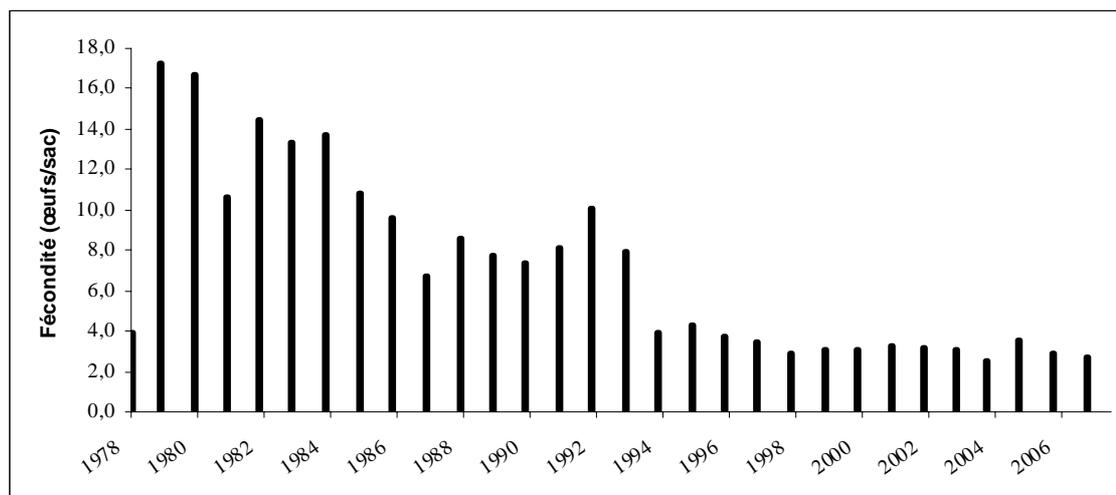


Figure 7-9: Evolution annuelle de la fécondité (nombre moyen d'œufs par sac ovigère/an) du copépode *Eurytemora affinis* au point E entre 1978 et 2007 - Chaque point représente la moyenne des valeurs mensuelles calculée entre avril et novembre

7.2.2. Structure des populations

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

Le sex-ratio des adultes est habituellement légèrement en faveur des mâles, ce qui se vérifie en 2007 (53,3 % de mâles en moyenne). Comme il est généralement observé depuis le début de la série, les variations saisonnières du sex ratio sont relativement peu importantes (**Figure 7-10**) avec cependant un fort déséquilibre en faveur des femelles en fin de période estivale (année et une forte proportion de femelles lors du pic d'abondance de l'espèce (80,4%, ce qui est rare sur la série). En général, le pourcentage de mâles est toujours un peu plus élevé en surface qu'au fond. En 2007 cette caractéristique n'est observée que durant la période d'augmentation des abondances en

fin de printemps : mai et juin (en 2006 le schéma classique était pratiquement inversé jusqu'en août).

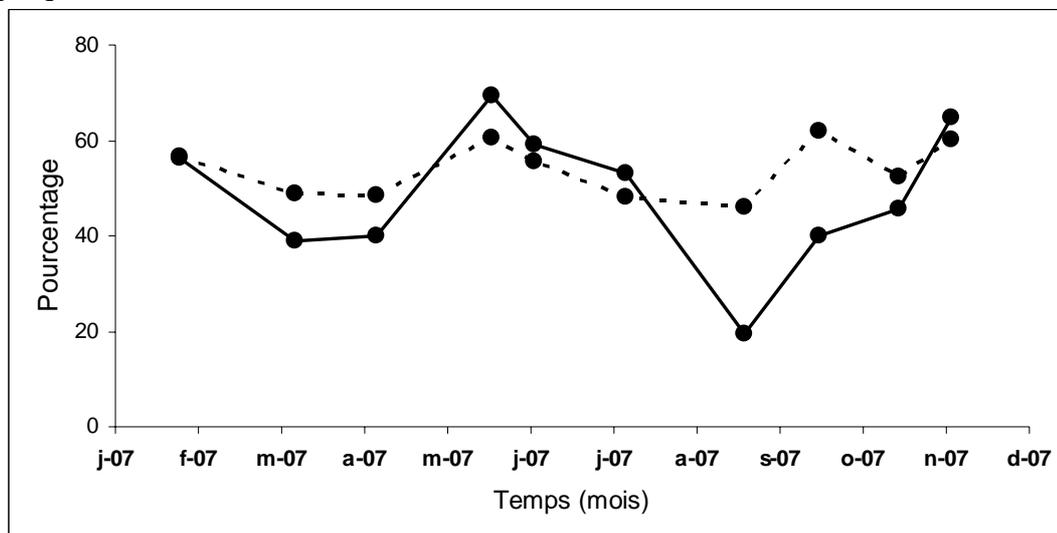


Figure 7-10 : Evolution mensuelle du pourcentage de mâles dans la population adulte du copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au cours de l'année 2007 - Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée

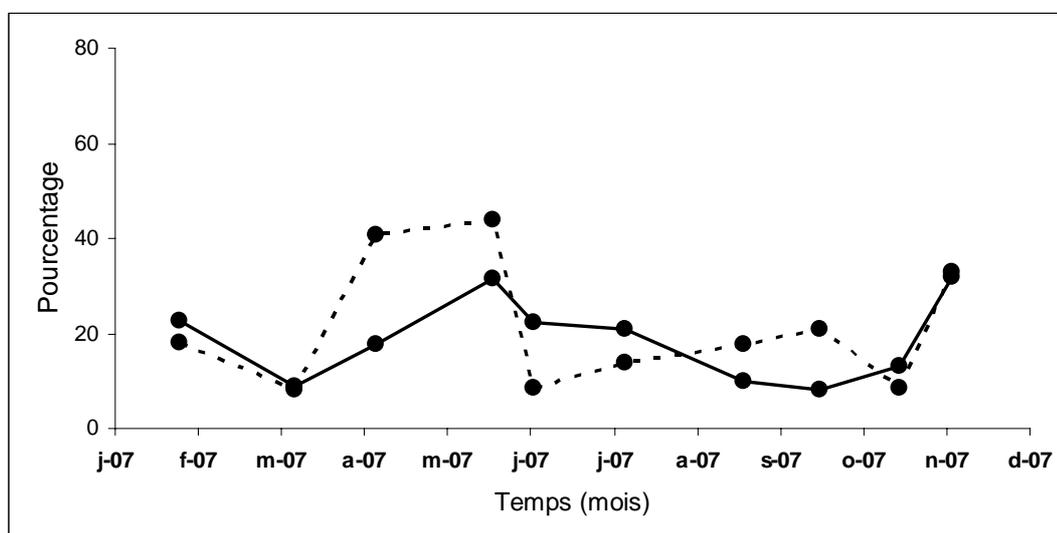


Figure 7-11 : Evolution mensuelle du pourcentage de femelles ovigères chez le copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au cours de l'année 2007 - Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée

Les variations annuelles observées en la surface et le fond ne permettent pas de dégager un schéma général du positionnement des organismes dans la colonne d'eau. Les valeurs les plus fortes (**Figure 7-11**) sont observées de mars à mai (maximales pour cette période au fond). Le pourcentage moyen annuel de l'année 2007 (21,2 %) est faible par rapport à la moyenne calculée à partir des valeurs des précédentes années de surveillance (30,0 %) mais se situe dans la gamme de valeurs observées depuis 1999.

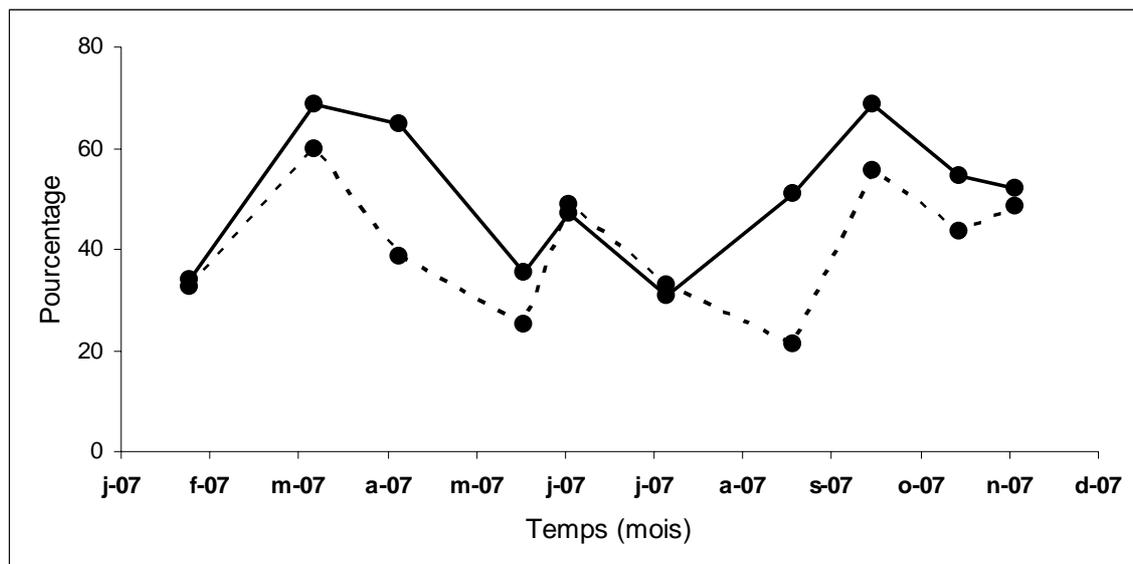


Figure 7-12 : Evolution mensuelle du pourcentage de copépodites dans la population totale du Copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface (trait plein) et au fond (pointillés) au cours de l'année 2007 - Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée

La proportion moyenne de copépodites (copépodites 1 à 5 = stades juvéniles) en 2007 est plus importante en surface qu'au fond (sauf en juin et juillet, mais les différences sont très faibles), ce qui traduit une distribution préférentielle des jeunes stades en surface (phénomène classiquement observé). La moyenne annuelle (43,4 %) est plus faible que la moyenne des observations des années précédentes (plus faible valeur de la série – moyenne 1978/2007 : 59,4 %). Les plus forts pourcentages sont notés pendant le pic d'abondance de l'espèce (printemps) et pendant la période automnale (période de reprise de production durant laquelle les effectifs sont restés très faibles cette année). (**Figure 7-12**).

7.2.3. Mortalité

Les résultats sont présentés en pourcentages de mortalité, tous stades confondus. Les fluctuations temporelles observées au cours du cycle annuel en 2007 (**Figure 7-13**) sont faibles quelle que soit la période de l'année.

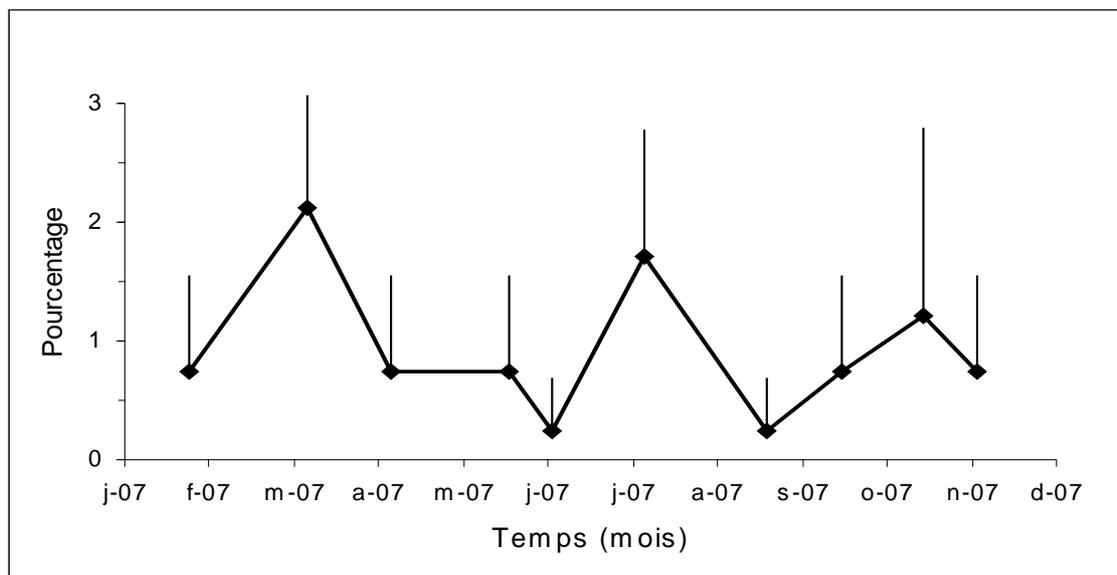


Figure 7-13 : Evolution mensuelle du pourcentage de mortalité du copépode *Eurytemora affinis* au point E, au cours de l'année 2007 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne (\pm erreur standard) calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée (2 en surface et 2 au fond)

La mortalité annuelle moyenne en 2007 ($0,9 \pm 1,0$ %) est faible et du même ordre de grandeur que ce qui a été observé lors des années précédentes.

La moyenne annuelle observée en 2007 concorde avec la diminution de la mortalité observée depuis 1999. La tendance observée au cours des 10 dernières années (**Figure 7-14**) est proche de celle des années 1984 à 1988.

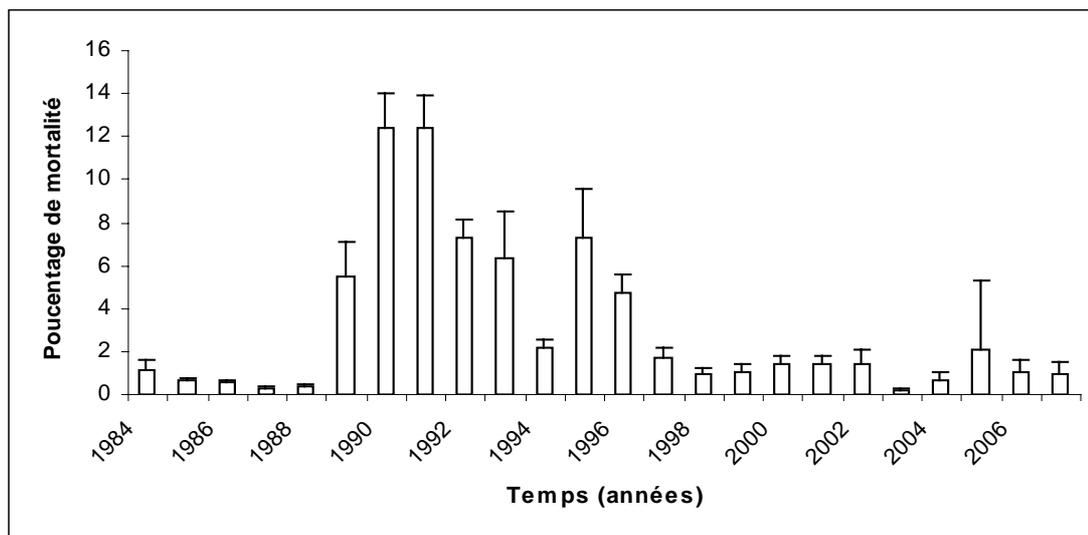


Figure 7-14 : Evolution du pourcentage de mortalité du Copépode *Eurytemora affinis* au point E, entre 1984 et 2007 - Chaque point sur le graphique représente la valeur moyenne annuelle (\pm erreur standard) calculée sur l'ensemble des prélèvements

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

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

Les comparaisons entre stations reposent sur la moyenne de tous les prélèvements effectués au cours d'une marée pour chaque mission. Les résultats présentés pour 2007 sont incomplet du fait de l'impossibilité de prélever sur les stations F (janvier, mars, mai et juin) et K (juin) consécutivement à des contraintes météorologiques et à des avaries du NO Côtes d'Aquitaine. L'interprétation de certains résultats en est affectée.

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 2007, la densité moyenne annuelle de cette espèce aux points F et K (5433 ± 2386 ind./m³ et 4778 ± 808 ind./m³ respectivement) est plus faible que celle observée au point E (11316 ± 4534 ind./m³, **Figure 7-15**). La localisation aval de l'espèce, observée en 2005 et 2006 n'est pas retrouvée cette année, ce qui peut indiquer un retour

à un schéma plus classique de distribution de l'espèce : 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). Cette observation peut aussi être liée au peu de données acquises durant la période de production au point F).

La période de fortes abondances de l'espèce est différente dans la station médiane (station E, mois de mars et juin : 48566 ± 19653 ind./m³ et 26289 ± 15262 ind./m³ respectivement) par rapport à la station amont (mois d'avril: station K, 22007 ± 13165 ind./m³ ce qui se traduit notamment par une période d'abondances maximales plus précoce dans la station médiane (le peu de données obtenues sur la station F ne permettent pas de discuter ce point pour la zone aval). L'année 2007 se distingue donc par des périodes d'abondances maximales différentes en amont et dans la zone médiane de l'estuaire, mais aussi par une augmentation plus précoce (*mars, hors protocole*) et plus durable des abondances dans la zone médiane (station E). Ce schéma était inversé lors des 2 précédentes années de suivi (2005-2006).

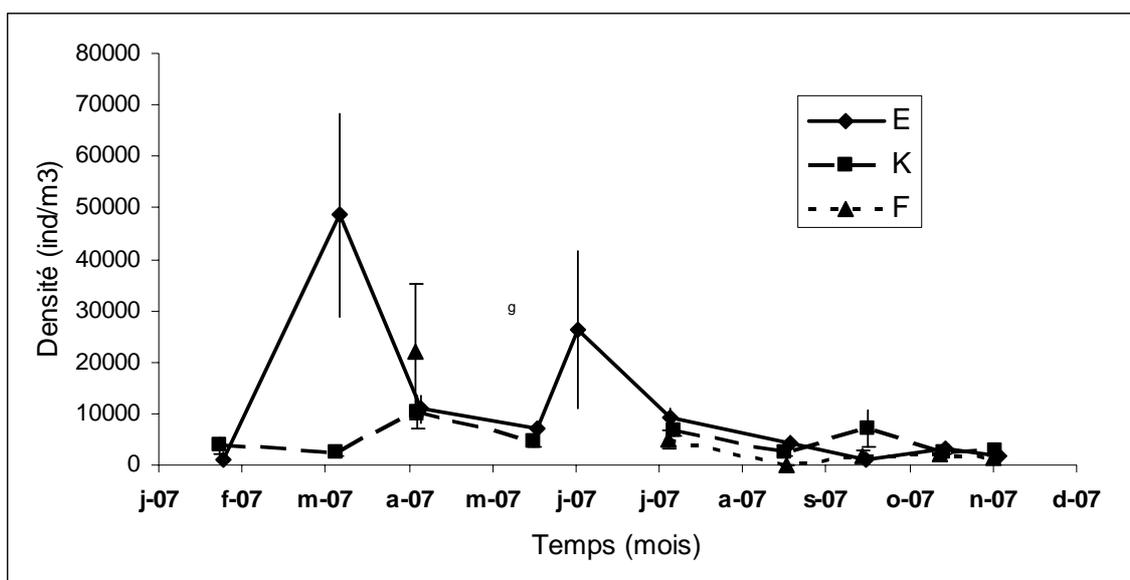


Figure 7-15 : Evolution mensuelle de la densité du copépode *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52) et K (pk 30) au cours de l'année 2007 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

Tableau 7-1 : Evolution des densités moyennes annuelles (ind./m3) du copépode *Eurytemora affinis* observées au cours de la période 1984-2007 - Le point J est situé au niveau du pk 52 dans le chenal de navigation

Année	Point F Pk 67	Point E Pk 52	Point J Pk 52	Point K Pk 30
1984		9600	8500	6100
1985		9100	11100	5500
1986		5900	7900	4900
1987		5300	6400	5800
1988		7400	7900	5200
1989		5300	5500	8200
1990		2400	2400	3000
1991		5600	4700	7100
1992		6400		4700
1993	4300	8200		9300
1994	3000	6252		1873
1995	2161	7896		3673
1996	3743	3010		6843
1997	2156	1098		2526
1998	832	5226		7167
1999	4704	6214		5283
2000	2747	5693		5653
2001	7069	8393		23358
2002	3470	5112		3978
2003	2175	3857		4956
2004	4238	17216		11400
2005	11104	9641		8886
2006	9277	8475		14034
2007	5433	11316		4778

La comparaison des densités moyennes interannuelles (**Tableau 7-1**) entre 1984 et 2007 montre que les années caractérisées par une absence de crues²⁶ (notamment printanières) ou par une forte turbidité (sècheresse printano-estivale) sont des années pour lesquelles la densité du copépode est plus élevée au point K qu'au point E, ce qui correspondait par exemple au schéma observé en 2006, mais pas à celui de l'année 2007 pour laquelle les conditions climatiques expliquent cette modification (crue printanière)

7.3.2. Variation des densités des Copépodes Acartidés

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

²⁶ Mais ces observations ne sont possibles que si les périodes de crue sont échantillonnées (ce qui n'est plus toujours possible depuis 1992 –année du recul du début de la période d'observation au mois d'avril-).

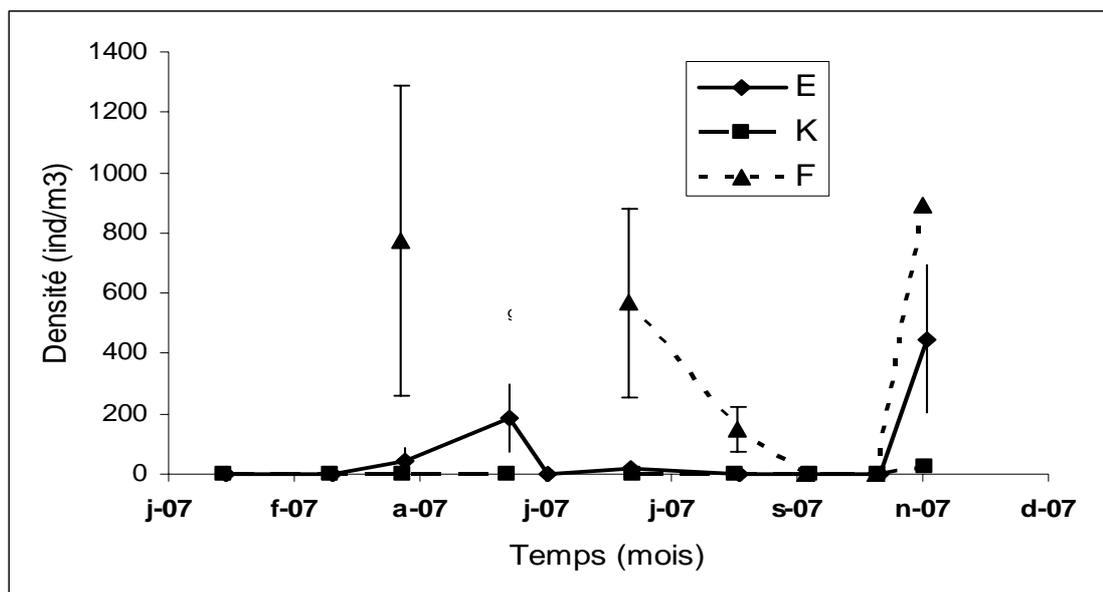


Figure 7-16 : Evolution mensuelle de la densité du Copépode *Acartia bifilosa* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2007 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

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

La période d'abondance maximale semble décalée dans les différentes stations : printanière en aval (mai : maximum annuel au point F : 398 ± 115 ind./m³), fin de printemps en zone médiane (maximum annuel au point E en mai : 186 ± 113 ind./m³) et quasi-absence en zone amont. Le peu de données obtenu sur la station F ne permet pas de dire si un pic d'abondance ou deux sont observés en zone aval (pics printanier et estival observé certaines années : 1979, 1982, 1987, 1993, 1997, 2002, 2005).

