

ifremer

**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 Pasteur de Lille - Santé, environnement durable Atlantique**

Anciennement **Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux (IEEB)**

Mars 2009 – RST DYNECO/AG/09-04

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

SURVEILLANCE ECOLOGIQUE  
SITE DU BLAYAIS

RAPPORT SCIENTIFIQUE

ANNEE 2008

Commande d'exécution n°5100-CQG-4200211230  
du marché n° C349C65050





<b>Type de Rapport :</b> RST (Rapports de résultats de recherches scientifiques et/ou techniques)	
Numéro d'identification du rapport : <b>RST DYNECO/AG/09-04</b> 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 2009</i> nombre de pages : 226 p. bibliographie : <i>Oui</i> illustration(s) : <i>Oui</i> langue du rapport : <i>Français</i>
<b>Titre et sous-titre du rapport :</b> <i>Surveillance Ecologique du site du "Blayais" - année 2008</i> Titre traduit : <i>Ecological monitoring of the "Blayais" nuclear power plant – 2008</i>	
<b>Auteur(s) principal(aux) :</b> <i>QUINTIN Jean-Yves,</i> <i>CASTAING Patrice,</i> <i>JOUANNEAU Jean-Marie,</i> <i>OGGIAN Georges,</i> <i>MALLET Céline,</i> <i>ROUX DUCEPT Alexandra</i> <i>SAUTOUR Benoît,</i> <i>PARRA René,</i> <i>BACHELET Guy,</i> <i>LECONTE Michel.</i>	<b>Organisme / Direction / Service, laboratoire :</b> <i>IFREMER / Centre de Brest / DYNECO/AG</i> <i>Université Bordeaux 1 / UMR EPOC / Talence</i>  <i>IPL santé, environnement durable Atlantique (ex-IEEB)</i> <i>/ 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\1216035\M 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 Pasteur de Lille - santé, environnement durable Atlantique (ex – IEEB :</i> <i>Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux –Laboratoire d'Hygiène et Santé)</i> <i>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, 2008, Navire Océanographique « Côte d'Aquitaine »</i>	
Convention : Marché n° C349C65050 Commandes d'exécution n°5100-CQG-4200211230 Autres (préciser) : <i>Le Blayais Surveillance</i>	

**Résumé :**

L'étude de surveillance n° 31 du site électronucléaire du BLAYAIS (département de la Gironde) concerne la période de avril à novembre 2008. Les domaines pélagique et benthique sont étudiés (physico-chimie, bathymétrie, hydrobiologie, bactériologie, zooplancton, macrofaune benthique).  
[Voir fiche résumé p. 7 - 10]

**Abstract :**

Monitoring n° 31 of the BLAYAIS nuclear power plant takes into account studies conducted between April and November 2008. 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.* (2009) – Surveillance écologique du site du Blayais, année 2008. Rapp. IFREMER RST DYNECO/AG/09-04, mars 2009, 226 p.

**Référence particulière**

CASTAING P., JOUANNEAU J.M., OGGIAN G., (2009). – Résultats des mesures in situ. *In* : QUINTIN J.Y. (coord.) *et al.* (2009) - Surveillance écologique du site du Blayais, année 2008. Rapp. IFREMER RST DYNECO/AG/09-04, mars 2009, pp. 43 – 106.

## Avant - propos

Ce rapport IFREMER pour EDF a été réalisé par J.Y. Quintin<sup>1</sup>, coordonnateur du programme, avec la participation de :

chapitres 1 à 4 (P. Castaing, J.M. Jouanneau, G. Oggian,<sup>2</sup>) ;  
chapitre 5 (C. Mallet, A. Roux Ducept)<sup>3</sup> ;  
chapitre 6 (C. Mallet, A. Roux Ducept)<sup>3</sup> ;  
chapitre 7 (B. Sautour, R. Parra)<sup>4</sup> ;  
chapitre 8 (G. Bachelet, M. Leconte)<sup>4</sup>

Il a été réalisé suite à la réunion de synthèse, qui s'est tenue le 15 janvier 2009 à l'Université de Bordeaux 1, et qui a réuni les personnes suivantes : MM. Castaing P., Oggian G. (Université Bordeaux 1 -Talence), Bachelet G., Leconte M. (Station Marine d'Arcachon), MMe. Mallet C., Roux Ducept A. (IPL environnement - ex.IEEB), Quintin J.Y. (IFREMER).

---

<sup>1</sup>IFREMER. Département Dynamiques de l'Environnement Côtier.

<sup>2</sup>Université Bordeaux 1 – Talence (U.M.R. EPOC 5805).

<sup>3</sup>Institut Pasteur de Lille - santé, environnement durable Atlantique (ex – IEEB).

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



## Surveillance du Blayais 2008 - résumé

L'année 2008, bien que le débit annuel moyen s'établisse à  $860 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , soit un excédent de  $20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  par rapport à la moyenne annuelle pour la période 1982/2007, peut être classée, au même titre que 2007, parmi les années sèches, du fait d'une durée d'étiage qui s'étend de mi-juillet à mi-octobre. Une autre caractéristique importante est l'enregistrement de crues tardives printanières ; les plus importantes de l'année,  $4298 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , fin avril, qui vont provoquer l'éjection du bouchon vaseux.

Après un hiver 2008 doux et un mois de février très ensoleillé –premier rang depuis 1946-, les mois de mars et surtout de mai très pluvieux -2<sup>ème</sup> rang depuis 1946- ont apporté les pluies printanières favorables. La plus forte température moyenne mensuelle de l'air ( $20,6 \text{ }^\circ\text{C}$ ) a été atteinte en juillet, avec des maximales supérieures à  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  sans jamais atteindre  $35 \text{ }^\circ\text{C}$ .

La température moyenne des eaux de l'estuaire en 2008 -avril à novembre- par rapport à celle calculée pour la période 1976-2007 est supérieure au mois de mai et inférieure en juin à cause des crues printanières. La comparaison des cinq dernières années montre qu'en 2008, les températures mensuelles moyennes des eaux restent proches de la moyenne quinquennale, pendant la période sensible estivale.

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-, tendance confirmée par les données bathymétrique du Laboratoire National Hydraulique et Environnement en 2005. La modification de la morphologie des fonds influe sur la chenalisation des courants au point E, et se traduit actuellement par une tendance globale à l'augmentation des vitesses maximales moyennes, en flot et en jusant.

Concernant la courantologie, en 2007, les vitesses maximales de flot étaient très élevées au point E. En 2008, les vitesses maximales moyennes sont équivalentes en flot et en jusant et beaucoup plus élevées qu'en 2007, favorisant ainsi une bonne dispersion des eaux issues de la centrale.

Par rapport à 2007, les eaux de l'estuaire sont fortement salées pendant l'été 2008.

Les concentrations en matières en suspension -M.E.S.- sont partout très faibles, tout au long de l'année, sur toute la verticale. Comme en 2007, les eaux sont extrêmement "claires" pendant la saison estivale.

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

L'intervalle de variation du pH est limité, et identique à celui des années antérieures, depuis le début des mesures en 2004, de 7,63 en amont à 8,29 en aval. Les pH les plus faibles sont relevés au point K -amont- au moment de la crue printanière.

D'une manière générale, 90% du carbone organique total contenu dans les eaux de l'estuaire a une origine particulaire. Ainsi, pour la station 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 : à la station F, pour plus de la moitié des mesures réalisées, la fraction dissoute représente plus de 30% du carbone organique total ; la station E représente une situation intermédiaire par rapport aux deux autres points de mesures. Globalement, la charge organique de l'estuaire est plus faible en comparaison à celle des années précédentes.

En ce qui concerne la chlorophylle (a), les teneurs restent faibles en 2008 pour les 3 stations de mesure. Des variations saisonnières sont toutefois observées pour les stations K et F.

Pour l'ensemble des stations, les teneurs en nitrates-nitrites sont comparables à celles obtenues en 2006 ; à la station E, la valeur de la moyenne annuelle est légèrement plus élevée que celle de la moyenne pluriannuelle 1992 - 2008. Les teneurs en orthophosphates sont en nette diminution par rapport à celles de 2007, avec pour conséquence à la station E, un niveau inférieur à celui de la moyenne pluriannuelle 1992 - 2008. Ainsi, une augmentation du rapport molaire N/P est constatée.

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

Le bore -acide borique-, utilisé dans le processus de conditionnement des eaux des circuits primaires de la centrale, s'avère être aussi un élément naturel de l'eau de mer. La courbe de dilution mise en évidence dans les eaux de l'estuaire, en particulier au niveau de la station E, montre l'absence d'impact du fonctionnement de la centrale sur les concentrations en bore enregistrées.

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

Pour 2008, l'occurrence et l'abondance des *Vibrio halophiles* ont été très faibles. Cette famille de microorganismes, particulièrement sensibles à la température, n'a été recensée qu'à partir de la campagne du mois de juin. 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 2008, la dominance est de l'ordre de 85 % 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 en 2008 est tardif par rapport au schéma classique (mai-juin: 25160 ind/m<sup>3</sup>). Les résultats obtenus en 2008 confirment un retour à une situation caractérisée par de fortes abondances observées depuis 1998, avec une densité annuelle moyenne de 6414 ind/m<sup>3</sup> au point E, proche de la valeur moyenne calculée sur la série. La structure démographique de ses populations en 2008 n'est pas très différente d'un point à l'autre. Le point E présente un pourcentage de femelles ovigères (19 %) légèrement supérieur à ce qui est observé en K et F, un sex-ratio -rapport mâle/total adulte exprimé en pourcentage- (44 %) du même ordre de grandeur et un pourcentage de copépodites (45 %) supérieur à celui observé en aval et identique à celui observé en amont. La fécondité moyenne annuelle (2,8 œufs / sac) et la mortalité moyenne de 0,6 % sont faibles et proches de celles des points K et F.

Les densités moyennes annuelles d'*E. affinis* (6414 ind/m<sup>3</sup>) au point E sont supérieures à celles des autres points K et F. Celles des mysidacés *Neomysis integer* (13 ind/m<sup>3</sup>) et *Mesopodopsis slabberi* (90 ind/m<sup>3</sup>) et des copépodes *Acartia bifilosa* (69 ind/m<sup>3</sup>) et *Acartia tonsa* (247 ind/m<sup>3</sup>) y sont intermédiaires (maximales en aval). 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 2008 confirment qu'*Acartia tonsa* est bien adaptée aux conditions estuariennes depuis 1999, et plus particulièrement en aval de l'estuaire."

Pour la cinquième année de surveillance du benthos en Gironde, les deux niveaux bathymétriques, intertidal et 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 80 à 97 % de vases, elle l'est moins au niveau subtidal, mais toujours à prédominance de vases : instable au point F (46 à 95 % de vases), stable au point E (90-95% de vase), et relativement stable au point K (9 à 41% de vases).

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, elle tend à diminuer depuis, sans montrer de tendance saisonnière.

L'année 2008 se caractérise par une remontée des abondances en espèces benthiques, qui se situe à un niveau intermédiaire entre les maxima de 2004-2005 et les minima de 2006-2007, hormis en intertidal à la station médiane (St Estèphe), qui reste relativement stable au niveau des faibles valeurs de 2007.

Au niveau subtidal, en F (max. 596 ind/m<sup>2</sup> en 2008, contre 242 ind/m<sup>2</sup> en 2007), surtout des Annélides Polychètes et des Crustacés Mysidacés ; en E (max. 466 ind/m<sup>2</sup> en 2008, contre 418 ind/m<sup>2</sup> en 2007), surtout des Oligochètes et Crustacés (Mysidacés) ; en K (max. 256 ind/m<sup>2</sup> en 2008, contre 132 ind/m<sup>2</sup> en 2007), surtout des larves d'insectes et des formes nageuses de Crustacés.

Au niveau intertidal, l'abondance des espèces reste faible en aval (max. 8303 ind/m<sup>2</sup> en 2008, contre 2242 ind/m<sup>2</sup> en 2007, surtout des Annélides Polychètes et des Crustacés malgré leur faible recrutement). Cette chute d'abondance, déjà entamée dès 2006, n'apparaît plus dans la partie médiane de l'estuaire (max. 15030 ind/m<sup>2</sup> en 2008, contre 8667 ind/m<sup>2</sup> en 2007, surtout des Annélides Oligochètes et des Crustacés Amphipodes). En amont, ce sont quasi-exclusivement des Annélides Oligochètes (max. 12151 ind/m<sup>2</sup> en 2008, contre 4954 ind/m<sup>2</sup> en 2007).

.

## Sommaire

<b>Introduction</b> .....	<b>15</b>
<b>1. Présentation du site et stratégie d'étude</b> .....	<b>17</b>
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 .....	20
1.4. La surveillance écologique - année 2008 .....	21
1.4.1. Déroulement des campagnes à la mer.....	21
1.4.2. Points de prélèvements .....	21
1.4.3. Fréquence des prélèvements .....	22
1.4.4. Paramètres mesurés.....	22
1.4.5. Travaux réalisés.....	23
1.4.6. Paramètres, méthodes, précision .....	25
<b>2. Conditions climatiques et hydrologiques</b> .....	<b>31</b>
2.1. Caractères climatologiques dominants pour l'année 2008.....	31
2.2. Débits fluviaux.....	35
<b>3. Evolution des fonds</b> .....	<b>37</b>
3.1. Evolution des fonds.....	37
<b>4. Résultats des mesures in situ</b> .....	<b>43</b>
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
<b>5. Paramètres hydrobiologiques et contaminants chimiques.</b>	<b>107</b>
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 .....	114

5.1.3.	Evolution des moyennes annuelles .....	116
5.2.	Chlorophylle et phéopigments .....	122
5.2.1.	Variations saisonnières.....	122
5.2.2.	Evolution des moyennes annuelles .....	126
5.3.	Sels nutritifs et bore .....	126
5.3.1.	Variations saisonnière.....	127
5.3.2.	Relation avec les paramètres hydro biologiques .....	136
5.3.3.	Evolution des moyennes annuelles .....	138
5.4.	Contaminants.....	142
5.4.1.	Famille des amines .....	142
5.4.2.	Agents de surface anioniques .....	142
<b>6.</b>	<b>Vibrio halophiles.....</b>	<b>143</b>
6.1.	Evolution spatio-temporelle.....	143
6.1.1.	Variations saisonnières.....	143
6.1.2.	Relation avec la salinité et la température .....	145
6.2.	Spéciation .....	146
6.2.1.	Occurrence des espèces .....	146
6.2.2.	Densité des espèces.....	147
<b>7.</b>	<b>Zooplancton .....</b>	<b>149</b>
7.1.	Evolution temporelle des principaux contingents au point E .....	149
7.1.1.	Variations des densités du Copépode <i>Eurytemora affinis</i> .....	149
7.1.2.	Variations des densités des copépodes Acartidés .....	151
7.1.3.	Variations des densités des Mysidacés.....	154
7.2.	Structure démographique d' <i>Eurytemora affinis</i> au point E .....	157
7.2.1.	Fécondité : .....	157
7.2.2.	Structure des populations .....	158
7.2.3.	Mortalité .....	161
7.3.	Comparaison de l'évolution des principaux contingents aux points F, E, K .....	162
7.3.1.	Variations des densités du Copépode <i>Eurytemora affinis</i> .....	162
7.3.2.	Variation des densités des Copépodes Acartidés .....	165
7.3.3.	Variation des densités de Mysidacés .....	168
7.4.	Structure démographique d' <i>Eurytemora affinis</i> aux points F, E, et K.....	173
7.4.1.	Paramètres de population.....	173
7.4.2.	Fécondité .....	176
7.4.3.	Mortalité .....	178
<b>8.</b>	<b>Macrofaune benthique .....</b>	<b>181</b>
8.1.	Composition granulométrique du sédiment .....	181
8.1.1.	Sédiments intertidaux .....	181
8.1.2.	Sédiments subtidaux.....	183
8.2.	Evolution temporelle de la richesse spécifique des peuplements macrobenthiques .....	185
8.3.	Evolution temporelle des peuplements macrobenthiques subtidaux .....	188
8.3.1.	Variations des densités totales .....	188
8.3.2.	Point F (PK 67).....	188
8.3.3.	Point E (PK 52) .....	188
8.3.4.	Point K (PK 30) .....	188
8.4.	Variations de densités des principales espèces subtidales .....	190
8.4.1.	Annélides Oligochètes .....	190
8.4.2.	Annélides Polychètes.....	191
8.4.3.	Crustacés Amphipodes et Isopodes .....	191
8.4.4.	Crustacés Mysidacés.....	194

8.4.5.	Larves d'Insectes .....	194
8.5.	Evolution temporelle des peuplements macrobenthiques intertidaux .....	195
8.5.1.	Variations des densités totales .....	195
8.5.2.	St-Christoly (PK 66) .....	197
8.5.3.	St-Estèphe (PK 55) .....	197
8.5.4.	Lamarque (PK 35).....	197
8.6.	Variations de densités des principales espèces intertidales .....	198
8.6.1.	Annélides Oligochètes .....	198
8.6.2.	Annélides Polychètes.....	199
8.6.3.	Mollusques .....	200
8.6.4.	Crustacés .....	202
8.6.5.	Larves d'Insectes .....	203
<b>9.</b>	<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>205</b>
<b>10.</b>	<b>Annexes .....</b>	<b>209</b>
10.1.	Annexe 1 : Dénombrement des divers prélèvements et mesures.....	209
10.2.	Annexe 2 : Tableaux des résultats de mesures.....	214
10.3.	Annexe 3 : Tableau des résultats analytiques .....	218
10.3.1.	Résultats bruts de mesures de MES, COD et COP .....	218
10.3.2.	Résultats bruts de mesures de chlorophylle et phaeopigments.....	222
10.3.3.	Résultats bruts de mesures de sels nutritifs et du bore.....	223
10.3.4.	Contaminants .....	224
10.3.5.	Résultats bruts de Vibrios halophiles.....	225
10.3.6.	Résultats de Vibrios halophiles – méthode milieu solide (filtration sur membrane).....	226



## 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 2008, 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)<sup>5</sup> 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)<sup>6</sup> 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 phaeopigments<sup>7</sup>, 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.

---

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

<sup>6</sup> Anciennement Laboratoire d'Océanographie Biologique (LOB)

<sup>7</sup> 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 pK<sup>8</sup> 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 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, soit 168 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> pour 4 tranches en service. Cette eau est prélevée

---

<sup>8</sup> 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 Gironde<sup>9</sup>

### 1.2.1. Eléments géographiques et géomorphologiques

La Gironde est, par sa superficie d'environ  $630 \text{ km}^2$ , 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.

<sup>9</sup> 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  $5\,500 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )<sup>10</sup> ; 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 (variations pluriannuelles notamment) avant la mise en service de la centrale, et des modifications du milieu après la mise en service de la centrale.

<sup>10</sup> minimum et maximum journalier de 2003.

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 2008

##### 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'échantillons<sup>11</sup> 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 prélèvements de plancton ; benne Smith-McIntyre et table de pré-tri pour le benthos<sup>12</sup> ; glacières portables ; flacons et bidons d'échantillonnage.

##### 1.4.2. Points de prélèvements

Le programme comporte trois points de prélèvements :

<sup>11</sup> 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.

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

- 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. Deux de ces missions étant souvent regroupées en septembre.

Les dates des missions, effectuées en 2008, 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).

#### 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 à étudier, la quantité prévue et réalisée est :

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

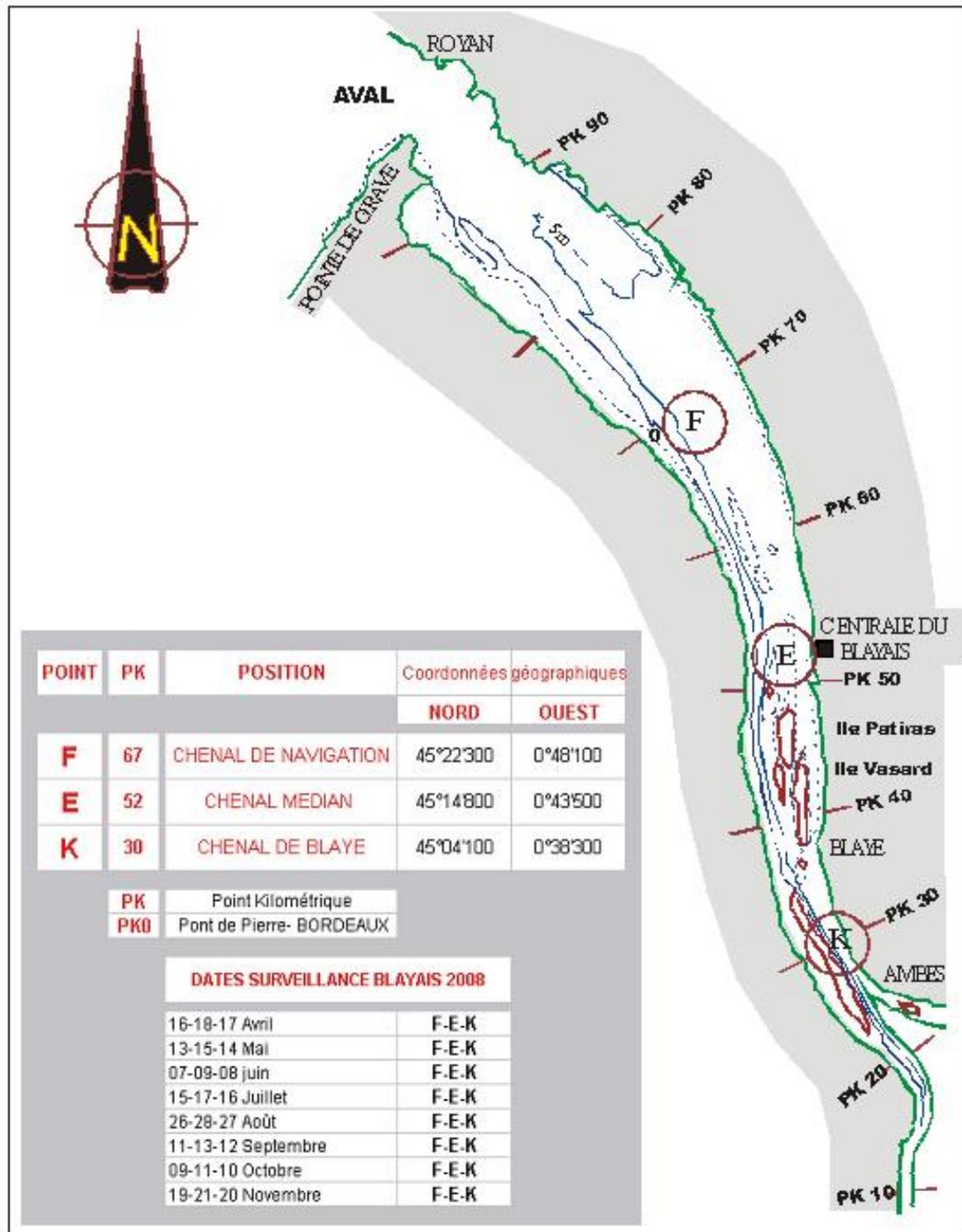


Figure 1-1 : Carte de positionnement des points et dates de campagnes

#### 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  $\text{cm}^3$  d'eau (suivant turbidité) sur des filtres de 0,45  $\mu\text{m}$  et séchage en étuve à 105  $^\circ\text{C}$  ; précision 1  $\text{mg.l}^{-1}$ .

Chlorophylle et phéopigments : la chlorophylle (*a*) est dosée selon la méthode spectrophotométrique trichromatique sur la fraction particulaire après filtration à 0,45  $\mu\text{m}$  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  $\text{mol.l}^{-1}$ , 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  $\mu\text{m}$  de porosité, selon la norme NF EN 13342, et dosage par titrimétrie. La performance de cette méthode est fonction du volume filtré.

Carbone organique dissous (COD) : après filtration, dosage sur l'eau filtrée selon la norme européenne NF EN 1484 ; il s'agit d'une oxydation « ultraviolet » en milieu oxydant (peroxodisulfate de potassium). Le seuil de quantification est de 0,25  $\text{mg.l}^{-1}$ , avec 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* ( $\text{NO}_2^-$  et  $\text{NO}_3^-$ ) : réduction des nitrates en nitrites par passage sur une colonne de cadmium traité par  $\text{CuSO}_4$  ; dosage spectrophotométrique des ions nitreux par coloration de Griess (Bendschneider & Robinson, 1952 ; Aminot & Kerouel 2004) reprise dans la norme NF EN 26777.

*Ammonium* ( $\text{NH}_4^+$ ) : 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* ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) : 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 / AES<sup>13</sup> (plasma optique, NF EN ISO 11885) à partir d'une dilution au 1/10<sup>ème</sup> de l'échantillon filtré afin de minimiser l'effet de matrice (chlorures). Le seuil de quantification est de 6 µg.l<sup>-1</sup>.

Contaminants organiques :

*Hydrazine* : dosage par HPLC<sup>14</sup> après dérivatization précolonne à l'aldéhyde salicylique, détection par spectrométrie UV. Le seuil de quantification est de 0,1 mg.l<sup>-1</sup>.

*Morpholine* : dosage par HPLC après dérivatization précolonne (FMOC<sup>15</sup>), détection par fluorimétrie. Le seuil de quantification est de 0,1 mg.l<sup>-1</sup>.

*Ethanolamine* : dosage par HPLC après dérivatization précolonne (FMOC), détection par fluorimétrie. Le seuil de quantification est de 0,1 mg.l<sup>-1</sup>.

*Agents de surface anioniques* : selon NF EN 903 ; seuil de quantification 20 µg.l<sup>-1</sup>.

#### 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/Vib<sup>16</sup>.

*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<sup>E</sup>.

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,

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

<sup>14</sup> HPLC (High Performance Liquid Chromatography) = Chromatographie liquide à haute performance

<sup>15</sup> FMOC (9-fluorenylmethoxycarbonyl chloride) = 9-fluorénylméthyl chloroformate

<sup>16</sup> 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 bengale<sup>17</sup>, est ramené à un volume de 500 ml, pour pouvoir quantifier les organismes par unité de volume. Un ou plusieurs sous-échantillons d'un volume de 5 ml (ou 10 ml depuis 1992) sont prélevés avec une pipette dont l'embout fait 4 mm de diamètre. En opérant toujours de la même façon, cette méthode ne laisse qu'un faible pourcentage d'erreur (Edmonson 1971). Le sous-échantillon est ensuite placé dans une cuvette de Dolfuss pour examen à la loupe binoculaire (Grossissement 5 x 45). Pour chaque échantillon, 1 à 4 sous-échantillons sont comptés en totalité.

Le dénombrement s'arrête lorsqu'une classe de tri (*Eurytemora* : mâle, femelle, femelle ovigère, copépodites<sup>18</sup>, *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*<sup>19</sup> 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 m<sup>2</sup> 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*<sup>20</sup> 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 cm<sup>2</sup> 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

<sup>17</sup> 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.

<sup>18</sup> Juvéniles de copépodes

<sup>19</sup> situé sous la zone d'oscillation de la marée.

<sup>20</sup> situé dans la zone d'oscillation de la marée.

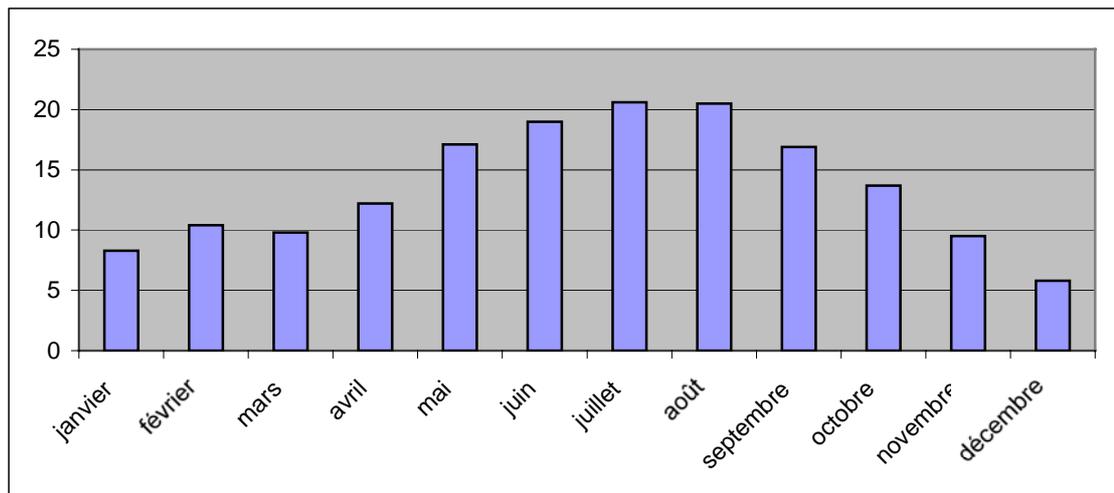
sont identifiés, si possible jusqu'au niveau spécifique, et dénombrés par taxon ou espèce, avant d'être conservés dans de l'éthanol à 70%. Cette méthodologie d'échantillonnage et de traitement des échantillons est conforme à la norme internationale ISO 16665 (ISO, 2005).



## 2. Conditions climatiques et hydrologiques

### 2.1. Caractères climatologiques dominants pour l'année 2008

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. Les températures mensuelles moyenne de l'air depuis 1976 sont indiquées dans le **Tableau 2-1**



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

### Janvier

T° moyenne de l'air : +8,3 °C    mini : +4,4 °C    maxi : +12,1 °C

Plusieurs passages perturbés en première quinzaine ont permis à janvier 2008 d'avoir une pluviométrie excédentaire de près de 20%. Ce temps pluvieux et nuageux a entraîné une certaine douceur avec une température moyenne supérieure de 2 degrés à la normale trentenaire. En contrepartie, l'insolation est assez faible.

### Février

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

Avec seulement de la pluie jusqu'au 6 et après le 25, février 2008 est sec et très ensoleillé. Les 185 heures d'insolation le placent au premier rang depuis 1946. Avec 3°C au-dessus de la moyenne des températures, c'est également un des plus doux. Les maximales ne sont pas en reste : avec 15,4°C en moyenne, février 2008 se situe au deuxième rang depuis 1946. 37% de la normale des pluies, c'est faible pour un mois d'hiver.

### Mars

T° moyenne de l'air : +9,8 °C    mini : +6,3 °C    maxi : +13,2 °C

Un régime d'ouest perturbé a dominé, les fameuses giboulées étaient au rendez-vous donnant 146 % des pluies moyennes, notamment en dernière décade. La température moyenne est proche de la normale, des maximales plutôt faibles, le plus souvent entre 10 et 15°C. Elles atteignent quand même 20°C le 14 et le 29.

### Avril

T° moyenne de l'air : +12,2 °C    mini : +7,5 °C    maxi : +17 °C

Un mois très moyen, sans aucun excès : les précipitations et la durée d'insolation sont très proche de la normale, les températures légèrement supérieures. Avec 17 jours avec plus de 1 mm, les pluies sont bien réparties

### Mai

T° moyenne de l'air : +17,1 °C    mini : +12,1 °C    maxi : +22,1 °C

Avec 151.4 mm, soit 180% de la normale, mai 2008 est le deuxième mois de mai le plus pluvieux depuis 1946. Les orages intenses de la troisième décade, dont 3 jours à plus de 20 mm, ont donné à eux seuls 60% du total mensuel. Les températures ne sont descendues que 5 fois au dessous de 10°C, et avec des maxi souvent supérieurs à 20°C, la moyenne du mois est assez élevée.

### Juin

T° moyenne de l'air : +19,0 °C    mini : +14,1 °C    Maxi : +23,8°C

Si les pluies sont excédentaires à Bordeaux, ce n'est pas le cas partout en Gironde, au gré des orages. Si les températures sont assez proches des moyennes, elles ont assez fortement varié tout au long du mois : maximales autour des 20°C jusqu'au 08 et du 13 au 16, supérieures à 25°C ensuite. Les minimales sont plutôt élevées, mais inférieures à 10°C les 04, 08 et 18. Soleil quand même assez généreux, vent de nord-ouest dominant.

### Juillet

T° moyenne de l'air : +20,6 °C    mini : +15,1 °C    maxi : +26,1 °C

Avec 37 % de la normale les pluies sont faibles, au 10ème rang depuis 1946 et au même niveau que 2005. Les températures sont tout à fait normales, les maximales ont toujours dépassé 20°C, n'ont jamais atteint 35°C. Les minimales ne sont jamais descendues en dessous de 11°C. L'insolation est excédentaire.

### **Août**

T° moyenne de l'air : +20,5 °C    mini : +15,1 °C    maxi : +25,8 °C

T° moyenne de l'air : +20,5 °C    mini. : +15.1 °C    maxi. : +25,8 °C

Mois assez arrosé avec 139% de la normale, au même niveau qu'août 2007. Les températures sont proches des moyennes, les maximales un peu faibles avec seulement 4 jours au dessus se 30°C, mais une fois en dessous de 20°C. L'insolation est également inférieure à la moyenne.

### **Septembre**

T° moyenne de l'air : +16,9 °C    mini : +11,7 °C    maxi : +22,2 °C

Première quinzaine pluvieuse, puis sec et ensoleillé. Toutes les pluies du mois sont tombées au 18 en apportant 73% de la moyenne. A partir du 19, le beau temps s'installe dans un régime de nord-est qui limite la montée des températures. Les maximales plafonnent à 23°C, les minimales sont basses, toujours inférieures à 10°C après le 21. Avec 40 heures de plus que la moyenne, l'insolation est généreuse, surtout à partir du 20.

### **Octobre**

T° moyenne de l'air : +13,7 °C    mini : +8,9 °C    maxi : +18,4 °C

Les précipitations sont légèrement déficitaires, les tris derniers jours du mois représentant les 71 % du cumul mensuel. Pour les températures, les minimales et maximales sont légèrement déficitaires par rapport aux normales. On a dépassé une fois les 20°C avec 26°C le 13 et nous ne sommes jamais tombé en dessous de 0°C.

### **Novembre**

T° moyenne de l'air : +9,5 °C    mini : +6,6 °C    maxi : +12,4 °C

Mois assez pluvieux avec 123% de la valeur moyenne. A eux seuls, les 2 derniers jours ont vu tomber, avec 52 mm, 40% de la valeur du mois. Les températures sont proches des valeurs moyennes. La dernière décade est froide avec des maximales en dessous de 10°C après le 24 et des gelées les 27 et 28. Le soleil n'est pas généreux.

### **Décembre**

T° moyenne de l'air : +5,8°C    mini : +2,7,°C    maxi : +9,0°C

Le début de mois pluvieux a vu tomber du 02 au 05 près des trois quarts du total mensuel, mais finalement décembre 2008 est déficitaire de 30 %. Les vents de nord-est majoritaires ont amené la fraîcheur, il manque 1,4 dg à la température moyenne mensuelle.

**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.
<b>1946-1975</b>	5,6	6,5	9,0	11,6	14,7	17,6	19,7	19,6	17,6	13,5	8,9	6,1	<b>12,5</b>
<b>1976</b>	5,5	8,0	8,7	11,2	15,1	21,5	21,5	20,9	16,6	13,5	8,1	6,0	<b>13,1</b>
<b>1977</b>	5,9	9,7	10,9	10,8	13,5	16,6	18,9	18,4	17,2	14,9	8,7	7,6	<b>12,8</b>
<b>1978</b>	5,7	8,2	9,4	9,8	14,1	16,9	18,8	19,3	17,8	13,7	8,4	8,4	<b>12,5</b>
<b>1979</b>	5,0	7,2	9,0	10,3	13,8	17,7	20,4	18,7	17,8	15,0	8,3	7,9	<b>12,6</b>
<b>1980</b>	5,1	9,1	8,2	10,8	13,7	16,2	17,8	20,5	18,0	13,1	8,0	5,3	<b>12,2</b>
<b>1981</b>	6,6	5,1	12,0	12,2	14,3	18,0	19,3	21,3	18,6	14,3	9,3	7,8	<b>13,2</b>
<b>1982</b>	12,4	8,0	8,7	11,9	15,2	19,2	21,7	19,0	19,1	13,4	10,6	7,3	<b>13,9</b>
<b>1983</b>	7,0	5,3	9,4	11,3	13,6	19,2	23,6	20,8	18,6	14,1	11,3	6,7	<b>13,4</b>
<b>1984</b>	7,1	5,6	7,4	13,0	12,1	18,0	20,8	20,0	16,2	13,7	11,2	6,5	<b>12,6</b>
<b>1985</b>	0,7	8,3	7,4	12,3	13,8	17,7	21,2	18,6	19,6	14,8	6,2	6,1	<b>12,2</b>
<b>1986</b>	6,9	3,4	8,6	8,1	15,5	18,3	20,7	19,3	17,9	15,4	9,2	7,4	<b>12,6</b>
<b>1987</b>	0,7	6,6	8,6	13,7	13,9	17,2	20,5	20,9	20,7	14,8	9,1	7,9	<b>12,9</b>
<b>1988</b>	9,5	7,8	8,7	13,2	16,0	18,4	19,6	20,5	18,1	15,4	9,1	6,9	<b>13,6</b>
<b>1989</b>	5,3	7,9	11,7	10,5	18,8	19,7	22,6	21,5	18,4	15,6	11,1	10,1	<b>14,4</b>
<b>1990</b>	7,3	12,3	11,0	11,4	18,3	18,5	22,0	23,0	19,3	15,7	10,2	4,7	<b>14,5</b>
<b>1991</b>	6,3	5,8	11,8	11,1	14,8	17,2	21,3	23,3	20,7	12,8	9,3	5,6	<b>13,3</b>
<b>1992</b>	3,5	6,9	9,9	11,7	17,8	17,7	21,4	21,8	17,3	12,1	12,6	7,8	<b>13,4</b>
<b>1993</b>	8,1	6,5	10,0	12,0	16,1	19,5	19,6	21,1	16,7	12,9	7,8	9,4	<b>13,3</b>
<b>1994</b>	7,8	8,6	12,1	11,1	16,2	19,2	22,8	22,7	17,1	15,2	12,5	9,2	<b>14,5</b>
<b>1995</b>	7,2	9,9	9,5	12,5	16,3	19,0	23,3	22,7	16,5	17,8	10,1	8,2	<b>14,4</b>
<b>1996</b>	9,7	6,1	9,7	12,8	15,4	20,6	21,2	20,0	16,6	14,3	9,7	7,0	<b>13,6</b>
<b>1997</b>	6,0	10,4	12,2	13,6	15,3	18,5	20,9	23,8	20,0	16,0	11,4	8,3	<b>14,7</b>
<b>1998</b>	8,4	8,7	11,5	11,6	17,4	19,0	20,3	22,4	18,9	14,1	8,1	6,9	<b>13,9</b>
<b>1999</b>	7,9	7,1	11,0	12,9	18,3	18,8	22,3	21,9	20,1	15,1	8,1	8,0	<b>14,3</b>
<b>2000</b>	5,6	9,5	10,0	12,6	17,6	20,0	20,2	22,4	19,5	14,6	10,5	10,2	<b>14,8</b>
<b>2001</b>	8,4	7,9	12,4	11,4	16,7	19,6	20,8	22,6	16,7	17,6	7,9	4,4	<b>13,9</b>
<b>2002</b>	8,4	9,7	11,6	12,8	15,3	19,7	20,0	19,9	18,1	15,6	11,6	10,2	<b>14,4</b>
<b>2003</b>	5,4	6,1	12,7	14,4	16,3	23,1	22,2	25,8	19,3	13,3	11,4	8,1	<b>14,8</b>
<b>2004</b>	7,6	7,4	8,8	11,8	16,0	20,9	20,7	21,6	19,3	16,2	8,8	6,3	<b>13,8</b>
<b>2005</b>	6,9	4,8	9,8	13,1	17,1	22,0	22,3	21,2	18,6	17,1	8,6	4,2	<b>13,8</b>
<b>2006</b>	5,7	5,3	10,8	12,7	16,7	21,4	25,2	19,8	21,1	17,9	12,4	5,6	<b>14,6</b>
<b>2007</b>	8,3	10,2	10,0	16,0	16,6	19,4	19,7	20,2	17,3	14,1	8,0	6,3	<b>13,8</b>
							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 :

227 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> du 21 au 31/08/2008 et

2375 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> du 21 au 31/04/2008.

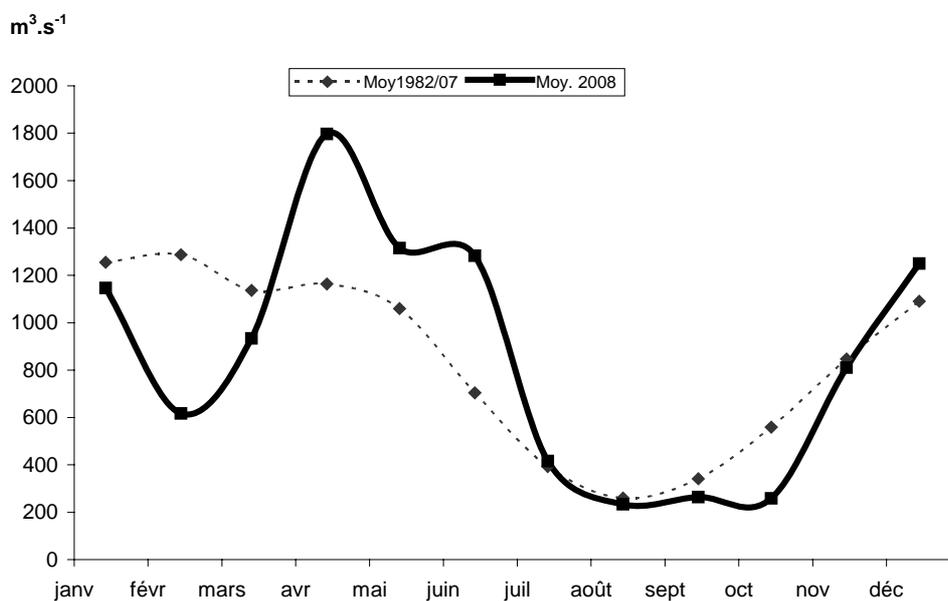
Le débit instantané maxima est de 4298 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> relevé le 22/04/2008.

Le débit instantané minima est de 198 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> relevé le 31/08/2008.

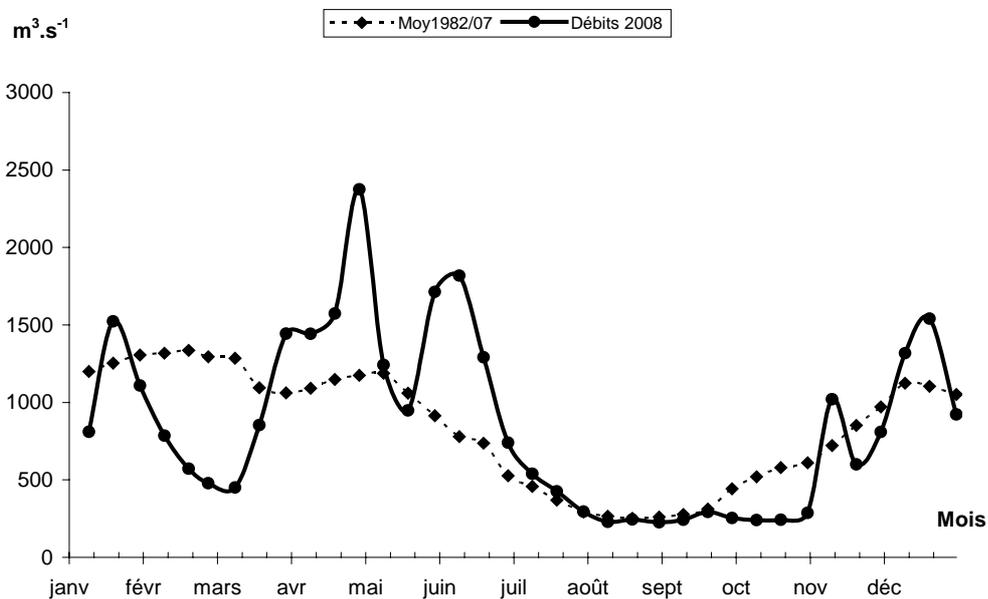
La moyenne annuelle pour l'année 2008 est de 860 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, soit un déficit de 20 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> par rapport à la moyenne annuelle pour la période 1982/2007 qui s'établit à 840 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>. Il s'agit cependant d'une année "sèche", par suite des débits très déficitaires pendant la période estivale.

Par rapport à la moyenne 1982/2007, les débits 2008 sont nettement déficitaires en début d'année ; excédentaires de la 3<sup>ème</sup> décade de mars à la 3<sup>ème</sup> décade d'avril (Première crue de l'année avec un pic maximum de l'année de 4298 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> le 22/04) ; excédentaire à nouveau de la 3<sup>ème</sup> décade de mai jusqu'à la 1<sup>ère</sup> décade de juillet (2<sup>ème</sup> crue en juin, avec un pic de 2266 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, le 04/06) et à nouveau déficitaires jusqu'à la fin de l'année malgré deux mini-crues dans la 1<sup>ère</sup> décade de novembre et 2<sup>ème</sup> décade de décembre avec des pics de 1639 et 2189 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> (**Figures 2.2 et 2.3**).

L'année 2008 semblable à 2007, est considérée comme une année sèche, car à partir du mois de juillet jusqu'à fin décembre les précipitations sont déficitaires. Il faut noter les crues tardives de fin avril et du mois de juin. Ces crues de fin de printemps sont relativement rares. Elles vont provoquer l'éjection d'une bonne partie du bouchon vaseux.



**Figure 2-2 : Débits mensuels moyens de la Gironde en 2008.**



**Figure 2-3: Débits moyens de la Gironde par périodes de 10 jours en 2008**

### 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 m<sup>3</sup> (**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.

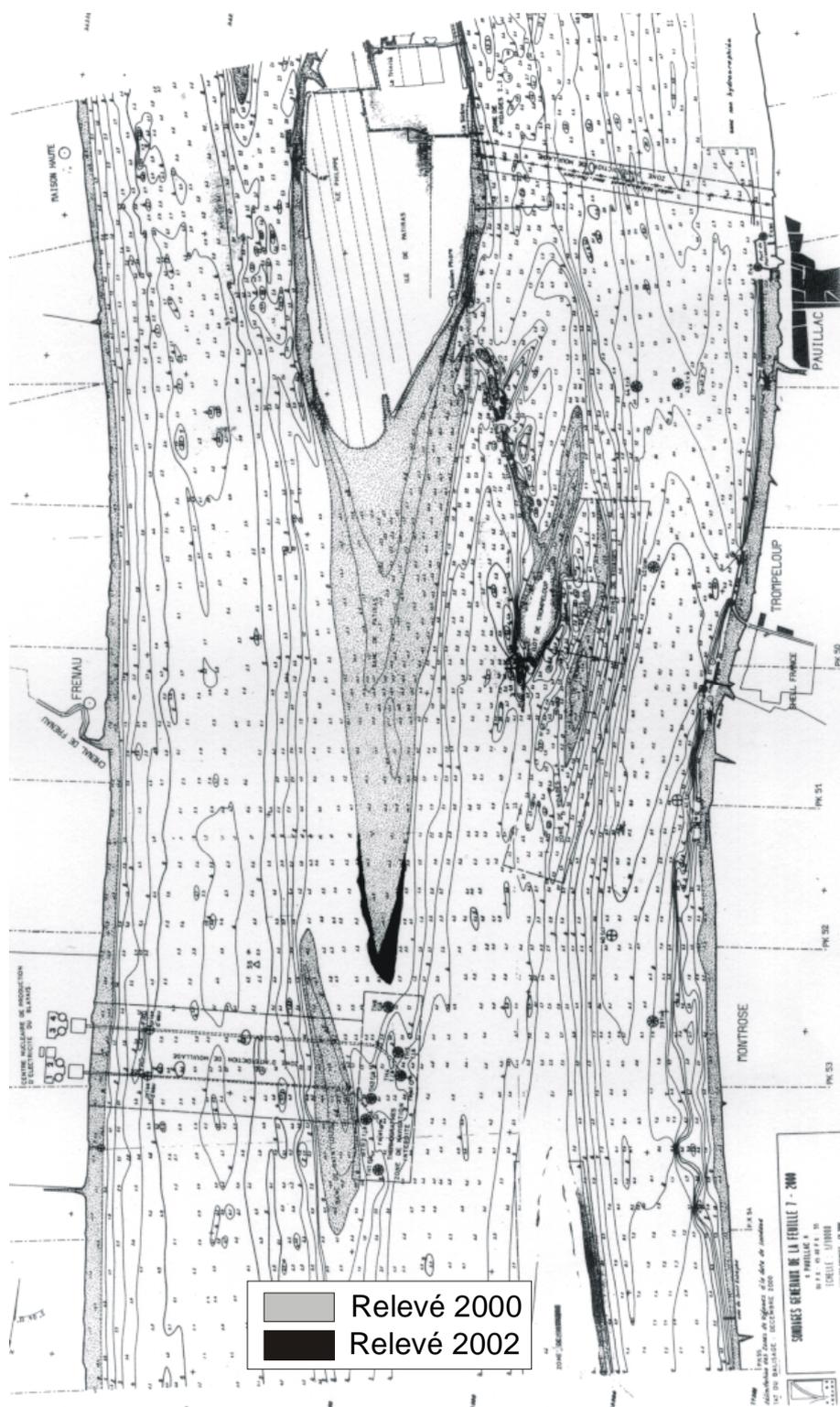
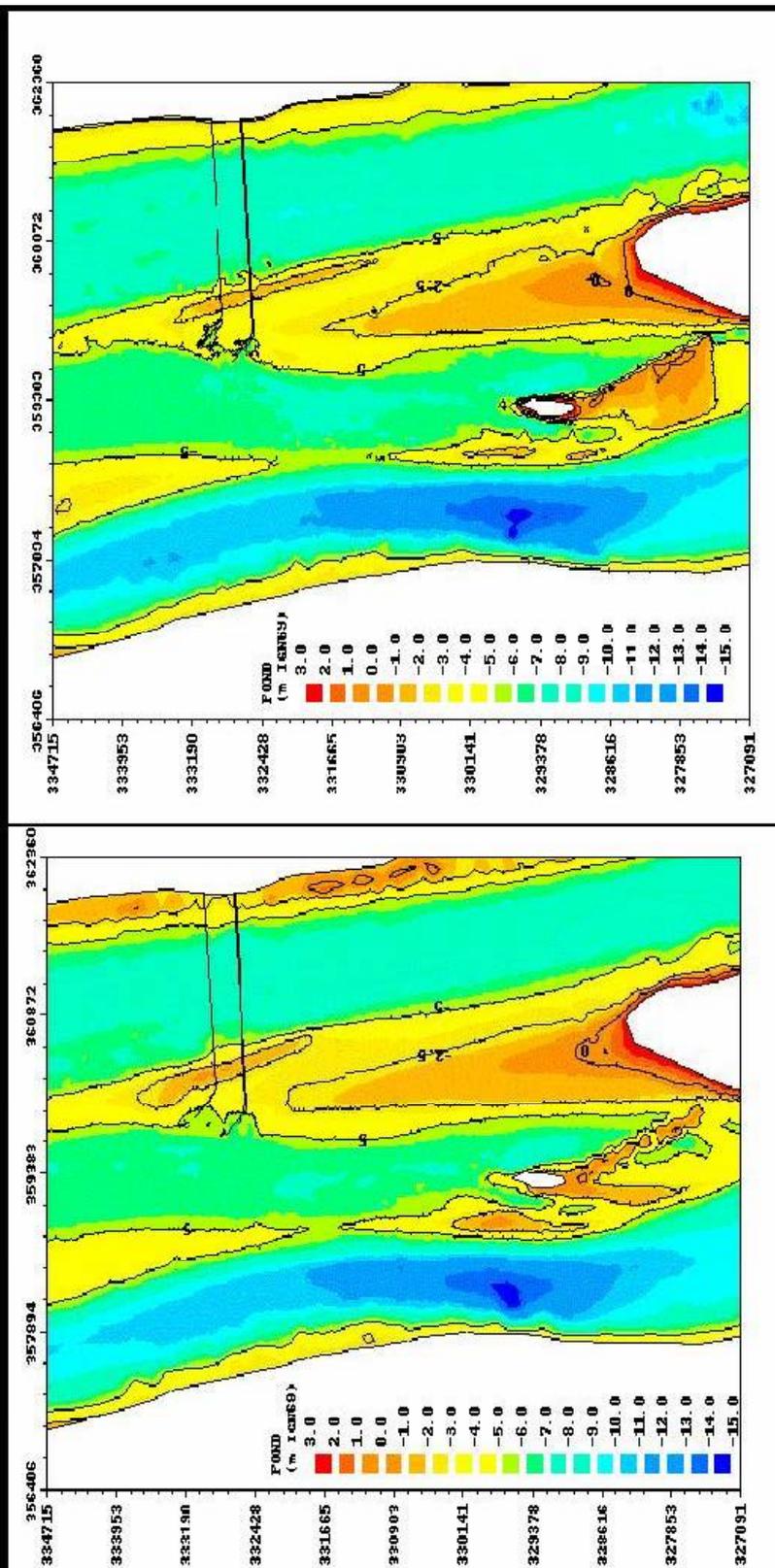


Figure 3-1 : Carte des fonds en 2000 et 2002

## DOCUMENT EDF-LNHE

## Évolutions bathymétriques récentes



Bathymétrie 2005

Bathymétrie 2002

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

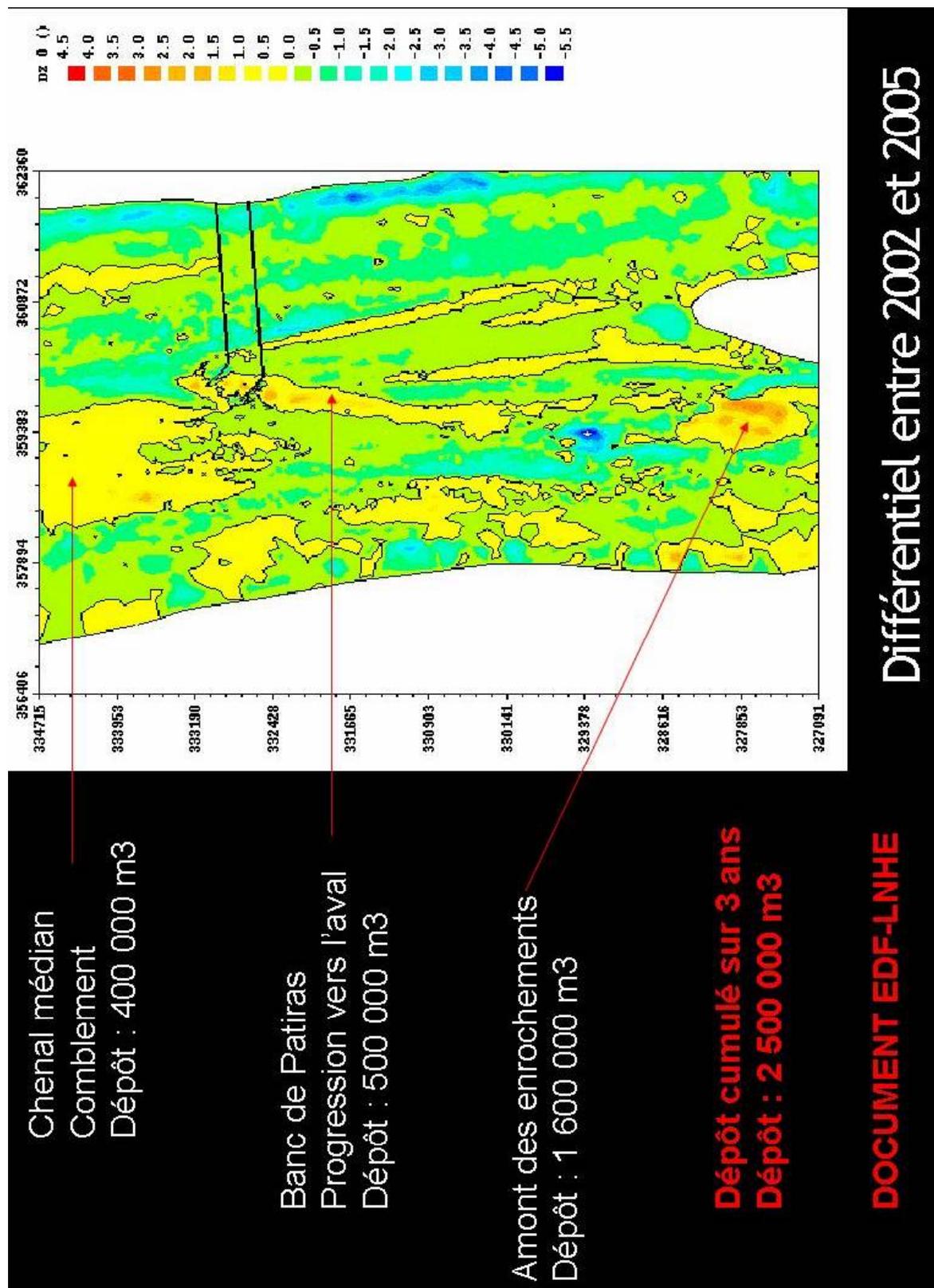


Figure 3-3 : Différentiel entre 2002 et 2005



## 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)

0,15 °C et 0,81 °C en surface

0,12 °C et 0,81 °C au fond.

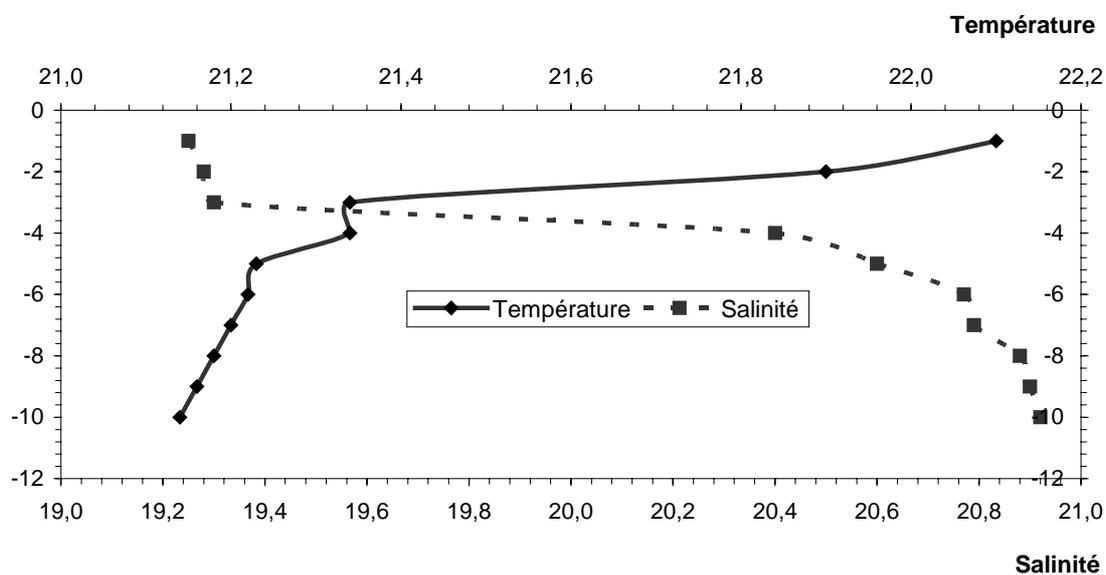
L'écart maxima : 0,81 °C en surface le 15 juillet, la température moyenne étant de 21,9 °C. et le débit de 488 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>.

0,81 °C au fond le 15 juillet, la température moyenne étant de 21,5 °C et le débit de 488 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>.

L'écart minima : 0,15 °C en surface le 09 octobre, la température moyenne étant de 16,66 °C et le débit de 238 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>.

0,12 °C au fond le 19 novembre, la température moyenne étant de 12,41 °C et le débit de 674 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>.