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

Tableau 7-2 : Evolution des densités moyennes annuelles (ind./m³) du copépode *Acartia bifilosa* au cours de la période 1984-2007 - Le point J est situé au pk 52 dans le chenal de navigation

Année	Point F	Point E	Point J	Point K
1984		209	198	1
1985		321	418	15
1986		2514	2862	14
1987		94	238	4
1988		464	1101	4
1989		149	150	9
1990		147	314	16
1991		569	726	4
1992	609	173		1
1993	970	430		2
1994	1000	17		5
1995	3440	287		3
1996	733	340		5
1997	1133	846		1
1998	804	9		3
1999	2232	204		12
2000	1646	34		0
2001	11210	15		0
2002	544	415		3
2003	519	1359		139
2004	1102	97		1
2005	1976	500		5
2006	1927	279		5
2007	398	69		3

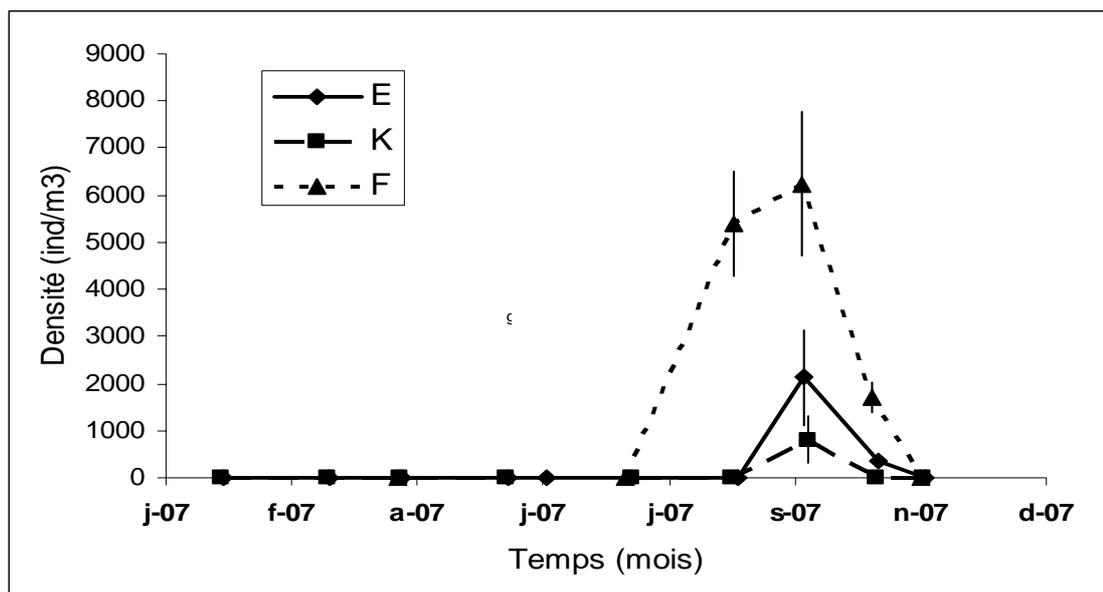


Figure 7-17 : Evolution mensuelle des densités du copépode *Acartia tonsa* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2007 - Chaque point du graphique représente la moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

Le copépode *Acartia tonsa* est une espèce polyhaline : il présente en 2007 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 : 2224 ± 829 ind./m³), elles sont intermédiaires au point E (moyenne annuelle : 247 ± 201 ind./m³), l'espèce étant très peu représentée au point K (moyenne annuelle : 92 ± 80 ind./m³). Son caractère thermophile se traduit en terme de développement dans l'estuaire par une période de production estivale succédant à la période de production d'*A. bifilosa*. *A. tonsa* a présenté en 2007 (**Figure 7.17**) un pic de densité simultanée en septembre (F : 6243 ± 1514 ind./m³ ; E : 2124 ± 1004 ind./m³ ; K : 809 ± 504 ind./m³) et une période de production étalée d'août à octobre aux 3 stations, cette période débutant en août en aval.

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

Tableau 7-3 : Evolution des densités moyennes annuelles (ind./m³) du copépode *Acartia tonsa* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de la période 1984-2007 - Le point J est situé au pk 52 dans le chenal de navigation

Année	Point F	Point E	Point J	Point K
1984		58	97	20
1985		35	459	27
1986		129	356	48
1987		64	406	36
1988		410	484	16
1989		302	519	233
1990		534	3253	478
1991		933	1223	261
1992	1120	114		14
1993	970	430		4
1994	81	15		7
1995	1168	417		8
1996	291	109		6
1997	366	165		7
1998	1849	57		18
1999	2880	1183		149
2000	1086	918		123
2001	1918	1541		472
2002	1386	1048		42
2003	1	1971		1039
2004	3626	1289		79
2005	2177	1224		134
2006	2138	1786		72
2007	2224	247		30

7.3.3. Variation des densités de Mysidacés

En 2007, les effectifs de *Neomysis integer* sont globalement faibles par rapport à ce qui a pu être observé sur la série ; en moyenne l'espèce est peu représentée dans l'ensemble des stations (**Tableau 7-4.** : moyennes annuelles : point K : 6 ± 3 ind./m³ - point E : 20 ± 9 ind./m³ - point F : 11 ± 5 ind./m³).

Généralement, les densités maximales de l'espèce s'observent aux points F ou E . Cette année, la dynamique de l'espèce semble identique sur les stations amont et médiane. L'identification de la zone de présence maximale (et donc de la zone de distribution de l'espèce) n'est pas possible du fait du peu de données en F pendant la période de production. Les pics sont observés simultanément dans les stations amont et médiane en mai (**Figure 7-18** - 97 ± 34 ind./m³ au point E, 32 ± 11 ind./m³ au point K)..

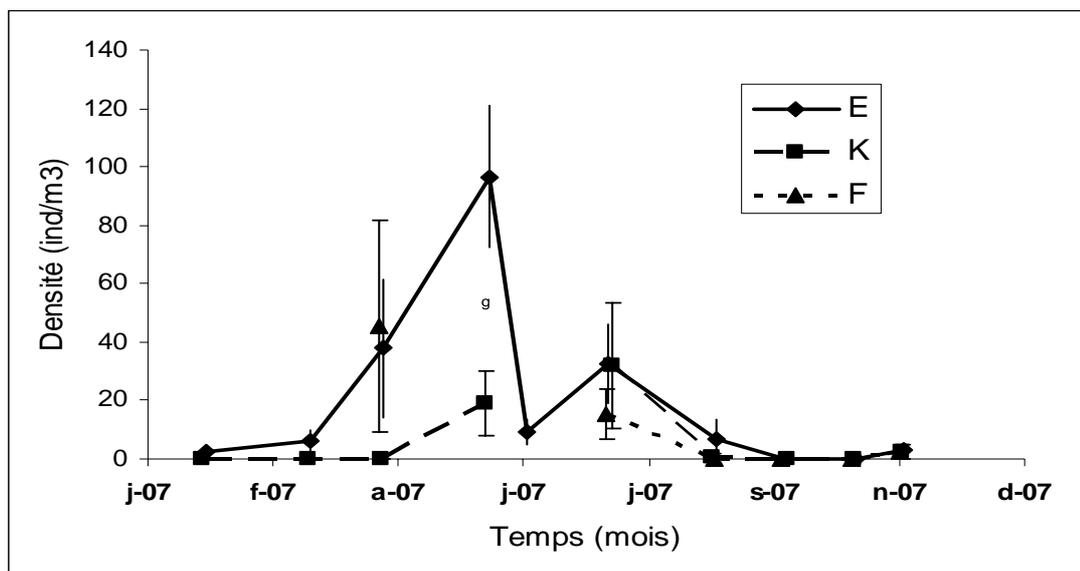


Figure 7-18 : Evolution mensuelle de la densité du Mysidacé *Neomysis integer* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30), au cours de l'année 2007 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 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 1984-2007 - Le point J est situé au pk 52 dans le chenal de navigation

Année	Point F	Point E	Point J	Point K
1984		36	45	22
1985		57	51	21
1986		78	147	63
1987		101	68	33
1988		79	41	37
1989		17	34	16
1990		27	15	6
1991		55	15	12
1992	26	20		3
1993	18	3		3
1994	45	30		1
1995	51	35		10
1996	7	21		5
1997	9	22		7
1998	29	105		37
1999	18	41		8
2000	29	31		12
2001	120	73		24
2002	21	43		9
2003	5	23		15
2004	1	67		13
2005	36	23		47
2006	56	44		12
2007	11	20		6

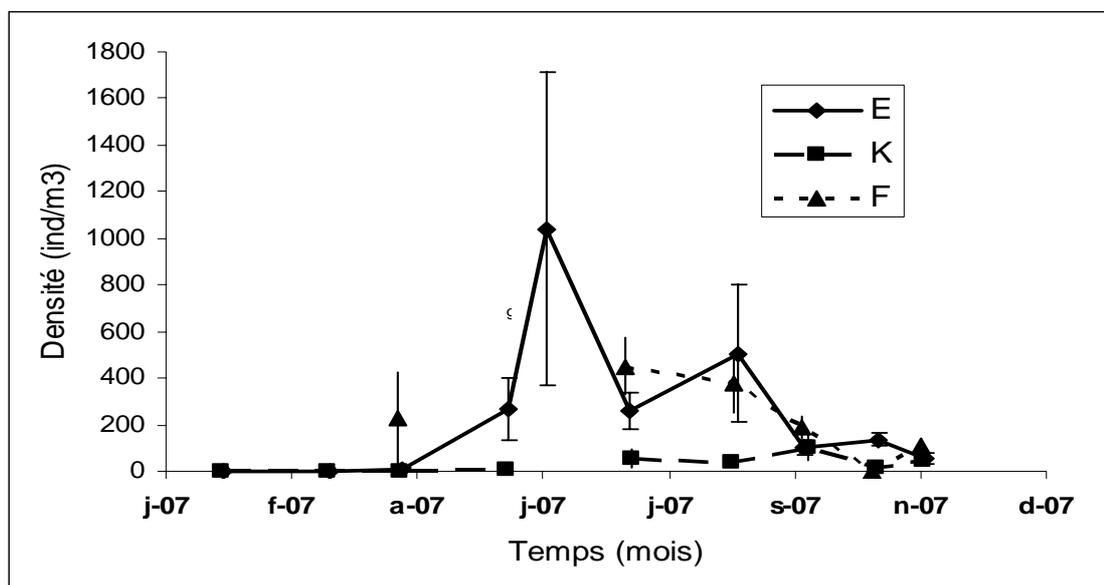


Figure 7-19 : Evolution mensuelle de la densité du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30), au cours de l'année 2007 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 8 prélèvements au cours d'un demi cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) au cours d'un demi-cycle de marée (\pm erreur standard)

La seconde espèce dominante, *Mesopodopsis slabberi* (**Figure 7-19**) semble présenter un schéma de distribution classique (gradient décroissant de l'aval vers l'amont, **Tableau 7-5**) : abondances identiques au point F (moyenne annuelle : 224 ± 48 ind./m³, mais manque de données pendant la période de production) et au point E (237 ± 20 ind./m³), tandis que l'espèce est mal représentée au point K (30 ± 11 ind./m³). Il s'agit d'une espèce polyhaline dont le centre de distribution se situe normalement en aval du pk 67 et dont la pénétration dans l'estuaire est fortement dépendante des débits fluviaux. Les plus fortes abondances sont trouvées en Juin dans la zone médiane (point E : 1041 ± 669 ind./m³), elles semblent décalées vers la période estivale en amont (observation assez classique sur la série) : septembre au point K : 105 ± 59 ind./m³.

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

Année	Point F	Point E	Point J	Point K
1984		191	135	46
1985		114	151	40
1986		787	2740	178
1987		169	367	211
1988		223	408	88
1989		177	173	85
1990		124	521	41
1991		260	234	62
1992	155	65		8
1993	114	106		6
1994	71	12		4
1995	185	141		10
1996	166	130		8
1997	137	136		9
1998	215	118		15
1999	177	92		9
2000	214	144		32
2001	310	211		63
2002	258	169		31
2003	74	180		134
2004	434	209		49
2005	294	254		98
2006	303	128		38
2007	224	237		30

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 1984-2007 - M : % de mâles par rapport à la population adulte, F. ov. : % de femelles ovigères/total des femelles, C : % de copépodites

Année	Point F			Point E			Point K		
	M	F. ov.	C	M	F. ov.	C	M	F. ov.	C
1984				53	25	67	54	15	67
1985				55	23	67	56	18	67
1986				58	30	60	55	26	56
1987				54	35	65	59	23	77
1988				54	19	62	51	20	52
1989				52	32	67	52	31	71
1990				48	34	60	50	21	59
1991				46	27	67	46	26	67
1992	60	34	58	54	36	62	54	25	58
1993	62	33	55	51	33	65	44	17	75
1994	53	25	67	45	24	68	44	18	62
1995	39	19	59	41	32	62	45	18	62
1996	52	30	60	49	30	54	47	20	62
1997	51	26	49	53	30	48	46	16	58
1998	50	27	46	48	32	52	47	17	68
1999	60	22	34	42	20	53	39	9	57
2000	48	18	63	35	13	65	40	11	60
2001	50	15	58	52	20	47	42	13	47
2002	57	26	48	56	26	45	45	12	53
2003	50	15	82	37	15	66	54	17	64
2004	43	20	55	45	20	64	42	10	59
2005	51	17	58	51	26	54	50	15	63
2006	32	9	39	42	20	64	44	12	57
2007	47	20	53	53	21	45	44	10	60

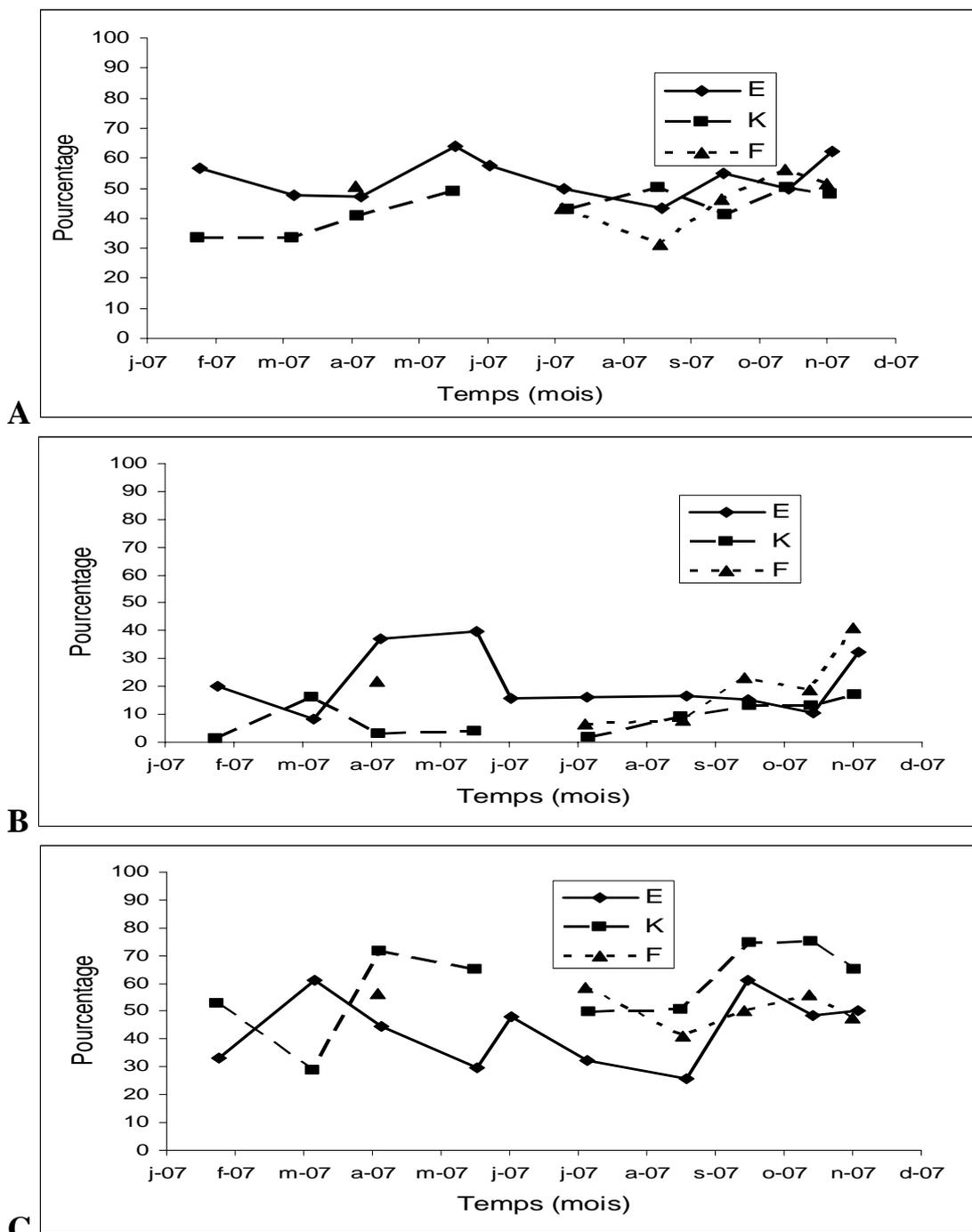


Figure 7-20 : Evolution mensuelle de la structure démographique du copépode *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2007 - % mâles/adultes (A), % femelles ovigères (B), % de copépodites (C), calculés sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond)

L'évolution saisonnière du sex-ratio (**Figure 7-20**) est assez proche d'une station à l'autre. On observe globalement un équilibre (proche de 45-50%) du sex ratio sur la période d'étude avec, en moyenne, une légère prédominance de femelles (dominance lors des dernières années qui représente une différence avec les données du début de l'étude : dominance de mâles). En 2007, cette dominance des femelles est nettement moins marquée qu'en 2006 : au point F : 47% de mâles en moyenne, 53% au point E et 44% au point K.

L'année 2007 est marquée par une représentation moyenne des femelles ovigères proche des valeurs moyennes observées sur la série (abondances relatives néanmoins faibles au point K) : 20% au point F (22% sur l'ensemble de la série), 21% au point E (26% sur la série) et 10% au point K (18% sur la série). Le pourcentage de femelles ovigères est globalement fort lors de la période de forte abondance de l'espèce au point E.

L'évolution du pourcentage de copépodites est habituellement « homogène » dans l'estuaire. Cette année la distribution de ces stades indique une répartition amont des jeunes stades par rapport aux adultes (meilleure représentativité des jeunes stades au point K (60%) par rapport au point E (45%), point F non pris en compte) Cette année 2007 est caractérisée par une dominance de ces stades durant les périodes de production, les périodes de dominance sont décalées s'une station à l'autre du fait de la dynamique temporelle différente observées entre zone médiane d'une part et zones amont/aval d'autre part.

7.4.2. Fécondité

En 2007 les fécondités enregistrées aux points K, E et F (**Figure 7-21**) ne diffèrent pas significativement d'une station à l'autre : les faibles valeurs trouvées au point E se retrouvent donc en aval et en amont (**Tableau 7-6**).

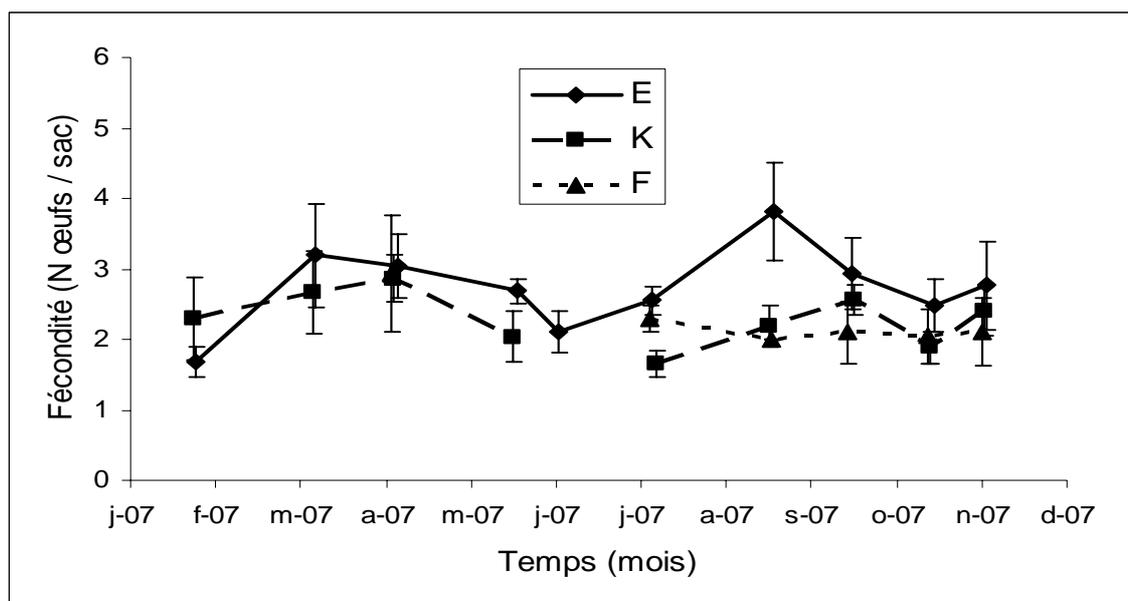


Figure 7-21 : Evolution mensuelle de la fécondité (nombre d'œufs moyen/sac ovigère) des femelles du copépode *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2007 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

En 2007 pour les 3 points, la fécondité est donc à nouveau particulièrement faible par rapport à l'ensemble des précédentes années (**Tableau 7-7**).