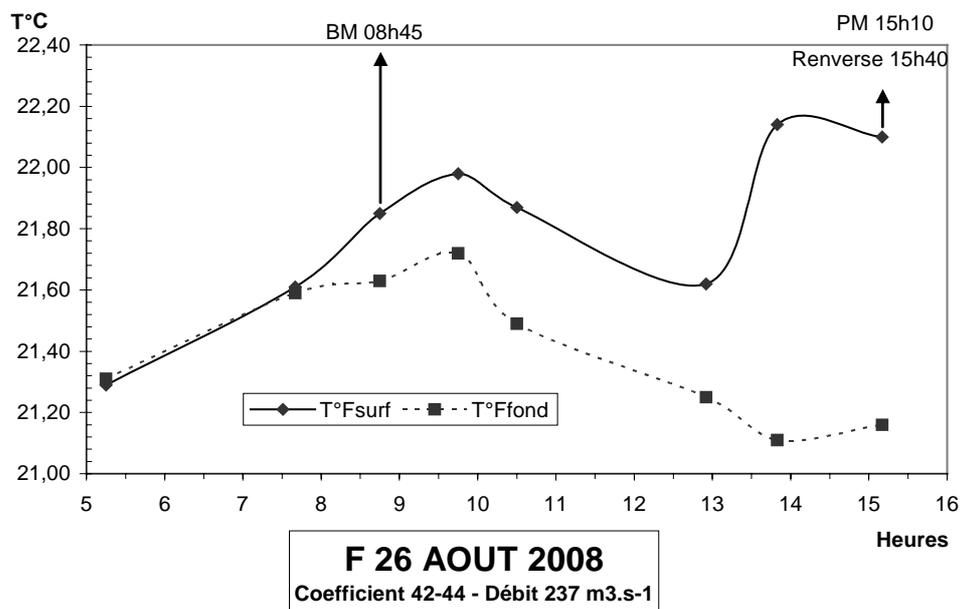
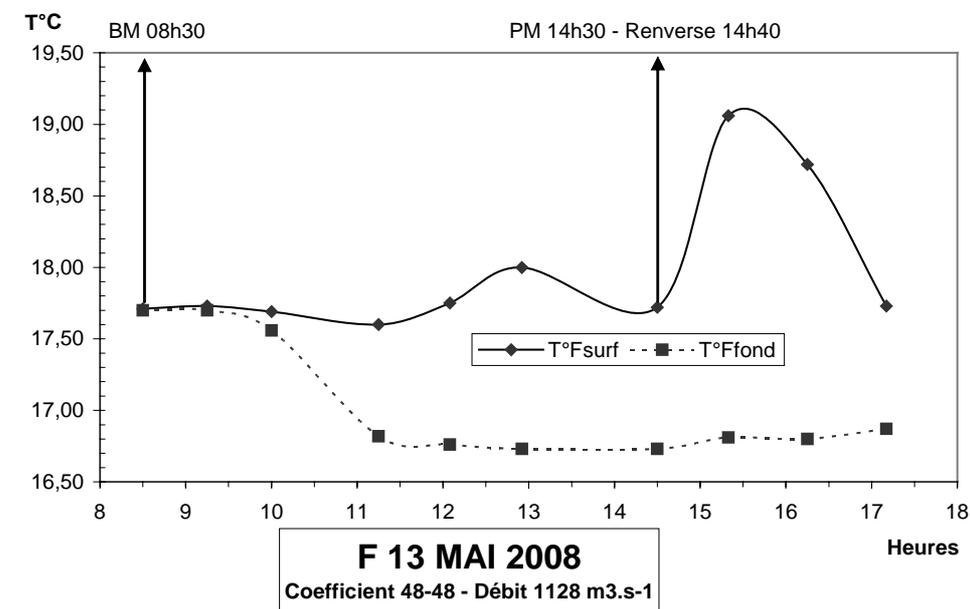
En été, au moment de l'intrusion saline maximale (PM), le gradient de température est très marqué de la surface au fond ; et ceci, car les eaux marines sont beaucoup plus fraîches que les eaux continentales. (**Figures 4-1 et 4-2**).



**Figure 4-1: Evolution des gradients de température et de salinité au point F (PK 67) le 26 août 2008 à 15h10 au 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 F2008								
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)
<b>16-avr</b>	S	12,21	12,90	0,69	<b>12,63</b>	0,68	58-64	<b>1347</b>
	F	12,05	12,65	0,60	<b>12,30</b>			
<b>13-mai</b>	S	17,60	17,73	0,13	<b>17,69</b>	0,99	48-48	<b>1128</b>
	F	16,73	17,70	0,97	<b>17,03</b>			
<b>07-juin</b>	S	18,19	18,49	0,30	<b>18,31</b>	0,17	91-87	<b>2391</b>
	F	18,19	18,38	0,19	<b>18,31</b>			
<b>15-juil</b>	S	21,48	22,29	0,81	<b>21,90</b>	0,89	47-51	<b>488</b>
	F	21,19	22,00	0,81	<b>21,50</b>			
<b>26-août</b>	S	21,29	22,10	0,81	<b>21,72</b>	0,96	42-44	<b>237</b>
	F	21,14	21,63	0,49	<b>21,33</b>			
<b>11-sept</b>	S	20,87	21,36	0,49	<b>21,10</b>	0,20	38-45	<b>243</b>
	F	20,85	21,16	0,31	<b>21,01</b>			
<b>09-oct</b>	S	16,57	16,72	0,15	<b>16,66</b>	0,27	26-30	<b>238</b>
	F	16,37	16,52	0,15	<b>16,43</b>			
<b>19-nov</b>	S	12,36	12,59	0,23	<b>12,45</b>	0,22	59-55	<b>674</b>
	F	12,37	12,49	0,12	<b>12,41</b>			
Mini S	S	12,21	12,59	0,13	<b>12,45</b>	0,17		
Mini F	F	12,05	12,49	0,12	<b>12,30</b>			
Maxi S	S	21,48	22,29	0,81	<b>21,90</b>	0,99		
Maxi F	F	21,19	22,00	0,97	<b>21,50</b>			



**Figure 4-2 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au point F (PK 67) en 2008**

### 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) :

-0,20° C et 1.53 °C en surface

-0,24° C et 1.33 °C au fond.

L'écart maxima : 1,53 °C en surface le 11 octobre la température moyenne étant de 17,88 °C. Débit de 242 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>.

1,33 °C au fond le 09 juin, la température moyenne étant 17,95 °C et le débit de 2231 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>.

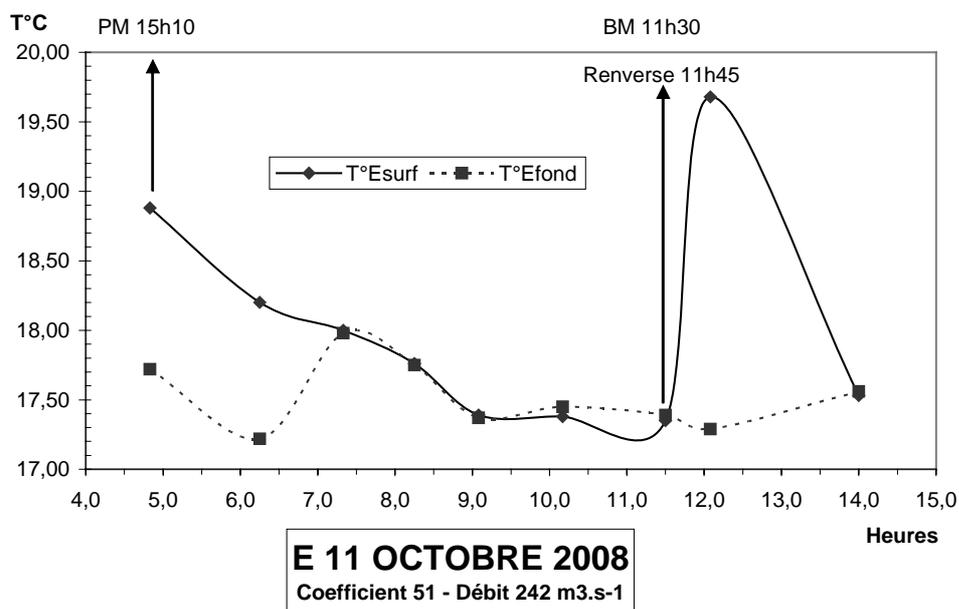
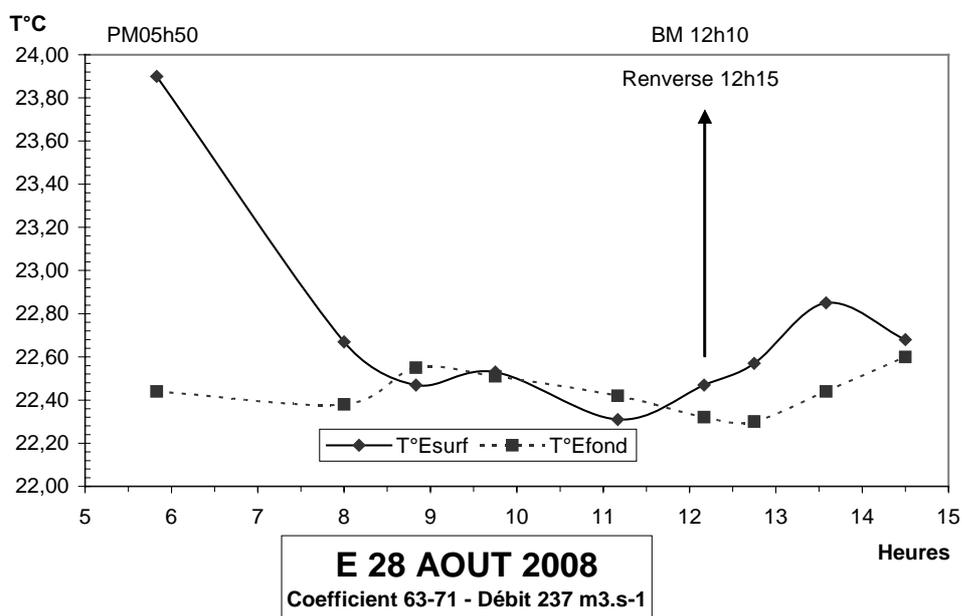
L'écart minima : 0,20 °C en surface le 13 septembre, la température moyenne étant de 20,98 °C. Débit de 255 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>

0,24 °C au fond le 13 septembre la température moyenne étant de 21° C, et le débit de 255 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>.

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 E2008								
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)
<b>18-avr</b>	S	12,54	13,32	0,78	<b>12,88</b>	0,47	69	<b>1399</b>
	F	12,48	12,85	0,37	<b>12,70</b>			
<b>15-mai</b>	S	18,01	18,86	0,85	<b>18,45</b>	0,18	54-57	<b>1060</b>
	F	18,01	18,68	0,67	<b>18,36</b>			
<b>09-juin</b>	S	17,17	18,69	1,52	<b>17,95</b>	0,21	73-58	<b>2231</b>
	F	17,15	18,48	1,33	<b>17,95</b>			
<b>17-juil</b>	S	22,83	23,43	0,60	<b>23,08</b>	0,07	55	<b>472</b>
	F	22,89	23,36	0,47	<b>23,08</b>			
<b>28-août</b>	S	22,47	23,90	1,43	<b>22,88</b>	1,46	63-71	<b>237</b>
	F	22,32	22,60	0,28	<b>22,48</b>			
<b>13-sept</b>	S	20,89	21,09	0,20	<b>20,98</b>	0,10	67-74	<b>255</b>
	F	20,86	21,10	0,24	<b>21,00</b>			
<b>11-oct</b>	S	17,35	18,88	1,53	<b>17,88</b>	1,16	51	<b>242</b>
	F	17,39	17,75	0,36	<b>17,61</b>			
<b>21-nov</b>	S	12,22	13,02	0,80	<b>12,64</b>	0,10	50-50	<b>601</b>
	F	12,32	12,94	0,62	<b>12,64</b>			
Mini S	S	12,22	13,02	0,20	<b>12,64</b>	0,07		
Mini F	F	12,32	12,85	0,24	<b>12,64</b>			
Maxi S	S	22,83	23,90	1,53	<b>23,08</b>	1,46		
Maxi F	F	22,89	23,36	1,33	<b>23,08</b>			



**Figure 4-3 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au point E (PK 52) en 2008**

### 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) :

0,23 °C et 0,79 °C en surface

0,26 °C et 0,88 °C au fond.

L'écart maxima : 0,79 °C en surface le 14 mai, la température moyenne étant de 16,83 °C. Débit de 1090 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> ;

0,88 °C au fond le 20 novembre, la température moyenne étant de 11,57 °C. Débit de 622 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>.

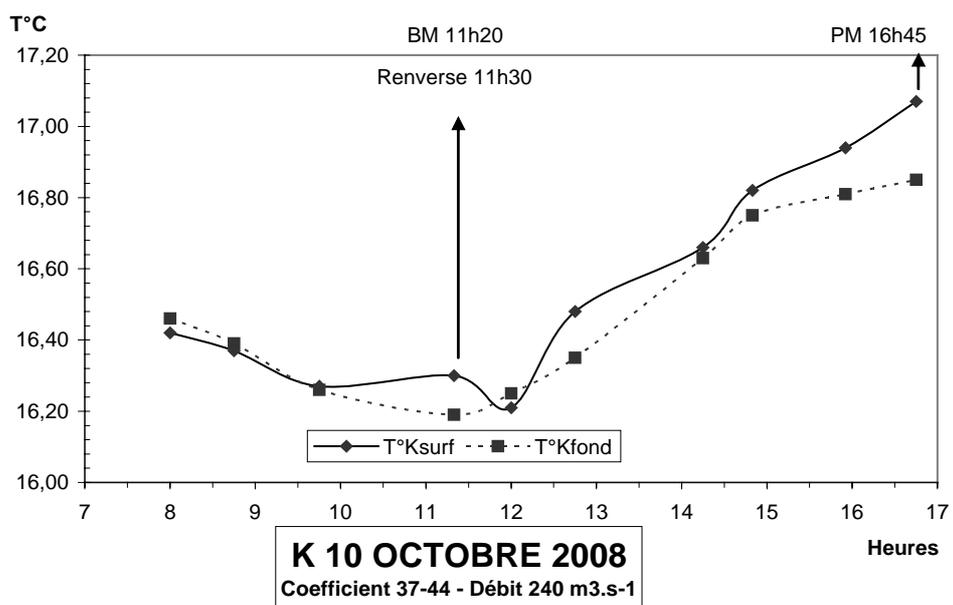
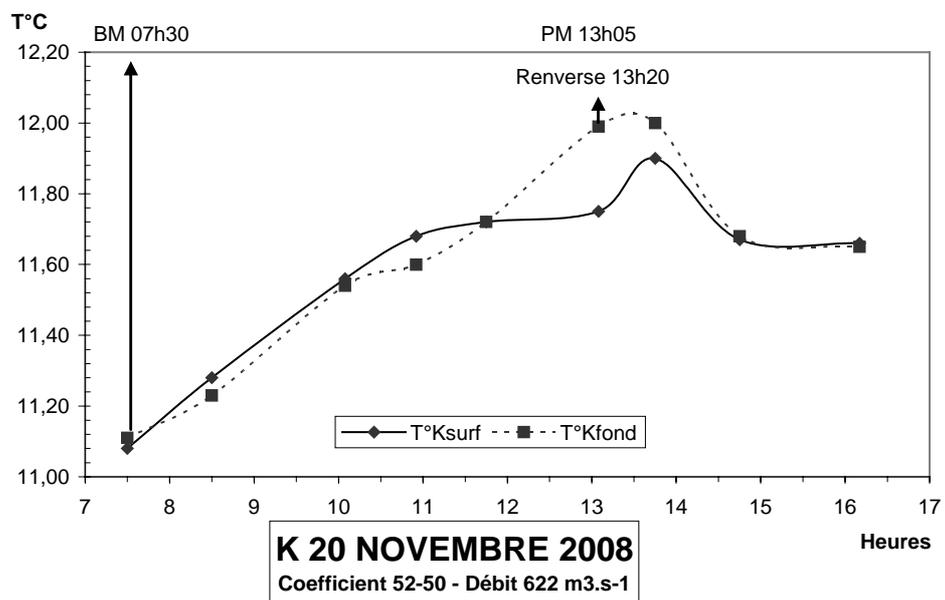
L'écart minima : 0,23 °C en surface le 12 septembre, la température moyenne étant de 21,22 °C, et les débits de 249 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>.

0,26 °C au fond le 12 septembre, la température moyenne étant de 21,19 °C et les débits de 249 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>.

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 K2008								
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)
<b>17-avr</b>	S	12,22	12,53	0,31	<b>12,35</b>	0,18	78	<b>1376</b>
	F	12,12	12,56	0,44	<b>12,35</b>			
<b>14-mai</b>	S	16,50	17,29	<b>0,79</b>	<b>16,83</b>	0,04	49-51	<b>1090</b>
	F	16,46	17,30	0,84	<b>16,83</b>			
<b>08-juin</b>	S	16,28	17,03	0,75	<b>16,66</b>	0,10	83-78	<b>2306</b>
	F	16,30	16,93	0,63	<b>16,64</b>			
<b>16-juil</b>	S	<b>22,23</b>	<b>23,00</b>	0,77	<b>22,59</b>	0,18	63	<b>480</b>
	F	<b>22,29</b>	<b>22,91</b>	0,62	<b>22,55</b>			
<b>27-août</b>	S	21,87	22,35	0,48	<b>22,10</b>	0,20	48-55	<b>237</b>
	F	21,87	22,27	0,40	<b>22,10</b>			
<b>12-sept</b>	S	21,11	21,34	<b>0,23</b>	<b>21,22</b>	0,13	52-60	<b>249</b>
	F	21,08	21,34	<b>0,26</b>	<b>21,19</b>			
<b>10-oct</b>	S	16,30	17,07	0,77	<b>16,61</b>	0,22	37-44	<b>240</b>
	F	16,19	16,85	0,66	<b>16,53</b>			
<b>20-nov</b>	S	<b>11,08</b>	<b>11,75</b>	0,67	<b>11,51</b>	0,24	52-50	<b>622</b>
	F	<b>11,11</b>	<b>11,99</b>	0,88	<b>11,57</b>			
Mini S	S	<b>11,08</b>	<b>11,75</b>	0,23	<b>11,51</b>	0,04		
Mini F	F	<b>11,11</b>	<b>11,99</b>	0,26	<b>11,57</b>			
Maxi S	S	<b>22,23</b>	<b>23,00</b>	0,79	<b>22,59</b>	<b>0,24</b>		
Maxi F	F	<b>22,29</b>	<b>22,91</b>	0,88	<b>22,55</b>			



**Figure 4-4 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au Point K (PK 30) en 2008**

#### 4.1.2. Variations annuelles

##### **Point F - PK 67 (Figure 4-5)**

Les températures moyennes, entre avril et novembre 2008 ont évolué :

de 12,45 °C le 19 novembre.  
à 21,90°C le 15 juillet en surface.  
et de 12,30 °C le 16 avril.  
à 22,00°C le 15 juillet au fond.

Les températures maximales relevées sont :

22,29 °C le 15 juillet en surface  
20,67 °C le 15 juillet au fond.

Les températures minimales relevées sont :

12,21°C le 16 avril en surface  
12,05°C le 16 avril au fond.

##### **Point E-PK 52 (Figure 4-5)**

Les températures moyennes, entre avril et novembre 2008 ont évolué :

de 12,64°C le 21 novembre.  
à 23,08°C le 17 juillet en surface.  
et de 12,64°C le 21 novembre.  
à 23,08°C le 17 juillet au fond.

Les températures maximales relevées sont :

23,90°C le 28 août en surface  
23,36°C le 17 juillet au fond.

Les températures minimales relevées sont :

12,22 °C le 21 novembre en surface  
12,32 °C le 21 novembre au fond.

##### **Point K-PK 30 (Figure 4-5)**

Les températures moyennes, entre avril et novembre 2008 ont évolué :

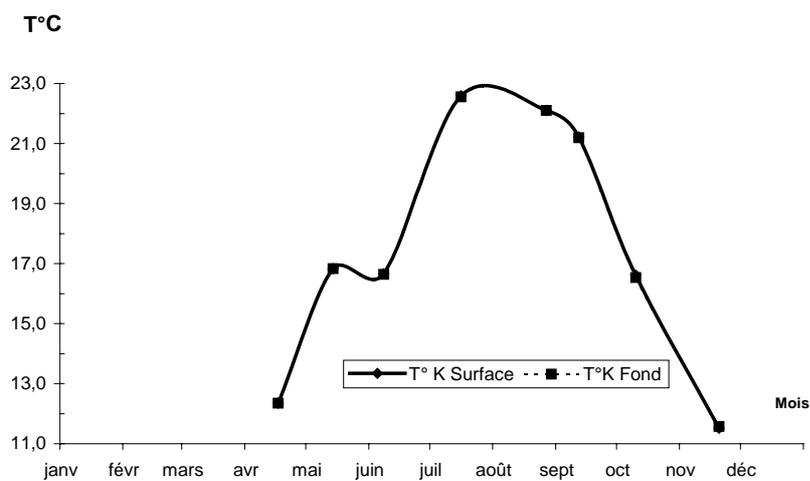
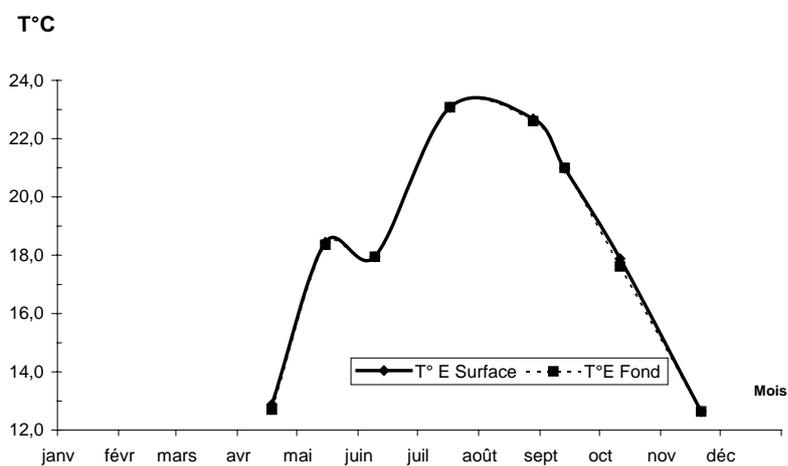
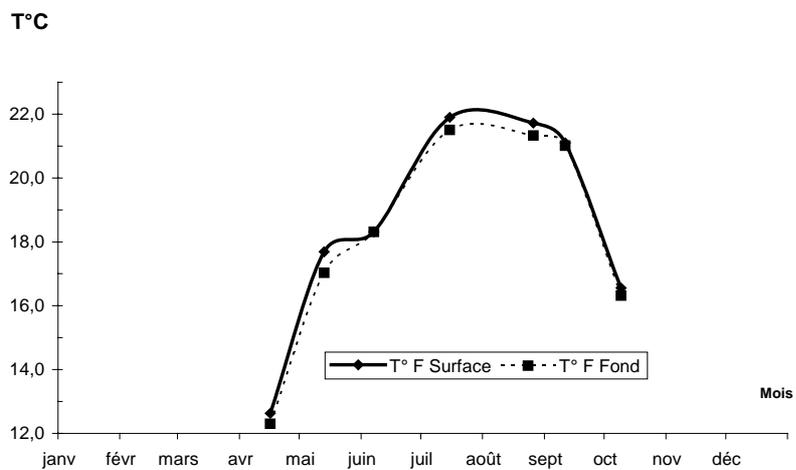
De 11,51 °C le 20 novembre.  
à 22,59 °C le 16 juillet en surface  
et de 11,57 °C le 20 novembre.  
à 22,55 °C le 16 juillet au fond.

Les températures maximales relevées sont :

23,00 °C le 16 juillet en surface  
22,91 °C le 16 juillet au fond.

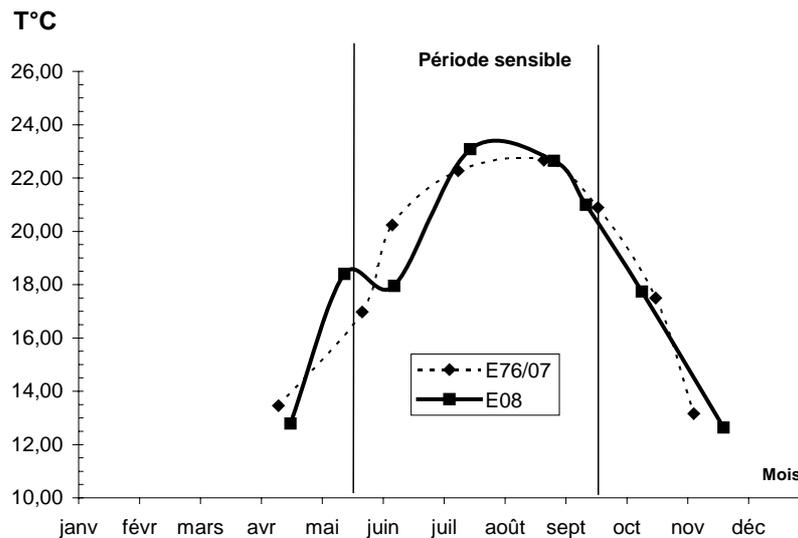
Les températures minimales relevées sont :

11,08 °C le 20 novembre en surface  
11,11 °C le 20 novembre au fond.

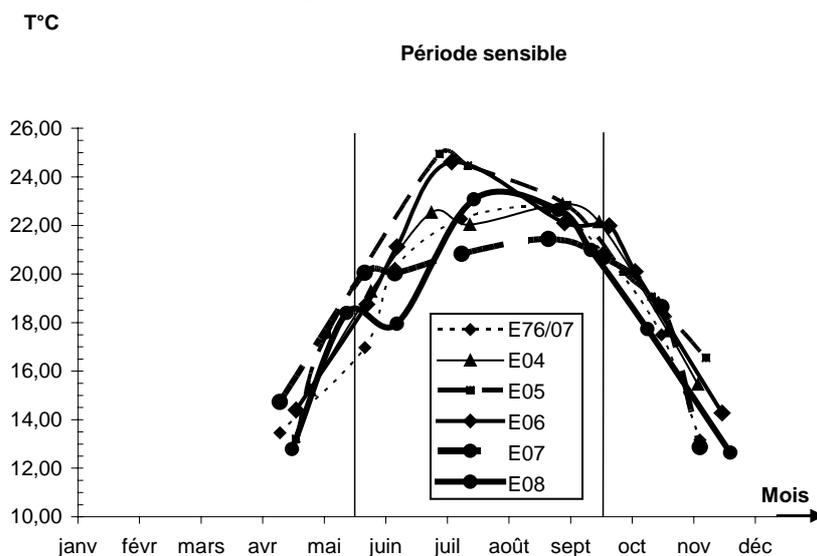


**Figure 4-5 : Variations annuelles des températures moyennes de l'eau aux Points F,E,K en 2008**

Par rapport à la moyenne 1976/2007 (**Figure 4-6**) la température moyenne en 2008 est supérieure au mois de mai et inférieure en juin à cause de la crue à cette période. La comparaison des cinq dernières années (**Figure 4-7**), montre que 2008 est une année où les températures mensuelles moyennes des eaux sont dans la moyenne pendant la période sensible. L'insolation des mois de juin, juillet et août est considérée comme généreuse 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 2007 et en 2008**



**Figure 4- 7 : Variations pluriannuelles des températures mensuelles moyennes de l'eau au point E (PK 52) en 2004, 2005, 2006, 2007 et 2008**

#### 4.1.3. Variations pluriannuelles

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

Mode opératoire.

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

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

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

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

Résultats.

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

On note une tendance au réchauffement des eaux de l'estuaire près du fond depuis 1978, début des observations. Le réchauffement de l'eau est parallèle à l'élévation moyenne de la température de l'air à Mérignac. Jusqu'en 1990, réchauffements et refroidissements annuels sont bien corrélés entre l'air et l'eau. A partir de 1991, il semble y avoir une désynchronisation avec un retard au refroidissement de l'eau en 1991 que l'on n'observe qu'en 1992-1993. A partir de 1993 et jusqu'en 1997, on note une élévation continue de la température moyenne de l'eau alors que celle de l'air présente une diminution en 1996. En 1998 les températures de l'air et de l'eau diminuent. En 1999 la moyenne des températures de l'air ré augmente alors que celle de l'eau diminue encore ( $-0,2^\circ \text{C}$ ) malgré un minimum absolu record de  $24^\circ \text{C}$  près du fond au 1<sup>er</sup> 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.

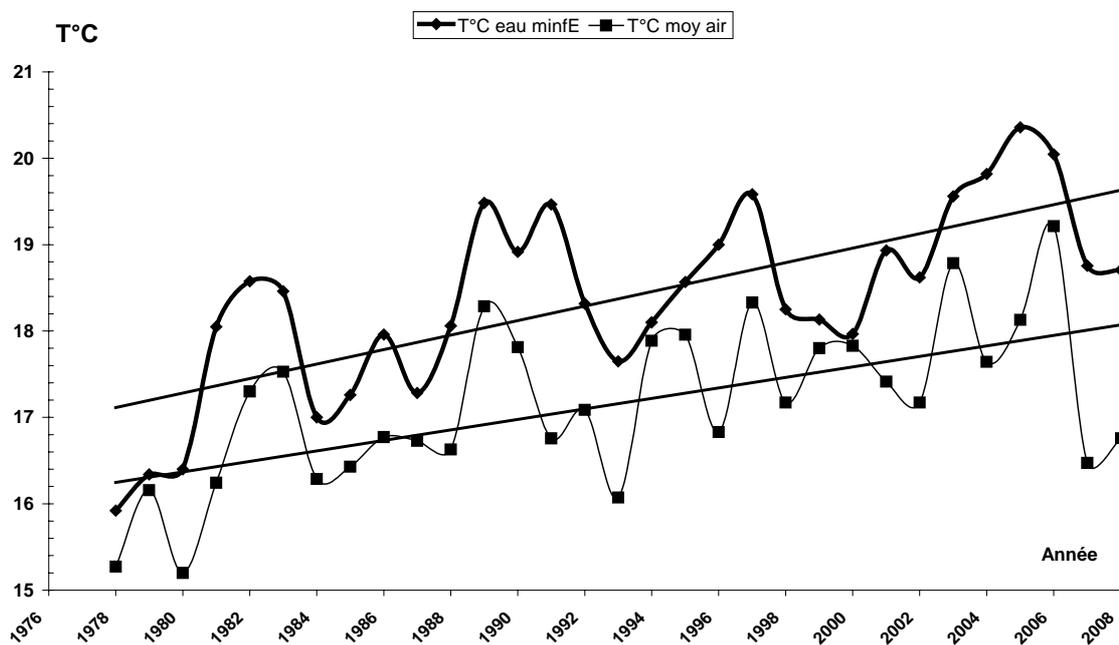
En 2007, on note une chute spectaculaire des températures moyennes de l'air et de l'eau, puis une stabilisation en 2008.

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

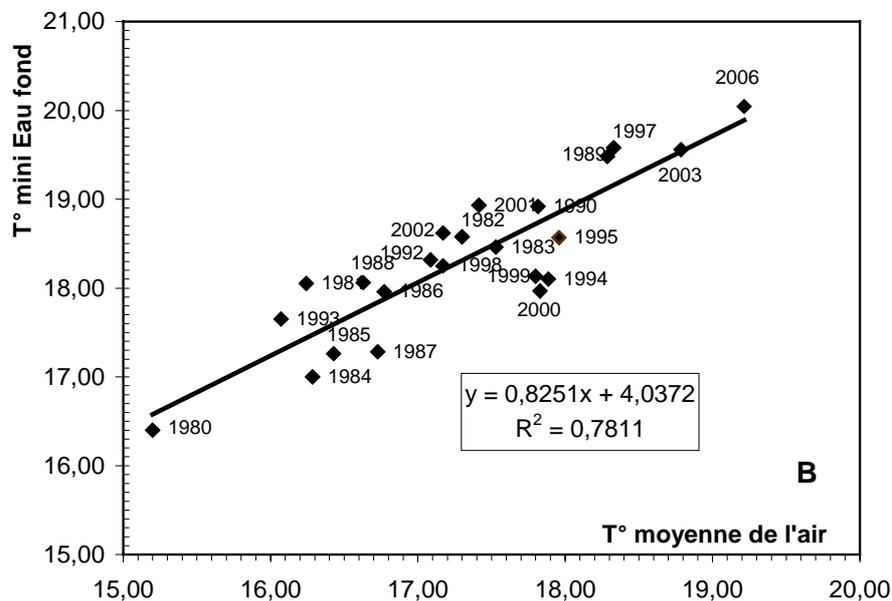
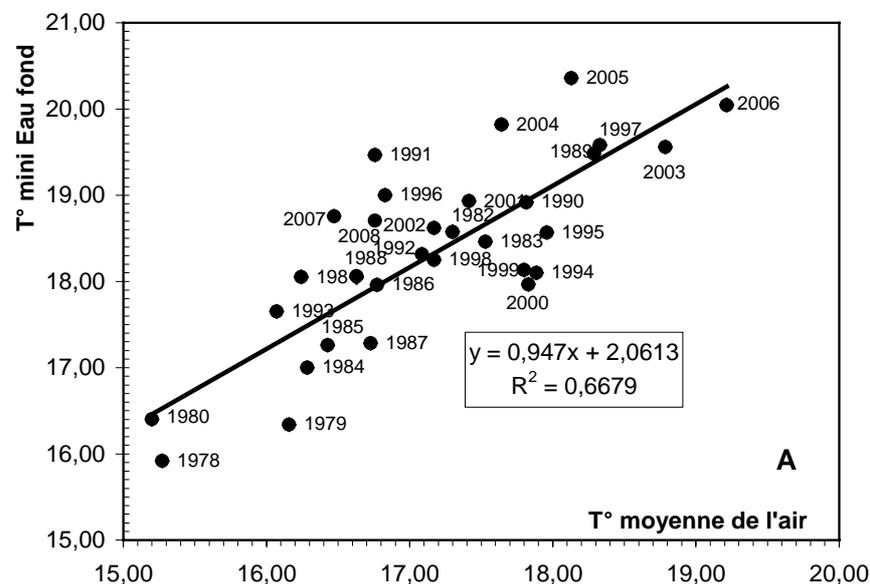
2005 est le record avec 20,36°C.

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 6 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 1978-2008 (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 2008)**

**B (de 1980 à 2008 sans 1991, 1996, 2004, 2005, 2007 et 2008)**

## 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 : 3,01 (09 octobre)	(Coef 26-30) (Débit 238 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )
et : 7,77 (26 août)	(Coef 42-44) (Débit 237 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )
au fond entre : 4,03 (11 sept)	(Coef 38-45) (Débit 243 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )
et : 11,41 (16 avril)	(Coef 58-64) (Débit 1347 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )

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

en surface entre : 0,15 (09 juin)	(Coef 73-58) (Débit 2231 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )
et : 9,39 (13 sept)	(Coef 67-74) (Débit 255 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )
au fond entre : 0.20 (09 juin)	(Coef 73-58) (Débit 2231 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )
et : 8,60 (13 sept)	(Coef 67-74) (Débit 255 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )

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

en surface entre : 0,01 (08 juin)	(Coef 83-78) (Débit 2306 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )
et : 3,34 (10 oct)	(Coef 37-44) (Débit 240 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )
au fond entre : 0,02 (14 mai)	(Coef 49-51) (Débit 1090 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )
et : 3,64 (10 oct)	(Coef 37-44) (Débit 622 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )

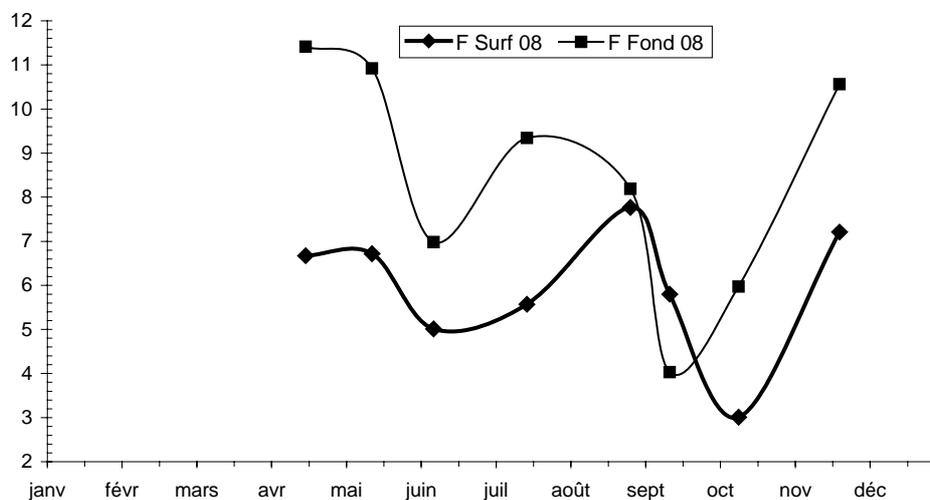
Comme toujours, les salinités les plus fortes ont été relevées au voisinage de la pleine mer près du fond et les salinités les plus faibles à l'étales de basse mer en surface.

Comme 2007, du fait des conditions climatiques, 2008 est une année sèche, les salinités sont donc fortes et nettement supérieures pendant l'été.

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

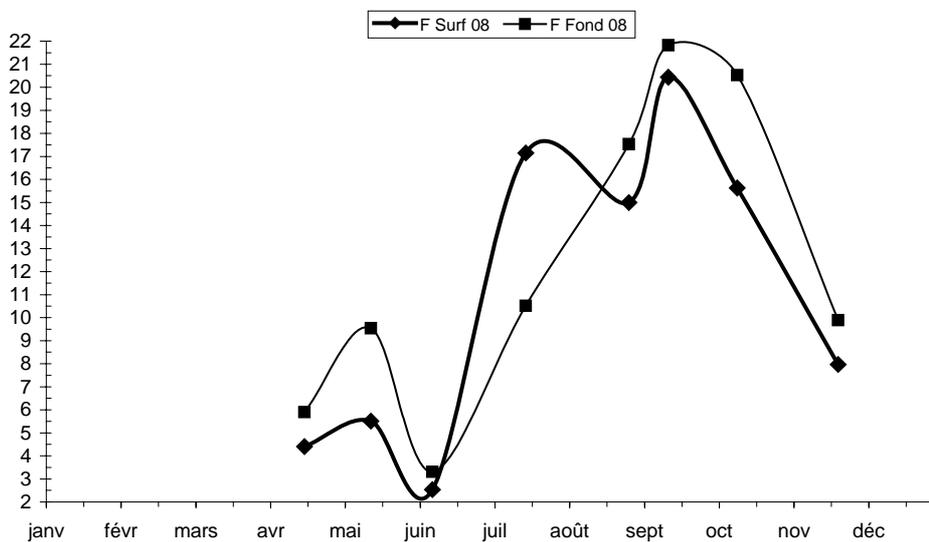
VI-T4 POINT F PK 67 SALINITES								
ANNEE F2008								
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfl m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
<b>16-avr</b>	S	1,79	8,46	6,67	<b>4,40</b>	3,75	58-64	<b>1347</b>
	F	0,80	12,21	11,41	<b>5,90</b>			
<b>13-mai</b>	S	2,04	8,76	6,72	<b>5,51</b>	6,05	48-48	<b>1128</b>
	F	2,41	13,33	10,92	<b>9,54</b>			
<b>07-juin</b>	S	0,68	5,69	5,01	<b>2,54</b>	2,06	91-87	<b>2391</b>
	F	0,77	7,75	6,98	<b>3,31</b>			
<b>15-juil</b>	S	7,27	12,84	5,57	<b>17,15</b>	9,41	47-51	<b>488</b>
	F	6,42	15,76	9,34	<b>10,51</b>			
<b>26-août</b>	S	11,48	19,25	7,77	<b>14,99</b>	3,96	42-44	<b>237</b>
	F	12,73	20,92	8,19	<b>17,53</b>			
<b>11-sept</b>	S	17,28	23,08	5,80	<b>20,44</b>	2,44	38-45	<b>243</b>
	F	19,27	23,30	4,03	<b>21,83</b>			
<b>09-oct</b>	S	14,33	17,34	3,01	<b>15,63</b>	7,76	26-30	<b>238</b>
	F	18,00	23,97	5,97	<b>20,53</b>			
<b>19-nov</b>	S	5,41	12,62	7,21	<b>7,97</b>	3,40	59-55	<b>674</b>
	F	4,72	15,28	10,56	<b>9,89</b>			
Mini S	S	0,68	5,69	3,01	<b>2,54</b>	2,06		
Mini F	F	0,77	7,75	4,03	<b>3,31</b>			
Maxi S	S	17,28	23,08	7,77	<b>20,44</b>	9,41		
Maxi F	F	19,27	23,97	11,41	<b>21,83</b>			

## Salinité



**Figure 4-10 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point F (PK 67) en 2008**

## Salinité

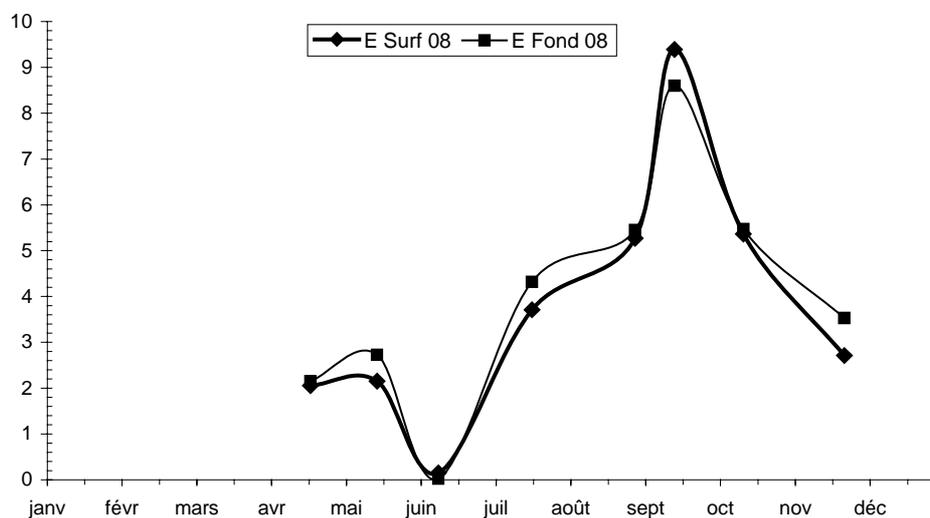


**Figure 4-11 : Variations annuelles des salinités moyennes au point F (PK 67) en 2008**

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

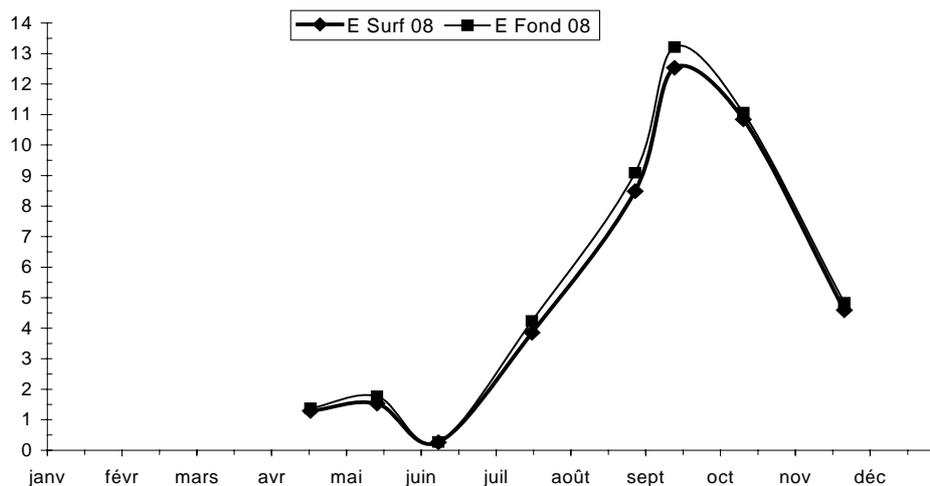
VI-5 POINT E PK 52 SALINITES								
ANNEE E2008								
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfi m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
<b>18-avr</b>	S	0,27	2,32	2,05	<b>1,29</b>	0,29	69	<b>1399</b>
	F	0,24	2,39	2,15	<b>1,37</b>			
<b>15-mai</b>	S	0,36	2,51	2,15	<b>1,53</b>	0,58	54-57	<b>1060</b>
	F	0,36	3,09	2,73	<b>1,77</b>			
<b>09-juin</b>	S	0,16	0,31	0,15	<b>0,26</b>	0,05	73-58	<b>2231</b>
	F	0,16	0,36	0,20	<b>0,27</b>			
<b>17-juil</b>	S	1,62	5,33	3,71	<b>3,85</b>	0,92	55	<b>472</b>
	F	1,93	6,25	4,32	<b>4,24</b>			
<b>28-août</b>	S	5,48	10,75	5,27	<b>8,49</b>	0,91	63-71	<b>237</b>
	F	6,21	11,66	5,45	<b>9,09</b>			
<b>13-sept</b>	S	7,59	16,98	9,39	<b>12,53</b>	1,22	67-74	<b>255</b>
	F	8,81	17,41	8,60	<b>13,21</b>			
<b>11-oct</b>	S	8,15	13,51	5,36	<b>10,84</b>	0,41	51	<b>242</b>
	F	8,45	13,92	5,47	<b>11,06</b>			
<b>21-nov</b>	S	2,82	5,53	2,71	<b>4,59</b>	0,84	50-50	<b>601</b>
	F	2,84	6,37	3,53	<b>4,83</b>			
Mini S	S	0,16	0,31	0,15	<b>0,26</b>	0,05		
Mini F	F	0,16	0,36	0,20	<b>0,27</b>			
Maxi S	S	8,15	16,98	9,39	<b>12,53</b>	1,22		
Maxi F	F	8,81	17,41	8,60	<b>13,21</b>			

## Salinité



**Figure 4-12 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point E (PK 52) en 2008**

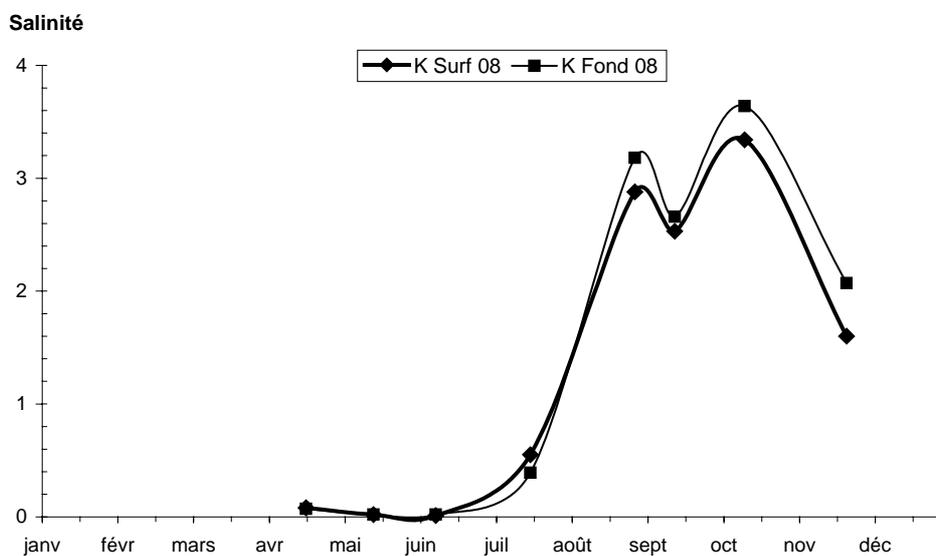
## Salinité



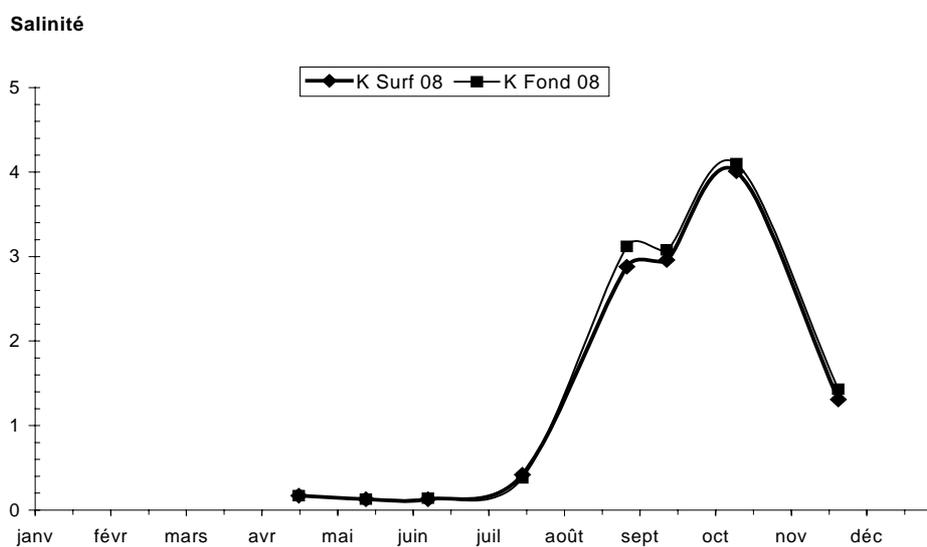
**Figure 4-13 : Variations annuelles des salinités moyennes au point E (PK 52) en 2008**

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

VI-6 POINT K PK 30 SALINITES								
ANNEE K2008								
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)
<b>17-avr</b>	S	0,14	0,22	0,08	<b>0,17</b>	0,01	78	<b>1376</b>
	F	0,14	0,21	0,07	<b>0,17</b>			
<b>14-mai</b>	S	0,12	0,14	0,02	<b>0,13</b>	0,01	49-51	<b>1090</b>
	F	0,12	0,14	0,02	<b>0,13</b>			
<b>08-juin</b>	S	0,13	0,14	0,01	<b>0,13</b>	0,01	83-78	<b>2306</b>
	F	0,13	0,15	0,02	<b>0,14</b>			
<b>16-juil</b>	S	0,20	0,75	0,55	<b>0,42</b>	0,15	63	<b>480</b>
	F	0,21	0,60	0,39	<b>0,38</b>			
<b>27-août</b>	S	1,20	4,08	2,88	<b>2,88</b>	0,61	48-55	<b>237</b>
	F	1,51	4,69	3,18	<b>3,12</b>			
<b>12-sept</b>	S	1,23	3,76	2,53	<b>2,96</b>	0,30	52-60	<b>249</b>
	F	1,40	4,06	2,66	<b>3,08</b>			
<b>10-oct</b>	S	2,04	5,38	3,34	<b>4,01</b>	0,45	37-44	<b>240</b>
	F	2,19	5,83	3,64	<b>4,10</b>			
<b>20-nov</b>	S	0,37	1,97	1,60	<b>1,31</b>	0,54	52-50	<b>622</b>
	F	0,44	2,51	2,07	<b>1,43</b>			
Mini S	S	0,12	0,14	0,01	<b>0,13</b>	0,01		
Mini F	F	0,12	0,14	0,02	<b>0,13</b>			
Maxi S	S	2,04	5,38	3,34	<b>4,01</b>	0,61		
Maxi F	F	2,19	5,83	3,64	<b>4,10</b>			



**Figure 4-14 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point K (PK 30) en 2008**



**Figure 4-15 : Variations annuelles des salinités moyennes au point K (PK 30) en 2008**

#### 4.2.1.2. Les variations annuelles

Les salinités moyennes relevées au cours de l'année 2008 ont évolué :

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

en surface      entre 2,54 (07 juin) et 20,44 (11 sept)  
au fond          entre 3,31 (07 juin) et 21,83 (11 sept)

On relève les salinités minimales absolues le 07 juin:  
0,68 en surface et 0,77 au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales absolues le 11 sept et 09 oct:  
23,08 en surface et 23,97 au fond à pleine mer.

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

en surface      entre 0,26 (09 juin) et 12,53 (13 sept.)  
au fond          entre 0,27 (09 juin) et 13,21 (13 sept.)

On relève les salinités minimales absolues le 09 juin:  
0,16 en surface et 0,16 au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales absolues le 13 sept.:  
16,98 en surface et 17,41 au fond à pleine mer.

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

en surface      entre 0,13 (14 mai) et 4,01 (10 oct.)  
au fond          entre 0,13 (14 mai) et 4,10 (10 oct.)

On relève les salinités minimales absolues le 14 mai:  
0,12 en surface et 0,12 au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales absolues le 10 oct.:  
5,38 en surface et 5,83 au fond à pleine mer.

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

En 2008, on relève aux 3 points, les grandes variations de salinités aux périodes indiquées ci-après :

	Point F	Point E	Point K
Salinités minimales	7 juin	09 juin	14 mai
Salinités maximales	11 sept-9 octobre	13 septembre	10 octobre
Salinités moyennes maxi	11 septembre	13 septembre	10 octobre

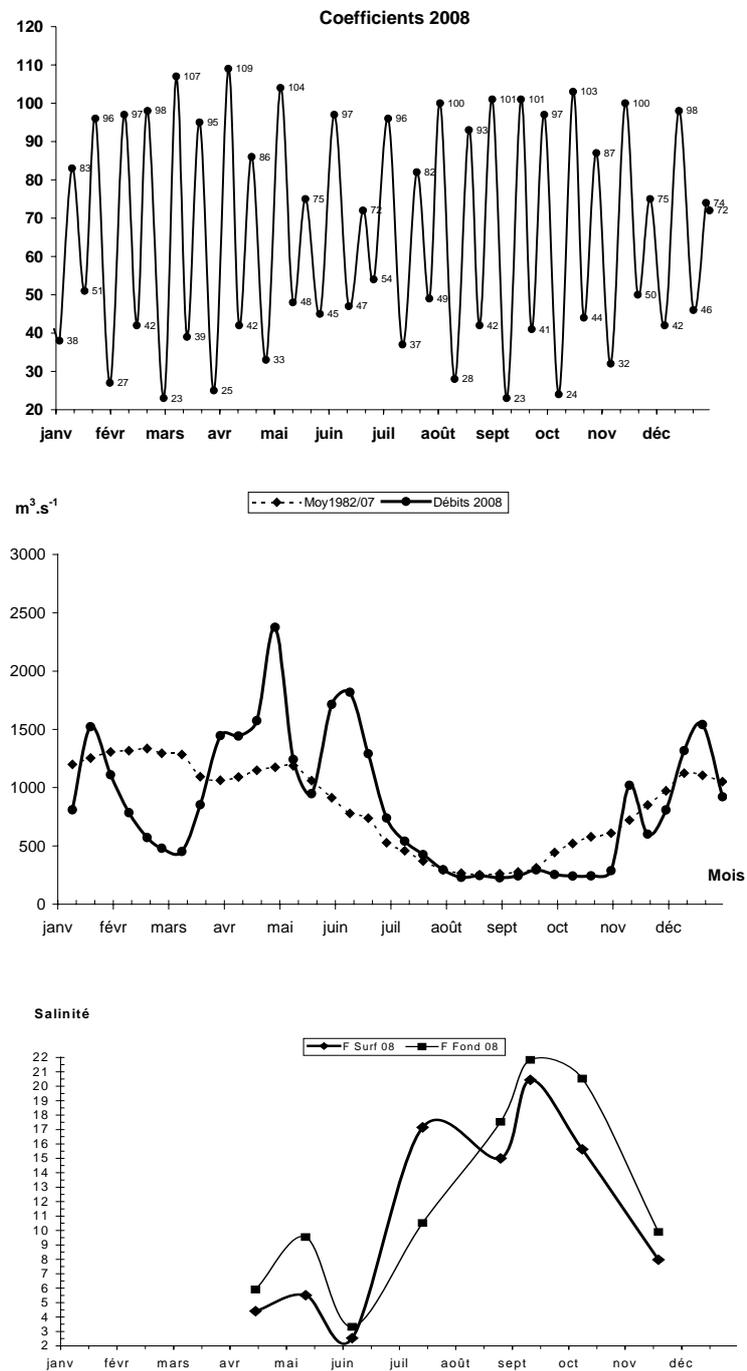
Les variations pluriannuelles de salinités sont présentées dans le tableau suivant :

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
2008	S	-	-	23,08	20,44	16,98	12,53	-	-	5,38	4,01
	F	-	-	23,97	21,83	17,41	13,21	-	-	5,83	4,10

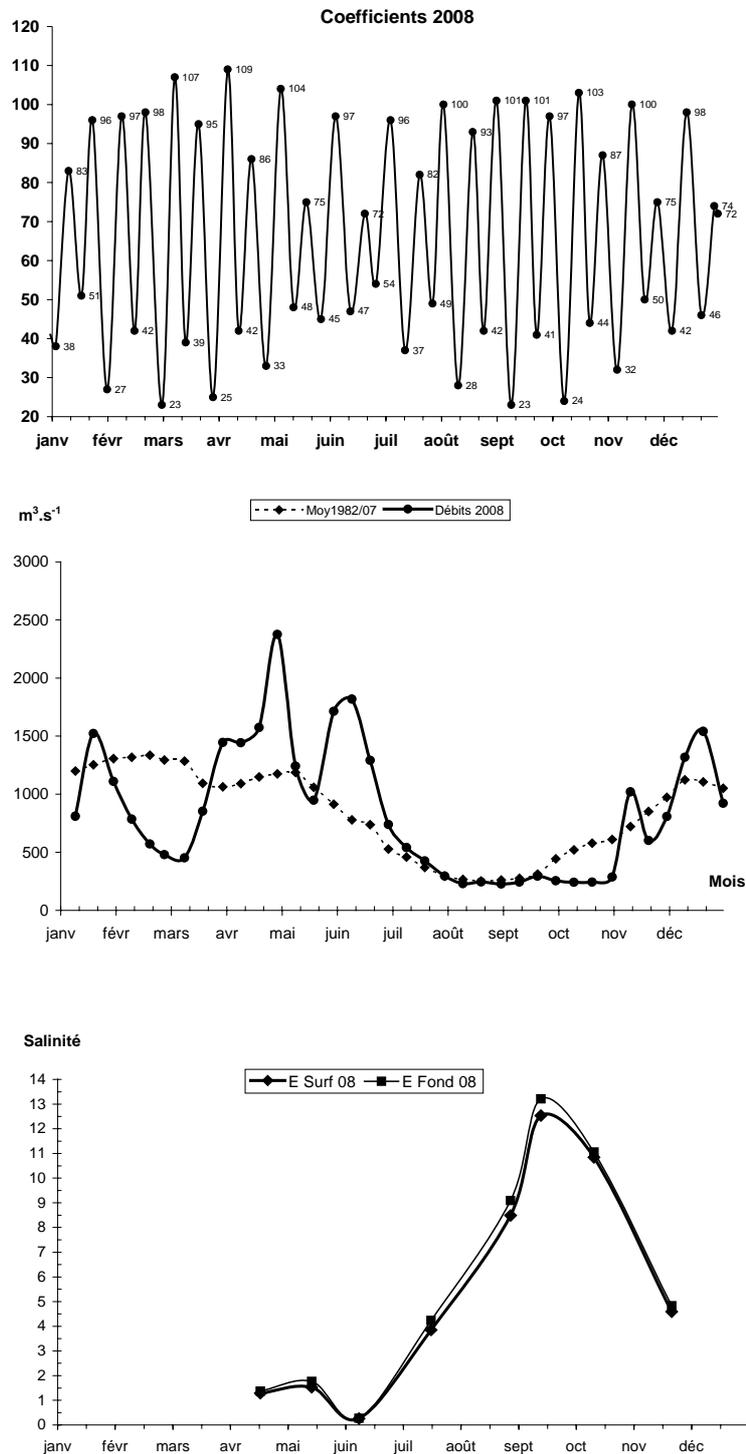
Nous soulignons à nouveau la corrélation qui existe entre le débit fluvial, donc le volume d'eau douce introduit dans l'estuaire, le volume d'eau marine lié aux coefficients de marées et les valeurs de salinité mesurées (**Figures 4-16, 4-17, 4-18**)

En 2008, la moyenne des débits est légèrement supérieure à celle de 2007.

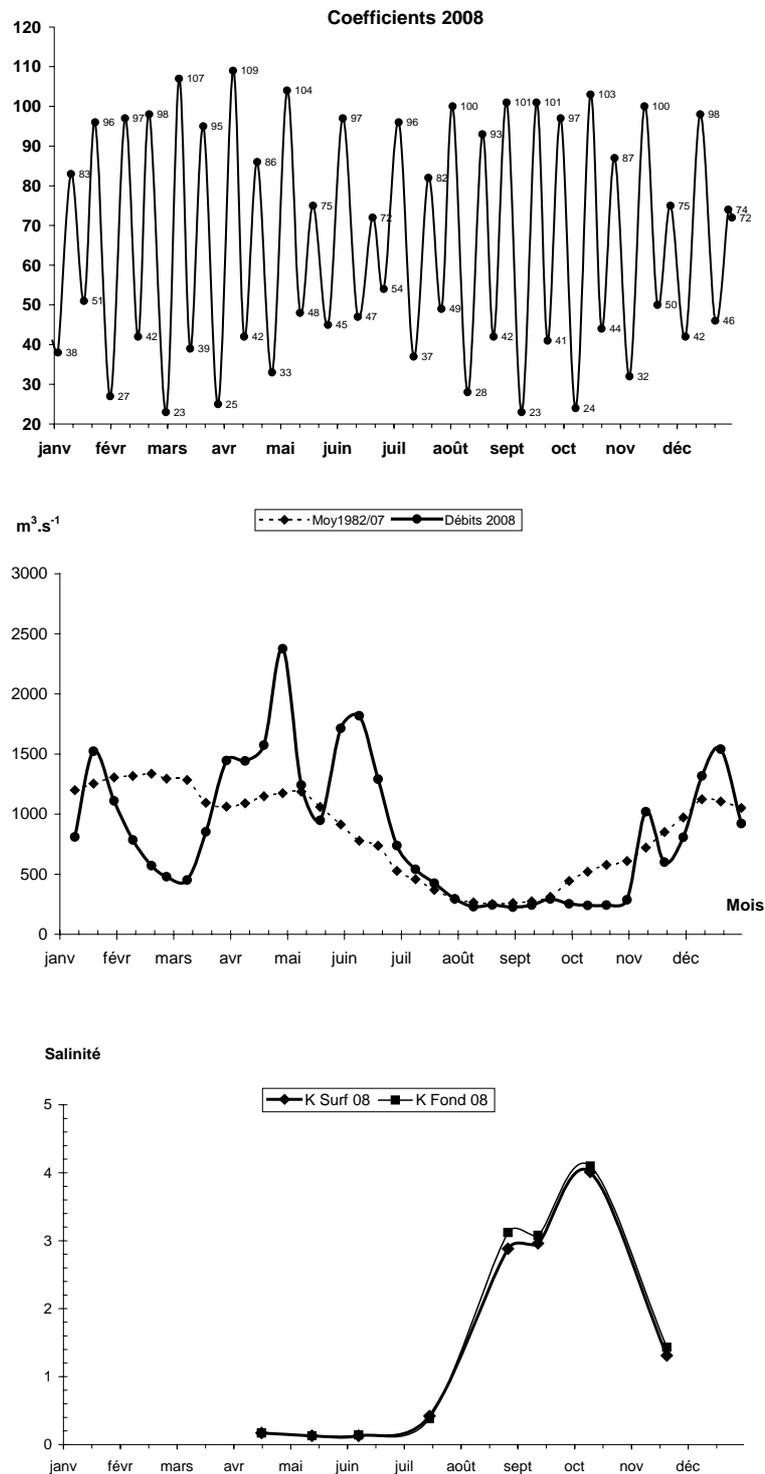
Nous relevons les salinités maximales septembre-octobre aux Points F , E et K , au moment où les débits sont faibles. Si nous comparons 2008 et 2007, nous notons une légère augmentation des salinités maxi, moyennes et mini aux 3 points en fin d'année.