Tableau 7-7 : Fécondité moyenne du copépode *Eurytemora affinis* (nombre moyen d'œufs par sac ovigère \pm erreur standard) entre les stations F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de la période 1984-2007 - Le point J est situé au pk 52 dans le chenal de navigation

Année	Point F	Point E	Point J	Point K
1984		12,9 \pm 1,9	14,8 \pm 1,9	13,7 \pm 1,7
1985		11,1 \pm 3,9	9,5 \pm 1,3	10,3 \pm 2,1
1986		9,1 \pm 1,5	8,4 \pm 0,6	7,6 \pm 1,0
1987		6,4 \pm 0,6	6,8 \pm 0,8	6,4 \pm 1,3
1988		7,5 \pm 0,8	7,0 \pm 0,5	6,6 \pm 0,6
1989		7,4 \pm 0,4	7,5 \pm 0,4	7,6 \pm 0,6
1990		6,8 \pm 0,5	6,8 \pm 0,4	5,7 \pm 0,3
1991		7,6 \pm 0,8	7,5 \pm 0,3	7,0 \pm 0,2
1992	9,2 \pm 0,9	9,6 \pm 0,8		8,5 \pm 0,5
1993	7,5 \pm 0,6	7,4 \pm 0,9		10,1 \pm 3,5
1994	3,6 \pm 0,5	4,0 \pm 0,4		3,1 \pm 0,3
1995	3,3 \pm 0,5	4,0 \pm 0,4		2,8 \pm 0,3
1996	4,1 \pm 0,5	3,4 \pm 0,2		3,4 \pm 0,2
1997	4,1 \pm 0,3	3,4 \pm 0,2		2,7 \pm 0,2
1998	3,6 \pm 0,1	2,9 \pm 0,1		2,7 \pm 0,2
1999	2,9 \pm 0,2	3,0 \pm 0,1		2,5 \pm 0,1
2000	2,6 \pm 0,2	3,1 \pm 0,3		2,1 \pm 0,1
2001	3,5 \pm 0,2	3,3 \pm 0,3		3,1 \pm 0,1
2002	3,0 \pm 0,2	2,9 \pm 0,2		2,6 \pm 0,1
2003	2,7 \pm 0,4	2,9 \pm 0,2		2,7 \pm 0,3
2004	2,7 \pm 0,2	2,5 \pm 0,4		2,5 \pm 0,4
2005	3,3 \pm 0,6	3,3 \pm 0,6		2,6 \pm 0,2
2006	3,0 \pm 0,9	2,9 \pm 0,4		2,3 \pm 0,6
2007	2,2 \pm 0,4	2,7 \pm 0,4		2,3 \pm 0,3

Après une baisse continue de 1984 à 1987, le nombre d'œufs par sac ovigère tendait à se stabiliser de 1988 à 1991 aux différents points et même à remonter au point K. Puis une nouvelle tendance à la baisse est apparue de façon généralisée sur tous les points (stabilisation depuis 1994). Cette décroissance du nombre d'œufs peut être liée aux variations de la température de l'eau comme cela a été observé chez *E. affinis* tant en laboratoire (POLY & CASTEL, 1983) que sur le terrain (CASTEL & FEURTET, 1992 ; HIRCHE, 1992)

7.4.3. Mortalité

Le pourcentage moyen de mortalité reste faible tout au long de l'année sur l'ensemble de l'aire de répartition de l'espèce (**Figure 7-22**).

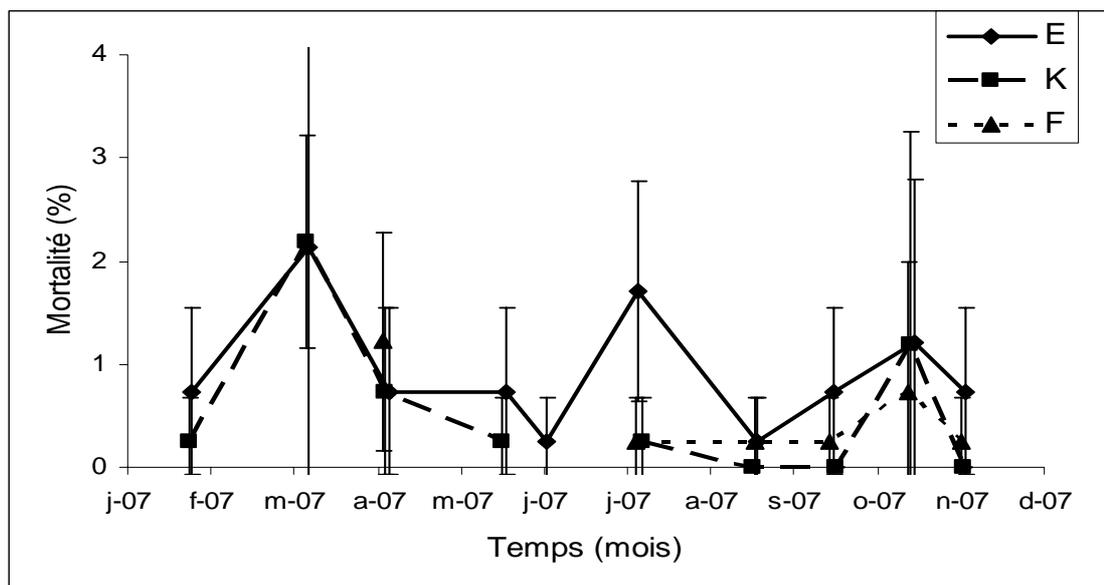


Figure 7-22 : Evolution mensuelle de la mortalité du copépode *Eurytemora affinis* aux points E (pk 52, rejet), F (pk 67) et K (pk 30) au cours de l'année 2007 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 4 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

Les valeurs sont très faibles sur l'ensemble du suivi et les variations sont homogènes sur l'ensemble de l'année d'une station à l'autre (mortalité cependant plus fortes en juillet au point E). Les fortes mortalités observées dans la partie médiane et dans la partie amont de l'estuaire en été en 2005, ne sont pas observées cette année. La stratégie d'échantillonnage utilisée n'est pas en mesure de vérifier si les rejets thermiques de la centrale engendrent un phénomène de surmortalité (voir étude particulière sur les conséquences du passage dans les circuits de refroidissement).

Tableau 7-8 : Mortalité moyenne annuelle du copépode *Eurytemora affinis* (\pm erreur standard) aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de la période 1984-2007 - Le point J est situé au pk 52 dans le chenal de navigation

Année	Point F	Point E	Point J	Point K
1984		1,1 \pm 0,5	0,7 \pm 0,2	0,7 \pm 0,2
1985		0,7 \pm 0,1	0,9 \pm 0,1	1,1 \pm 0,3
1986		0,6 \pm 0,1	0,5 \pm 0,1	0,5 \pm 0,1
1987		0,3 \pm 0,1	0,2 \pm 0,1	0,2 \pm 0,1
1988		0,4 \pm 0,1	0,5 \pm 0,1	0,3 \pm 0,1
1989		5,5 \pm 1,6	3,7 \pm 0,8	5,0 \pm 1,4
1990		12,4 \pm 1,6	11,3 \pm 1,8	8,7 \pm 1,3
1991		12,4 \pm 1,5	14,0 \pm 1,6	12,2 \pm 2,8
1992	5,8 \pm 1,1	7,3 \pm 0,8		5,7 \pm 0,8
1993	5,7 \pm 1,8	6,3 \pm 2,2		4,4 \pm 1,1
1994	6,8 \pm 2,7	2,2 \pm 0,4		7,8 \pm 3,2
1995	1,1 \pm 0,3	7,3 \pm 2,3		3,3 \pm 1,0
1996	5,8 \pm 1,9	4,7 \pm 0,9		9,3 \pm 2,4
1997	2,0 \pm 0,9	1,7 \pm 0,5		1,5 \pm 0,5
1998	0,7 \pm 0,3	0,9 \pm 0,3		5,9 \pm 2,8
1999	0,7 \pm 0,3	1,0 \pm 0,4		1,6 \pm 0,6
2000	0,6 \pm 0,3	1,4 \pm 0,4		1,8 \pm 0,7
2001	0,6 \pm 0,3	1,4 \pm 0,4		2,1 \pm 0,5
2002	0,9 \pm 0,3	1,4 \pm 0,7		0,8 \pm 0,4
2003	0,2 \pm 0,1	0,2 \pm 0,1		0,5 \pm 0,2
2004	0,8 \pm 0,3	0,7 \pm 0,3		0,3 \pm 0,1
2005	0,7 \pm 0,2	2,1 \pm 3,2		0,8 \pm 0,4
2006	0,2 \pm 0,3	1,0 \pm 0,7		1,0 \pm 2,3
2007	0,5 \pm 0,7	0,9 \pm 1,0		0,5 \pm 0,6

8. Macrofaune benthique

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

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

8.1. Composition granulométrique du sédiment

La composition granulométrique du sédiment (3 cm superficiels homogénéisés) a été déterminée par diffraction laser au microgranulomètre Malvern (analyses réalisées par l'équipe de sédimentologie de l'UMR EPOC) sur des carottes de sédiment prélevées en juin 2004, puis de mai-juin 2006 à novembre 2007.

8.1.1. Sédiments intertidaux

Le sédiment des trois stations intertidales est fortement vaseux et de composition granulométrique remarquablement constante au cours du temps :

- à St-Christoly (PK 66) : 85-94% de grains < 63 μm (« vases »), avec un épisode de léger ensablement (75% de vases) en février 2007 (**Figure 8-1a**) ;
- à St-Estèphe (PK 55) : 81-92% de vases (**Figure 8-1b**) ;
- à Lamarque (PK 35) : 93-99% de vases (**Figure 8-1c**).

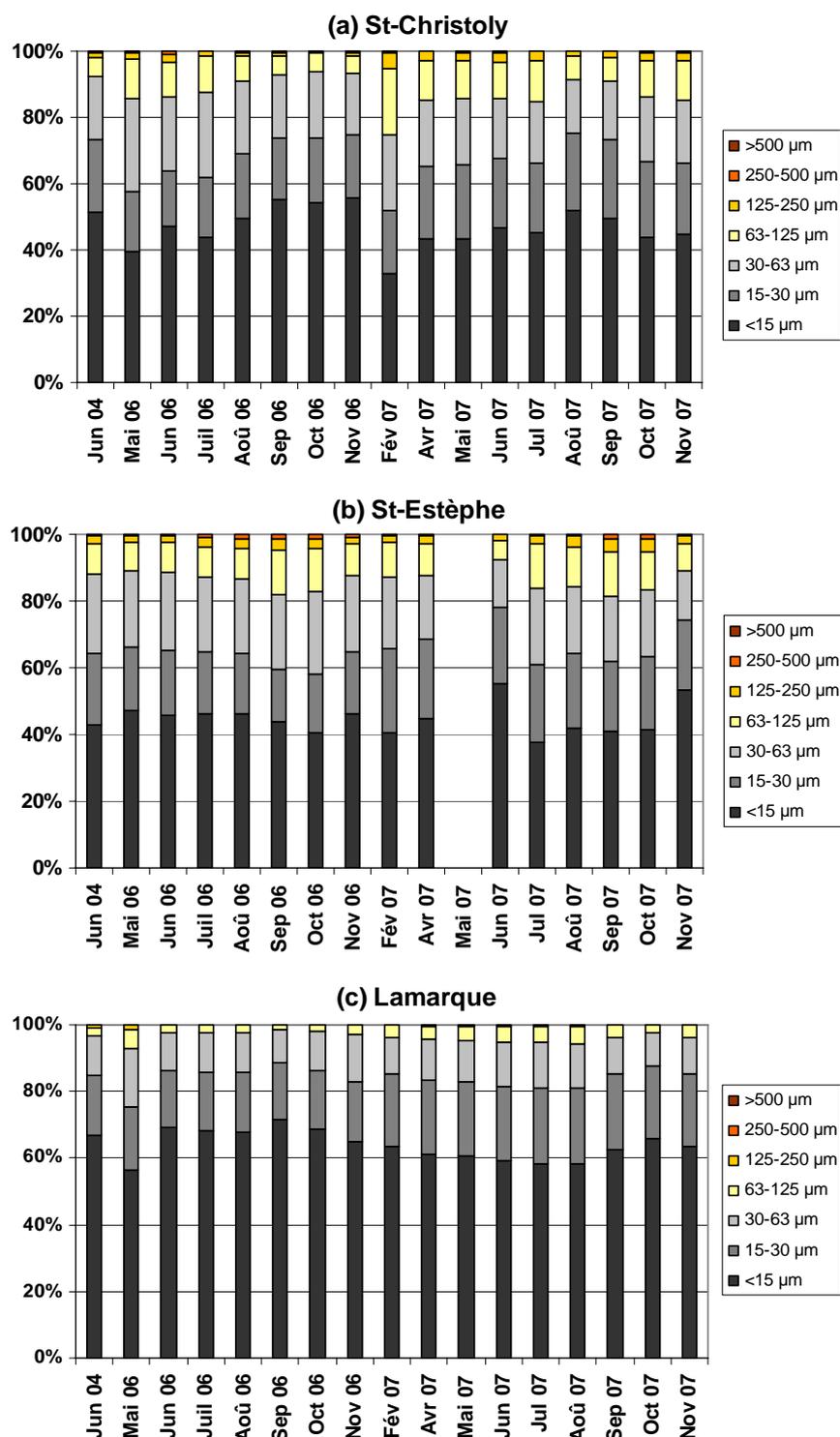


Figure 8-1 : Composition granulométrique du sédiment des stations intertidales en juin 2004, de mai à novembre 2006, et de février à novembre 2007.

8.1.2. Sédiments subtidaux

Le sédiment des trois stations subtidales présente, quant à lui, une forte variabilité spatiale et, surtout, temporelle :

- au Point F (PK 67), il s'agit d'un mélange de sables et de vases, présents en proportions très variables ; la composition granulométrique peut ainsi changer totalement d'un mois à l'autre, comme c'est le cas entre août et septembre 2007 où la teneur en vases passe de 97 à 10% (avec, en septembre, 54% de sables grossiers dans la catégorie 250-500 μm) (**Figure 8-2a**) ;
- au Point E (PK 52), le sédiment est constitué généralement de vases ou de vases sableuses, avec 86-96% de particules < 63 μm ; des enrichissements en sables (30-69%) se produisent cependant, sans périodicité évidente (juillet 2006, avril, juin et août 2007) (**Figure 8-2b**) ;
- au Point K (PK 30), le sédiment est majoritairement sableux (52-93% de particules > 63 μm), avec même une dominance de sables grossiers (37-84% > 250 μm) ; un fort envasement (94%) est cependant observé en novembre 2006 (**Figure 8-2c**).

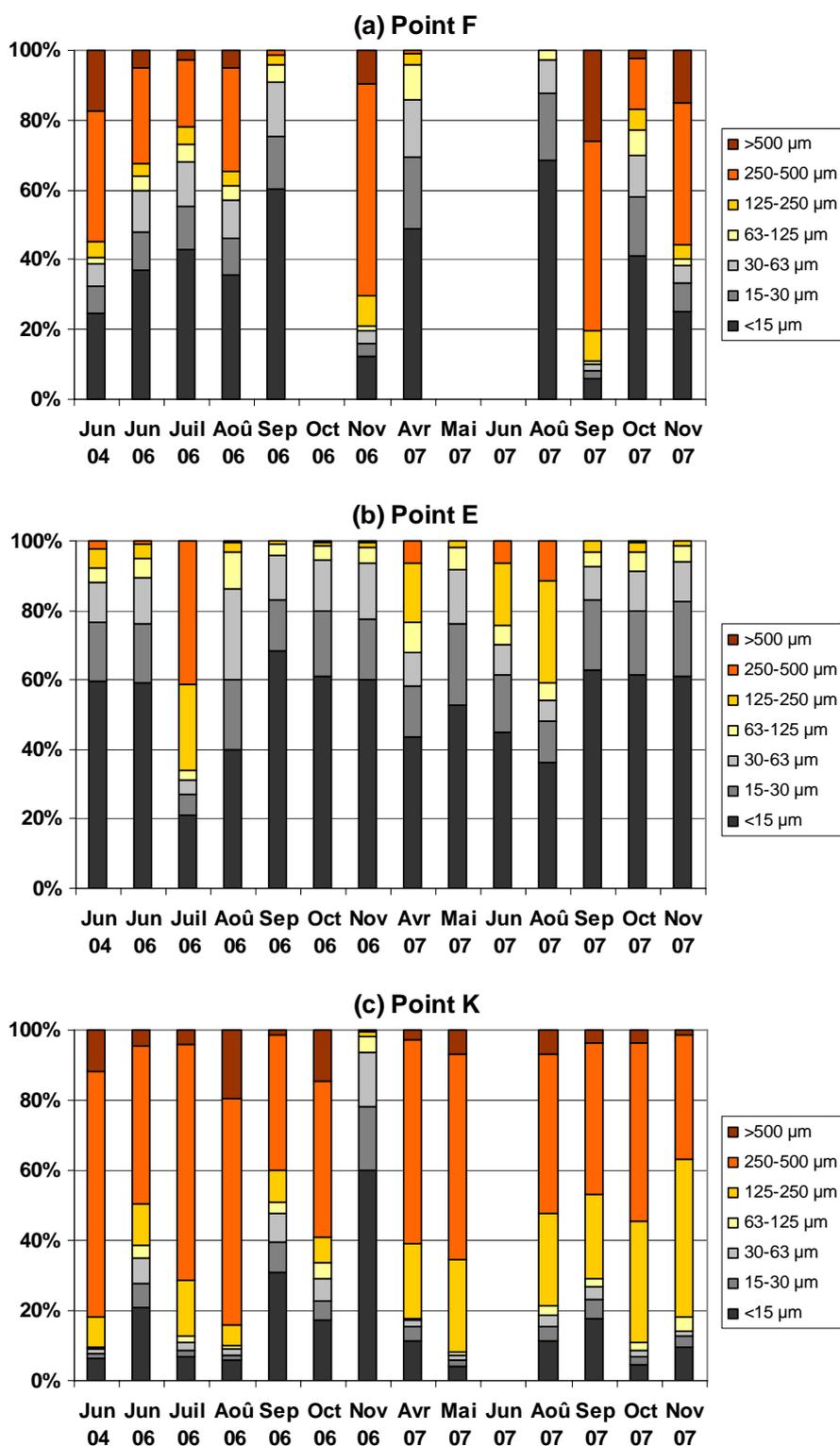


Figure 8-2 : Composition granulométrique du sédiment des stations subtidales en juin 2004, de juin à novembre 2006, et d'avril à novembre 2007.

8.2. Evolution temporelle de la richesse spécifique des peuplements macrobenthiques

Dans le domaine subtidal, *la richesse spécifique mensuelle* (nombre d'espèces échantillonnées chaque mois par station) suit globalement un gradient croissant vers l'aval (2 à 6 espèces par date au PK 30, 0 à 5 au PK 52, 3 à 8 au PK 67), sans tendance saisonnière marquée ; tout comme en 2006, elle est en diminution sensible par rapport à l'année 2005 (**Figure 8-3**). Dans le domaine intertidal, ce gradient croissant de richesse spécifique vers l'aval existe de manière plus marquée (1 à 3 espèces par date au PK 35, 4 à 7 aux PK 55 et 66) ; il n'y a pas de tendance saisonnière marquée, et les richesses spécifiques mensuelles tendent à décroître par rapport à celles de 2005 et 2006 (**Figure 8-4**).

A l'échelle de l'année, *la richesse spécifique annuelle* (nombre d'espèces échantillonnées au cours de l'année dans chaque station) suit nettement un gradient croissant vers l'aval dans le domaine intertidal, comme lors des années précédentes ; dans le domaine subtidal, en revanche, la richesse spécifique annuelle tend à s'équilibrer entre les trois stations (**Tableau 8-1**). Cette richesse spécifique annuelle, qui avait augmenté dans toutes les stations en 2005, suite à une « marinisation » des peuplements consécutive à une augmentation générale de la salinité dans l'estuaire, revient en 2007 à un niveau comparable à celui de 2004 dans le domaine intertidal ; dans le domaine subtidal, elle diminue même à son niveau le plus bas des quatre années du suivi, à l'exception de la station la plus en amont (**Tableau 8-1**).

Au niveau qualitatif, peu de changements sont intervenus en 2007. Seules trois espèces ont été échantillonnées pour la première fois (l'annélide polychète *Phyllodoce* sp. et le crustacé *Pachygrapsus marmoratus* en intertidal, et le mollusque bivalve *Mytilus edulis* en subtidal), et il s'agit en plus de spécimens uniques. Sept autres espèces présentes en 2006 n'ont par ailleurs pas été échantillonnées en 2007 ; cinq d'entre elles n'avaient été récoltées qu'en un seul exemplaire en 2006, mais deux présentaient jusqu'alors des abondances significatives : les polychètes *Nephtys hombergii* et *Pseudopolydora pulchra*.

Tableau 8-1 : Comparaison de la richesse spécifique totale du macrobenthos aux six stations échantillonnées de 2004 à 2007.

	Subtidal				Intertidal				
	2004	2005	2006	2007		2004	2005	2006	2007
PK 67	16	22	15	11	PK 66	11	15	14	12
PK 52	12	14	12	9	PK 55	7	10	8	9
PK 30	6	10	7	10	PK 35	4	6	7	7

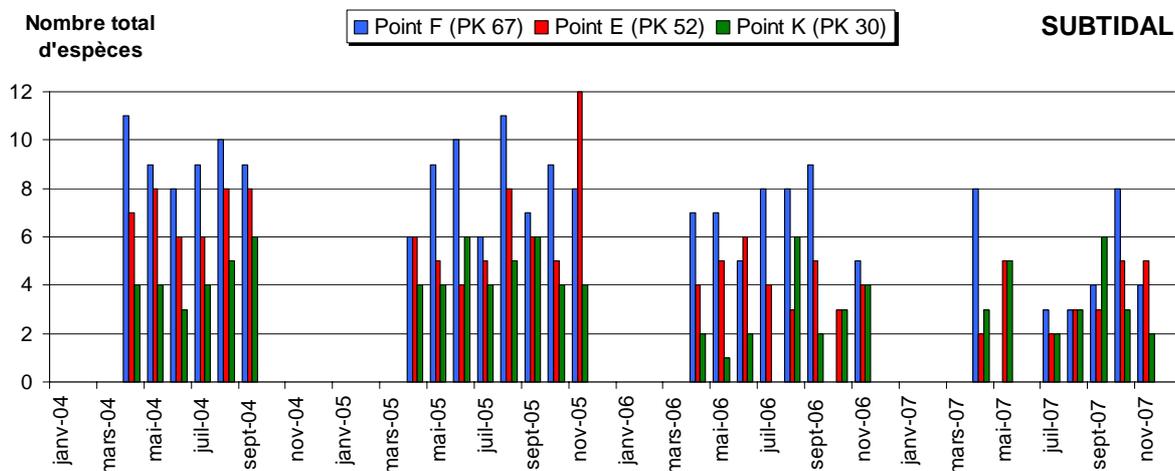


Figure 8-3 : Evolution mensuelle de la richesse spécifique du macrobenthos des stations subtidales au cours des années 2004 à 2007.

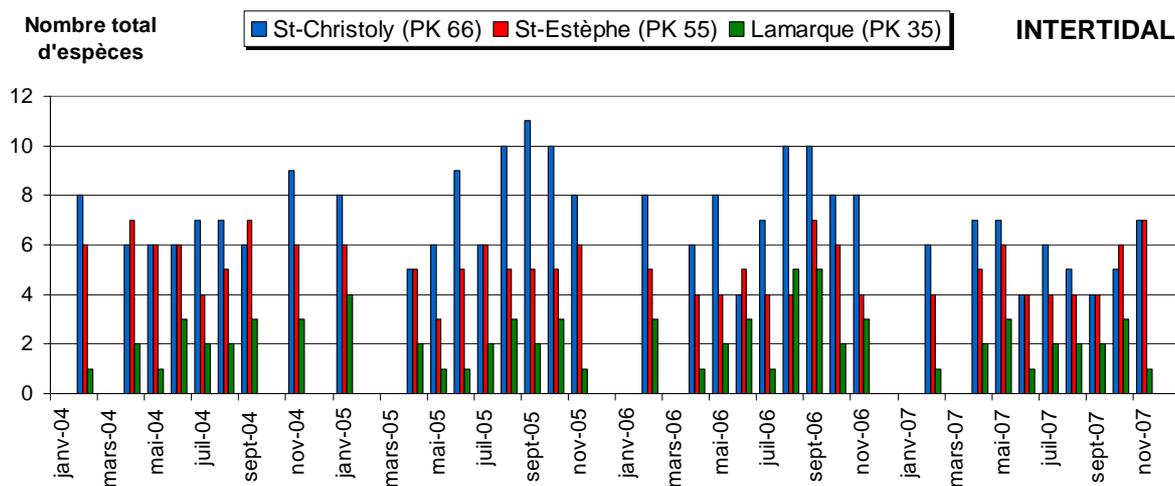


Figure 8-4 : Evolution mensuelle de la richesse spécifique du macrobenthos des stations intertidales au cours des années 2004 à 2007.