**Figure 4-16 : Variations annuelles des salinités moyennes au Point F (PK 67), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2008**



**Figure 4-17 : Variations annuelles des salinités moyennes au Point E (PK 52), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2008**



**Figure 4-18 : Variations annuelles des salinités moyennes au Point K (PK 30), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2008**

### 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 13 mai :  $-146 \text{ cm.s}^{-1}$  (Qfl :  $1128 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$  - coef. 48-48)
- et le 07 juin :  $146 \text{ cm.s}^{-1}$  (Qfl :  $2391 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$  - coef. 63-57)
- au fond le 19 nov :  $123 \text{ cm.s}^{-1}$  (Qfl :  $674 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$  - coef. 59-55)
- et le 13 mai :  $111 \text{ cm.s}^{-1}$  (Qfl :  $1128 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$  - coef. 48-48)

#### 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 18 avril :  $-157 \text{ cm.s}^{-1}$  (Qfl :  $1399 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$  - coef. 69)
- et le 09 juin :  $140 \text{ cm.s}^{-1}$  (Qfl :  $2231 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$  - coef. 73-58)
- au fond le 18 avril :  $-117 \text{ cm.s}^{-1}$  (Qfl :  $1399 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$  - coef. 69)
- et le 09 juin :  $105 \text{ cm.s}^{-1}$  (Qfl :  $2231 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$  - coef. 73-58)

#### 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 17 avril :  $-140 \text{ cm.s}^{-1}$  (Qfl :  $1376 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$  - coef. 78)
- le 20 nov :  $140 \text{ cm.s}^{-1}$  (Qfl :  $622 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$  - coef. 52-50)
- le 08 juin :  $-134 \text{ cm.s}^{-1}$  (Qfl :  $2306 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$  - coef. 83-78)
- au fond le 17 avril :  $-111 \text{ cm.s}^{-1}$  (Qfl :  $1376 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$  - coef. 78)
- le 12 sept :  $100 \text{ cm.s}^{-1}$  (Qfl :  $249 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$  - coef. 52-60)
- et le 20 nov :  $100 \text{ cm.s}^{-1}$  (Qfl :  $622 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$  - coef. 52-50)

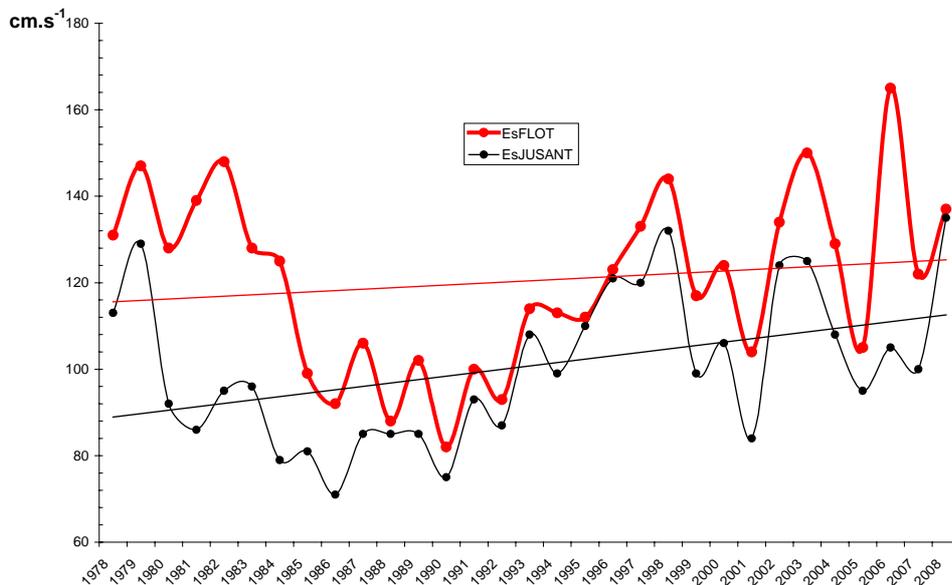
Au point E, les vitesses maximales en surface de flot et de jusant sont nettement supérieures à 2007 et la tendance reste à l'élévation des vitesses (**Tableau 4-7, Figure 4-19**).

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.

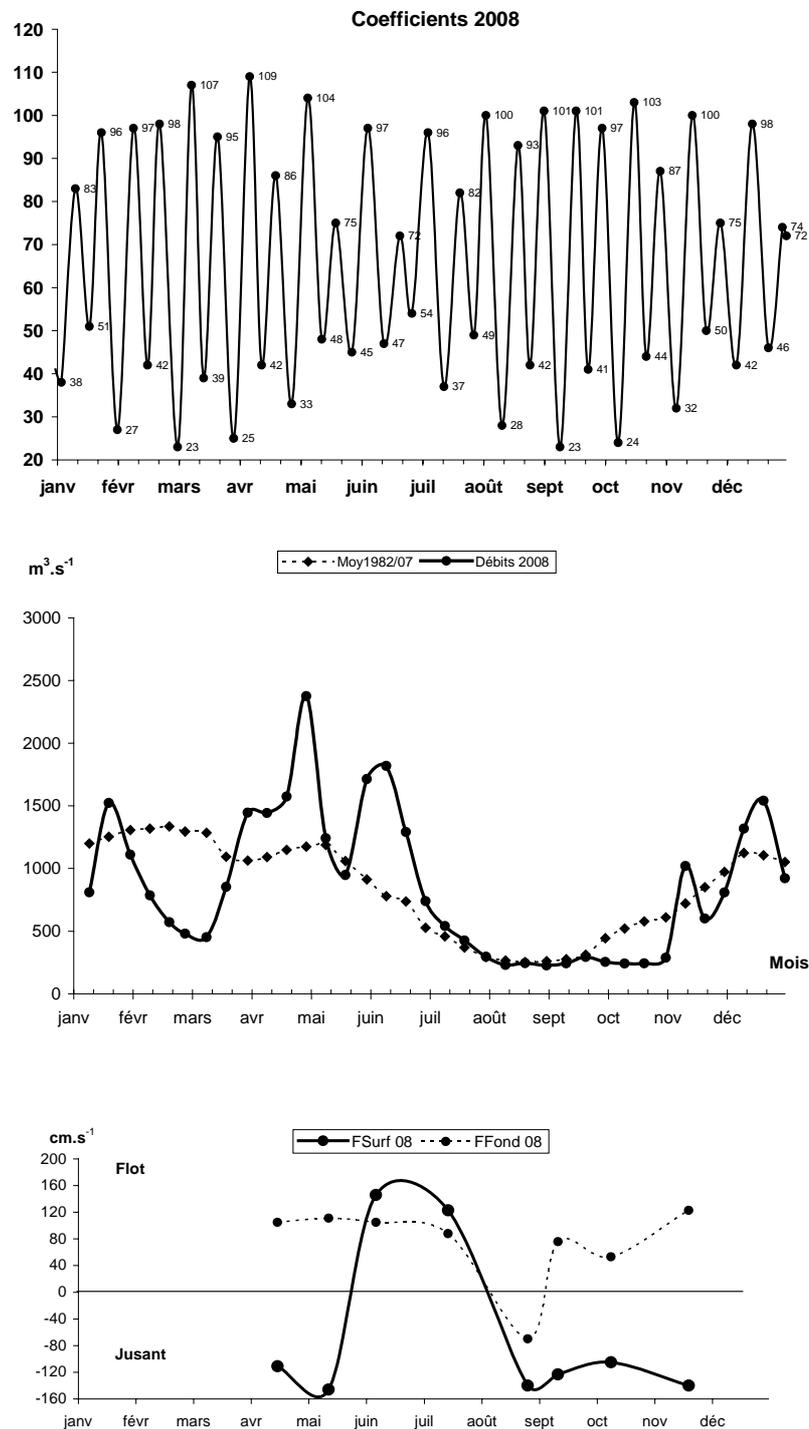
**Tableau 4-7 : Vitesses maximales de courant en  $\text{cm.s}^{-1}$**

Année 2008		VITESSES MAXIMALES DE COURANT EN $\text{cm.s}^{-1}$ .							
DATES	COEFFICIENTS	POINT F PK 67		POINT E PK 52		POINT K PK 30		$Q_{fi} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	
		Vitesses Maximales SURFACE	Vitesses Maximales FOND	Vitesses Maximales SURFACE	Vitesses Maximales FOND	Vitesses Maximales SURFACE	Vitesses Maximales FOND		
16 avril	58-64	-111	105					1347	
18 avril	69			-157	-117			1399	
17 avril	78					-140	-111	1376	
13 mai	48-48	-146	111					1128	
15 mai	54-57			128	88			1060	
14 mai	49-51					117	65	1090	
7 juin	91-87	146	105					2391	
9 juin	73-58			140	105			2231	
8 juin	83-78					-134	-88	2306	
15 juillet	47-51	123	88					488	
17 juillet	55			134	-94			472	
16 juillet	63					123	88	480	
26 août	42-44	-140	-70					237	
28 août	63-71			134	105			237	
27 août	48-55					123	88	237	
11 septembre	38-45	-123	76					243	
13 septembre	67-74			123	88			255	
12 septembre	52-60					128	100	249	
9 octobre	26-30	-105	53					238	
11 octobre	51			105	93			242	
10 octobre	37-44					123	70	240	
19 novembre	59-55	-140	123					674	
21 novembre	50-50			152	100			601	
20 novembre	52-50					140	100	622	

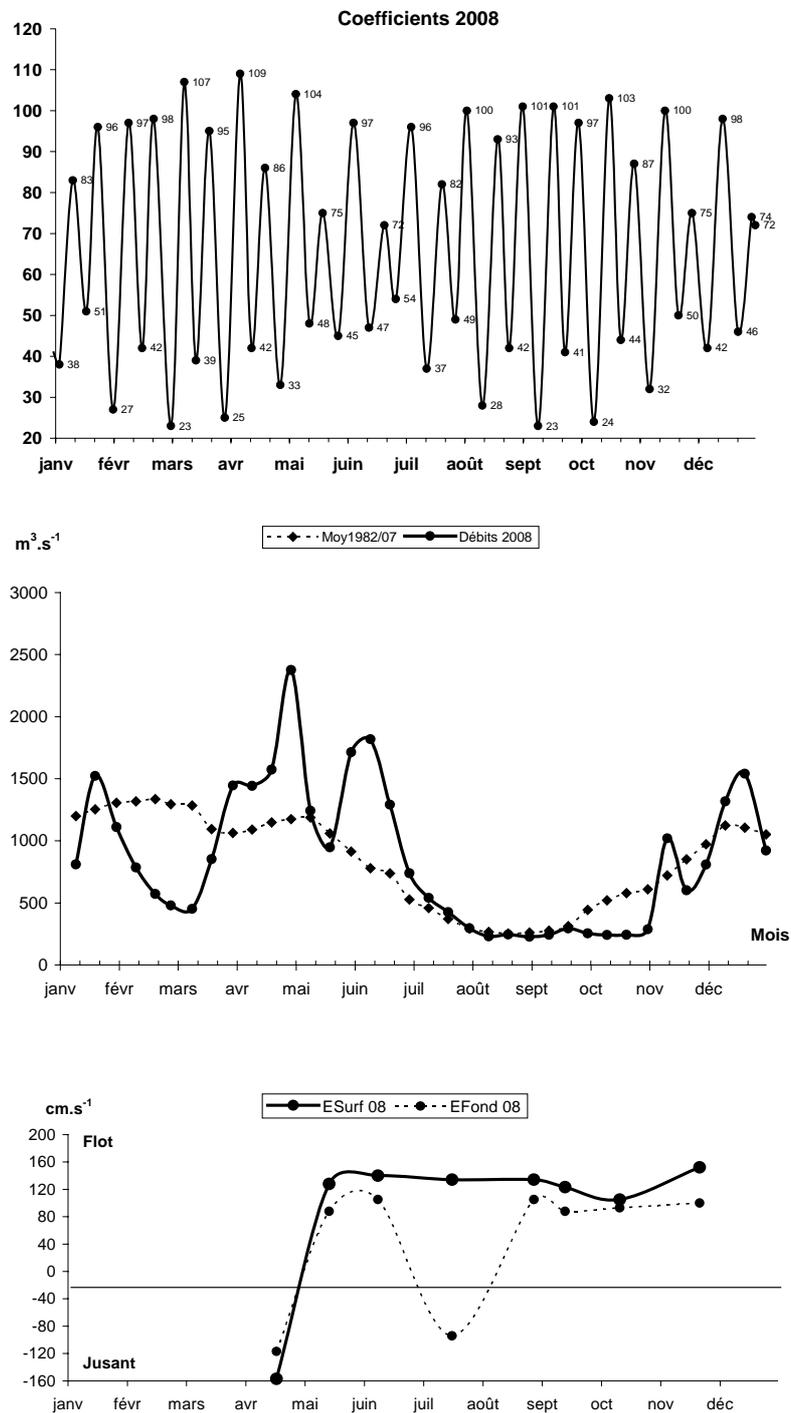
$Q_{fi} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  | Débits moyens calculés sur la période de 10 jours précédant la date indiquée.  
Le signe + indique une vitesse de flot ; le signe - indique une vitesse de jusant.



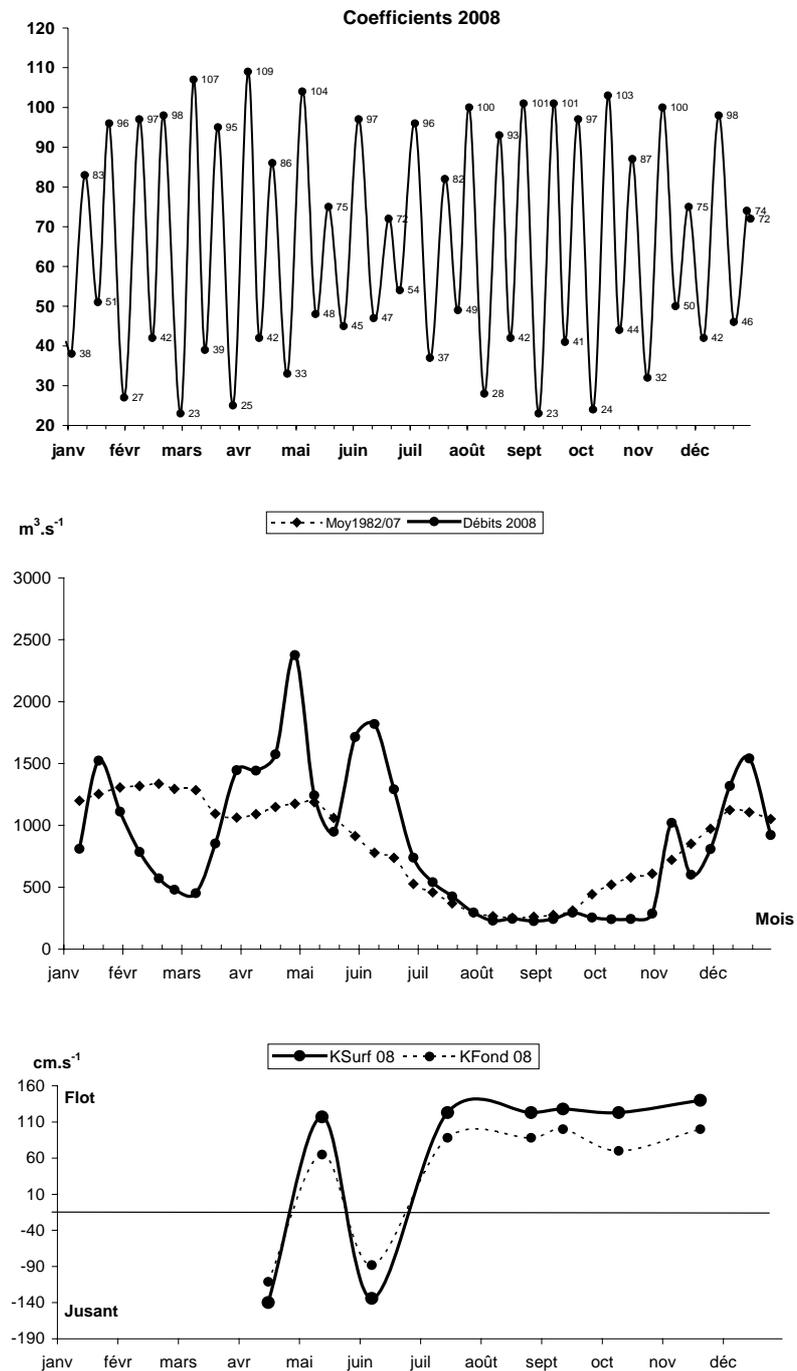
**Figure 4-19 : Evolution de la vitesse maximale moyenne en surface au point E (PK52) au cours de la période 1978-2008**



**Figure 4-20 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point F ( PK 67 ) au cours de l'année 2008, 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 2008, 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 2008, 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 0,010 g/l le 09 octobre (Qfl : 238 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 26-30)  
 et 0,634 g/l le 16 avril (Qfl : 1347 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 58-64)  
 au fond entre 0,076 g/l le 09 octobre (Qfl : 238 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 26-30)  
 et 8,125 g/l le 16 avril (Qfl : 1347 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 58-64)

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

en surface entre 0,195 g/l le 28 août (Qfl : 237 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 63-71)  
 et 1,055 g/l le 18 avril (Qfl : 1399 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 69)  
 au fond entre 0,530 g/l le 13 sept (Qfl : 255 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 67-74)  
 et 5,475 g/l le 18 avril (Qfl : 1399 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 69)

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

en surface entre 0,169 g/l le 14 mai (Qfl : 1090 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 49-51)  
 et 1,415 g/l le 20 nov (Qfl : 622 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 52-50)  
 au fond entre 0,314 g/l le 14 mai (Qfl : 1090 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 49-51)  
 et 3,720 g/l le 10 oct (Qfl : 240 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 37-44)

##### 4.4.1.2. Variations annuelles

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

Les MES moyennes ont varié :

en surface de 0,030 g/l (09 oct) à 0.392 g/l (16 avril)  
 au fond de 0,079 g/l (09 oct) à 2.693 g/l (16 avril)

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

le 09 oct, en surface : 0,025 g/l - Qfl : 238 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 26-30 à la pleine mer.  
 le 09 oct, au fond : 0,059 g/l - Qfl : 238 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 26-30 à la basse mer.

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

le 19 nov, en surface : 0,735 g/l - Qfl : 674 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 59-55 à la basse mer.  
 le 16 avril, au fond : 8,500 g/l - Qfl : 1347 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 58-64 à mi-flot.

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

Les MES moyennes ont varié :  
 en surface de 0,229 g/l (11 oct) à 0,724 g/l (18 avril)  
 au fond de 0,559 g/l (09 juin) à 2,981g/l (18 avril)

Les MES minimales (Figure 4-26) ont été observées :  
 le 11 oct en surface : 0,074 g/l - Qfl : 242 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 51 à la pleine mer.  
 le 09 juin au fond : 0,232 g/l - Qfl : 2231 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 73-58 à la basse mer.

Les MES maximales (Figure 4-26) ont été observées :  
 le 18 avril, en surface : 1,400 g/l - Qfl : 1399m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 69 à mi-flot  
 le 18 avril au fond : 6,200 g/l - Qfl : 1399 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 69 à mi- jusant.

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

Les MES moyennes ont varié :  
 en surface de 0,146 g/l (14 mai) à 1,234 g/l (20 nov)  
 au fond de 0,238 g/l (14 mai) à 2.310 g/l (10 oct.)

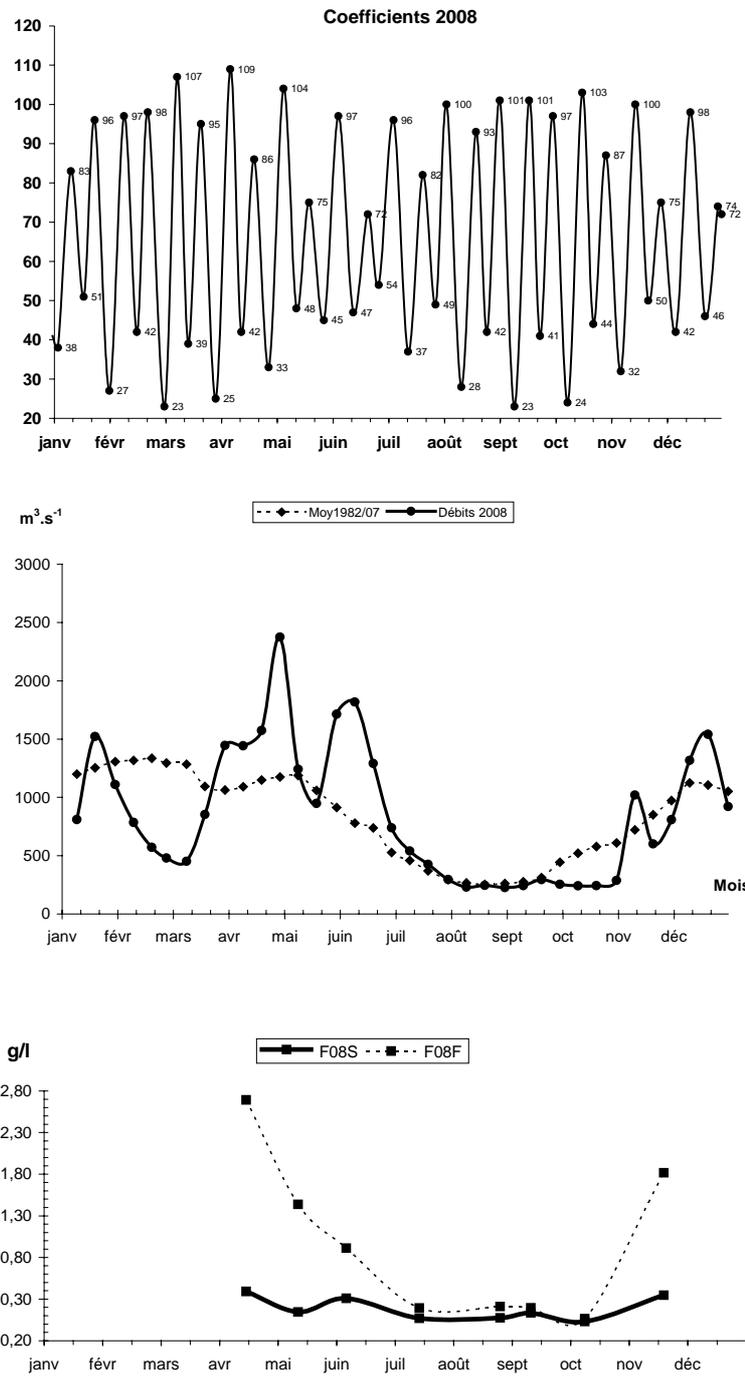
Les MES minimales (Figure 4-26) ont été observées :  
 le 14 mai en surface : 0,069 g/l - Qfl : 1090m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 49-51 à la basse mer.  
 le 14 mai au fond : 0,096 g/l - Qfl : 1090 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 49-51 à la basse mer.

Les MES maximales (Figure 4-26) ont été observées :  
 le 20 nov en surface : 1,800g/l - Qfl : 622 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 52-50 à mi-flot.  
 le 10 oct. au fond : 4,580 g/l - Qfl : 240 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 37-44 à la basse mer.

Les valeurs des minima et des maxima de MES de 2008 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)**

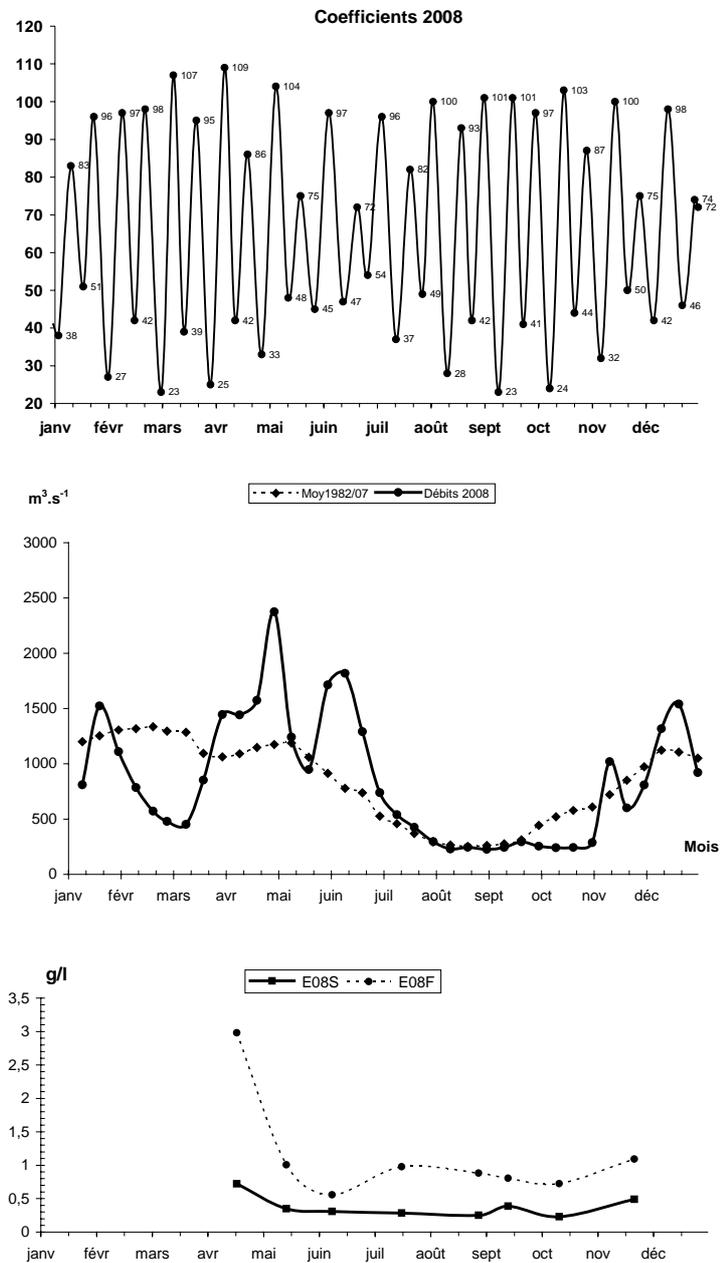
VI-T4								
POINT F PK 67								
CONCENTRATIONS EN M.E.S.								
En g/l.								
ANNEE F2008								
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfi m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
16-avr	S	0,066	0,700	0,634	<b>0,392</b>	7,800	58-64	1347
	F	0,375	8,500	8,125	<b>2,693</b>			
13-mai	S	0,034	0,360	0,326	<b>0,145</b>	3,212	48-48	1128
	F	0,127	3,350	3,223	<b>1,437</b>			
07-juin	S	0,074	0,408	0,334	<b>0,308</b>	1,510	91-87	2391
	F	0,465	1,918	1,453	<b>0,912</b>			
15-juil	S	0,050	0,078	0,028	<b>0,070</b>	0,360	47-51	488
	F	0,080	0,435	0,355	<b>0,191</b>			
26-août	S	0,057	0,093	0,036	<b>0,074</b>	0,258	42-44	237
	F	0,072	0,345	0,273	<b>0,210</b>			
11-sept	S	0,034	0,310	0,276	<b>0,132</b>	0,145	38-45	243
	F	0,124	0,295	0,171	<b>0,194</b>			
09-oct	S	0,025	0,035	0,010	<b>0,030</b>	0,101	26-30	238
	F	0,059	0,135	0,076	<b>0,079</b>			
19-nov	S	0,170	0,735	0,565	<b>0,346</b>	5,625	59-55	674
	F	0,220	5,900	5,680	<b>1,818</b>			
Mini S	S	0,025	0,035	0,010	<b>0,030</b>	0,101		
Mini F	F	0,059	0,135	0,076	<b>0,079</b>			
Maxi S	S	0,170	0,735	0,634	<b>0,392</b>	7,800		
Maxi F	F	0,465	8,500	8,125	<b>2,693</b>			



**Figure 4-23 : Variations annuelles des MES moyennes au point F (PK 67) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2008**