8.3. Evolution temporelle des peuplements macrobenthiques subtidiaux

8.3.1. Variations des densités totales

Si la richesse spécifique des peuplements benthiques subtidiaux est relativement élevée (17 espèces échantillonnées en 2007 sur l'ensemble des trois stations), leur abondance totale est extrêmement faible en 2007, atteignant au maximum 418 ind./m² (Point E en novembre). Ces traits généraux sont similaires à ceux de l'année 2006, et contrastent nettement avec les observations de 2004 et 2005. Le détail des variations mensuelles des densités de l'ensemble des espèces dans chaque station subtidale est donné dans le **Tableau 8-2**.

8.3.2. Point F (PK 67)

Alors que de 2004 à 2006, cette station était celle des trois stations subtidales où les abondances étaient les plus élevées, elle présente en 2007 des abondances très faibles (**Figure 8-5**). La saisonnalité est peu marquée, avec deux légers maxima en avril (242 ± 63 ind./m²) et en octobre (238 ± 47 ind./m²) et un minimum en juillet (26 ± 16 ind./m²).

La dynamique de ce peuplement est déterminée par les annélides polychètes *Heteromastus filiformis* (85% de l'abondance totale en octobre) et *Streblospio shrubsolii* (36% du total en avril) et le mysidacé *Mesopodopsis slabberi* (92% du total en août).

Comme en 2006, les abondances totales restent très faibles durant toute l'année 2007, le maximum de densité s'établissant à environ 1/10^e des valeurs des deux années précédentes (1566 ind./m² en 2004, 2036 ind./m² en 2005) (**Figure 8-5**).

8.3.3. Point E (PK 52)

L'évolution mensuelle des abondances totales ne montre aucune tendance saisonnière. Les abondances oscillent entre une valeur nulle en juin et un maximum à 418 ind./m² en novembre (**Figure 8-5**). Annélides oligochètes et crustacés mysidacés sont, comme d'habitude, les seuls taxons présentant des abondances significatives, en particulier en septembre et en novembre.

Bien que légèrement supérieures aux valeurs de 2006 (418 vs. 62 ind./m² pour les valeurs maximales), les abondances en 2007 sont très inférieures à celles des années 2004-2005 (**Figure 8-5**).

8.3.4. Point K (PK 30)

Les densités totales sont, ici aussi, extrêmement faibles, comprises entre 16 ± 10 ind./m² en juillet et 132 ± 38 ind./m² en août (**Figure 8-5**). Le peuplement est dominé par des larves d'Insectes et par des formes nageuses de Crustacés. Cette station est la seule où les annélides polychètes sont totalement absents.

Bien que supérieures à celles de 2006 (0 à 56 ind./m²), les abondances restent, ici aussi, faibles par rapport à celles des années 2004 (7 à 608 ind./m²) et 2005 (32 à 438 ind./m²).

Tableau 8-2 : Evolution mensuelle des densités (nombres moyens d'individus par m²) des diverses espèces macrobenthiques subtidales au cours de l'année 2007. Entre parenthèses, erreur standard de la moyenne. Les phylums auxquels appartiennent les différents taxons sont indiqués dans la colonne de gauche : O = Annélides Oligochètes, P = Annélides Polychètes, B = Mollusques Bivalves, C = Crustacés, I = Insectes.

	Taxons	11/04/07	23/05/07	6/06/07	11/07/07	22/08/07	19/09/07	17/10/07	5/11/07
Point F (PK 67)									
P	<i>Heteromastus filiformis</i>	66 (11)			12 (10)	2 (2)	16 (7)	202 (43)	4 (4)
	<i>Neanthes succinea</i>	-			-	-	-	2 (2)	-
	<i>Streblospio shrubsolii</i>	86 (7)			8 (6)	-	4 (2)	10 (4)	4 (2)
B	<i>Mytilus edulis</i>	2 (2)			-	-	-	-	-
C	<i>Crangon crangon</i>	4 (4)			-	-	-	-	-
	<i>Cyathura carinata</i>	14 (9)			6 (6)	-	-	4 (2)	-
	<i>Eurydice cf. spinigera</i>	-			-	-	8 (8)	2 (2)	14 (7)
	<i>Gammarus salinus</i>	6 (6)			-	2 (2)	-	2 (2)	-
	<i>Mesopodopsis slabberi</i>	2 (2)			-	48 (22)	20 (9)	14 (4)	50 (26)
	<i>Neomysis integer</i>	62 (62)			-	-	-	-	-
	<i>Synidotea laticauda</i>	-			-	-	-	2 (2)	-
Point E (PK 52)									
O	Oligochaeta spp.	-	44 (11)	-	-	4 (2)	72 (28)	2 (2)	120 (33)
P	<i>Heteromastus filiformis</i>	-	-	-	-	-	-	2 (2)	2 (2)
	<i>Streblospio shrubsolii</i>	-	-	-	-	-	4 (4)	-	8 (4)
C	<i>Corophium volutator</i>	-	-	-	-	2 (2)	-	-	-
	<i>Crangon crangon</i>	-	2 (2)	-	-	-	-	2 (2)	-
	<i>Gammarus salinus</i>	22 (12)	18 (7)	-	-	-	-	2 (2)	-
	<i>Mesopodopsis slabberi</i>	-	22 (7)	-	2 (2)	14 (7)	106 (15)	2 (2)	286 (66)
	<i>Neomysis integer</i>	-	28 (15)	-	4 (4)	-	-	-	-
	<i>Synidotea laticauda</i>	-	-	-	-	-	-	-	2 (2)
Point K (PK 30)									
O	Oligochaeta spp.	-	-	-	-	-	2 (2)	-	-
C	<i>Bathyporeia</i> sp.	4 (2)	6 (2)	-	-	-	-	-	-
	<i>Corophium volutator</i>	-	-	-	-	2 (2)	-	-	-
	<i>Cyathura carinata</i>	-	2 (2)	-	-	-	-	-	-
	<i>Gammarus zaddachi</i>	2 (2)	10 (5)	-	14 (9)	-	2 (2)	14 (14)	-
	<i>Mesopodopsis slabberi</i>	-	-	-	-	16 (10)	8 (4)	12 (4)	2 (2)
	<i>Neomysis integer</i>	-	10 (4)	-	2 (2)	-	-	-	-
	<i>Palaemonetes varians</i>	-	-	-	-	-	2 (2)	-	-
	<i>Synidotea laticauda</i>	-	-	-	-	-	2 (2)	-	-
I	Larves Insectes indét.	74 (14)	18 (11)	-	-	114 (46)	52 (16)	12 (4)	80 (33)

NB : Echantillonnage non réalisé au Point F en mai en raison de mauvaises conditions météorologiques, et aux Points F et K en juin en raison d'une avarie du navire.

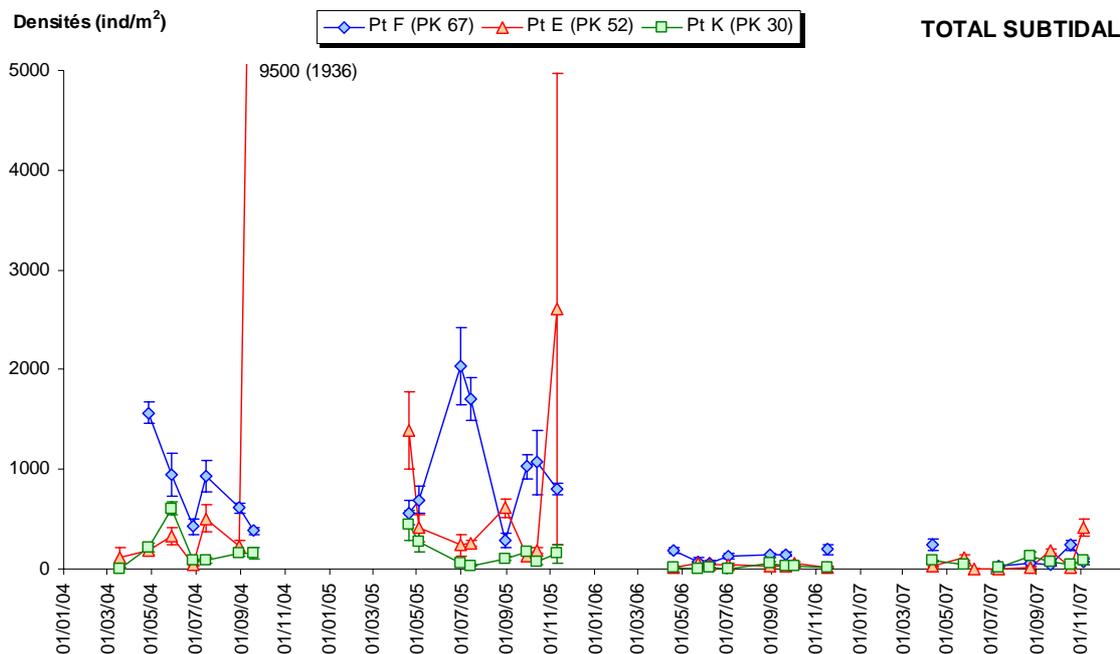


Figure 8-5 : Evolution mensuelle de la densité (moyenne \pm ES) du macrobenthos des stations subtidales au cours des années 2004 à 2007.

8.4. Variations de densités des principales espèces subtidales

8.4.1. Annélides Oligochètes (Figure 8-6)

Ce groupe, particulièrement abondant en estuaire et constitué d'espèces à forte préférence pour les vases, n'est bien représenté dans le domaine subtidal qu'au Point E. Cependant, en 2007, comme cela avait été le cas en 2006, les Oligochètes sont très peu abondants durant toute l'année (maximum à 120 ± 33 ind./m² en novembre), alors que des pics à 374 et 1330 ind./m² avaient été mesurés respectivement en 2004 et 2005.

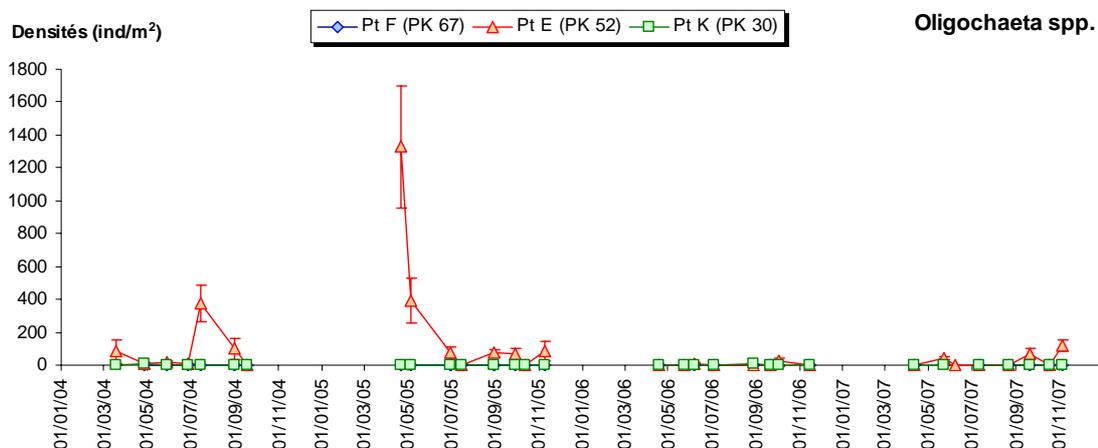


Figure 8-6 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des Annélides Oligochètes dans les stations subtidales au cours des années 2004 à 2007.

8.4.2. Annélides Polychètes (Figure 8-7)

Deux espèces sont bien représentées dans le domaine subtidal, essentiellement au Point F : le capitellidé *Heteromastus filiformis* et le spionidé *Streblospio shrubsolii*. Il s'agit d'espèces dépositives, soit de sub-surface (*H. filiformis*), soit de surface (*S. shrubsolii*). Au Point F, les abondances d'*H. filiformis* restent très faibles en 2007, avec un maximum de densité de seulement 202 ± 43 ind./m² en octobre. Il en est de même pour *S. shrubsolii*, avec un maximum de 86 ± 7 ind./m² en avril. Ces valeurs sont très inférieures à celles de 2004 et 2005.

Nephtys hombergii, espèce carnivore fréquentant les eaux côtières, apparu en 2005 au Point F, disparaît à nouveau totalement en 2006 et 2007.

8.4.3. Crustacés Amphipodes et Isopodes (Figure 8-8)

L'amphipode *Bathyporeia* sp., bien représenté en 2004 au Point K et à un degré moindre au Point E, a depuis lors disparu presque totalement de toutes les stations.

Les amphipodes *Gammarus salinus* aux Points F (maximum : 6 ind./m² en avril) et E (maximum : 22 ind./m² en avril) et *G. zaddachi* au Point K (maximum : 14 ind./m² en juillet et octobre) présentent en 2007 des abondances voisines de celles de 2005 et 2006, mais très inférieures à celles de 2004.

Plus fréquent en domaine intertidal, l'isopode *Cyathura carinata* est aussi présent en domaine subtidal. Seul le Point F connaît en 2007, comme en 2006, des abondances notables de cette espèce (14 ind./m² au maximum), beaucoup plus faibles cependant qu'en 2005.

L'espèce introduite *Synidotea laticauda* (isopode) est, elle aussi, très faiblement représentée en 2007.

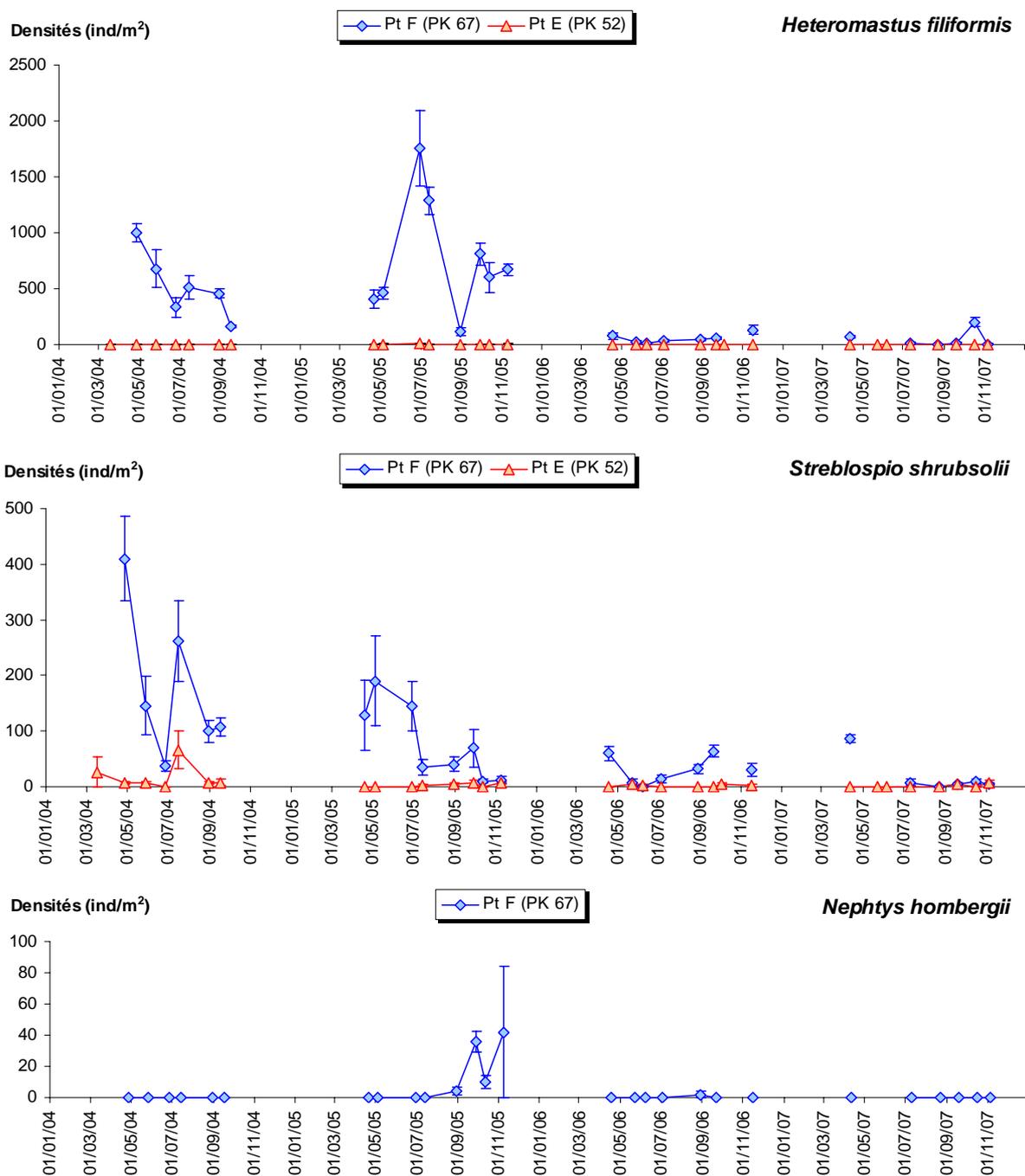


Figure 8-7 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des principales espèces d'Annélides Polychètes dans les stations subtidales au cours des années 2004 à 2007.

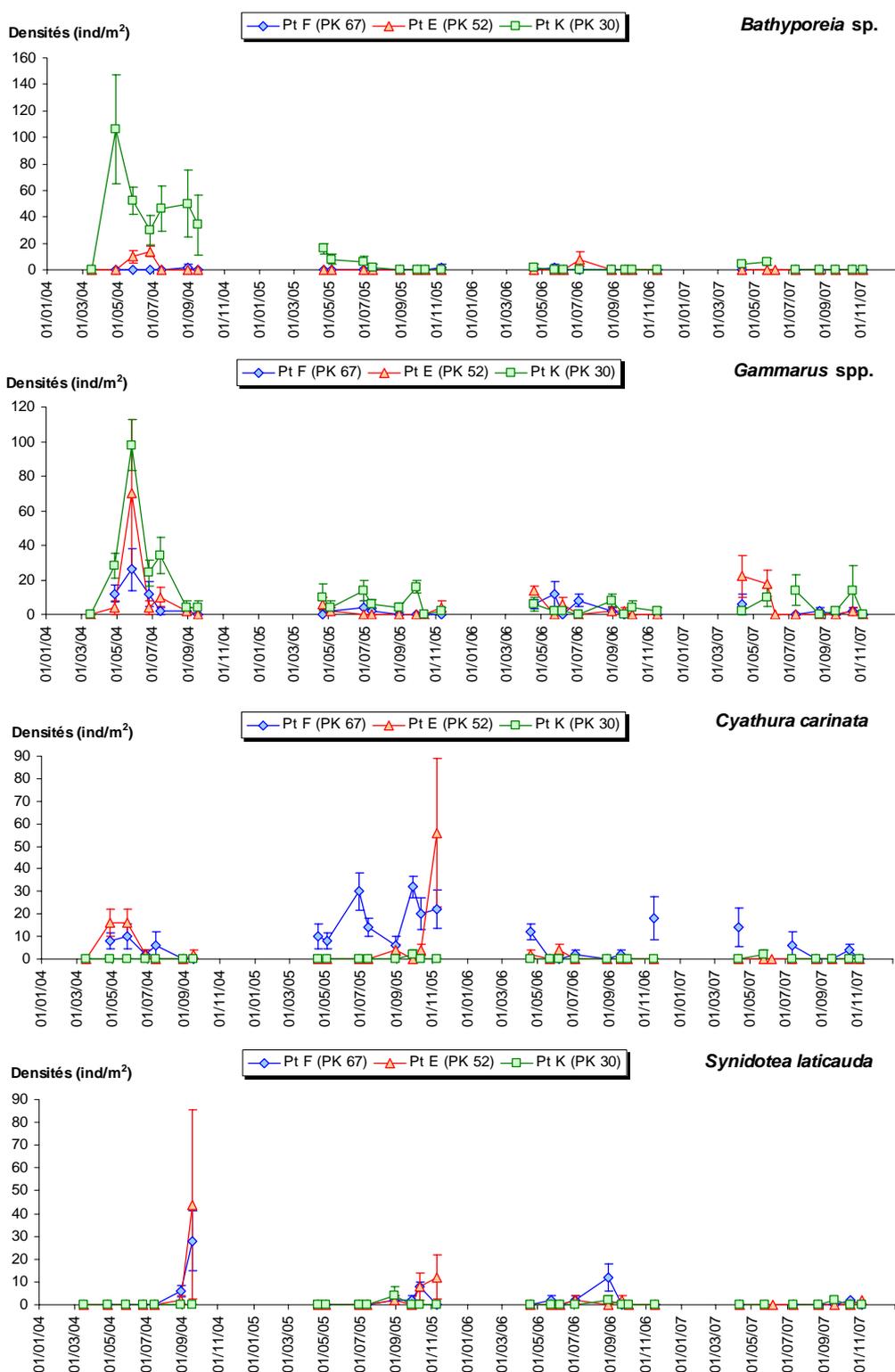


Figure 8-8 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des principales espèces de Crustacés Amphipodes (*Bathyporeia* sp. et *Gammarus* spp.) et Isopodes (*Cyathura carinata* et *Synidotea laticauda*) dans les stations subtidales au cours des années 2004 à 2007.

8.4.4. Crustacés Mysidacés (Figure 8-9)

Mesopodopsis slabberi et *Neomysis integer* sont des espèces prédatrices du zooplancton et à forte affinité benthique, présentes donc à la fois dans les échantillons planctoniques et benthiques. En 2007, *M. slabberi* présente une abondance maximale au Point E (286 ind./m² en novembre), supérieure à l'année 2006 ; dans les trois stations, ses effectifs sont cependant plus faibles qu'en 2005.

Neomysis integer a un cycle de vie plus précoce dans l'année. Les maxima d'abondance sont atteints en avril-mai dans les trois stations (62, 28 et 10 ind./m² respectivement aux Points F, E et K ; les abondances sont voisines de celles de 2005 et 2006, mais nettement plus faibles que celles de 2004.

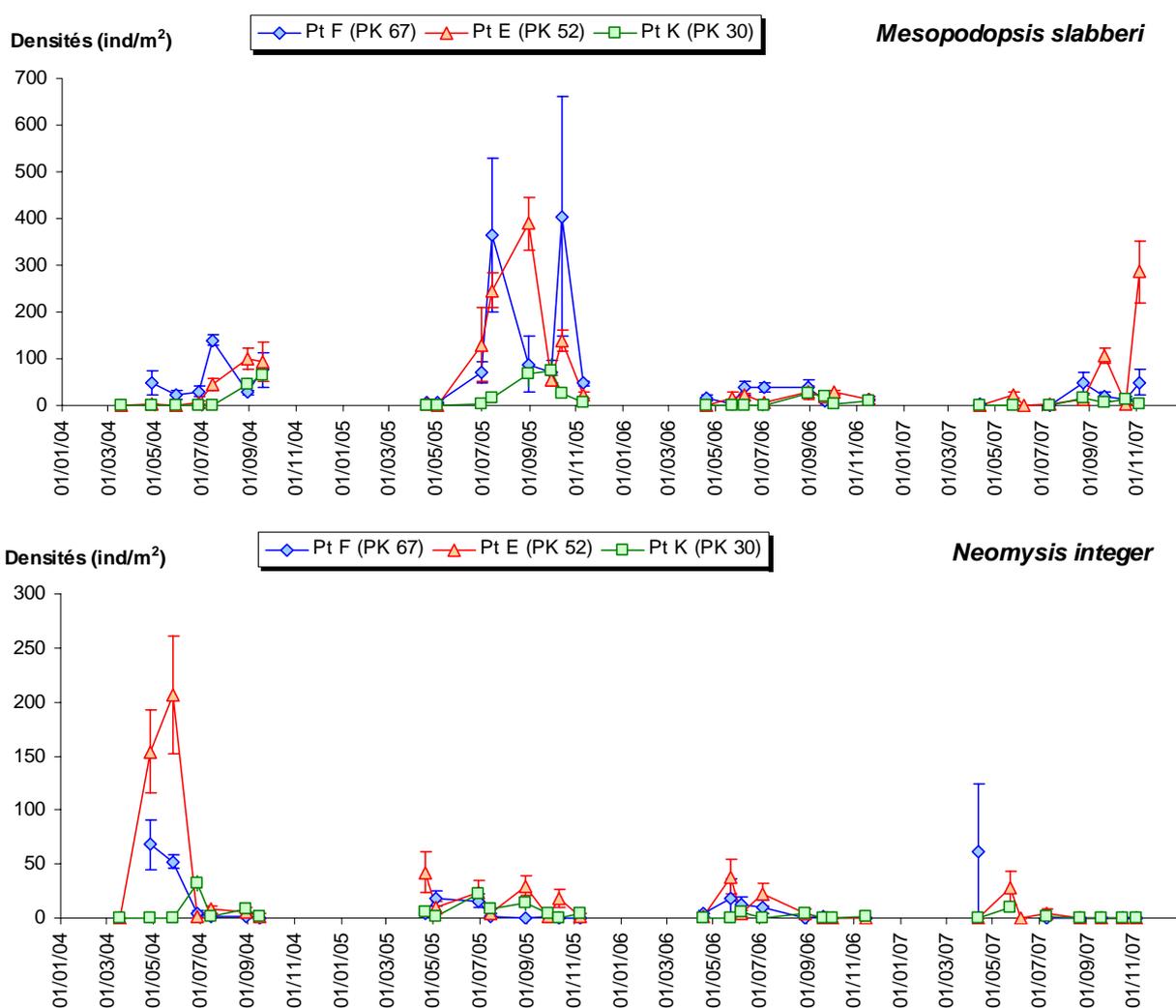


Figure 8-9 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne ± ES) des principales espèces de Crustacés Mysidacés dans les stations subtidales au cours des années 2004 à 2007.

8.4.5. Larves d'Insectes (Figure 8-10)

Les larves d'Insectes (appartenant aux familles des Chironomidae et Ceratopogonidae) sont présentes exclusivement au Point K, avec un premier maximum printanier (74 ind./m² en avril), puis un second maximum en été-automne (114 ind./m² en août). Supérieures à celles de 2006, ces valeurs sont inférieures à celles de 2004 et 2005

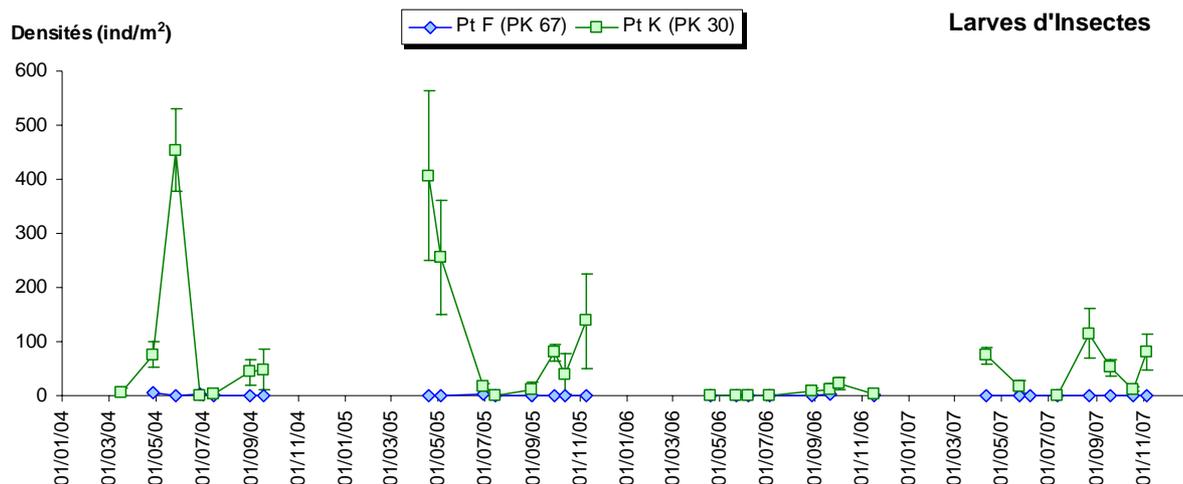


Figure 8-10 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des larves d'Insectes dans les stations subtidales au cours des années 2004 à 2007.

8.5. Evolution temporelle des peuplements macrobenthiques intertidaux

8.5.1. Variations des densités totales

Avec une richesse spécifique similaire à celle des peuplements subtidaux (16 espèces échantillonnées en 2007 sur l'ensemble des trois stations), les peuplements benthiques intertidaux présentent des abondances beaucoup plus élevées, dont les maxima sont de l'ordre de 10^3 à 10^4 ind./m², soit un ordre de grandeur de plus que dans le domaine subtidal. Cependant, les peuplements des trois stations atteignent au maximum 2000 à 9000 ind./m² en 2007, alors que des densités maximales de 20000 à 25000 ind./m² avaient été relevées dans les trois stations en 2004 et 2005 et dans une station en 2006. La diminution des abondances, entamée en 2006 aux stations St-Christoly et Lamarque, s'est donc généralisée en 2007 aux trois stations du suivi intertidal. Le détail des variations mensuelles des densités de l'ensemble des espèces dans chaque station intertidale est donné dans le **Tableau 8-3**.

Tableau 8-3 : Evolution mensuelle des densités (nombres moyens d'individus par m²) des diverses espèces macrobenthiques intertidales au cours de l'année 2007. Entre parenthèses, erreur standard de la moyenne. Les phylums auxquels appartiennent les différents taxons sont indiqués dans la colonne de gauche : O = Annélides Oligochètes, P = Annélides Polychètes, B = Mollusques Bivalves, G = Mollusques Gastéropodes, C = Crustacés, I = Insectes.

Taxons	16/02/07	4/04/07	14/05/07	12/06/07	11/07/07	27/08/07	24/09/07	16/10/07	13/11/07
St-Christoly (PK 66)									
O <i>Oligochaeta</i> spp.	-	15 (15)	61 (46)	-	-	15 (15)	-	-	76 (47)
P <i>Boccardiella ligERICA</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	45 (23)
<i>Hediste diversicolor</i>	45 (23)	-	-	-	-	-	-	-	30 (20)
<i>Heteromastus filiformis</i>	182 (78)	15 (15)	136 (42)	30 (20)	76 (25)	-	30 (20)	61 (25)	45 (23)
<i>Streblospio shrubsolii</i>	1364 (242)	424 (144)	1151 (185)	30 (20)	288 (176)	91 (40)	818 (239)	682 (193)	1561 (319)
B <i>Macoma balthica</i>	-	-	-	-	-	-	-	15 (15)	-
<i>Parvicardium exiguum</i>	-	-	-	-	15 (15)	-	-	-	-
<i>Scrobicularia plana</i>	500 (45)	45 (32)	348 (45)	258 (45)	303 (96)	258 (64)	167 (35)	288 (53)	242 (33)
G <i>Hydrobia ulvae</i>	-	30 (20)	15 (15)	-	-	-	-	-	-
C <i>Corophium volutator</i>	106 (51)	15 (15)	15 (15)	-	-	15 (15)	-	-	76 (47)
<i>Cyathura carinata</i>	45 (23)	227 (72)	182 (54)	15 (15)	121 (54)	91 (40)	30 (30)	45 (23)	-
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	-	-	-	-	15 (15)	-	-	-	-
St-Estèphe (PK 55)									
O <i>Oligochaeta</i> spp.	5515 (823)	8061 (1393)	4045 (842)	3000 (595)	2924 (490)	1773 (430)	2651 (871)	1545 (265)	3273 (942)
P <i>Boccardiella ligERICA</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	45 (23)
<i>Hediste diversicolor</i>	-	15 (15)	30 (20)	30 (20)	-	-	-	30 (30)	76 (25)
<i>Neanthes succinea</i>	-	-	15 (15)	-	-	-	-	-	-
<i>Phyllococe</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	15 (15)
<i>Streblospio shrubsolii</i>	515 (96)	515 (136)	273 (78)	318 (73)	288 (109)	106 (51)	91 (40)	136 (53)	485 (151)
C <i>Bathyporeia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	15 (15)	-
<i>Corophium volutator</i>	15 (15)	15 (15)	45 (23)	-	151 (64)	5439 (668)	3773 (759)	4591 (959)	2061 (501)
<i>Cyathura carinata</i>	197 (45)	61 (33)	91 (46)	76 (41)	30 (20)	61 (33)	76 (47)	61 (25)	61 (25)
Lamarque (PK 35)									
O <i>Oligochaeta</i> spp.	1121 (498)	4803 (930)	3773 (800)	3470 (513)	4909 (1016)	1530 (265)	4136 (1206)	2045 (418)	3621 (475)
P <i>Hediste diversicolor</i>	-	-	-	-	-	-	15 (15)	-	-
<i>Streblospio shrubsolii</i>	-	-	-	-	-	-	-	30 (30)	-
G <i>Hydrobia ulvae</i>	-	-	15 (15)	-	-	-	-	-	-
C <i>Corophium volutator</i>	-	-	-	-	-	76 (61)	-	-	-
<i>Cyathura carinata</i>	-	15 (15)	-	-	-	-	-	15 (15)	-
I Larves Insectes indét.	-	-	30 (20)	-	45 (32)	-	-	-	-

8.5.2. St-Christoly (PK 66)

L'évolution annuelle des densités totales met en évidence une relative stabilité de l'abondance au cours de l'année 2007, se situant entre 333 ± 63 ind./m² en juin et 2242 ± 249 ind./m² en février (**Figure 8-11**). Contrairement aux années antérieures, le pic de densité de fin d'été-automne (observé en août-septembre 2004 et 2005, ou en octobre 2006) ne s'est pas produit en 2007.

Le peuplement de cette station est dominé en biomasse par le mollusque bivalve *Scrobicularia plana* et en densité par l'annélide polychète *Streblospio shrubsolii*, ce dernier représentant jusqu'à 78% de l'abondance totale (septembre et novembre).

Les densités maximales sont très faibles en 2007 (2242 ± 249 ind./m²) comparativement aux années 2004 (25720 ind./m²), 2005 (21515 ind./m²), et même 2006 (10364 ind./m²) (**Figure 8-11**), par suite d'un très faible recrutement du polychète *Streblospio shrubsolii* et de l'absence de recrutement de l'amphipode *Corophium volutator* (cf. infra).

8.5.3. St-Estèphe (PK 55)

L'évolution annuelle des densités indique une diminution des effectifs jusqu'en été (3394 ± 432 ind./m² en juillet), puis un recrutement estival avec un maximum de densité en août (7379 ± 795 ind./m²), avant une régression automnale des abondances (**Figure 8-11**).

D'avril à juillet, le peuplement est dominé à 86-93% par les annélides oligochètes. D'août à octobre, c'est ensuite l'amphipode *Corophium volutator* qui constitue l'espèce dominante (57-74%), avant de céder à nouveau la place de taxon leader aux oligochètes en novembre (54%).

Par rapport aux années précédentes, le peuplement de cette station en 2007 présente des maxima d'abondance inférieurs de moitié à ceux de 2004-2006 (**Figure 8-11**).

8.5.4. Lamarque (PK 35)

Le peuplement est ici dominé de manière quasi exclusive (95 à 100% des abondances totales) par les annélides oligochètes. Les densités totales dans cette station se situent entre 1121 ± 498 ind./m² (février) et 4954 ± 1004 ind./m² (juillet), et varient sans caractère saisonnier. Similaires à celles de 2006, les abondances sont très inférieures à celles des années 2004 et 2005 (avec des maxima respectifs de 16445 et 19985 ind./m²) (**Figure 8-11**).

8.6. Variations de densités des principales espèces intertidales

8.6.1. Annélides Oligochètes (**Figure 8-12**)

Composante dominante, parfois unique, du peuplement de la station Lamarque (domaine oligohalin), ce groupe y connaît en 2007, comme en 2006, une régression notable des effectifs (au maximum 4909 ± 1016 ind./m² en juillet 2007, contre 16000 à

20000 ind./m² en 2004-2005). Plus en aval, à la station St-Estèphe, les densités, maximales en avril (8061 ± 1393 ind./m²), régressent aussi par rapport à 2004-2005. A la station la plus aval (St-Christoly), les salinités sont trop élevées pour permettre le développement de populations importantes d'oligochètes.

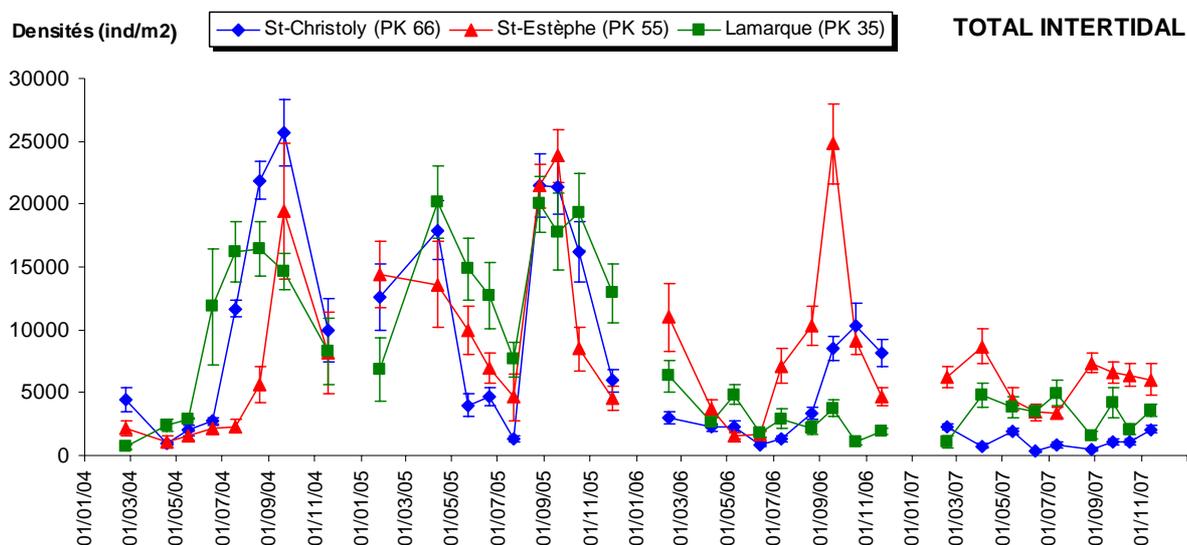


Figure 8-11 : Evolution mensuelle de la densité (moyenne ± ES) du macrobenthos des stations intertidales au cours des années 2004 à 2007.

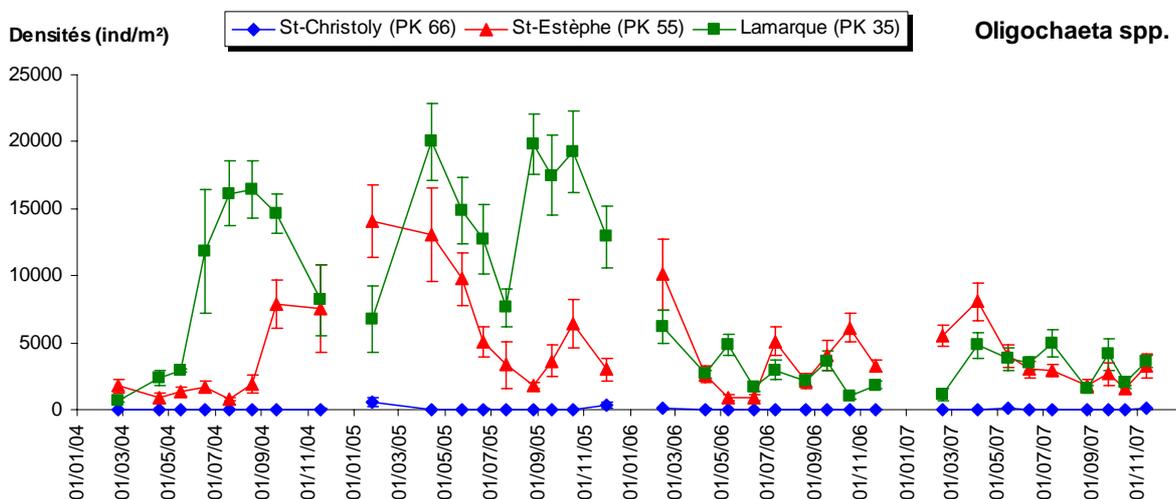


Figure 8-12 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne ± ES) des Annélides Oligochètes dans les stations intertidales au cours des années 2004 à 2007.

8.6.2. Annélides Polychètes

Hediste (= *Nereis*) *diversicolor*, espèce galéricole et omnivore de grande taille, présente en 2004-2005 en forte abondance à St-Christoly et en abondance moindre à St-Estèphe, a pratiquement disparu de ces deux stations en 2006-2007 (**Figure 8-13**).

Le seul polychète intertidal qui paraît avoir accru son abondance en 2006 et 2007 est le capitellidé *Heteromastus filiformis* à la station St-Christoly (**Figure 8-13**).

Le groupe des polychètes est surtout bien représenté à la station St-Christoly, en particulier le spionidé *Streblospio shrubsolii*. Cette espèce recrute très faiblement en 2007, n'atteignant que 1561 ± 319 ind./m² en novembre, alors que les années précédentes ses densités maximales avaient atteint 8000 à 15000 ind./m² (**Figure 8-14**).

Un autre polychète spionidé, *Pseudopolydora pulchra*, présent en densité notable à la station St-Christoly de 2004 à 2006, disparaît quant à lui totalement des échantillons de 2007 (**Figure 8-14**).

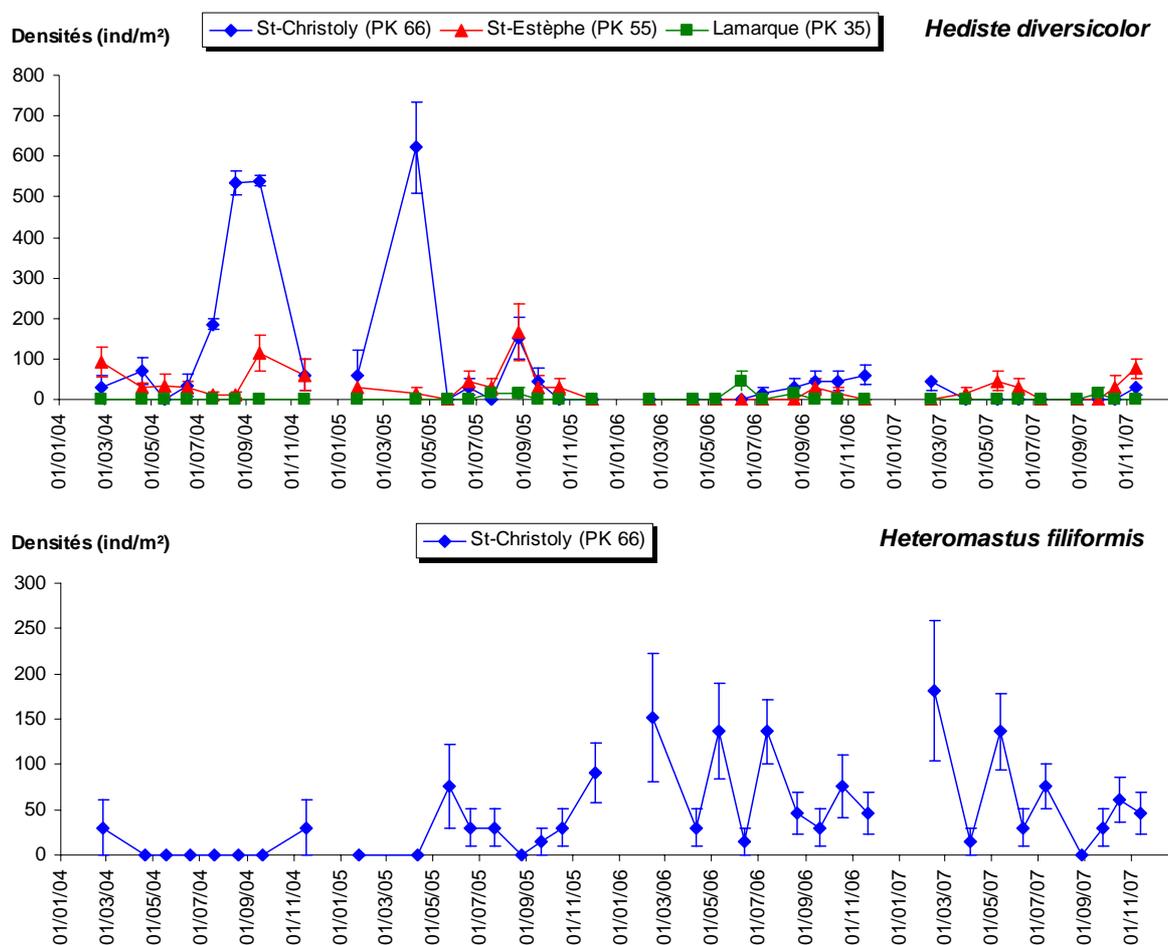


Figure 8-13 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des Annélides Polychètes *Hediste diversicolor* et *Heteromastus filiformis* dans les stations intertidales au cours des années 2004 à 2007.