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

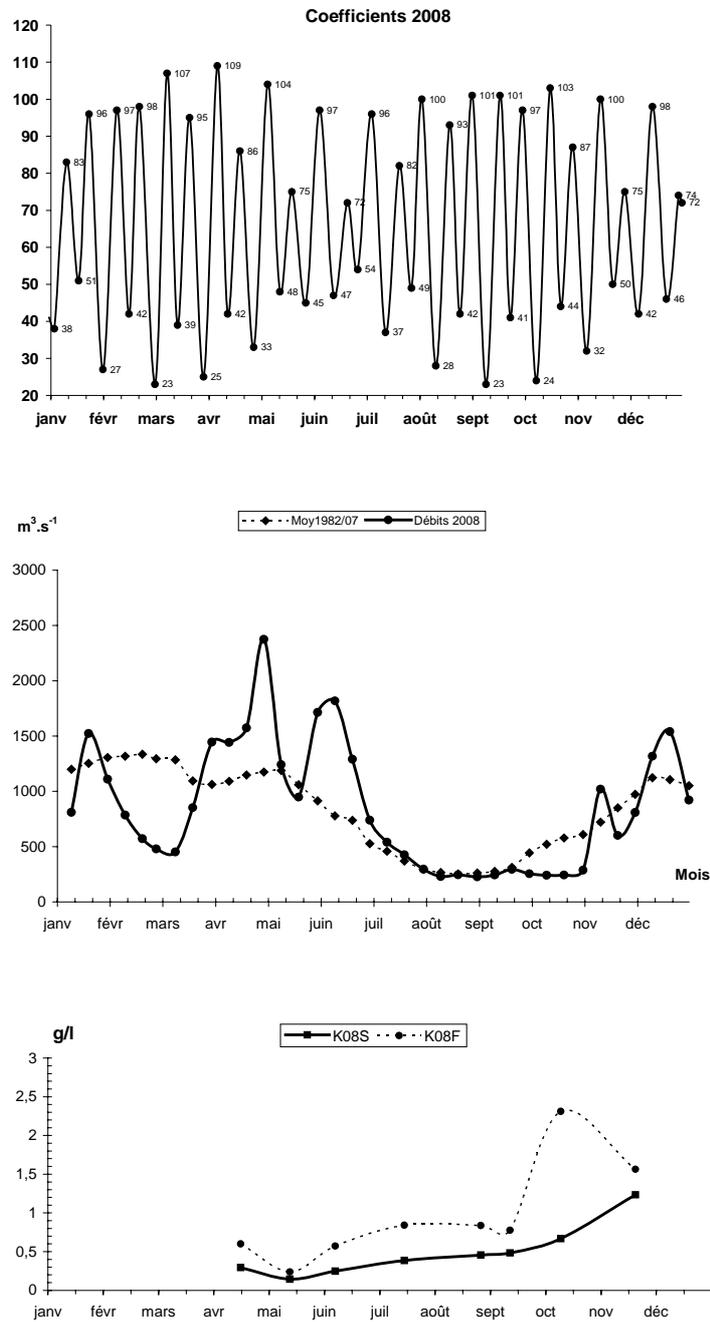
VI-5							
CONCENTRATIONS EN M.E.S.							
En g/l.							
ANNEE E2008							
DATES	Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfl m3/s-1 (moyenne des 10j, précédents)
<b>18-avr</b>	S	0,345	1,400	1,055	<b>0,724</b>	69	<b>1399</b>
	F	0,725	6,200	5,475	<b>2,981</b>		
<b>15-mai</b>	S	0,187	0,545	0,358	<b>0,351</b>	54-57	<b>1060</b>
	F	0,480	1,540	1,060	<b>1,009</b>		
<b>09-juin</b>	S	0,221	0,435	0,214	<b>0,309</b>	73-58	<b>2231</b>
	F	0,232	0,981	0,749	<b>0,559</b>		
<b>17-juil</b>	S	0,160	0,620	0,460	<b>0,284</b>	55	<b>472</b>
	F	0,355	1,770	1,415	<b>0,979</b>		
<b>28-août</b>	S	0,155	0,350	0,195	<b>0,252</b>	63-71	<b>237</b>
	F	0,242	1,800	1,558	<b>0,881</b>		
<b>13-sept</b>	S	0,183	0,750	0,567	<b>0,390</b>	67-74	<b>255</b>
	F	0,460	0,990	0,530	<b>0,805</b>		
<b>11-oct</b>	S	0,074	0,435	0,361	<b>0,229</b>	51	<b>242</b>
	F	0,285	1,150	0,865	<b>0,726</b>		
<b>21-nov</b>	S	0,340	0,855	0,515	<b>0,489</b>	50-50	<b>601</b>
	F	0,385	2,000	1,615	<b>1,094</b>		
Mini S	S	0,074	0,350	0,195	<b>0,229</b>	0,546	
Mini F	F	0,232	0,981	0,530	<b>0,559</b>		
Maxi S	S	0,345	1,400	1,055	<b>0,724</b>	5,640	
Maxi F	F	0,725	6,200	5,475	<b>2,981</b>		



**Figure 4-24 : Variations annuelles des MES moyennes au point E (PK 52) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2008**

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

VI-6								
CONCENTRATIONS EN M.E.S.								
En g/l.								
ANNEE K2008								
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfi m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
17-avr	S	0,130	0,490	0,360	<b>0,294</b>	0,890	78	<b>1376</b>
	F	0,195	1,300	1,105	<b>0,600</b>			
14-mai	S	0,069	0,238	0,169	<b>0,146</b>	0,256	49-51	<b>1090</b>
	F	0,096	0,410	0,314	<b>0,238</b>			
08-juin	S	0,088	0,388	0,300	<b>0,247</b>	0,959	83-78	<b>2306</b>
	F	0,188	1,314	1,126	<b>0,572</b>			
16-juil	S	0,245	0,620	0,375	<b>0,385</b>	0,845	63	<b>480</b>
	F	0,310	1,090	0,780	<b>0,841</b>			
27-août	S	0,177	0,605	0,428	<b>0,456</b>	0,545	48-55	<b>237</b>
	F	0,580	1,150	0,570	<b>0,836</b>			
12-sept	S	0,142	0,920	0,778	<b>0,483</b>	0,533	52-60	<b>249</b>
	F	0,505	1,070	0,565	<b>0,775</b>			
10-oct	S	0,225	0,950	0,725	<b>0,669</b>	3,725	37-44	<b>240</b>
	F	0,860	4,580	3,720	<b>2,310</b>			
20-nov	S	0,385	1,800	1,415	<b>1,234</b>	1,065	52-50	<b>622</b>
	F	1,100	2,350	1,250	<b>1,563</b>			
Mini S	S	0,069	0,238	0,169	<b>0,146</b>	0,256		
Mini F	F	0,096	0,410	0,314	<b>0,238</b>			
Maxi S	S	0,385	1,800	1,415	<b>1,234</b>	3,725		
Maxi F	F	1,100	4,580	3,720	<b>2,310</b>			



**Figure 4-25 : Variations annuelles des MES moyennes au point K (PK 30) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2008**

#### 4.4.2. Variations spatiales

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

Les valeurs maximales de M.E.S. sont relevées mi-avril et mi-novembre au PK 67, mi-avril au PK52, mi-octobre et mi- novembre au PK 30 :

au PK 67 : 0,735 g/l en surface et 8,500 g/l au fond  
 au PK 52 : 1,400 g/l en surface et 6.200 g/l au fond  
 au PK 30 : 1,800 g/l en surface et 4.580 g/l au fond

Les valeurs minimales de M.E.S. sont relevées en octobre au PK 67, en juin et octobre au PK 52, en mai au PK 30 :

au PK 67 : 0,025 g/l en surface et 0,059 g/l au fond  
 au PK 52 : 0,074 g/l en surface et 0,232 g/l au fond  
 au PK 30 : 0,069 g/l en surface et 0,096 g/l au fond

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

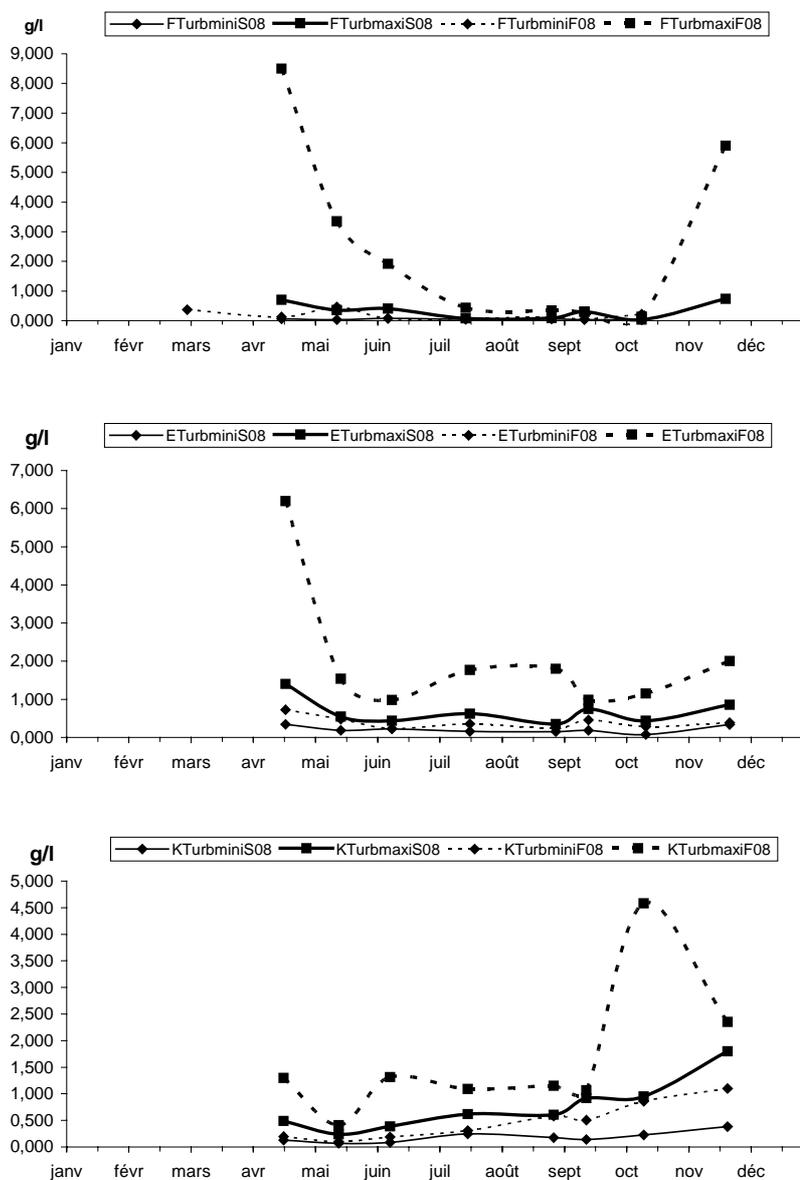
Les écarts maxima des MES., sur la tranche d'eau, au même point, ont évolué :

**au Point F** : de 0,101 g/l (09 octobre) à 7.800 g/l (16 avril)  
**au Point E** : de 0,546 g/l (09 juin) à 5.640 g/l (18 avril)  
**au Point K**: de 0,256 g/l (14 mai) à 3.725 g/l (10 oct.)

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

**au Point F** : de 0,025 g/l (09 octobre) à 8.500 g/l (16 avril.)  
**au Point E** : de 0,074 g/l (11 octobre) à 6.200 g/l (18 avril)  
**au Point K** : de 0,069 g/l (14 mai.) à 4,580 g/l (10 octobre)

Par rapport à 2007, les valeurs des concentrations de 2008 sont en moyenne inférieures. Tout au long de l'année et sur toute la verticale, les valeurs en M.E.S. sont très faibles. Les crues du début de l'année mai et juin, 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 2008**

**Tableau 4-11 : Maximum et minimum des MES observés au cours des années 1978 à 2008**

Point E -PK 52- SURFACE

Année	g/l	Date	Débits (*)	Coefficients	Vitesses max de courant (cm.s <sup>-1</sup> )	
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
2008	mini	0,074	11-oct	242	51	Etale PM
	maxi	1,400	18-avr	1399	69	117

(\*) Moyenne des 10 jours précédents.

**Tableau 4-12 : Maximum et minimum des MES observés au cours des années 1978 à 2008**

Point E-PK 52 FOND

Année		g/l	Date	Débits (*)	Coefficients	Vitesses max de courant (cm.s <sup>-1</sup> )
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
2008	mini.	0,232	09-juin	2231	73-58	Etale BM
	maxi.	6,200	18-avr	1399	69	-117

(\*) 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 (07 juin.) et 0,70 ml/l (16 avril)  
au fond entre 0,14 ml/l (07 juin) et 0,71 ml/l (13 mai)

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

en surface entre 0,12 ml/l (21 nov.) et 0,58 ml/l (11 oct)  
au fond entre 0,06 ml/l (18 avril.) et 0,64 ml/l (11 oct)

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

en surface entre 0,17 ml/l (17 avril) et 0,95 ml/l (27 août)  
au fond entre 0,14 ml/l (17 avril) et 0,84 ml/l (27 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 : 0,37 ml/l (6,75 %) le 11 sept et 1,02 ml/l (15,69 %) le 13 mai.  
au fond : 0,31 ml/l (5,64 %) le 11 sept et 1,04 ml/l (16,00 %) le 07 juin.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées :

le 16 avril en surface : 6,60 ml/l (90.40 %) (Qfl : 1347 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 58-64)  
le 16 avril au fond : 6,61 ml/l (91.21 %) (Qfl : 1347 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 58-64)

Les déficits moyens correspondants:

en surface : 0,70 ml/l (9.60 %)  
au fond : 0,64 ml/l (8.79 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 26 août en surface : 4,92 ml/l (86.31%) (Qfl : 237 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 42-44)  
le 26 août au fond : 4,93 ml/l (87.08 %) (Qfl : 237 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 42-44)

Les déficits moyens correspondants :

en surface : 0,78 ml/l (13,69%)  
au fond : 0,73 ml/l (12,92 %)

Les déficits minimum de l'année ont été relevés :

le 15 juillet en surface : 0,23 ml/l (4.03%) (Qfl : 488 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 47-51)

le 15 juillet au fond : 0,23 ml/l (4.03 %) (Qfl : 488 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 47-51)

le 11 sept au fond : 0,23 ml/l (4.15 %) (Qfl : 243 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 38-45)

le 09 oct au fond : 0,23 ml/l (3.76 %) (Qfl : 238 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 26-30)

Les déficits maximum ont été relevés :

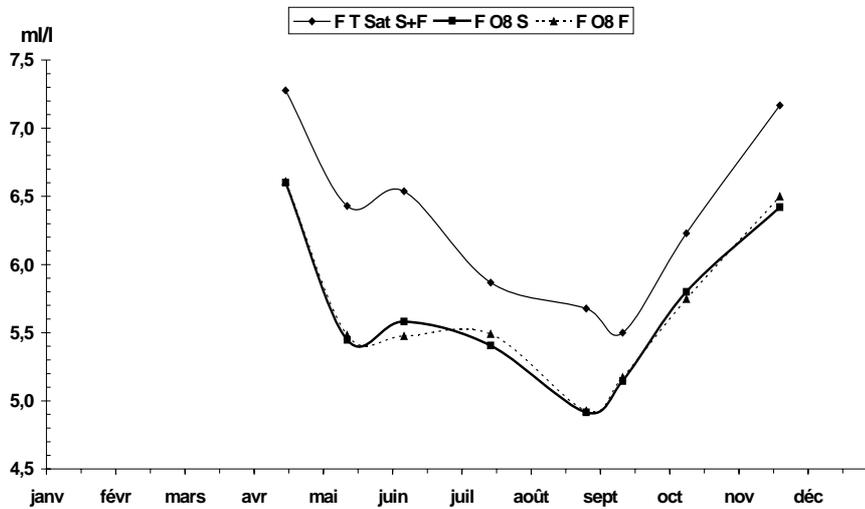
le 13 mai en surface : 1,34 ml/l (20.31 %) (Qfl : 1128 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 48-48)

le 13 mai au fond : 1,32 ml/l (20.07 %) (Qfl : 1128 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 48-48)

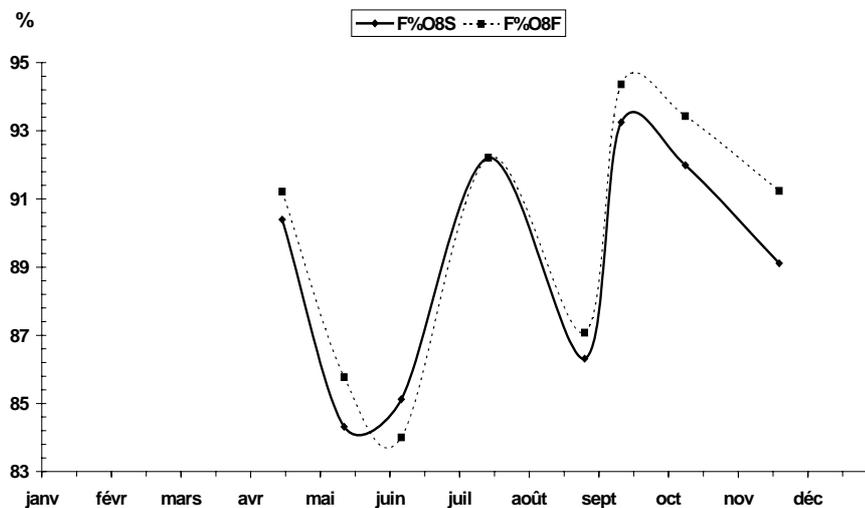
Les valeurs moyennes de l'année 2007 au point F évoluaient autour de 91,24 % du taux de saturation (5,76 ml/l). En 2008 les valeurs moyennes évoluent autour de 89,37% (5,67 ml/l). Le déficit moyen annuel est évalué à 0,68 ml/l (10,63 %) alors qu'en 2007, il était évalué à 0,55 ml/l (8,76 %). (Tableaux 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 2008															
DATES		TAUX DE SATURATION		MOY DE LA MAREE				DEFICIT				ECART MAXI TRANCHE D'EAU		Qfl: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents)	
		ml/l	%	ml/l	%	Moyen	%	Minimum	%	Maximum	%	ml/l	%		COEFFICIENT
16-avr	S	7,31	90,40	6,60	90,40	0,70	9,60%	0,39	5,27%	1,09	14,61%	0,11	4,39	58-64	1347
	F	7,25	91,21	6,61	91,21	0,64	8,79%	0,35	4,74%	0,99	13,37%				
13-mai	S	6,46	84,31	5,45	84,31	1,02	15,69%	0,86	13,58%	1,34	20,31%	0,21	3,89	48-48	1128
	F	6,40	85,77	5,48	85,77	0,91	14,23%	0,61	9,73%	1,32	20,07%				
07-juin	S	6,56	85,12	5,58	85,12	0,98	14,88%	0,88	13,31%	1,05	15,96%	0,27	3,82	91-87	2391
	F	6,52	84,00	5,48	84,00	1,04	16,00%	0,99	15,25%	1,13	17,14%				
15-juil	S	5,87	92,21	5,41	92,21	0,46	7,79%	0,23	4,03%	0,79	13,29%	0,07	1,13	47-51	488
	F	5,87	92,21	5,41	92,21	0,46	7,79%	0,23	4,03%	0,73	12,16%				
26-août	S	5,70	86,31	4,92	86,31	0,78	13,69%	0,65	11,83%	0,96	16,54%	0,13	2,32	42-44	237
	F	5,66	87,08	4,93	87,08	0,73	12,92%	0,66	11,91%	0,82	14,22%				
11-sept	S	5,52	93,25	5,14	93,25	0,37	6,75%	0,24	4,39%	0,46	8,22%	0,09	2,32	38-45	243
	F	5,48	94,36	5,17	94,36	0,31	5,64%	0,23	4,15%	0,41	7,39%				
09-oct	S	6,31	91,99	5,80	91,99	0,51	8,01%	0,38	6,04%	0,66	10,40%	0,11	2,28	26-30	238
	F	6,15	93,43	5,75	93,43	0,41	6,57%	0,23	3,76%	0,56	9,04%				
19-nov	S	7,26	90,02	6,40	90,02	0,86	11,83%	0,62	8,87%	1,03	14,01%	0,11	2,60	59-55	674
	F	7,26	90,02	6,54	90,02	0,72	9,98%	0,45	6,48%	0,96	13,09%				
Moyennes	S	6,37	88,97	5,66	88,97	0,71	11,03%	0,53	8,42%	0,92	14,17%				
	F	6,32	89,76	5,67	89,76	0,65	10,24%	0,47	7,51%	0,87	13,31%				
	G	6,35	89,37	5,67	89,37	0,68	10,63%	0,50	7,96%	0,89	13,74%				
min Surf		5,52	84,31	4,92	84,31	0,37	6,75%	0,23	4,03%	0,46	8,22%	0,07			
min Fond		5,48	85,77	4,93	84,00	0,31	5,64%	0,23	3,76%	0,41	7,39%				
max Surf		7,31	93,25	6,60	93,25	1,02	15,69%	0,88	13,58%	1,34	20,31%	0,27			
max Fond		7,26	94,36	6,61	94,36	1,04	16,00%	0,99	15,25%	1,32	20,07%				



**Figure 4-27 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml.l<sup>-1</sup> au Point F (PK 67) en 2008**



**Figure 4-28 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % au Point F (PK 67) en 2008**

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

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

en surface : 0,52 ml/l (7.21 %) le 18 avril et 1.59 ml/l (20.30 %) le 21 novembre.

au fond : 0,45 ml/l (7.00 %) le 11 octobre et 1.46 ml/l (18.71 %) le 21 novembre.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées

le 18 avril. en surface : 6,65 ml/l (92,79 %) (Qfl : 1399 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 69)

le 18 avril. au fond : 6,63 ml/l (92,23 %) (Qfl : 1399 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 69)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de:

en surface : 0,52 ml/l (7,21 %)

au fond : 0,56 ml/l (7,77 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 28 août. en surface : 4,89 ml/l (84,63 %) (Qfl : 237 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 63-71)

le 28 août au fond : 4,99 ml/l (85,85 %) (Qfl : 237 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 63-71)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 0,89ml/l (15,37 %)

au fond : 0,83 ml/l (14,15 %)

Les déficits minimum de l'année ont été observés :

le 11 oct. en surface : 0,28 ml/l (4,62 %) (Qfl : 242 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 51)

le 11 oct. au fond : 0,17 ml/l (2,65 %) (Qfl : 242 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 51)

Les déficits maximum ont été relevés :

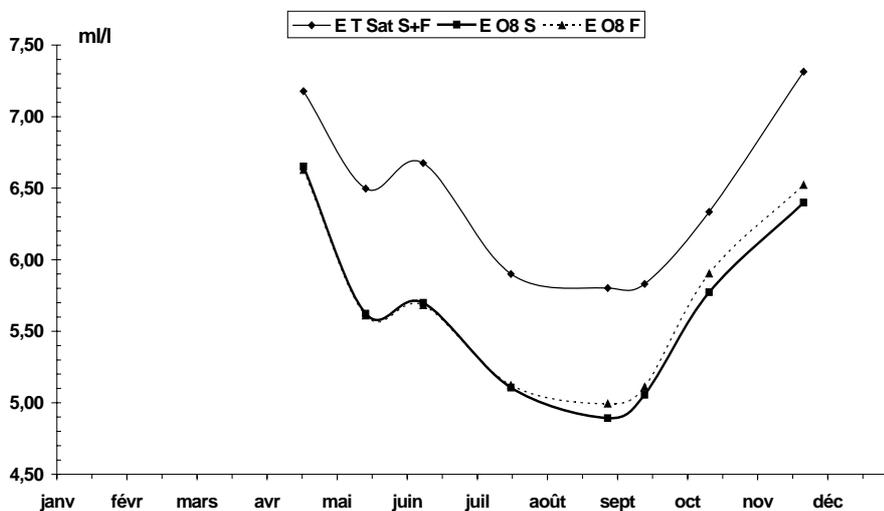
le 28 août en surface : 1,23 ml/l (20,69 %) (Qfl : 237 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 63-71)

le 28 août au fond : 1,16 ml/l (19,56 %) (Qfl : 237 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - coef. 63-71)

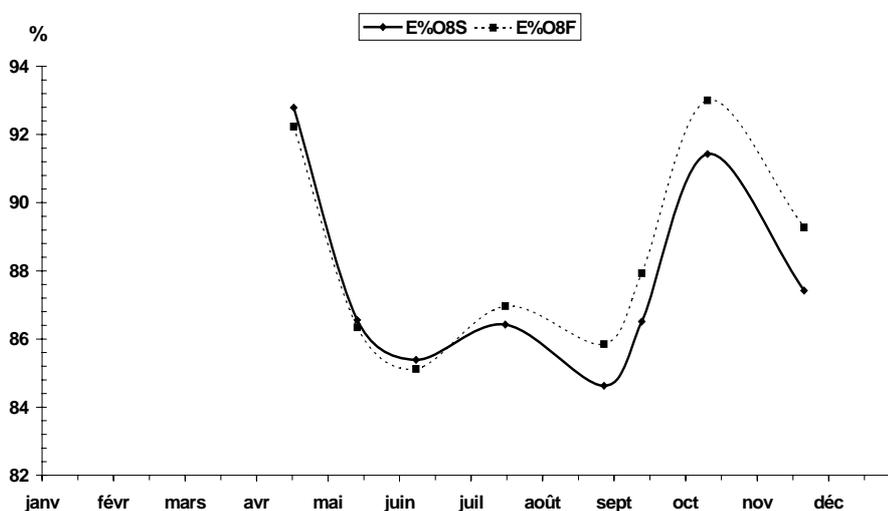
Les valeurs moyennes de l'année 2007 au point E évoluaient autour de 90,82 % du taux de saturation (5,80ml/l). En 2008 les valeurs moyennes évoluent autour de 87,01 % (5,65 ml/l). Le déficit moyen annuel est évalué à 0,85 ml/l (12,99 %) alors qu'en 2007 il était évalué à 0,59 ml/l (9,18 %) (**Tableau 4-14**).

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

VI-14 - OXYGENE DISSOUS														
POINT E PK 52														
ANNEE E 2008														
DATES		TAUX DE SATURATION ml/l	MOY DE LA MAREE		Moyen		Minimum		Maximum		ECART MAXI TRANCHE D'EAU		COEFFICIENT	Qfi: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents)
			ml/l	%	ml/l	%	ml/l	%	ml/l	%	ml/l	%		
18-avr	S	7,17	6,65	92,79	0,52	7,21%	0,38	5,39%	0,58	8,00%	0,09	2,04	69	1399
	F	7,19	6,63	92,23	0,56	7,77%	0,53	7,43%	0,58	8,13%				
15-mai	S	6,50	5,62	86,56	0,87	13,44%	0,82	12,76%	0,95	14,55%	0,11	1,65	54-57	1060
	F	6,50	5,61	86,34	0,89	13,66%	0,72	11,16%	1,00	15,31%				
09-juin	S	6,67	5,70	85,39	0,98	14,61%	0,88	13,24%	1,04	15,79%	0,04	0,54	73-58	2231
	F	6,68	5,68	85,12	0,99	14,88%	0,92	13,78%	1,06	16,11%				
17-juil	S	5,91	5,11	86,42	0,80	13,58%	0,68	11,59%	0,98	16,34%	0,07	1,29	55	472
	F	5,89	5,12	86,97	0,77	13,03%	0,68	11,59%	0,95	15,92%				
28-août	S	5,79	4,89	84,63	0,89	15,37%	0,74	13,16%	1,23	20,69%	0,27	2,54	63-71	237
	F	5,82	4,99	85,85	0,83	14,15%	0,61	10,62%	1,16	19,56%				
13-sept	S	5,85	5,06	86,51	0,79	13,49%	0,62	10,59%	1,06	17,60%	0,11	2,50	67-74	255
	F	5,81	5,11	87,93	0,70	12,07%	0,56	9,59%	0,90	15,10%				
11-oct	S	6,32	5,77	91,43	0,55	8,57%	0,28	4,62%	0,86	13,21%	0,27	2,11	51	242
	F	6,35	5,90	93,00	0,45	7,00%	0,17	2,65%	0,80	12,42%				
21-nov	S	7,81	6,23	79,70	1,59	20,30%	0,78	10,73%	0,90	12,38%	6,58	2,16	50-50	601
	F	7,80	6,34	81,29	1,46	18,71%	0,69	9,43%	0,92	12,58%				
Moyennes	S	6,50	5,63	86,68	0,87	13,32%	0,65	10,26%	0,95	14,82%				
	F	6,50	5,67	87,34	0,83	12,66%	0,61	9,53%	0,92	14,39%				
	G	6,50	5,65	87,01	0,85	12,99%	0,63	9,90%	0,94	14,61%				
min Surf		5,79	4,89	79,70	0,52	7,21%	0,28	4,62%	0,58	8,00%	0,04			
min Fond		5,81	4,99	81,29	0,45	7,00%	0,17	2,65%	0,58	8,13%				
max Surf		7,81	6,65	92,79	1,59	20,30%	0,88	13,24%	1,23	20,69%	6,58			
max Fond		7,80	6,63	93,00	1,46	18,71%	0,92	13,78%	1,16	19,56%				



**Figure 4-29 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml.l<sup>-1</sup> au Point E (PK 52) en 2008**



**Figure 4-30 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % au Point E (PK 52) en 2008**

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

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

en surface : 0,43 ml/l (5,82 %) le 17 avril et 1,46 ml/l (23,96%) le 27 août.  
 au fond : 0,37 ml/l (5,03 %) le 17 avril et 1,26 ml/l (20,74 %) le 27 août.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées

le 17 avril en surface : 6,95 ml/l (94,18 %) (Qfl :  $1376 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  - coef. 78)

le 17 avril au fond : 7,00 ml/l (94,97 %) (Qfl :  $1376 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  - coef. 78)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de:

en surface : 0,43ml/l (5,82 %)

au fond : 0,37 ml/l (5,03 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 27 août. en surface : 4,61 ml/l (76,04 %) (Qfl :  $237 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  - coef. 48-55)

le 27 août. au fond : 4,80 ml/l (79,26 %) (Qfl :  $237 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  - coef. 48-55)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 1,46 ml/l (23,96 %)

au fond : 1,26 ml/l (20.74%)

Les déficits minimum de l'année ont été observés :

le 08 juin en surface : 0,30 ml/l (4,43 %) (Qfl :  $1090 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  - coef. 49-51)

le 17 avril au fond : 0,27 ml/l (3,68 %) (Qfl :  $1376 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  - coef. 78)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 27 août. en surface : 2,13 ml/l (34,71 %) (Qfl :  $237 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  - coef. 48-55)

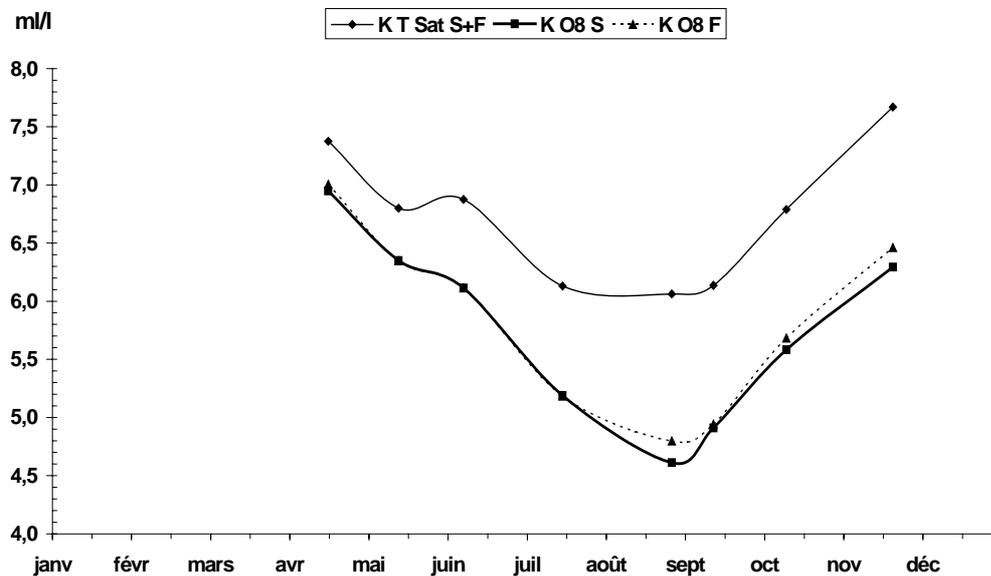
le 27 août. au fond : 1,85 ml/l (30,22 %) (Qfl :  $237 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  - coef. 48-55)

Les valeurs moyennes de l'année 2007 au point K évoluaient autour de 85,50 % du taux de saturation (5,68 ml/l). En 2008 les valeurs moyennes évoluent autour de 85,24 % (5,74 ml/l). Le déficit moyen annuel est évalué à 0,97 ml/l (14,76 %) alors qu'en 2007 il était évalué à 0,96 ml/l (14,50 %). (**Tableaux 4-15 et 4-17**)

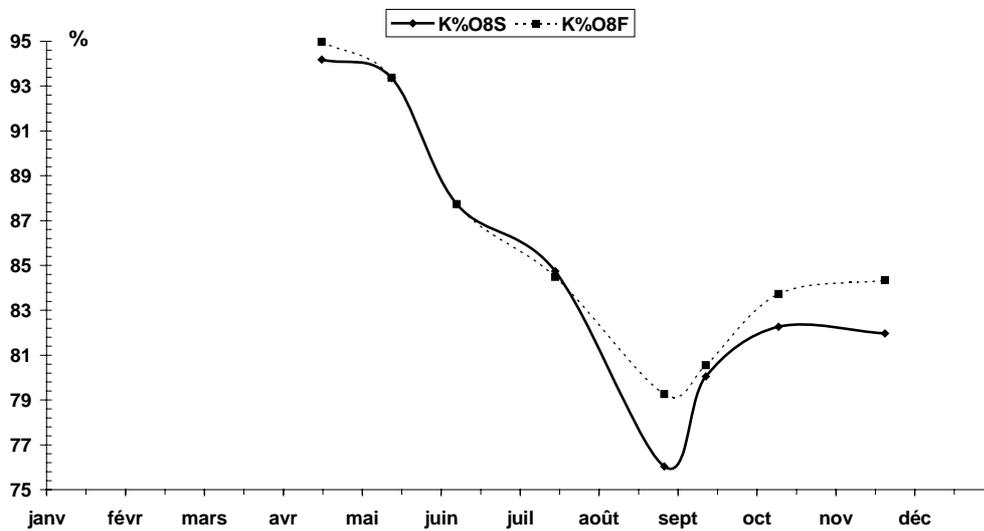
La comparaison des années 2007 et 2008, dites sèches, met en évidence des oxygénations relativement élevées, car le bouchon vaseux se situe plus en amont que les années précédentes.