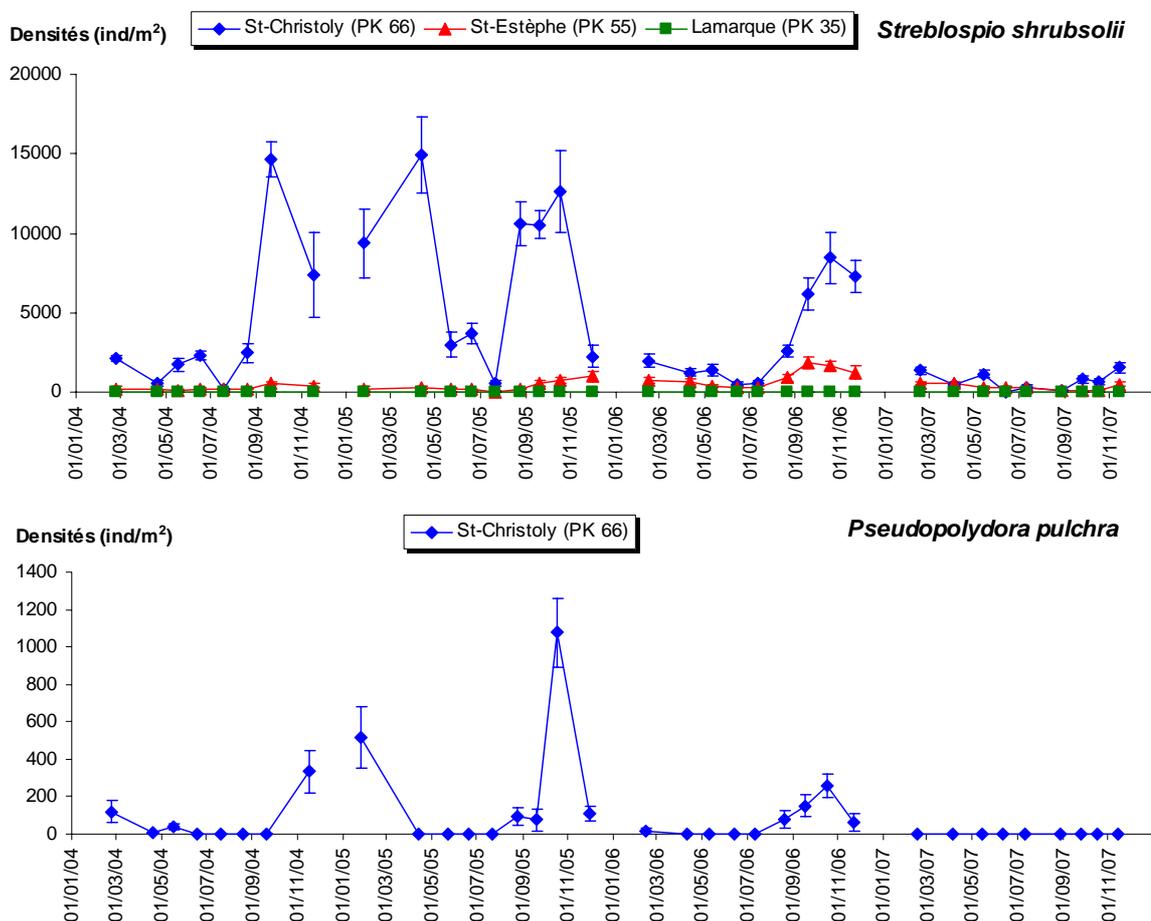


Figure 8-14 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des Annélides Polychètes Spionidae dans les stations intertidales au cours des années 2004 à 2007.

8.6.3. Mollusques (Figure 8-15)

Le gastéropode *Hydrobia ulvae* (plutôt localisé dans la partie aval de l'estuaire) est surtout présent habituellement à St-Christoly, où il atteignait en 2006 ses plus fortes abondances (1136 ± 185 ind./m² en septembre). Il disparaît presque entièrement en 2007.

Scrobicularia plana, bivalve de grande taille (environ 40 mm de longueur à l'état adulte), est bien représenté en zone intertidale, depuis l'embouchure de l'estuaire jusqu'à St-Christoly. Dans cette station, les effectifs de cette population restent stables (entre 167 et 500 ind./m²) durant l'année 2007, la chute d'abondance en avril étant probablement due à un biais d'échantillonnage. A noter toutefois qu'aucun recrutement de jeunes individus n'a été observé, signifiant peut-être une absence de reproduction durant cette année.

Un autre bivalve, *Macoma balthica*, caractéristique des vasières intertidales de la zone polyhaline de l'estuaire, était apparu à l'état de stades jeunes à la station St-Christoly à partir d'août 2005. Encore présente en 2006, cette espèce régresse presque totalement en 2007.

8.6.4. Crustacés (Figure 8-16)

L'amphipode *Corophium volutator* est un élément essentiel des vasières intertidales de tout l'estuaire de la Gironde, ne pénétrant qu'accidentellement en amont de St-Estèphe et présentant un cycle biologique marqué, caractérisé par de fortes abondances en fin d'été. A St-Estèphe, il présente en 2007 un faible pic de densité en août (5439 ± 668 ind./m²), représentant entre ¼ et ½ du maximum de densité des trois années précédentes. A St-Christoly, les effectifs de cette espèce s'écroulent en 2007 (106 ± 51 ind./m² en février), de manière analogue à 2006 (à comparer à la valeur maximale de 18855 ± 1527 ind./m² en août 2004).

L'isopode *Cyathura carinata* régresse aussi notablement en abondance en 2007, tant à St-Christoly qu'à St-Estèphe.

8.6.5. Larves d'Insectes (Figure 8-16)

Les abondances de ce groupe (présent surtout à Lamarque), relativement faibles, sont assez erratiques et ne présentent pas de tendance particulière, tant au cours de l'année 2007 que d'une année à l'autre.

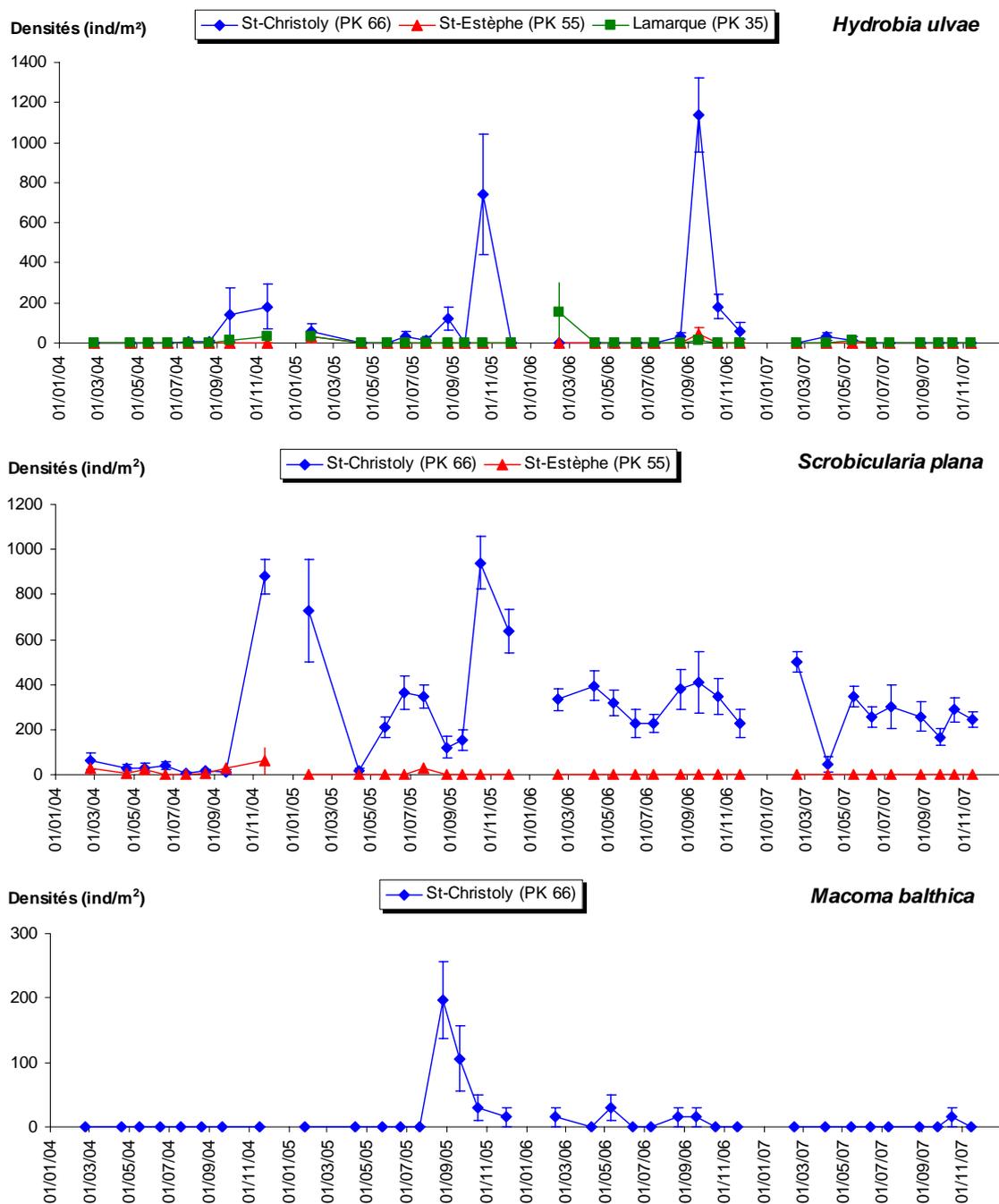


Figure 8-15 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des principales espèces de Mollusques dans les stations intertidales au cours des années 2004 à 2007.

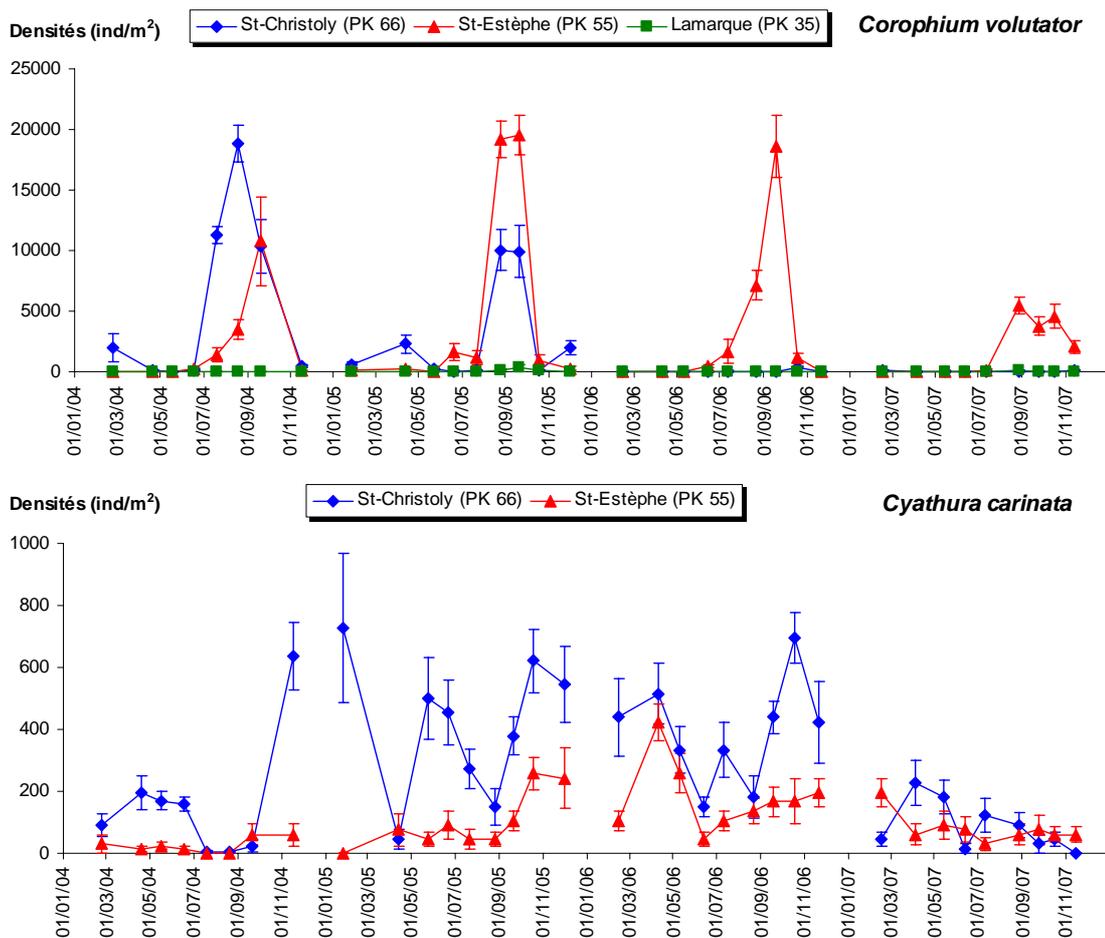


Figure 8-16 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des principales espèces de Crustacés dans les stations intertidales au cours des années 2004 à 2007.

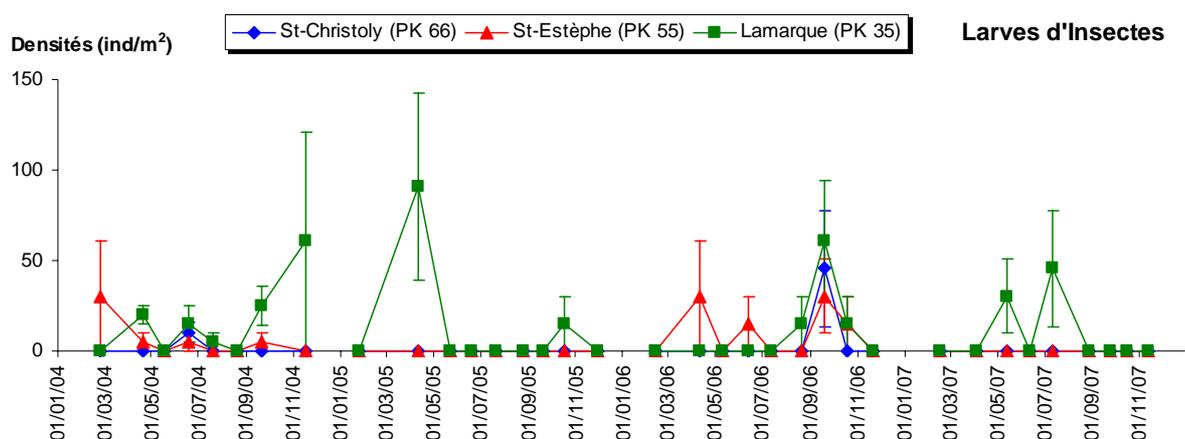


Figure 8-17 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des larves d'Insectes dans les stations intertidales au cours des années 2004 à 2007.

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.

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., 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.

David V., Sautour B., Chardy P., 2007.- The paradox between the long-term decrease of egg mass size of the calanoid copepod *Eurytemora affinis* and its long-term constant abundance in a highly turbid estuary (Gironde estuary, France). Journal of Plankton Research, 29 (4) : 377-389

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.

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.

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.

ISO, 2005.- Qualité de l'eau – Lignes directrices pour l'échantillonnage quantitatif et le traitement d'échantillons de la macrofaune marine des fonds meubles. Norme internationale ISO/FDIS 16665, 32 p.

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

Murphy J., Riley J.P., 1962.- A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta.*, 27, pp. 31-36.

Nagy B.G., 1993.- Analyse quantifiée de l'évolution hydro-morphologique séculaire de l'estuaire amont de la Gironde. Thèse de 3ème cycle, Université

Bordeaux 1, 193 p.

Poli J.M., Castel J., 1983 - Cycle biologique en laboratoire d'un copépode planctonique de l'estuaire de la Gironde : *Eurytemora hirundoides* (Nordquist, 1888). *Vie Milieu*, 33(2), pp. 79-86.

Viitasalo (1992) Calanoid resting eggs in the Baltic Sea : implications for the population dynamics of *Acartia bifilosa* (Copepoda). *Marine Biology*, 114, pp. 397-405.

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
10 avril	4	8	8	8	F
12 avril	4	8	8	8	E
11 avril	4	8	8	8	K
24 mai	4	8	8	8	E
23 mai	4	8	8	8	K
8 juin	4	8	8	8	E
10 juillet	4	8	8	8	F
11 juillet	4	8	8	8	E
12 juillet	4	8	8	8	K
22 août	4	8	8	8	F
23 août	4	8	8	8	E
21 août	4	8	8	8	K
18 septembre	4	8	8	8	F
19 septembre	4	8	8	8	E
20 septembre	4	8	8	8	K
16 octobre	4	8	8	8	F
18 octobre	4	8	8	8	E
17 octobre	4	8	8	8	K
4 novembre	4	8	8	8	F
6 novembre	4	8	8	8	E
5 novembre	4	8	8	8	K
TOTAL	84	168	168	168	

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

DATES	Chimie COP+COT	Phyto- plancton	Sels Nutritifs	Bactéri- logie	Agents de surface	Morpholine Hydrazine	Bore total	Points
10 avril	16	2	2	4	2	2	2	F
12 avril	16	2	2	4	2	2	2	E
11 avril	16	2	2	4	2	2	2	K
24 mai	16	2	2	4	2	2	2	E
23 mai	16	2	2	4	2	2	2	K
8 juin	16	2	2	4	2	2	2	E
10 juillet	16	2	2	4	2	2	2	F
11 juillet	16	2	2	4	2	2	2	E
12 juillet	16	2	2	4	2	2	2	K
22 août	16	2	2	4	2	2	2	F
23 août	16	2	2	4	2	2	2	E
21 août	16	2	2	4	2	2	2	K
18 septembre	16	2	2	4	2	2	2	F
19 septembre	16	2	2	4	2	2	2	E
20 septembre	16	2	2	4	2	2	2	K
16 octobre	4	0	0	0	0	0	0	F
18 octobre	16	2	2	4	2	2	2	E
17 octobre	16	2	2	4	2	2	2	K
4 novembre	16	2	2	4	2	2	2	F
6 novembre	16	2	2	4	2	2	2	E
5 novembre	16	2	2	4	2	2	2	K
TOTAL	324	40	40	80	40	40	40	

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

DATES	MES		OXYGENE DISSOUS		pH		Points
	Surface	Fond	Surface	Fond	Surface	Fond	
10 avril	4	4	4	4	4	4	F
12 avril	4	4	4	4	4	4	E
11 avril	4	4	4	4	4	4	K
24 mai	4	4	4	4	4	4	E
23 mai	4	4	4	4	4	4	K
8 juin	4	4	4	4	4	4	E
10 juillet	4	4	4	4	4	4	F
11 juillet	4	4	4	4	4	4	E
12 juillet	4	4	4	4	4	4	K
22 août	4	4	4	4	4	4	F
23 août	4	4	4	4	4	4	E
21 août	4	4	4	4	4	4	K
18 septembre	4	4	4	4	4	4	F
19 septembre	4	4	4	4	4	4	E
20 septembre	4	4	4	4	4	4	K
16 octobre	4	4	4	4	4	4	F
18 octobre	4	4	4	4	4	4	E
17 octobre	4	4	4	4	4	4	K
4 novembre	4	4	4	4	4	4	F
6 novembre	4	4	4	4	4	4	E
5 novembre	4	4	4	4	4	4	K
TOTAL	84	84	84	84	84	84	

Nombre de prélèvements pour l'étude faunistique

DATES	PLANCTON		BENTHOS	Points
	Surface	Fond	Surface	
10 avril	4	4	5	F
12 avril	4	4	5	E
11 avril	4	4	5	K
24 mai	4	4	5	E
23 mai	4	4	5	K
8 juin	4	4	5	E
10 juillet	4	4	5	F
11 juillet	4	4	5	E
12 juillet	4	4	5	K
22 août	4	4	5	F
23 août	4	4	5	E
21 août	4	4	5	K
18 septembre	4	4	5	F
19 septembre	4	4	5	E
20 septembre	4	4	5	K
16 octobre	4	4	5	F
18 octobre	4	4	5	E
17 octobre	4	4	5	K
4 novembre	4	4	5	F
6 novembre	4	4	5	E
5 novembre	4	4	5	K
TOTAL	84	84	105	

Remarques : en milieu intertidal, des prélèvements complémentaires ont été effectués à hauteur des trois points géographiques étudiés

10.2. Annexe 2 : Tableaux des résultats de mesures

Avril 2007		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	Oxygène Dissous (ml/l)	Concen trations (mg/l)	Salinité	Temp. (°C)	Vitesse (cm/s)	Direction (/Nord)	PH	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS											
F PK 67 10/04/2007 Coef: 43-38	1 S BM 1 F	6h25	7,30	1,00	6,00	57	3,72	13,26	7	125	8,10	BM à Laména 04h59 P=(767) 1023 hPa
	2 S			1,00	6,38	105	8,27	12,79	79	126	8,14	
	Mi-Flot 2 F	8h50	8,60	7,60	6,45	255	11,57	12,51	70	140	8,12	P=(767) 1023 hPa
	3 S			1,00	6,49	74	9,92	13,13	13	279	8,17	
	PM	11h30	9,40	8,40	6,63	110	14,16	12,42	0	128	8,17	PM à Laména 11h19 P=(767) 1023 hPa Reverse: 12h00
	4 S			1,00	6,37	52	7,52	13,01	117	012	8,16	
Mi-Jus 4 F	14h50	8,20	7,20	6,51	164	11,77	12,61	35	311	8,15	P=(767) 1023 hPa	
E PK 52 12/04/2007 Coef: 32-37	1 S Mi-Jus 1 F	5h20	7,10	1,00	5,96	385	3,27	14,49	100	30	8,00	P=(765) 1020 hPa
	2 S			1,00	5,99	260	1,65	14,08	7	156	8,12	
	BM 2 F	9h00	5,80	4,80	5,96	390	1,47	14,20	7	170	8,08	BM à Pauillac 8h33 P=(765) 1020 hPa Reverse: 9h10
	3 S			1,00	6,09	235	4,30	14,50	82	160	8,08	
	Mi-Flot 3 F	11h55	7,20	6,20	6,23	1800	5,20	14,38	30	152	8,04	P=(765) 1020 hPa
	4 S			1,00	6,37	215	5,01	17,06	13	215	8,08	
PM	15h05	8,10	7,10	6,51	360	5,41	14,60	7	185	8,05	PM à Pauillac 14h47 P=(765) 1020 hPa	
4 F			7,10	6,51	360	5,41	14,60	7	185	8,05		
K PK 30 11/04/2007 Coef: 33-31	1 S BM 1 F	8h25	6,70	1,00	6,63	365	0,25	14,00	0	115	7,75	BM à La Reuille 7h44 P=(767) 1023 hPa
	2 S			1,00	6,79	510	0,25	14,00	13	130	7,96	
	Mi-Flot 2 F	11h00	7,30	6,40	6,40	850	0,29	13,83	85	129	7,87	P=(767) 1023 hPa
	3 S			6,30	6,45	905	0,29	13,81	62	153	7,91	
	PM	13h45	8,20	7,20	6,78	335	0,45	14,05	13	129	8,07	PM à La Reuille 13h42 P=(767) 1023 hPa Reverse: 14h05
	3 F			7,20	6,82	695	0,48	13,80	7	178	8,04	
4 S	17h20	7,50	1,00	6,46	600	0,20	14,10	105	011	8,10	P=(767) 1023 hPa	
Mi-Jus 4 F			6,50	6,61	690	0,30	14,10	76	346	8,10		
Mai 2007		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	Oxygène Dissous (ml/l)	Concen trations (mg/l)	Salinité	Temp. (°C)	Vitesse (cm/s)	Direction (/Nord)	PH	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS											
F PK 67 /05/2007 Coef:	1 S Mi-Jus 1 F			1,00								
	2 S			6,80								
	BM 2 F			6,00			BATEAU EN PANNE					
	3 S			1,00								
	Mi-Flot 3 F			7,70								
	4 S			1,00								
4 F	9,60											
E PK 52 24/05/2007 Coef: 45-43	1 S Mi-Jus 1 F	4h10	7,10	1,00	5,67	760	3,72	19,84	88	029	7,96	P=(763) 1017 hPa
	2 S			6,10	5,81	1140	3,89	19,85	65	356	7,93	
	BM 2 F	8h30	6,00	1,00	5,72	151	2,09	19,56	13	176	7,98	BM à Pauillac 7h21 P=(763) 1017 hPa Reverse: 8h30
	3 S			5,00	5,72	950	2,36	19,56	13	177	7,97	
	Mi-Flot 3 F	10h45	7,30	1,00	5,89	375	4,37	19,71	100	164	7,91	P=(763) 1017 hPa
	4 S			6,30	5,94	3650	4,33	19,81	88	189	7,89	
PM	14h05	8,50	1,00	5,73	111	5,14	22,12	13	339	7,98	PM à Pauillac 13h22 P=(763) 1017 hPa	
4 F			7,50	5,96	290	6,02	19,93	7	222	7,94		
K PK 30 23/05/2007 Coef: 53-48	1 S BM 1 F	8h30	7,20	1,00	5,85	670	0,23	18,70	24	129	7,40	BM à La Reuille 7h23 P=(765) 1020 hPa
	2 S			6,20	5,94	1700	0,23	18,68	13	144	7,69	
	Mi-Flot 2 F	10h40	8,60	1,00	5,86	1390	0,73	18,84	111	121	7,67	P=(765) 1020 hPa
	3 S			7,60	5,93	1900	0,76	18,77	65	172	7,64	
	PM	13h10	9,90	1,00	6,00	224	1,25	18,96	0	037	7,88	PM à La Reuille 12h48 P=(765) 1020 hPa Reverse: 13h30
	3 F			8,90	6,03	1570	1,09	18,87	0	339	7,86	
4 S	16h20	8,30	1,00	5,84	970	0,62	19,21	105	004	7,93	P=(765) 1020 hPa	
Mi-Jus 4 F			7,30	5,91	1090	0,65	19,27	94	355	7,64		

Juin 2007		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	Oxygène Dissous (ml/l)	Concen trations (mg/l)	Salinité	Temp. (°C)	Vitesse (cm/s)	Direction (/Nord)	PH	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS											
F PK 67 /06/2007 Coef:	1 S Mi-Jus 1 F			1,00 6,70								
	2 S BM 2 F			1,00 6,30								
	3 S Mi-Flot 3 F			1,00 7,60								
	4 S PM 4 F			1,00 9,00								
	BATEAU EN PANNE											
E PK 52 08/06/2007 Coef: 60-58	1 S BM 1 F	7h15	5,70	1,00 4,70	5,51 5,55	340 910	0,80 0,75	19,37 19,43	13 13	158 186	7,71 7,76	BM à Pauillac 6h58 P=(765) 1020 hPa
	2 S Mi-Flot 2 F	9h45	7,80	1,00 6,80	5,53 5,93	770 3700	1,93 1,61	20,15 19,94	134 70	173 184	7,79 7,73	P=(765) 1020 hPa
	3 S PM 3 F	13h15	8,70	1,00 7,70	5,55 5,62	137 710	2,78 3,68	20,50 20,23	13 7	017 062	7,91 7,97	PM à Pauillac 12h23 P=(765) 1020 hPa Reverse: 13h15
	4 S Mi-Jus 4 F	16h10	6,90	1,00 5,90	5,76 5,93	550 3950	1,64 1,40	20,38 20,21	108 53	028 019	7,91 7,93	P=(765) 1020 hPa
	BATEAU EN PANNE											
K PK 30 /06/2007 Coef:	1 S PM 1 F			1,00 9,30								
	2 S Mi-Jus 2 F			1,00 6,80								
	3 S BM 3 F			1,00 6,40								
	4 S Mi-Flot 4 F			1,00 7,50								
	BATEAU EN PANNE											

Juillet 2007		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	Oxygène Dissous (ml/l)	Concen trations (mg/l)	Salinité	Temp. (°C)	Vitesse (cm/s)	Direction (/Nord)	PH	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS											
F PK 67 10/07/2007 Coef: 56-57	1 S Mi-Jus 1 F	6h00	8,00	1,00 7,00	5,60 5,51	290 420	8,20 8,79	20,24 20,26	123 82	007 338	8,07 8,03	P=(769) 1025 hPa
	2 S BM 2 F	9h30	7,00	1,00 6,00	5,46 5,46	225 290	5,92 6,27	20,49 20,46	13 7	110 147	8,02 8,04	BM à Laména 8h46 P=(769) 1025 hPa Reverse: 9h30
	3 S Mi-Flot 3 F	12h35	9,00	1,00 8,00	5,51 5,44	265 2750	10,52 12,21	20,06 19,97	128 76	122 138	8,05 8,04	P=(769) 1025 hPa
	4 S PM 4 F	15h45	10,00	1,00 9,00	5,58 5,60	205 170	12,62 15,46	19,92 19,74	13 13	164 018	8,06 8,05	PM à Laména 14h55 P=(769) 1025 hPa
	BATEAU EN PANNE											
E PK 52 11/07/2007 Coef: 59-61	1 S Mi-Jus 1 F	7h30	6,50	1,00 5,50	5,60 5,55	1300 1620	3,95 4,13	20,62 20,56	70 59	026 359	7,94 7,92	P=(768) 1024 hPa
	2 S BM 2 F	11h05	5,70	1,00 4,70	5,84 5,69	265 560	2,37 2,40	20,37 20,32	13 13	149 167	7,99 7,90	BM à Pauillac 10h44 P=(769) 1025 hPa Reverse: 11h05
	3 S Mi-Flot 3 F	13h40	7,30	1,00 6,30	5,84 5,98	730 1200	4,25 4,74	20,84 20,76	123 59	159 178	8,00 8,00	P=(769) 1025 hPa
	4 S PM 4 F	17h00	8,70	1,00 7,70	5,89 6,05	420 1350	4,84 5,07	22,35 20,86	13 13	157 152	8,05 8,04	PM à Pauillac 16h22 P=(769) 1025 hPa
	BATEAU EN PANNE											
K PK 30 12/07/2007 Coef: 65	1 S PM 1 F	6h20	9,20	1,00 8,20	5,44 5,46	245 1070	1,54 1,46	20,25 20,33	7 13	005 329	8,01 7,93	PM à La Reuille 5h41 P=(769) 1025 hPa
	2 S Mi-Jus 2 F	9h45	7,10	1,00 6,10	5,46 5,40	1710 1710	0,90 0,91	20,24 20,23	88 65	011 333	7,88 7,90	P=(769) 1025 hPa
	3 S BM 3 F	13h15	6,50	1,00 5,50	5,37 5,37	700 870	0,28 0,26	20,46 20,31	13 13	135 159	7,86 7,90	BM à La Reuille 12h55 P=(769) 1025 hPa Reverse: 13h15
	4 S Mi-Flot 4 F	15h45	8,30	1,00 7,30	5,42 5,42	1650 1630	1,09 1,02	20,76 20,72	105 53	132 124	7,98 8,01	P=(769) 1025 hPa
	BATEAU EN PANNE											

Août 2007		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	Oxygène Dissous (ml/l)	Concen trations (mg/l)	Salinité	Temp. (°C)	Vitesse (cm/s)	Direction (/Nord)	PH	OBSERVATIONS	
POINTS	STATIONS												
F PK 67 22/08/2007 Coef: 32-28	1 S BM 1 F	7h15	7,30	1,00	5,26	108	10,22	20,89	13	028	8,15	BM à Laména 6h24 P=(763) 1017 hPa	
	2 S Mi-Flot 2 F	10h15	9,00	1,00	5,58	19	13,46	20,40	79	136	8,19		P=(763) 1017 hPa
	3 S PM 3 F	13h30	9,60	1,00	5,46	315	19,36	20,07	56	133	8,15	PM à Laména 13h05 P=(763) 1017 hPa Reverse: 13h30	
	4 S Mi-Jus 4 F	16h20	8,00	1,00	5,22	50	21,15	19,92	7	142	8,16		P=(763) 1017 hPa
					1,00	5,71	9	10,70	20,77	94	006	8,20	
					7,00	5,42	62	17,88	20,25	36	314	8,19	
E PK 52 23/08/2007 Coef: 26-27	1 S Mi-Jus 1 F	5h40	7,00	1,00	5,37	118	7,56	21,42	70	031	8,17	P=(762) 1016 hPa	
	2 S BM 2 F	8h45	6,20	1,00	5,22	124	5,94	20,78	13	112	8,14		BM à Pauillac 8h28 P=(763) 1017 hPa Reverse: 8h55
	3 S Mi-Flot 3 F	12H00	7,80	1,00	5,31	265	6,04	20,94	7	174	8,16	P=(764) 1018 hPa	
	4 S PM 4 F	15H10	8,20	1,00	5,46	131	8,17	21,32	82	166	8,14		PM à Pauillac 14h57 P=(764) 1018 hPa
					6,80	5,60	290	8,11	21,02	42	172	8,14	
					1,00	5,31	92	9,06	23,46	7	180	8,18	
K PK 30 21/08/2007 Coef: 37-32	1 S BM 1 F	7h45	7,20	1,00	4,79	500	2,02	21,35	13	127	8,05	BM à La Reuille 6h57 P=(757.5) 1010 hPa	
	2 S Mi-Flot 2 F	10h00	8,00	1,00	4,93	960	2,14	21,36	13	116	8,00		P=(759) 1012 hPa
	3 S PM 3 F	13h15	9,20	1,00	5,37	1080	3,56	21,16	59	138	8,01	PM à La Reuille 12h28 P=(760) 1013 hPa Reverse: 13h05	
	4 S Mi-Jus 4 F	16h00	7,80	1,00	5,46	440	4,47	21,11	36	326	8,09		P=(760) 1013 hPa
					8,20	5,60	530	4,55	21,06	30	088	8,12	
					1,00	5,37	580	3,68	21,28	100	003	8,06	
				6,80	5,46	550	3,72	21,26	65	321	8,06		
Septembre 2007		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	Oxygène Dissous (ml/l)	Concen trations (mg/l)	Salinité	Temp. (°C)	Vitesse (cm/s)	Direction (/Nord)	PH	OBSERVATIONS	
POINTS	STATIONS												
F PK 67 18/09/2007 Coef: 56-50	1 S Mi-Flot 1 F	7h10	8,50	1,00	5,15	114	13,31	20,24	105	134	8,19	P=(767) 1023 hPa	
	2 S PM 2 F	11h00	9,50	1,00	5,27	2130	15,17	20,42	70	146	8,18		PM à Laména 10h05 P=(771) 1028 hPa Reverse: 11h15
	3 S Mi-Jus 3 F	13h25	8,00	1,00	5,21	103	18,07	19,87	18	261	8,20	P=(771) 1028 hPa	
	4 S BM 4 F	17h00	7,00	1,00	5,26	265	20,05	19,59	7	287	8,21		BM à Laména 16h18 P=(771) 1028 hPa
					1,00	5,44	34	12,96	20,72	123	006	8,18	
					7,00	5,53	240	15,99	20,00	62	332	8,19	
E PK 52 19/09/2007 Coef: 44-38	1 S BM 1 F	6h00	5,80	1,00	5,26	130	6,19	20,48	7	141	8,04	BM à Pauillac 5h13 P=(772) 1029 hPa	
	2 S Mi-Flot 2 F	8h40	7,50	1,00	5,33	355	6,24	20,52	7	176	8,03		P=(772) 1029 hPa
	3 S PM 3 F	11h20	8,30	1,00	5,40	193	8,39	20,37	97	165	8,15	PM à Pauillac 11h00 P=(774) 1032 hPa Reverse: 11h40	
	4 S Mi-Jus 4 F	14h40	6,90	1,00	5,54	1420	8,47	20,40	82	186	8,13		P=(774) 1032 hPa
					6,50	5,29	250	9,70	22,00	7	224	8,18	
					7,30	5,64	255	10,47	20,32	13	171	8,17	
K PK 30 20/09/2007 Coef: 32-27	1 S BM 1 F	7h50	6,50	1,00	4,80	390	1,53	20,31	7	042	7,80	BM à La Reuille 6h52 P=(771) 1028 hPa	
	2 S Mi-Flot 2 F	10h05	7,30	1,00	4,79	2500	1,66	20,39	24	112	7,96		P=(771) 1028 hPa
	3 S PM 3 F	13h00	8,10	1,00	5,13	365	3,39	20,10	88	101	8,04	PM à La Reuille 12h42 P=(771) 1028 hPa Reverse: 13h30	
	4 S Mi-Jus 4 F	16h15	7,20	1,00	5,27	1220	3,52	20,11	62	119	8,00		P=(771) 1028 hPa
					1,00	5,15	230	4,52	20,41	13	055	8,08	
					7,10	5,23	790	4,91	20,27	13	157	8,06	
				1,00	5,14	225	3,64	20,66	117	004	7,91		
				6,00	5,29	365	3,97	20,42	70	321	7,89		

Octobre 2007		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	SH11 Mesure (m)	Oxygène Dissous (ml/l)	Concen trations (mg/l)	Salinité	Temp. (°C)	Vitesse (cm/s)	Direction (/Nord)	PH	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS											
F PK 67 16/10/2007 Coef:63-57	1 S Mi-Flot	6h30	8,80	1,00	5,54	255	12,96	17,56	117	133	7,98	P=(767) 1022 hPa
	1 F			7,80	5,35	3500	15,05	17,56	65	135	7,96	
	2 S PM	9h45	9,50	1,00	5,61	193	18,14	17,10	7	310	8,07	PM à Laména 8h59 P=(767) 1022 hPa Reverse:
	2 F			8,50	5,63	205	20,97	17,00	30	100	8,06	
	3 S Mi-Jus	12h30	7,90	1,00	5,43	350	13,34	17,65	94	013	7,96	P=(767) 1022 hPa
	3 F			6,90	5,41	450	14,83	17,48	47	301	7,99	
4 S BM	16h05	6,50	1,00	5,25	1050	8,91	18,20	13	016	8,00	BM à Laména 15h22 P=(767) 1022 hPa	
4 F			5,50	5,25	2350	9,68	18,12	7	031	7,96		
E PK 52 18/10/2007 Coef: 41-36	1 S BM	5h30	5,90	1,00	5,65	255	6,42	18,76	13	207	7,84	BM à Pauillac 4h45 P=(771) 1028 hPa
	1 F			4,90	5,51	520	6,30	18,10	7	183	7,85	
	2 S Mi-Flot	8h20	7,50	1,00	5,78	425	9,03	18,42	123	172	8,00	P=(773) 1031 hPa
	2 F			6,50	5,78	2200	8,69	18,42	100	185	7,99	
	3 S PM	11h20	8,50	1,00	5,70	440	9,31	20,07	0	302	7,98	PM à Pauillac 10h37 P=(774) 1032 hPa Reverse: 11h35
	3 F			7,50	5,77	500	10,12	18,42	13	309	8,01	
4 S Mi-Jus	14h05	7,20	1,00	5,67	430	8,82	18,56	70	034	8,02	P=(774) 1032 hPa	
4 F			6,20	5,72	1050	9,11	18,44	42	354	8,01		
K PK 30 17/10/2007 Coef: 52-47	1 S BM	6h15	6,00	1,00	4,77	750	1,43	17,55	41	103	7,75	BM à La Reuille 5h15 P=(768) 1024 hPa
	1 F			5,00	4,88	3300	1,40	17,66	65	137	7,86	
	2 S Mi-Flot	8h30	8,00	1,00	5,15	550	4,42	17,98	140	117	7,90	P=(768) 1024 hPa
	2 F			7,00	5,08	5600	4,10	18,00	42	138	7,89	
	3 S PM	11h25	8,90	1,00	5,02	570	5,53	18,10	0	184	7,80	PM à La Reuille 10h30 P=(769) 1025 hPa Reverse: 11h30
	3 F			7,90	5,03	2750	5,45	18,08	24	128	7,89	
4 S Mi-Jus	14h20	7,00	1,00	5,09	1700	4,17	18,06	94	019	7,87	P=(769) 1025 hPa	
4 F			6,00	5,11	1500	4,27	18,06	76	333	7,86		

Novembre 2007		Heure Légale (TU+1)	Profond Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	Oxygène Dissous (ml/l)	Concen trations (mg/l)	Salinité	Temp. (°C)	Vitesse (cm/s)	Direction (/Nord)	PH	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS											
F PK 67 04/11/2007 Coef:44-48	1 S Mi-Jus	5h30	7,70	1,00	6,60	320	12,10	12,71	94	014	8,06	P=(771) 1028 hPa
	1 F			6,70	6,60	270	13,11	12,64	36	319	8,03	
	2 S BM	8h45	7,60	1,00	6,54	640	8,60	13,01	13	118	8,02	BM à Laména 7h48 P=(771) 1028 hPa Reverse: 8h45
	2 F			6,60	6,45	1550	9,03	12,96	7	002	8,02	
	3 S Mi-Flot	11h15	8,80	1,00	6,54	158	11,63	12,77	82	122	8,06	P=(771) 1028 hPa
	3 F			7,80	6,59	2400	15,00	12,60	82	142	8,01	
4 S PM	14h30	10,20	1,00	6,37	139	17,21	12,62	13	168	8,04	PM à Laména 14h06 P=(771) 1028 hPa	
4 F			9,20	6,33	520	18,98	12,53	13	141	8,06		
E PK 52 06/11/2007 Coef: 52-57	1 S Mi-Jus	7h20	6,80	1,00	6,49	640	8,70	13,34	111	022	8,03	P=(777) 1036 hPa
	1 F			5,80	6,56	2500	9,10	13,05	76	004	8,04	
	2 S BM	11h05	5,70	1,00	6,49	290	6,72	12,62	24	132	8,01	BM à Pauillac 10h29 P=(777) 1036 hPa Reverse: 11h00
	2 F			4,70	6,56	1050	6,66	12,62	47	186	8,03	
	3 S Mi-Flot	13h35	7,60	1,00	6,49	1020	9,14	12,96	123	167	8,03	P=(777) 1036 hPa
	3 F			6,60	6,59	2750	9,10	12,96	111	186	8,06	
4 S PM	16h30	9,10	1,00	6,37	405	10,12	12,74	7	079	8,03	PM à Pauillac 16h10 P=(777) 1036 hPa	
4 F			8,10	6,56	1930	10,52	12,70	7	143	8,02		
K PK 30 05/11/2007 Coef:61-65	1 S Mi-Jus	7h20	7,30	1,00	6,38	1280	3,83	11,96	111	007	7,90	P=(772) 1030 hPa
	1 F			6,30	6,46	1450	3,82	12,00	73	338	7,91	
	2 S BM	11h20	6,40	1,00	6,37	710	1,36	11,39	41	106	7,98	BM à La Reuille 10h26 P=(773) 1031 hPa Reverse: 11h20
	2 F			5,40	6,42	2750	1,36	11,48	59	129	7,96	
	3 S Mi-Flot	13h25	8,20	1,00	6,40	1000	3,89	12,11	76	137	7,95	P=(773) 1031 hPa
	3 F			7,20	6,50	2900	3,68	12,05	59	141	7,91	
4 S PM	16H20	9,30	1,00	6,25	380	5,12	12,47	13	111	8,03	PM à La Reuille 15h56 P=(773) 1031 hPa	
4 F			8,30	6,49	2900	5,23	12,44	0	091	8,05		

10.3. Annexe 3 : Tableau des résultats analytiques

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

Date	Station	Temps Marée	Niveau	COT mg/L	COD mg/L	MES mg/L	COP mg/L	COP/MES
10-avr-07	F	BM	S	6,65	2,15	333	4,5	1,35%
10-avr-07	F	BM	F	24,85	3,05	1378	21,8	1,58%
10-avr-07	F	MF	S	1,95	0,65	100	1,3	1,30%
10-avr-07	F	MF	F	62,25	0,75	3576	61,5	1,72%
10-avr-07	F	PM	S	2,20	0,40	111	1,8	1,62%
10-avr-07	F	PM	F	5,95	0,50	352	5,5	1,55%
10-avr-07	F	MJ	S	1,10	0,50	52	0,6	1,15%
10-avr-07	F	MJ	F	3,50	0,45	196	3,1	1,56%
12-avr-07	E	BM	S	3,85	0,55	251	3,3	1,31%
12-avr-07	E	BM	F	7,40	0,60	496	6,8	1,37%
12-avr-07	E	MF	S	4,30	0,75	239	3,6	1,49%
12-avr-07	E	MF	F	34,50	0,75	2054	33,8	1,64%
12-avr-07	E	PM	S	5,30	0,60	319	4,7	1,47%
12-avr-07	E	PM	F	3,95	0,55	212	3,4	1,60%
12-avr-07	E	MJ	S	6,10	0,65	372	5,5	1,47%
12-avr-07	E	MJ	F	32,85	0,85	1728	32,0	1,85%
11-avr-07	K	BM	S	6,05	0,50	397	5,6	1,40%
11-avr-07	K	BM	F	8,60	0,65	548	8,0	1,45%
11-avr-07	K	MF	S	13,15	0,60	890	12,6	1,41%
11-avr-07	K	MF	F	15,05	0,55	962	14,5	1,51%
11-avr-07	K	PM	S	4,55	0,50	357	4,1	1,13%
11-avr-07	K	PM	F	12,45	0,60	762	11,9	1,56%
11-avr-07	K	MJ	S	10,60	1,10	632	9,5	1,50%
11-avr-07	K	MJ	F	12,75	0,65	810	12,1	1,49%
25-mai-07	F	BM	S					
25-mai-07	F	BM	F					
25-mai-07	F	MF	S					
25-mai-07	F	MF	F					
25-mai-07	F	PM	S					
25-mai-07	F	PM	F					
25-mai-07	F	MJ	S					
25-mai-07	F	MJ	F					
24-mai-07	E	BM	S	3,00	1,35	101	1,7	1,63%
24-mai-07	E	BM	F	17,95	1,35	1000	16,6	1,66%
24-mai-07	E	MF	S	6,75	1,35	415	5,4	1,30%
24-mai-07	E	MF	F	61,55	1,45	3533	60,1	1,70%
24-mai-07	E	PM	S	2,90	1,65	107	1,3	1,17%
24-mai-07	E	PM	F	5,75	1,45	248	4,3	1,73%
24-mai-07	E	MJ	S	12,80	1,45	778	11,4	1,46%
24-mai-07	E	MJ	F	20,85	1,40	1154	19,5	1,69%
23-mai-07	K	BM	S	12,10	1,40	684	10,7	1,56%
23-mai-07	K	BM	F	31,45	1,30	1668	30,2	1,81%