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

VI-15 - OXYGENE DISSOUS														
POINT K PK 30														
ANNEE K 2008														
DATES		TAUX DE SATURATION ml/l	MOY DE LA MAREE		Moyen		DEFICIT Minimum		Maximum		ECART MAXI TRANCHE D'EAU		COEFFICIENT	Qfl: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents)
			ml/l	%	ml/l	%	ml/l	%	ml/l	%	ml/l	%		
17-avr	S	7,38	6,95	94,18	0,43	5,82%	0,35	4,69%	0,52	7,05%	0,09	1,42	78	1376
	F	7,37	7,00	94,97	0,37	5,03%	0,27	3,68%	0,41	5,63%				
14-mai	S	6,80	6,35	93,36	0,45	6,64%	0,30	4,43%	0,70	10,37%	0,03	0,29	49-51	1090
	F	6,80	6,35	93,37	0,45	6,63%	0,28	4,14%	0,70	10,37%				
08-juin	S	6,87	6,11	87,73	0,76	12,27%	0,52	7,55%	0,92	13,44%	0,00	0,00	83-78	2306
	F	6,87	6,11	87,73	0,76	12,27%	0,52	7,55%	0,92	13,44%				
16-juil	S	6,12	5,19	84,75	0,93	15,25%	0,83	13,55%	1,05	17,03%	0,02	0,51	63	480
	F	6,14	5,18	84,49	0,95	15,51%	0,86	13,97%	1,03	16,73%				
27-août	S	6,07	4,61	76,04	1,46	23,96%	1,18	19,42%	2,13	34,71%	0,27	5,02	48-55	237
	F	6,06	4,80	79,26	1,26	20,74%	1,01	16,94%	1,85	30,22%				
12-sept	S	6,13	4,91	80,05	1,22	19,95%	1,09	17,80%	1,48	23,95%	0,09	1,47	52-60	249
	F	6,14	4,94	80,56	1,19	19,44%	1,02	16,69%	1,50	24,13%				
10-oct	S	6,79	5,58	82,27	1,21	17,73%	0,99	14,92%	1,60	23,12%	0,13	2,16	37-44	240
	F	6,79	5,68	83,72	1,11	16,28%	0,93	14,01%	1,51	21,83%				
20-nov	S	7,68	6,29	81,97	1,39	18,03%	1,20	15,65%	1,37	18,06%	6,52	4,11	52-50	622
	F	7,66	6,46	84,35	1,20	15,65%	1,05	13,95%	1,39	18,03%				
Moyennes	S	6,71	5,70	84,66	1,01	15,34%	0,85	12,92%	1,26	19,18%				
	F	6,71	5,77	85,82	0,93	14,18%	0,78	11,91%	1,20	18,14%				
	G	6,71	5,74	85,24	0,97	14,76%	0,81	12,42%	1,23	18,66%				
min Surf		6,07	4,61	76,04	0,43	5,82%	0,30	4,43%	0,52	7,05%	0,00			
min Fond		6,06	4,80	79,26	0,37	5,03%	0,27	3,68%	0,41	5,63%				
max Surf		7,68	6,95	94,18	1,46	23,96%	1,20	19,42%	2,13	34,71%	6,52			
max Fond		7,66	7,00	94,97	1,26	20,74%	1,05	16,94%	1,85	30,22%				



**Figure 4-31 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml.l<sup>-1</sup> au Point K (PK 30) en 2008**



**Figure 4-32 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % au Point K (PK 30) en 2008**

## 4.5.1.3. Variations pluriannuelles

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

	ANNEE	Nombre de valeurs	Moyenne des déficits annuels : m/l/l	Intervalle de confiance	n-1
<b>Point F</b>	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	0,415	0,0650	0,311
	2008	64	0,670	0,0600	0,285
<b>Point E</b>	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	
2008	64	0,768	0,0445	0,211	

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
<b>Point J</b>	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
<b>Point K</b>	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	
2008	64	0,946	0,0847	0,402	

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 2008 est de :

En surface :

Au Point F :

5,66 ml/l (88,97 %) pour une valeur de saturation de 6,37 ml/l, d'où un déficit de 0,71 ml/l (11,03 %).

Au Point E :

5,63 ml/l (86,68 %) pour une valeur de saturation de 6,50 ml/l, d'où un déficit de 0,87 ml/l (13,32 %)

Au Point K :

5,70 ml/l (84,66 %) pour une valeur de saturation de 6,71 ml/l, d'où un déficit de 1,01 ml/l (15,34%).

Au fond :

Au point F :

5,67 ml/l (89,76 %) pour une valeur de saturation de 6,32 ml/l, d'où un déficit de 0,65 ml/l (10,24 %)

Au point E :

5,67 ml/l (87,34 %) pour une valeur de saturation de 6,50 ml/l, d'où un déficit de 0,83 ml/l (12,66 %)

Au Point K :

5,77 ml/l (85,82 %) pour une valeur de saturation de 6,71 ml/l, d'où un déficit de 0,93 ml/l (14,18 %)

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

Au Point F :

entre 0,37 ml/l (6,75 %) le 11 sept et 1,04 ml/l (16,00 %) le 07 juin.

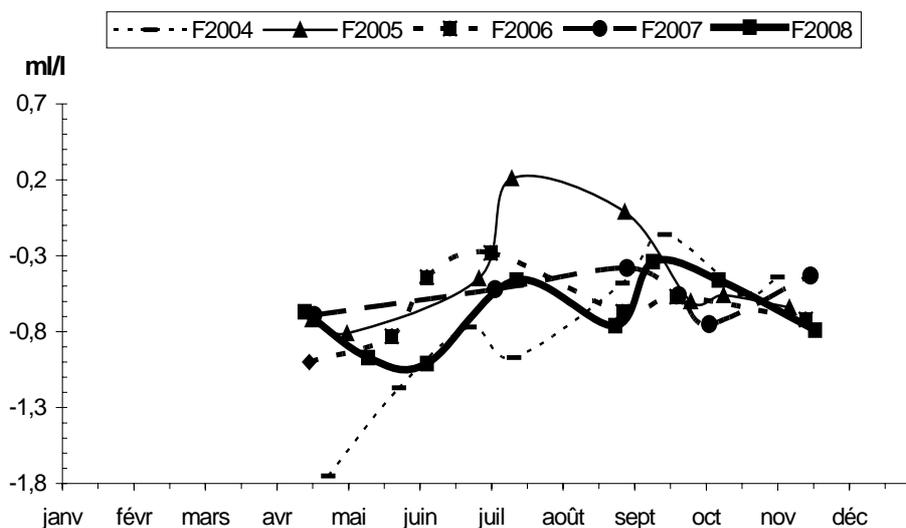
Au Point E :

entre 0,52 ml/l (7,21 %) le 18 avril. et 1,46 ml/l (18,71 %) le 21 novembre.

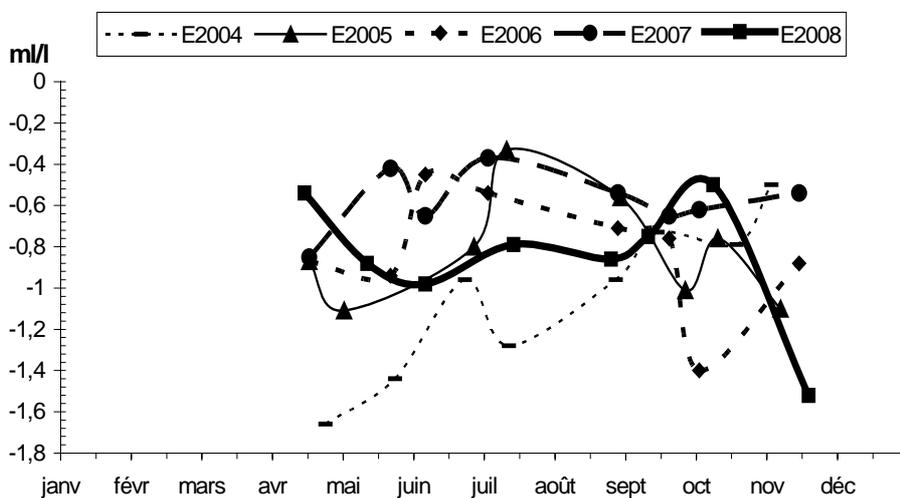
Au Point K :

entre 0,43 ml/l (5,82 %) le 17 avril et 1,26 ml/l (20,74 %) le 27 août.

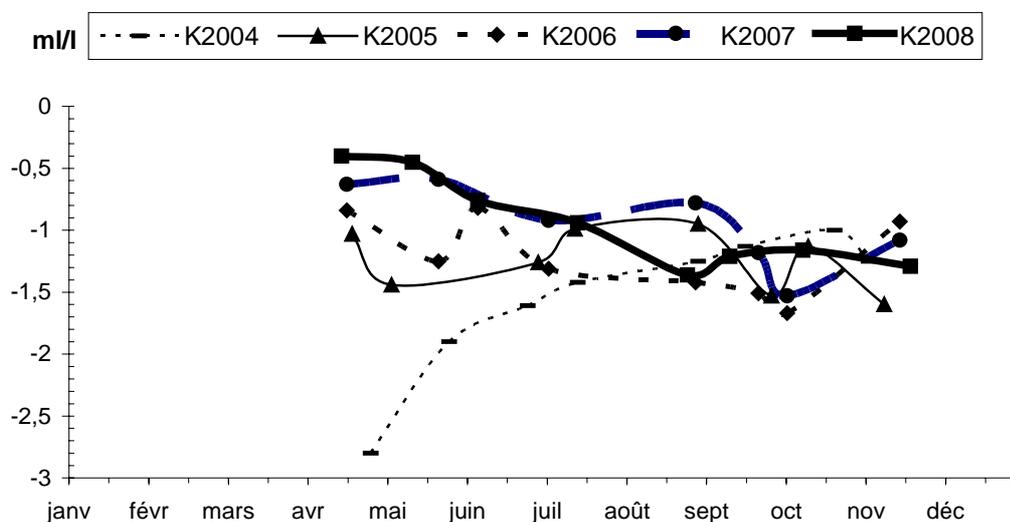
Pour l'année 2008 la comparaison des déficits aux trois points est représentée sur la **Figure 4-36**.



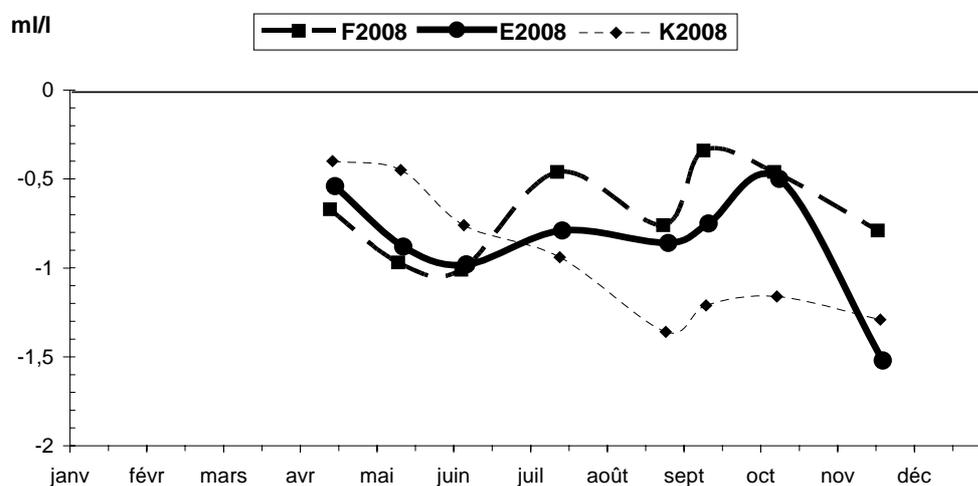
**Figure 4-33 : Variations annuelles du déficit en oxygène dissous au point F (PK 67) (valeurs moyennes) de 2003 à 2008**



**Figure 4-34 : Variations annuelles du déficit en oxygène dissous au point E (PK 52) (valeurs moyennes) de 2003 à 2008**



**Figure 4-35 : Variations annuelles du déficit en oxygène dissous au point K (PK 30) (valeurs moyennes) de 2003 à 2008**



**Figure 4-36 : Variations du déficit en oxygène dissous au point F, E, et K (valeurs moyennes) en 2008**

#### 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 0,07 ml/l (1,13 %) le 15 juillet et 0,27 ml/l (3,82 %) le 07 juin. Cette dernière valeur a été observée à mi-jusant et correspond à des eaux ayant une température de 18,19° C en surface et 18.19° C au fond, et de turbidité : 0,408 g/l en surface et 1,918 g/l au fond.

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

Entre 0,04 ml/l (0,54 %) le 09 juin et 0,27 ml/l (2,54 %) le 28 août. Cette dernière valeur a été observée à la pleine mer et correspond à des eaux ayant une température de 23,90° C en surface et 22,44°C au fond, et de turbidité : 0,155 g/l en surface et 0,242 g/l au fond.

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

Entre 0,00 ml/l (0,00 %) le 08 juin et 0,27 ml/l (5,02 %) le 27 août et le 20 novembre. Cette dernière valeur a été observée à la pleine mer et correspond à des eaux ayant une température de 11,75° C en surface et 11,99°C au fond, et de turbidité : 0,385 g/l en surface et 1,450 g/l au fond.

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

#### 4.6. Mesure électrochimique du pH

##### 4.6.1. Variations annuelles

Le pH moyen relevé au cours de l'année 2008 a évolué :

##### **Au point F (Figure 4-37)**

en surface entre 7,93 (19 novembre) et 8,22 (11 septembre)

au fond entre 7,90 (19 novembre) et 8,13 (26 août)

##### **Au point E (Figure 4-37)**

en surface entre 7,91 (21 novembre) et 8,29 (13 septembre)

au fond entre 7,87 (21 novembre) et 8,24 (13 septembre)

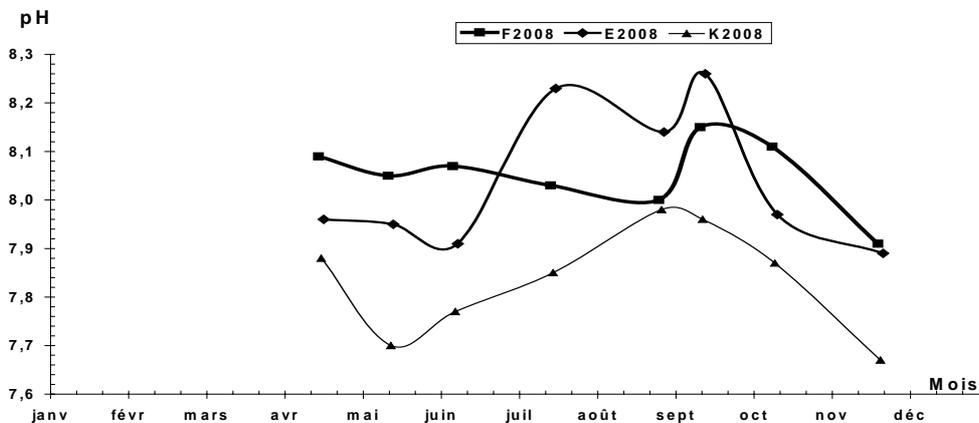
##### **Au point K (Figure 4-37)**

en surface entre 7,77 (14 mai) et 7,94 (27 août)

au fond entre 7,63 (14 mai) et 8,01 (27 août)

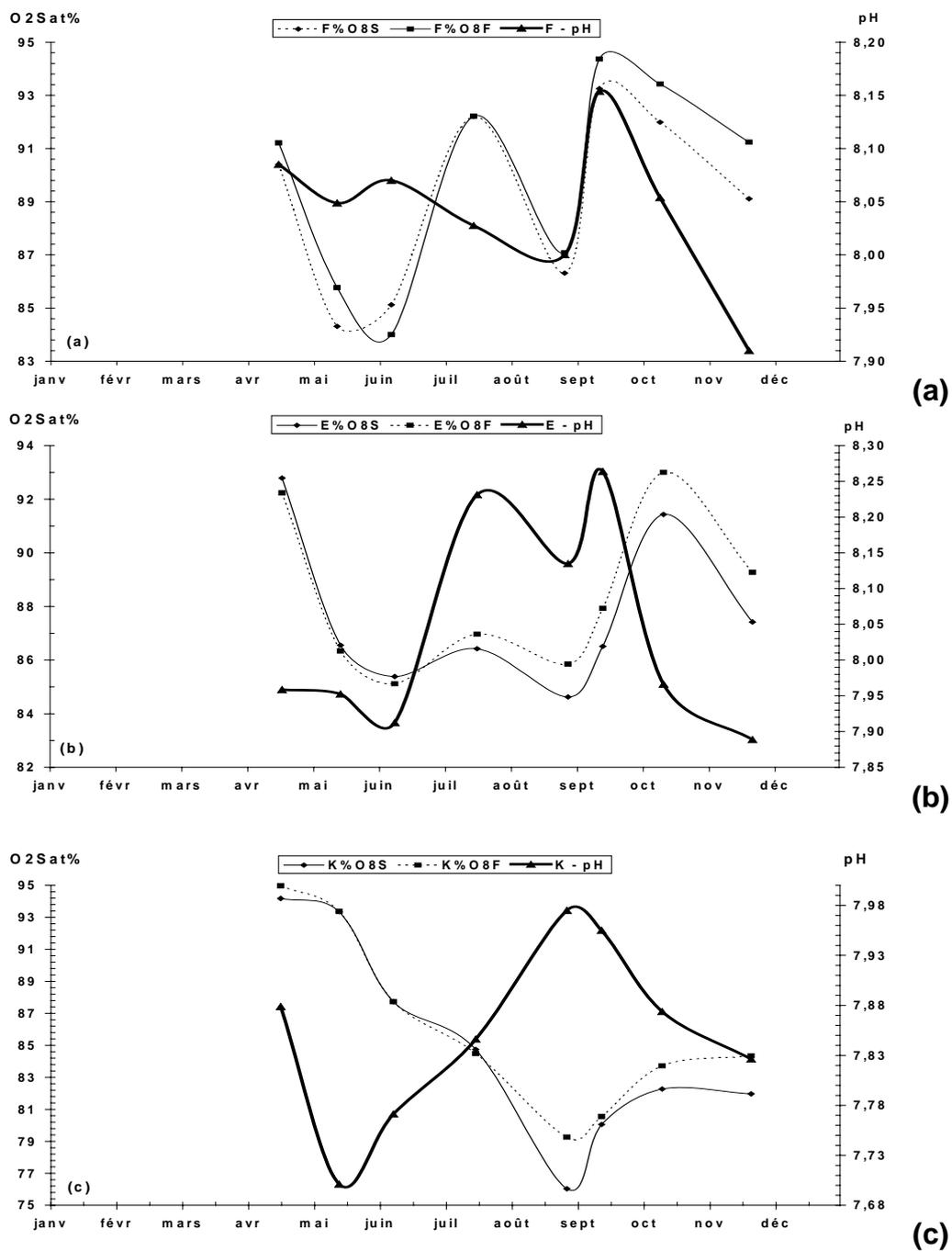
Ces valeurs varient très peu sur la tranche d'eau.

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



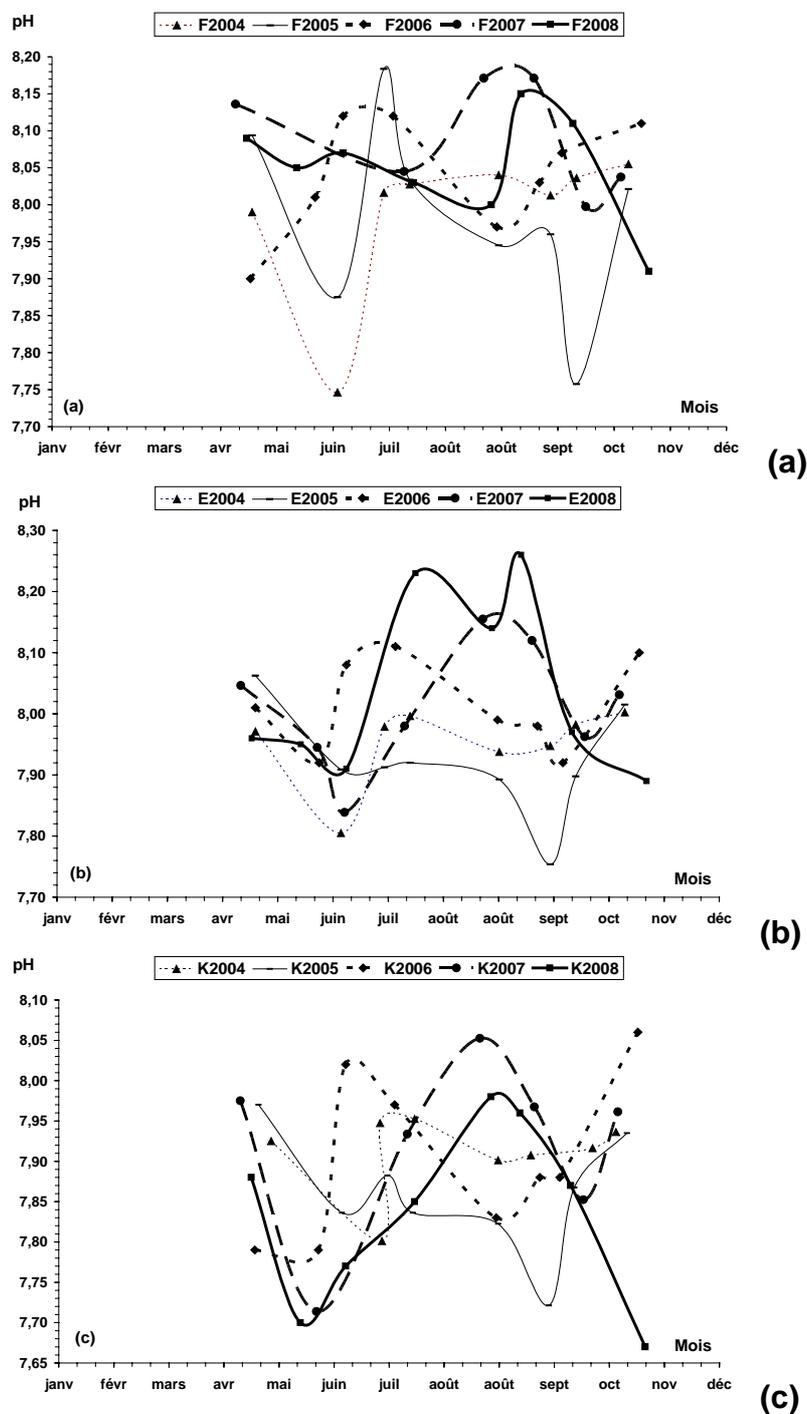
**Figure 4-37 : Evolution du pH moyen (fond+surface) aux points F E K en 2008**

La **Figure 4-38** montre l'évolution taux de saturation en oxygène dissous et du pH aux stations.



**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 2008**

Si on compare les 5 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 2008**

## 5. Paramètres hydrobiologiques et contaminants chimiques

### 5.1. Carbone organique

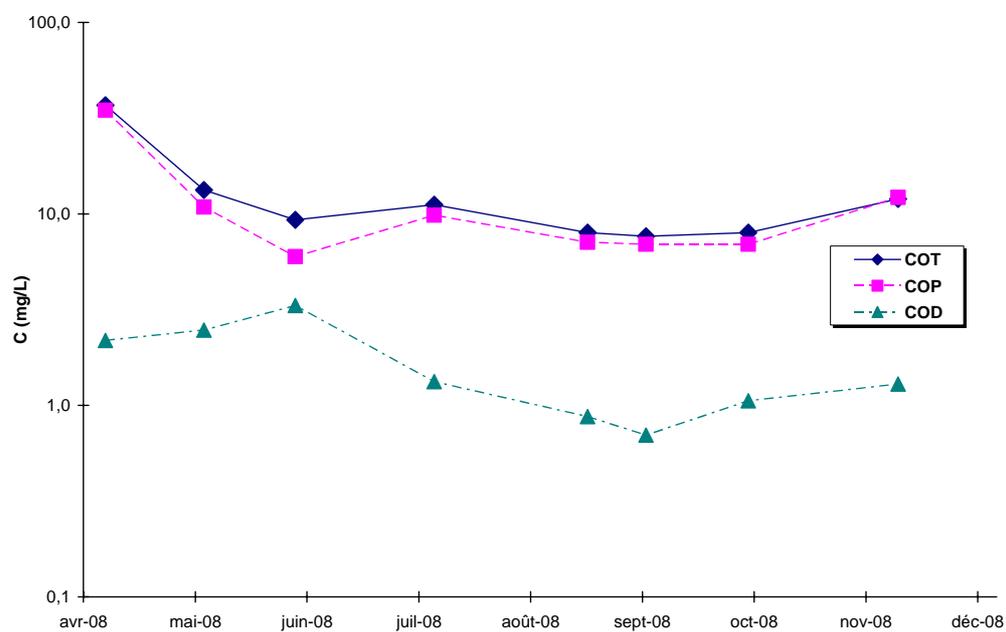
L'article 29 de l'arrêté du 18 septembre 2003 autorisant Electricité de France à poursuivre les prélèvements d'eau et les rejets d'effluents liquides et gazeux pour l'exploitation du site nucléaire du Blayais, prévoit la quantification du carbone organique particulaire, tel que réalisé depuis 1992, et celle du carbone organique total. Compte tenu de la nature limoneuse des eaux de l'estuaire de la Gironde, il a été décidé<sup>21</sup> de réaliser le dosage du carbone organique dissous ; la teneur en carbone organique total est alors obtenue par sommation des fractions particulaires et dissoutes.

#### 5.1.1. Variations saisonnières

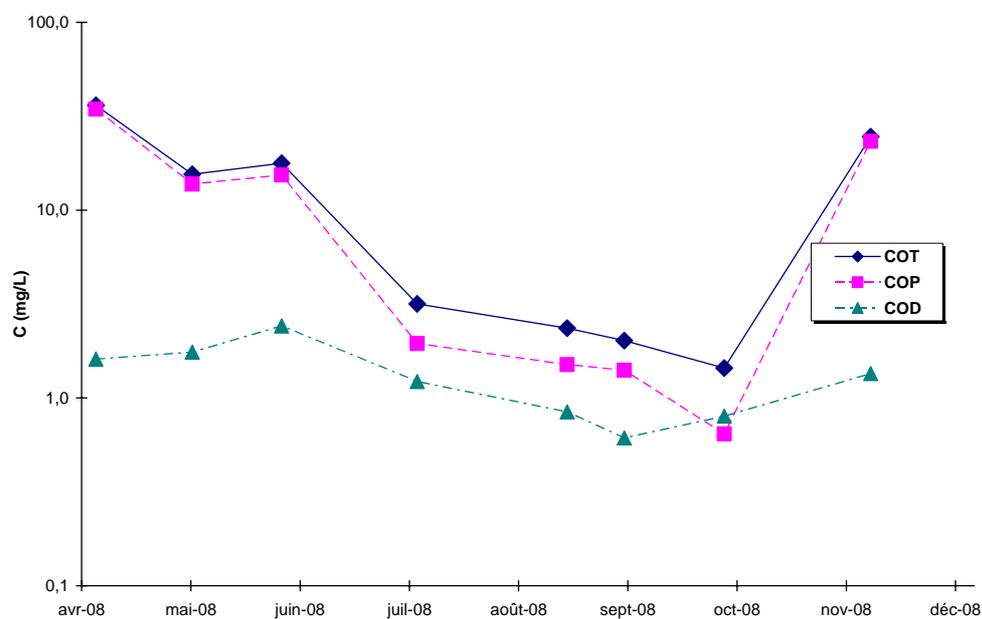
Compte tenu de la forte turbidité des eaux de la Gironde, par rapport à un milieu océanique ou fluvial, les concentrations en carbone organique total sont majoritairement très proches de celles du carbone organique particulaire pour la station E (**Figures 5-1 et 5-3**). En revanche, pour la station F, à partir du mois de juin, les teneurs en COP diminuent de façon significative jusqu'en octobre. Pour la station K, les concentrations en COP montrent la tendance inverse, soit une augmentation des valeurs de COP à compter du mois de juin.