23-mai-07	K	MF	S	25,40	1,35	1548	24,1	1,55%
23-mai-07	K	MF	F	34,55	1,30	2040	33,3	1,63%
23-mai-07	K	PM	S	3,70	1,25	215	2,5	1,14%
23-mai-07	K	PM	F	27,60	1,35	1604	26,3	1,64%
23-mai-07	K	MJ	S	19,40	1,30	1108	18,1	1,63%
23-mai-07	K	MJ	F	17,55	1,30	1052	16,3	1,54%
9-juin-07	F	BM	S					
9-juin-07	F	BM	F					
9-juin-07	F	MF	S					
9-juin-07	F	MF	F					
9-juin-07	F	PM	S					
9-juin-07	F	PM	F					
9-juin-07	F	MJ	S					
9-juin-07	F	MJ	F					
8-juin-07	E	BM	S	5,90	1,65	421	4,3	1,01%
8-juin-07	E	BM	F	14,95	1,55	1066	13,4	1,26%
8-juin-07	E	MF	S	12,15	1,50	734	10,7	1,45%
8-juin-07	E	MF	F	73,25	1,45	4572	71,8	1,57%
8-juin-07	E	PM	S	3,00	1,40	174	1,6	0,92%
8-juin-07	E	PM	F	11,15	1,35	734	9,8	1,34%
8-juin-07	E	MJ	S	10,55	1,45	646	9,1	1,41%
8-juin-07	E	MJ	F	73,85	0,85	5344	73,0	1,37%
9-juin-07	K	BM	S					
9-juin-07	K	BM	F					
9-juin-07	K	MF	S					
9-juin-07	K	MF	F					
9-juin-07	K	PM	S					
9-juin-07	K	PM	F					
9-juin-07	K	MJ	S					
9-juin-07	K	MJ	F					
10-juil-07	F	BM	S	5,15	1,25	198	3,9	1,97%
10-juil-07	F	BM	F	6,85	1,40	301	5,5	1,81%
10-juil-07	F	MF	S	5,20	1,20	228	4,0	1,75%
10-juil-07	F	MF	F	51,60	1,05	3024	50,6	1,67%
10-juil-07	F	PM	S	4,20	1,00	165	3,2	1,94%
10-juil-07	F	PM	F	4,20	0,90	174	3,3	1,90%
10-juil-07	F	MJ	S	5,55	1,25	250	4,3	1,72%
10-juil-07	F	MJ	F	9,10	1,20	412	7,9	1,92%
11-juil-07	E	BM	S	5,75	1,60	248	4,2	1,67%
11-juil-07	E	BM	F	9,85	1,65	490	8,2	1,67%
11-juil-07	E	MF	S	13,70	1,50	750	12,2	1,63%
11-juil-07	E	MF	F	23,40	1,55	1308	21,9	1,67%
11-juil-07	E	PM	S	6,70	1,40	308	5,3	1,72%
11-juil-07	E	PM	F	24,00	1,40	1296	22,6	1,74%
11-juil-07	E	MJ	S	22,05	1,35	1216	20,7	1,70%
11-juil-07	E	MJ	F	28,30	1,40	1644	26,9	1,64%
12-juil-07	K	BM	S	13,25	2,30	640	11,0	1,71%
12-juil-07	K	BM	F	17,50	2,30	844	15,2	1,80%
12-juil-07	K	MF	S	28,35	1,90	1620	26,5	1,63%
12-juil-07	K	MF	F	28,95	1,90	1564	27,1	1,73%
12-juil-07	K	PM	S	7,25	1,85	350	5,4	1,54%

12-juil-07	K	PM	F	19,10	1,80	1192	17,3	1,45%
12-juil-07	K	MJ	S	34,00	1,95	1888	32,1	1,70%
12-juil-07	K	MJ	F	33,80	1,90	1864	31,9	1,71%
22-août-07	F	BM	S	2,75	0,75	55	2,0	3,64%
22-août-07	F	BM	F	3,15	0,85	149	2,3	1,54%
22-août-07	F	MF	S	2,15	0,65	28	1,5	5,36%
22-août-07	F	MF	F	6,05	0,60	274	5,5	1,99%
22-août-07	F	PM	S	0,73	0,60	5	0,1	2,60%
22-août-07	F	PM	F	1,95	0,60	35	1,4	3,86%
22-août-07	F	MJ	S	1,10	0,75	11	0,4	3,18%
22-août-07	F	MJ	F	1,90	0,65	66	1,3	1,89%
23-août-07	E	BM	S	2,90	1,15	115	1,8	1,52%
23-août-07	E	BM	F	5,40	2,85	218	2,6	1,17%
23-août-07	E	MF	S	3,95	1,25	137	2,7	1,97%
23-août-07	E	MF	F	5,70	1,00	255	4,7	1,84%
23-août-07	E	PM	S	3,00	0,85	148	2,2	1,45%
23-août-07	E	PM	F	2,95	0,65	138	2,3	1,67%
23-août-07	E	MJ	S	2,50	0,85	111	1,7	1,49%
23-août-07	E	MJ	F	4,05	0,95	198	3,1	1,57%
21-août-07	K	BM	S	10,15	1,65	562	8,5	1,51%
21-août-07	K	BM	F	16,30	1,60	866	14,7	1,70%
21-août-07	K	MF	S	19,70	1,40	1088	18,3	1,68%
21-août-07	K	MF	F	20,30	1,50	1216	18,8	1,55%
21-août-07	K	PM	S	8,20	1,35	404	6,9	1,70%
21-août-07	K	PM	F	9,90	1,40	522	8,5	1,63%
21-août-07	K	MJ	S	11,20	1,50	538	9,7	1,80%
21-août-07	K	MJ	F	11,00	1,40	610	9,6	1,57%
18-sept-07	F	BM	S	4,45	0,80	234	3,7	1,56%
18-sept-07	F	BM	F	10,50	0,60	578	9,9	1,71%
18-sept-07	F	MF	S	2,30	0,55	76	1,8	2,30%
18-sept-07	F	MF	F	41,55	0,55	2392	41,0	1,71%
18-sept-07	F	PM	S	2,05	0,50	73	1,6	2,12%
18-sept-07	F	PM	F	2,55	0,45	99	2,1	2,12%
18-sept-07	F	MJ	S	1,75	0,60	25	1,2	4,60%
18-sept-07	F	MJ	F	3,70	0,45	214	3,3	1,52%
19-sept-07	E	BM	S	2,70	1,00	100	1,7	1,70%
19-sept-07	E	BM	F	6,35	0,85	298	5,5	1,85%
19-sept-07	E	MF	S	3,40	0,75	157	2,7	1,69%
19-sept-07	E	MF	F	32,10	0,80	1712	31,3	1,83%
19-sept-07	E	PM	S	4,05	0,70	170	3,4	1,97%
19-sept-07	E	PM	F	4,65	0,70	210	4,0	1,88%
19-sept-07	E	MJ	S	1,95	0,75	63	1,2	1,90%
19-sept-07	E	MJ	F	6,15	0,70	323	5,5	1,69%
20-sept-07	K	BM	S	5,95	1,45	375	4,5	1,20%
20-sept-07	K	BM	F	45,85	1,45	2752	44,4	1,61%
20-sept-07	K	MF	S	6,95	1,15	331	5,8	1,75%
20-sept-07	K	MF	F	14,00	1,10	331	12,9	3,90%
20-sept-07	K	PM	S	5,10	1,05	247	4,1	1,64%
20-sept-07	K	PM	F	16,25	0,95	940	15,3	1,63%
20-sept-07	K	MJ	S	4,00	1,15	173	2,9	1,65%
20-sept-07	K	MJ	F	6,50	0,95	305	5,6	1,82%

16-oct-07	F	BM	S	13,95	0,95	780	13,0	1,67%
16-oct-07	F	BM	F	44,50	0,90	2488	43,6	1,75%
16-oct-07	F	MF	S	4,80	0,80	232	4,0	1,72%
16-oct-07	F	MF	F	48,85	0,75	3096	48,1	1,55%
16-oct-07	F	PM	S	4,20	0,70	191	3,5	1,83%
16-oct-07	F	PM	F	4,40	0,55	143	3,9	2,69%
16-oct-07	F	MJ	S	9,60	0,75	540	8,9	1,64%
16-oct-07	F	MJ	F	12,70	0,70	723	12,0	1,66%
18-oct-07	E	BM	S	6,05	1,65	274	4,4	1,61%
18-oct-07	E	BM	F	8,75	1,00	543	7,8	1,43%
18-oct-07	E	MF	S	8,25	1,00	630	7,3	1,15%
18-oct-07	E	MF	F	38,65	0,95	2416	37,7	1,56%
18-oct-07	E	PM	S	8,60	0,85	456	7,8	1,70%
18-oct-07	E	PM	F	9,55	0,85	532	8,7	1,64%
18-oct-07	E	MJ	S	7,60	0,90	467	6,7	1,43%
18-oct-07	E	MJ	F	17,30	0,90	1091	16,4	1,50%
17-oct-07	K	BM	S	10,10	1,55	652	8,6	1,31%
17-oct-07	K	BM	F	32,85	1,55	2024	31,3	1,55%
17-oct-07	K	MF	S	10,20	1,15	576	9,1	1,57%
17-oct-07	K	MF	F	112,15	1,15	6928	111,0	1,60%
17-oct-07	K	PM	S	11,15	1,05	552	10,1	1,83%
17-oct-07	K	PM	F	47,60	1,10	2832	46,5	1,64%
17-oct-07	K	MJ	S	34,75	1,15	1680	33,6	2,00%
17-oct-07	K	MJ	F	28,55	1,15	1564	27,4	1,75%
4-nov-07	F	BM	S	10,65	0,95	676	9,7	1,43%
4-nov-07	F	BM	F	26,15	1,15	1840	25,0	1,36%
4-nov-07	F	MF	S	2,95	0,85	160	2,1	1,31%
4-nov-07	F	MF	F	39,05	1,05	2588	38,0	1,47%
4-nov-07	F	PM	S	2,40	0,65	147	1,8	1,19%
4-nov-07	F	PM	F	8,90	0,60	547	8,3	1,52%
4-nov-07	F	MJ	S	4,95	0,75	377	4,2	1,11%
4-nov-07	F	MJ	F	4,35	0,95	323	3,4	1,05%
6-nov-07	E	BM	S	4,95	1,15	310	3,8	1,23%
6-nov-07	E	BM	F	14,80	1,10	1060	13,7	1,29%
6-nov-07	E	MF	S	16,15	1,15	1137	15,0	1,32%
6-nov-07	E	MF	F	49,70	0,90	3192	48,8	1,53%
6-nov-07	E	PM	S	6,00	1,30	378	4,7	1,24%
6-nov-07	E	PM	F	33,90	1,30	2320	32,6	1,41%
6-nov-07	E	MJ	S	12,15	1,05	700	11,1	1,59%
6-nov-07	E	MJ	F	55,45	1,05	3756	54,4	1,45%
5-nov-07	K	BM	S	10,50	2,45	704	8,1	1,14%
5-nov-07	K	BM	F	59,60	1,60	3752	58,0	1,55%
5-nov-07	K	MF	S	17,05	1,55	1156	15,5	1,34%
5-nov-07	K	MF	F	52,40	1,30	3760	51,1	1,36%
5-nov-07	K	PM	S	5,30	1,20	440	4,1	0,93%
5-nov-07	K	PM	F	51,10	1,20	3492	49,9	1,43%
5-nov-07	K	MJ	S	19,25	1,25	1424	18,0	1,26%
5-nov-07	K	MJ	F	23,75	1,35	1552	22,4	1,44%

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 Chla
10-avr-07	F	BM	S	2,35	1,65	0,05%	12	0,59
10-avr-07	F	PM	S	5,40	<0,4	0,30%		1,00
12-avr-07	E	BM	S	<1,1	3,60			0,00
12-avr-07	E	PM	S	3,50	<0,8	0,07%		1,00
11-avr-07	K	BM	S	12,85	<0,8	0,23%		1,00
11-avr-07	K	PM	S	2,10	0,80	0,05%	8	0,72
25-mai-07	F	BM	S					
25-mai-07	F	PM	S					
24-mai-07	E	BM	S	0,80	1,00	0,05%	18	0,44
24-mai-07	E	PM	S	1,40	0,80	0,11%	21	0,64
23-mai-07	K	BM	S	<1,1	<0,8			
23-mai-07	K	PM	S	<1,1	<0,8			
9-juin-07	F	BM	S					
9-juin-07	F	PM	S					
8-juin-07	E	BM	S	<1,1	1,40			0,00
8-juin-07	E	PM	S	<1,1	0,80			0,00
9-juin-07	K	BM	S					
9-juin-07	K	PM	S					
10-juil-07	F	BM	S	1,10	1,50	0,03%	13	0,42
10-juil-07	F	PM	S	3,30	1,50	0,10%	29	0,69
11-juil-07	E	BM	S	1,20	1,60	0,03%	11	0,43
11-juil-07	E	PM	S	1,20	2,30	0,02%	11	0,34
12-juil-07	K	BM	S	3,80	7,40	0,03%	18	0,34
12-juil-07	K	PM	S	1,70	2,50	0,03%	12	0,40
22-août-07	F	BM	S	2,80	0,90	0,14%	67	0,76
22-août-07	F	PM	S	5,70	<0,2	4,38%		1,00
23-août-07	E	BM	S	1,50	0,90	0,09%	21	0,63
23-août-07	E	PM	S	2,80	1,30	0,13%	28	0,68
21-août-07	K	BM	S	1,50	2,40	0,02%	7	0,38
21-août-07	K	PM	S	1,60	2,30	0,02%	10	0,41
18-sept-07	F	BM	S	2,60	1,80	0,07%	19	0,59
18-sept-07	F	PM	S	4,00	1,10	0,26%	70	0,78
19-sept-07	E	BM	S	1,00	1,00	0,06%	20	0,50
19-sept-07	E	PM	S	2,80	1,90	0,08%	28	0,60
20-sept-07	K	BM	S	0,80	1,70	0,02%	7	0,32
20-sept-07	K	PM	S	1,20	1,50	0,03%	11	0,44
16-oct-07	F	BM	S	4,60	2,40	0,04%	9	0,66
16-oct-07	F	PM	S	7,90	1,00	0,23%	47	0,89
18-oct-07	E	BM	S	4,20	<0,8	0,10%		1,00
18-oct-07	E	PM	S	4,50	1,30	0,06%	13	0,78
17-oct-07	K	BM	S	1,90	2,00	0,02%	6	0,49
17-oct-07	K	PM	S	2,90	2,80	0,03%	10	0,51
4-nov-07	F	BM	S	1,50	2,60	0,02%	6	0,37
4-nov-07	F	PM	S	1,60	1,10	0,09%	18	0,59
6-nov-07	E	BM	S	<1,1	1,70			0,00
6-nov-07	E	PM	S	1,30	2,30	0,03%	10	0,36
5-nov-07	K	BM	S	<1,1	2,80			0,00
5-nov-07	K	PM	S	<1,1	2,10			0,00

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

Date	Station	Temps Marée	Niveau	NH4 µmol/L	NOx µmol/L	PO4 µmol/L	N/P	Silicates µmol/L	Bore mg/L
10-avr-07	F	BM	S	1,1	171,0	4,7	36	120,0	0,48
10-avr-07	F	PM	S	7,0	129,0	6,2	21	103,0	1,30
12-avr-07	E	BM	S	2,0	176,0	3,3	54	122,0	0,18
12-avr-07	E	PM	S	2,7	161,0	6,2	26	116,0	0,58
11-avr-07	K	BM	S	2,2		8,0	0	149,0	<0,02
11-avr-07	K	PM	S	0,5	168,0	5,6	30	126,0	0,04
25-mai-07	F	BM	S						
25-mai-07	F	PM	S						
24-mai-07	E	BM	S	<0,5	200,0			110,0	0,24
24-mai-07	E	PM	S	<0,5	135,0			98,9	0,63
23-mai-07	K	BM	S	<0,5	194,0	4,7	41	131,0	<0,02
23-mai-07	K	PM	S	1,1	152,0	2,6	58	116,0	0,14
9-juin-07	F	BM	S						
9-juin-07	F	PM	S						
8-juin-07	E	BM	S	0,9	200,0	4,5	44	147,2	0,14
8-juin-07	E	PM	S	1,1	210,0	3,1	68	130,2	0,38
9-juin-07	K	BM	S						
9-juin-07	K	PM	S						
10-juil-07	F	BM	S	0,5	155,0	3,1	50	127,0	0,68
10-juil-07	F	PM	S	<0,5	124,0	2,3	54	97,3	1,30
11-juil-07	E	BM	S	1,0	168,0	3,1	54	144,0	0,28
11-juil-07	E	PM	S	1,5	160,0	2,4	67	133,0	0,55
12-juil-07	K	BM	S	<0,5	127,0	2,0	64	169,0	0,02
12-juil-07	K	PM	S	9,4	166,0	2,6	64	146,0	0,18
22-août-07	F	BM	S	<0,5	122,9	2,3	53	123,0	1,10
22-août-07	F	PM	S	<0,5	96,8	1,8	54	94,5	1,60
23-août-07	E	BM	S	<0,5	147,6	3,2	46	143,0	0,69
23-août-07	E	PM	S	<0,5	127,1	2,4	53	127,0	1,00
21-août-07	K	BM	S	1,1	131,0	2,3	57	159,0	0,22
21-août-07	K	PM	S	1,5	131,0	2,2	60	149,0	0,53
18-sept-07	F	BM	S	<0,5	117,0	5,4	22	124,0	1,20
18-sept-07	F	PM	S	<0,5	86,9	3,7	23	83,5	1,80
19-sept-07	E	BM	S	<0,5	133,0	3,7	36	143,0	0,66
19-sept-07	E	PM	S	<0,5	120,0	4,4	27	126,0	1,00
20-sept-07	K	BM	S	<0,5	155,0	3,7	42	193,0	0,18
20-sept-07	K	PM	S	<0,5	131,0	3,8	34	178,0	0,51
16-oct-07	F	BM	S	<0,5	112,0	2,4	47	120,0	1,10
16-oct-07	F	PM	S	<0,5	82,9	1,9	44	87,2	2,00
18-oct-07	E	BM	S	<0,5	133,9	2,8	48	133,9	0,76
18-oct-07	E	PM	S	0,9	116,1	2,7	43	123,9	1,10
17-oct-07	K	BM	S	1,2	120,0	2,0	60	120,0	0,18
17-oct-07	K	PM	S	0,6	123,7	2,8	44	137,0	0,64
4-nov-07	F	BM	S	2,5	127,1	2,4	53	75,9	0,97
4-nov-07	F	PM	S	<0,6	98,4	2,3	43	57,6	1,80
6-nov-07	E	BM	S	<0,6	129,4	4,0	32	79,9	0,76
6-nov-07	E	PM	S	<0,6	123,5	3,1	40	78,9	1,00
5-nov-07	K	BM	S	1,9	126,8	2,6	48	102,8	0,20
5-nov-07	K	PM	S	1,2	131,8	4,2	32	83,1	0,61

10.3.4. Contaminants

Date	Station	Temps Marée	Niveau	Hydrazine mg/L	Morpholine mg/L	Ethanolamine mg/L	Agents de surface anioniques µg/L
10-avr-07	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
10-avr-07	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
12-avr-07	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
12-avr-07	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
11-avr-07	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
11-avr-07	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
25-mai-07	F	BM	S				
25-mai-07	F	PM	S				
24-mai-07	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
24-mai-07	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
23-mai-07	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
23-mai-07	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
9-juin-07	F	BM	S				
9-juin-07	F	PM	S				
8-juin-07	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
8-juin-07	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
9-juin-07	K	BM	S				
9-juin-07	K	PM	S				
10-juil-07	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
10-juil-07	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
11-juil-07	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
11-juil-07	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
12-juil-07	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
12-juil-07	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
22-août-07	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
22-août-07	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
23-août-07	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
23-août-07	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
21-août-07	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
21-août-07	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
18-sept-07	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
18-sept-07	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
19-sept-07	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
19-sept-07	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
20-sept-07	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
20-sept-07	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
16-oct-07	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
16-oct-07	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
18-oct-07	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
18-oct-07	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
17-oct-07	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
17-oct-07	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
4-nov-07	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	200
4-nov-07	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
6-nov-07	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
6-nov-07	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20

5-nov-07	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	60
5-nov-07	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	150

10.3.5. Résultats bruts de *Vibrios* halophiles

Date	Station	Temps Marée	Niveau	V parah UFC/L	V algin UFC/L	V vulni UFC/L	V chol UFC/L	V mim UFC/L	V. flu UFC/L	V halo UFC/L
10-avr-07	F	BM	S	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
10-avr-07	F	PM	S	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
12-avr-07	E	BM	S	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
12-avr-07	E	PM	S	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
11-avr-07	K	BM	S	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
11-avr-07	K	PM	S	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
25-mai-07	F	BM	S							
25-mai-07	F	PM	S							
24-mai-07	E	BM	S	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
24-mai-07	E	PM	S	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
23-mai-07	K	BM	S	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
23-mai-07	K	PM	S	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
9-juin-07	F	BM	S							
9-juin-07	F	PM	S							
8-juin-07	E	BM	S	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
8-juin-07	E	PM	S	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
9-juin-07	K	BM	S							
9-juin-07	K	PM	S							
10-juil-07	F	BM	S	<100	<100	<100	<100	<100	1000	<100
10-juil-07	F	PM	S	2500	<100	6000	<100	<100	<100	<100
11-juil-07	E	BM	S	<100	<100	2000	<100	3500	<100	<100
11-juil-07	E	PM	S	3000	<100	400	<100	1200	<100	<100
12-juil-07	K	BM	S	<100	<100	<100	200	<100	<100	<100
12-juil-07	K	PM	S	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
22-août-07	F	BM	S	<100	<100	3100	<100	<100	<100	<100
22-août-07	F	PM	S	<100	<100	8400	<100	<100	<100	<100
23-août-07	E	BM	S	<100	<100	1000	<100	<100	<100	<100
23-août-07	E	PM	S	4000	<100	<100	<100	<1000	<100	<100
21-août-07	K	BM	S	<100	<100	<100	<100	15000	<100	<100
21-août-07	K	PM	S	<100	<100	<100	<100	13000	<100	<100
18-sept-07	F	BM	S	3500	1000	<100	<100	<100	<100	<100
18-sept-07	F	PM	S	2600	<100	1900	<100	<100	<100	<100
19-sept-07	E	BM	S	400	<100	<100	<100	<100	<100	<100
19-sept-07	E	PM	S	<100	500	4200	<100	<100	<100	<100
20-sept-07	K	BM	S	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
20-sept-07	K	PM	S	2300	<100	<100	<100	<100	<100	<100
16-oct-07	F	BM	S	10600	4000	<100	<100	<100	<100	<100
16-oct-07	F	PM	S	<100	<100	1700	<100	<100	<100	<100
18-oct-07	E	BM	S	3400	<100	<100	<100	<100	<100	<100
18-oct-07	E	PM	S	800	800	<100	<100	<100	<100	<100
17-oct-07	K	BM	S	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
17-oct-07	K	PM	S	<100	<100	800	<100	<100	<100	<100
4-nov-07	F	BM	S	1200	<100	200	<100	<100	<100	<100
4-nov-07	F	PM	S	200	<100	<100	<100	<100	<100	<100

6-nov-07	E	BM	S	2200	<100	<100	<100	<100	<100	<100
6-nov-07	E	PM	S	400	<100	<100	<100	<100	<100	<100
5-nov-07	K	BM	S	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
5-nov-07	K	PM	S	<100	600	<100	<100	<100	<100	<100

10.3.6. Résultats de Vibrios halophiles – méthode milieu solide (filtration sur membrane)

Campagne	Station E		Station F		Station K	
	Basse mer	Pleine mer	Basse mer	Pleine mer	Basse mer	Pleine mer
Avril	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Mai	<100	<100			<100	<100
Juin	<100	<100				
Juillet	3 500 Vm 2 000 Vv	3 000 Vp 400 Vv 1 200 Vm	1 000 Vf ?	2 500 Vp 6 000 Vv	200 Vc	<100
Août	1 000 Vv	4 000 Vp	3 100 Vv	8 400 Vv	15 000 Vm	13 000 Vm
Septembre	400 Vp	4 200 Vv 500 Va	3 500 Vp 1 000 Va	2 600 Vp 1 900 Vv	<100	2 300 Vp
Octobre	3 400 Vp	800 Vp 800 Va	4 000 Va 10 600 Vp	1700 Vv	<100	800 Vv
Novembre	2 200 Vp	400 Vp	1 200 Vp 200 Vv	200 Vp	<100	600 Va

Vp = *Vibrio parahaemolyticus*Va = *Vibrio alginolyticus*Vv = *Vibrio vulnificus*Vm = *Vibrio mimicus*Vc = *Vibrio cholerae*Vf = *Vibrio fluvialis*

Analyse par filtration : nb de Vibrios en UFC/L (UFL = Unités Formant Colonie)