---

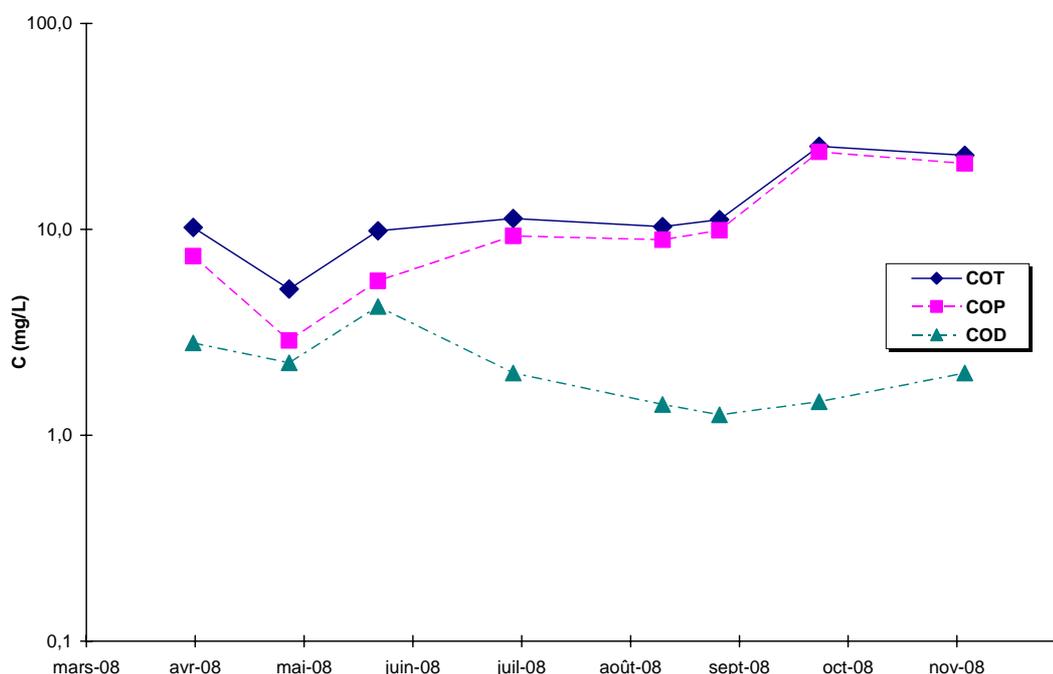
<sup>21</sup> Réunion annuelle de suivi du 18 décembre 2003 au CNPE du Blayais



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

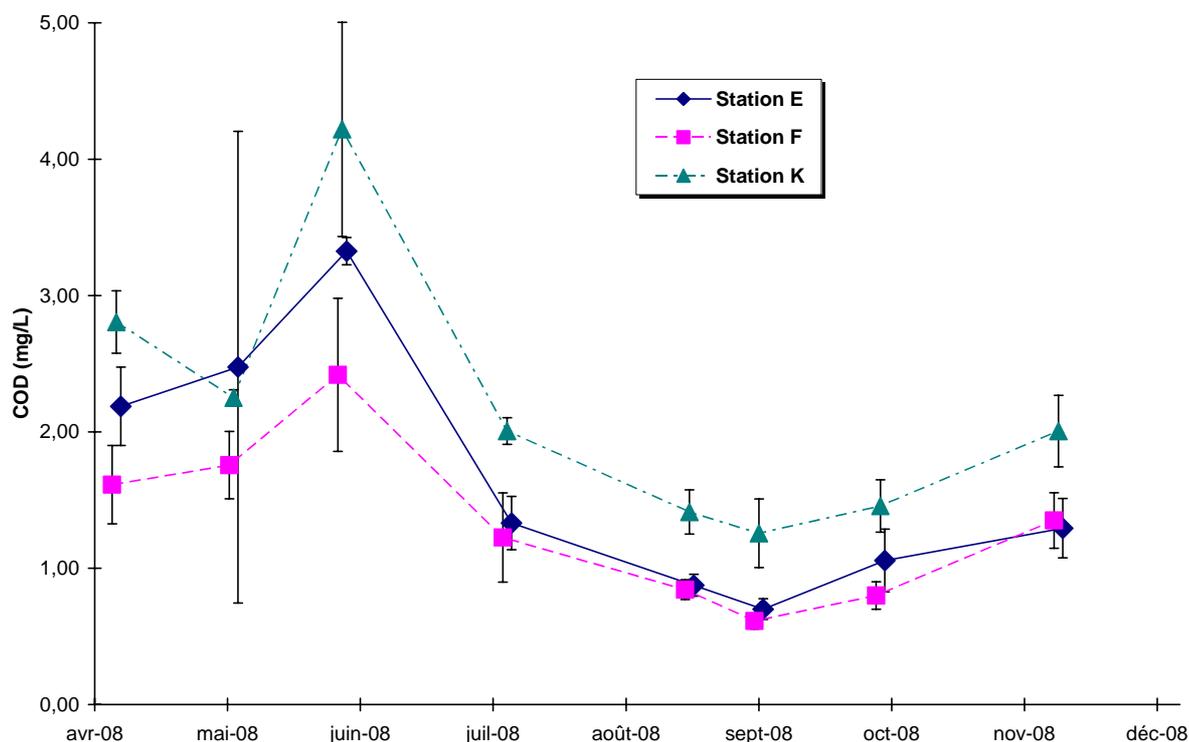


**Figure 5-2 : Variations saisonnières des teneurs en matières en suspension, moyenne par station et mission, station F**



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

La fraction dissoute, bien que comparativement plus faible présente néanmoins des variations saisonnières intéressantes. Ainsi, pour 2008, une évolution amont - aval des teneurs en carbone organique dissous se dégage de façon significative, notamment à partir de la crue printanière (**Figure 5-4**). Les teneurs les plus faibles sont enregistrées à la station aval (F) et les plus élevées en amont (station K). Comme dans de nombreux cas (cf. sels nutritifs et bore), la station E constitue une situation intermédiaire. D'autre part, les teneurs enregistrées au printemps sont globalement plus élevées par rapport à celles de 2007.

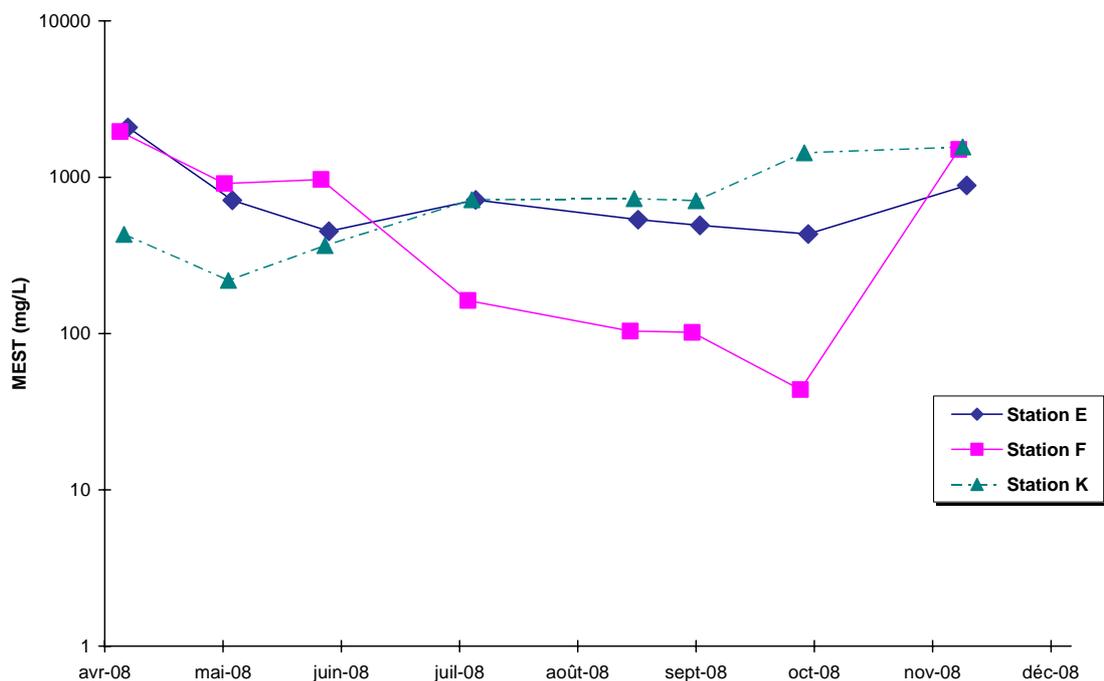


**Figure 5-4 : Variations saisonnières des teneurs en carbone organique dissous, en moyenne par mission**

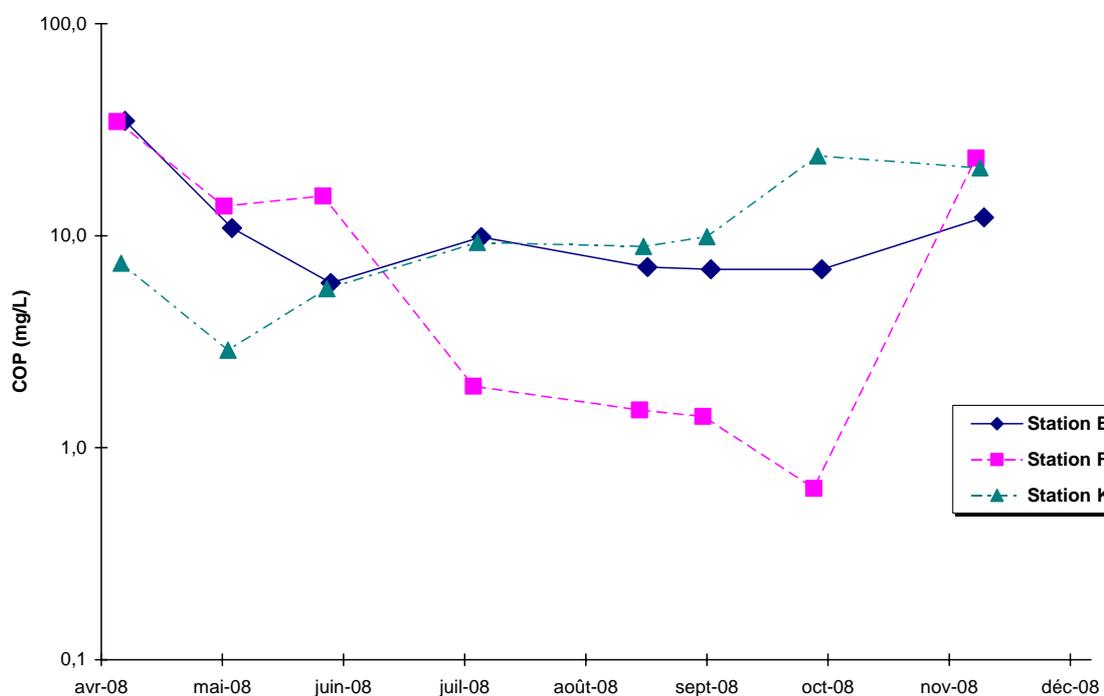
La fraction particulaire du carbone organique (COP) est étroitement liée aux matières en suspension (MES). Ainsi, pour chaque station, on note toujours une harmonisation des variations saisonnières des teneurs en MES et en COP (**Figures 5-5 et 5-6**). La répartition des concentrations en COP par rapport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

Trois périodes se distinguent nettement avec une corrélation linéaire des valeurs en MES et en COP pour les trois stations étudiées. Au printemps et au mois de novembre, les eaux présentent des concentrations plus élevées en MES et en COP pour la station F en comparaison aux deux autres stations. A partir du mois de juin, les tendances s'inversent ; les valeurs en MES et en COP diminuent vers l'aval (station F) et augmentent vers l'amont (station K).

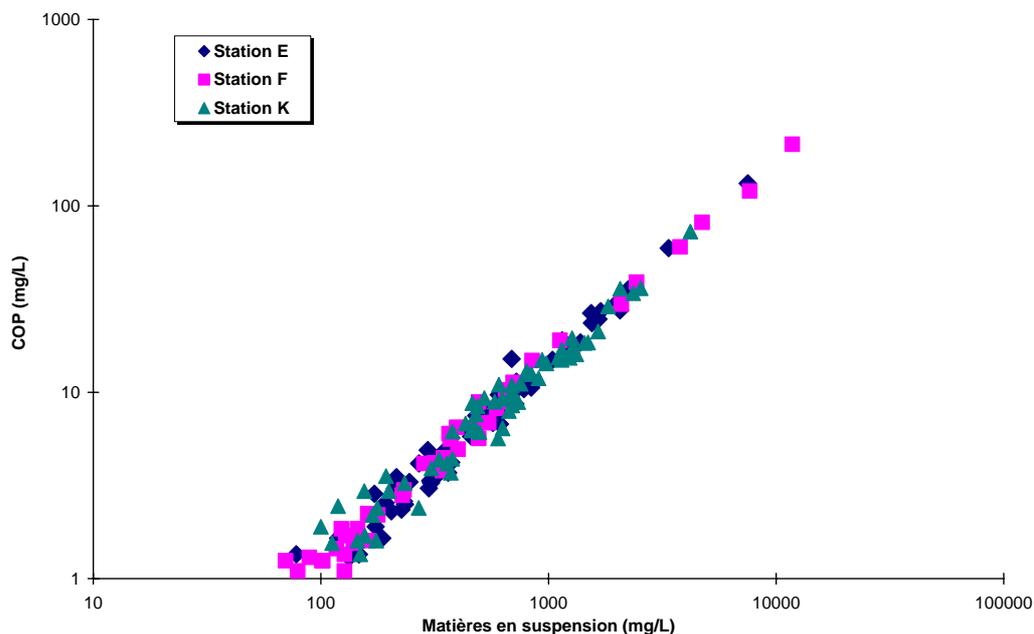
La station E présente les plus faibles variations et conserve sa situation de station de mesure intermédiaire, les plus fortes variations étant enregistrées pour la station F.



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



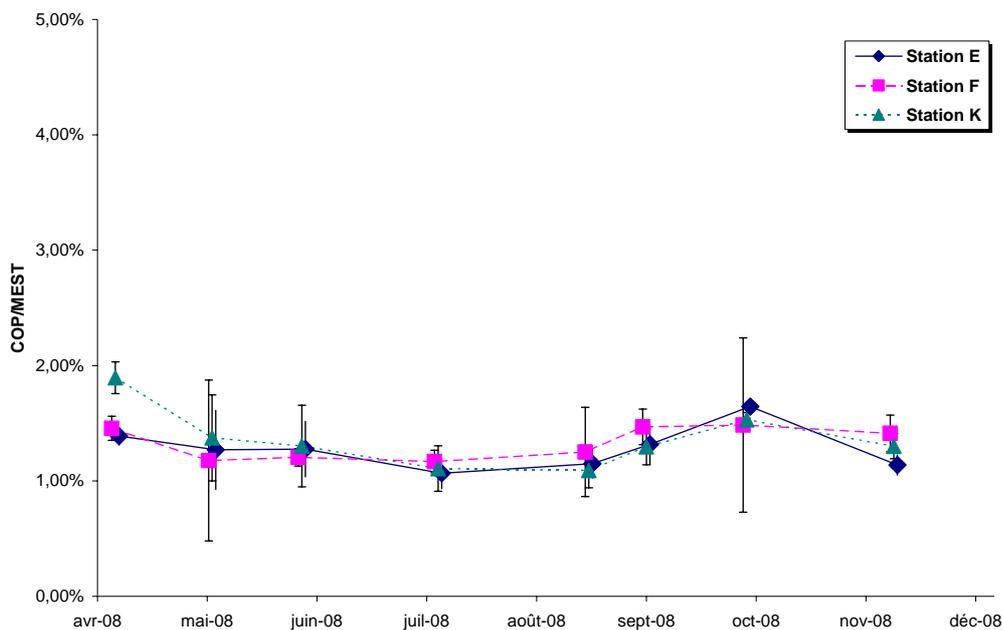
**Figure 5-6 : Variations saisonnières des teneurs en carbone organique particulaire, en moyenne par mission.**



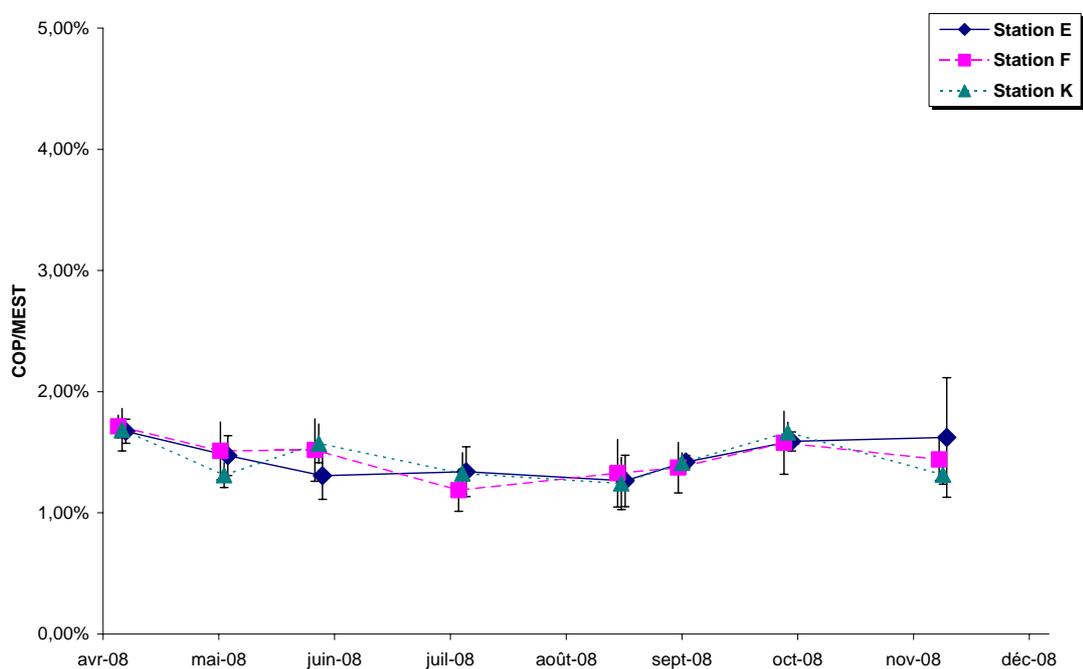
**Figure 5-7 : répartitions des teneurs en COP par rapport à celles des matières en suspension, niveaux et missions confondus par station**

D'autre part, 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) (**Figures 5-8 et 5-9**). Contrairement à 2007, toutes stations et niveaux confondus, les valeurs du ratio varient peu ; elles restent proches de la moyenne des mesures réalisées : 1,62%<sup>22</sup>.

<sup>22</sup> 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.**

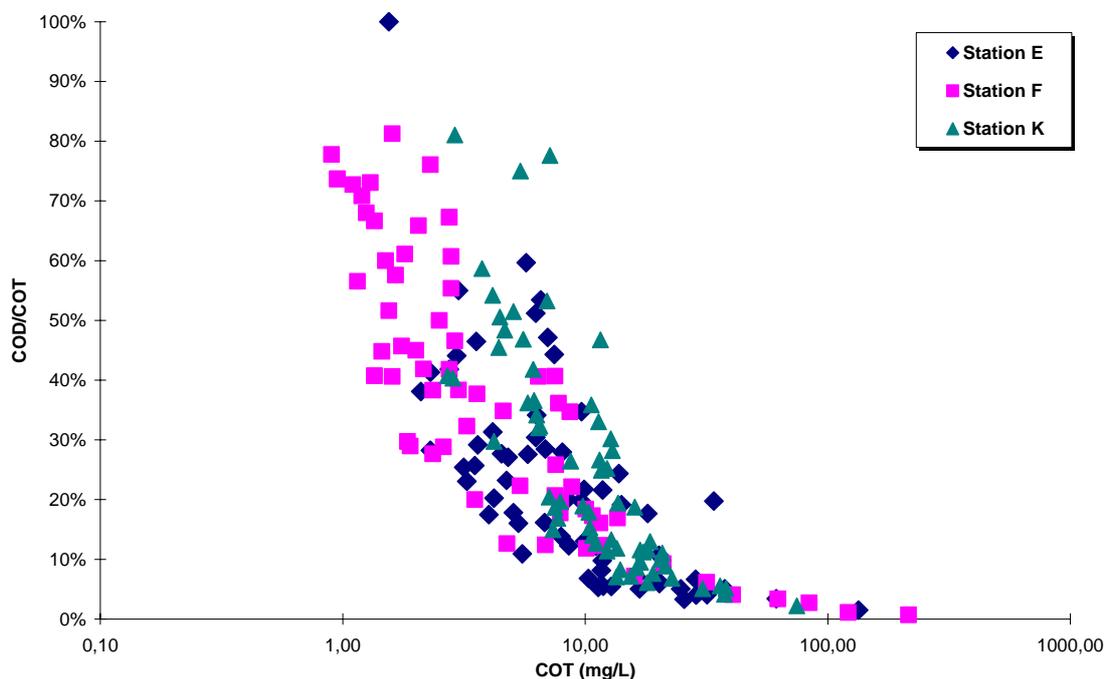


**Figure 5-9 : Variations saisonnières du rapport COP/MES au niveau du fond, en moyenne par station et mission**

## 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 un tiers 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 191 mesures réalisées en 2008, 76 d'entre elles ont une teneur en carbone organique dissous (COD) représentant plus de 30% de la teneur en COT. Comparativement en 2007, 19 mesures présentaient une teneur en carbone organique dissous représentant plus de 30% de la teneur en COT et 40 pour 183 enregistrements en 2006.

Cette année, la répartition des ratios COD/COT supérieurs à 30 % est le suivant :

- 15 pour la station E,
- 24 pour la station K (amont),
- 37 pour la station F (aval).

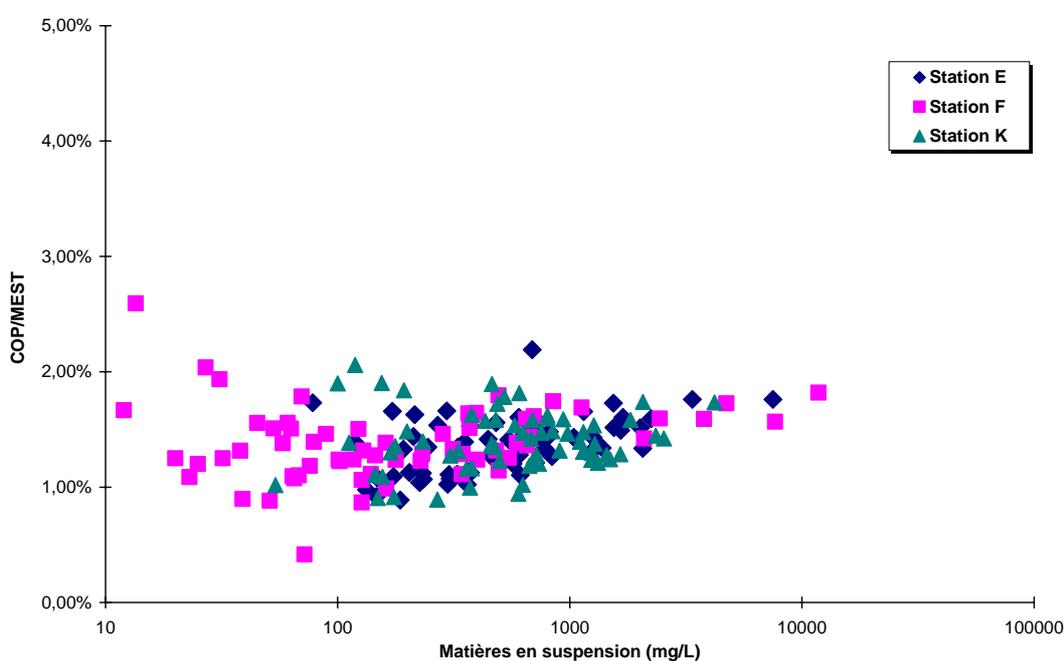
Aussi, près de la moitié des mesures de COD supérieures à 30% du COT est associée à la station aval F et majoritairement pour les points prélevés en surface.

## 5.1.2.2. Relation avec les paramètres hydro biologiques

### 5.1.2.2.1 Rapport COP/MES et matières en suspension

Cette représentation montre une constance du rapport COP/MES, proche de la valeur de référence (moyenne pluriannuelle : 1,62 %), pour les 3 stations, tous niveaux et toutes périodes confondues, indépendamment de la concentrations en MES.

Le rapport COP/MES le plus élevé est enregistré pour la station F (2,59%) (**Figure 5-11**). Seulement 4 mesures sur les 191 réalisées sont supérieures à 2%, principalement en surface et uniquement en période de pleine mer (**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)**

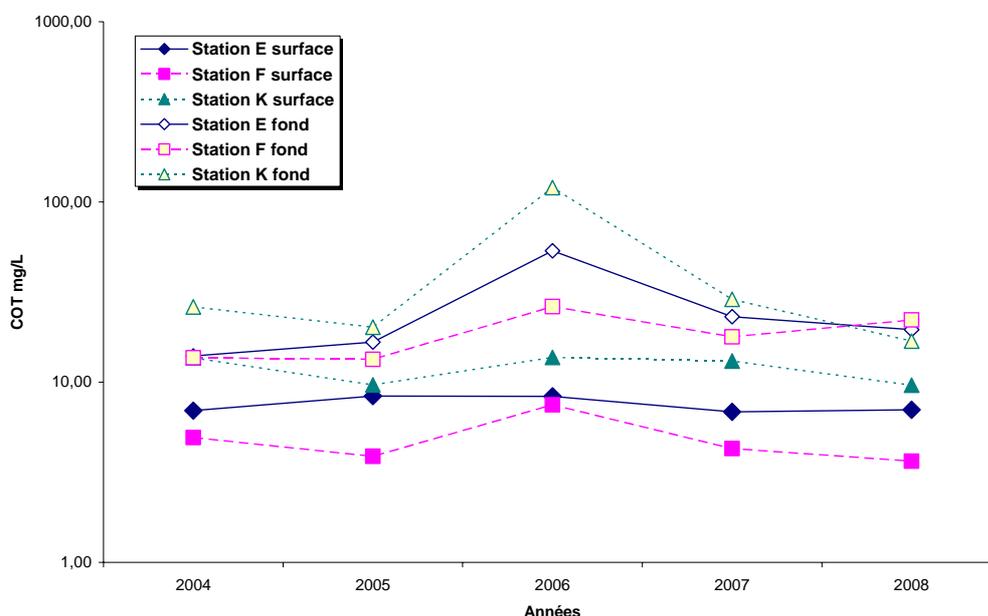
Station	Niveau	Date	COD mg/L	MES mg/l	COP mg/l	COP/MES	COT mg/L	COD/COT	Période
F	S	13-mai-08	1,75	27	0,55	<b>2,04%</b>	2,30	76%	Pleine mer
K	S	17-avr.-08	2,60	119	2,45	<b>2,06%</b>	5,05	51%	Pleine mer
E	F	21-nov-08	1,15	689	15,1	<b>2,19%</b>	16,25	7%	Pleine mer
F	S	9-oct.-08	0,85	13,5	0,35	<b>2,59%</b>	1,20	71%	Pleine mer

### 5.1.3. Evolution des moyennes annuelles

#### 5.1.3.1. Carbone organique total et dissous

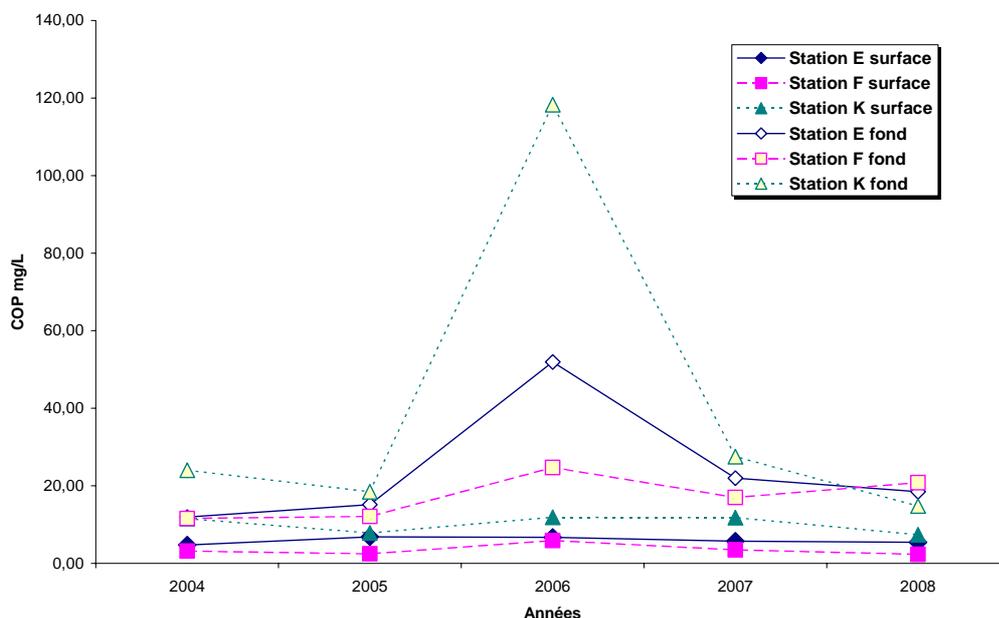
La tendance observée en 2007 se confirme en 2008 ; après l'augmentation des moyennes annuelles enregistrée au cours de l'année 2006<sup>23</sup>, pour l'ensemble des stations de mesures, les valeurs retrouvent un niveau proche de ceux enregistrés au cours des années 2004 et 2005 (**Figure 5-12**). D'une 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. En surface, les valeurs sont plus élevées en amont (station K) qu'en aval (station F) ; en revanche, la répartition inverse est enregistrée pour les prélèvements de fond : les teneurs en COT sont plus élevées en aval (F) qu'en amont (K). Elles sont étroitement liées aux variations des concentrations en COP pour ces 2 stations de mesures (**Figure 5-13a**). Une forte diminution des valeurs de COP est enregistrée pour la station K en 2008 comparativement aux précédentes années (comprises entre la moyenne de 2001 de 2005). Parallèlement, les concentrations en COP pour la station F sont en augmentation cette année.

En ce qui concerne le carbone organique dissous, les teneurs moyennes annuelles sont en forte augmentation par rapport à celles enregistrées l'an dernier (**Figure 5-13b**). 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 reste négligeable.

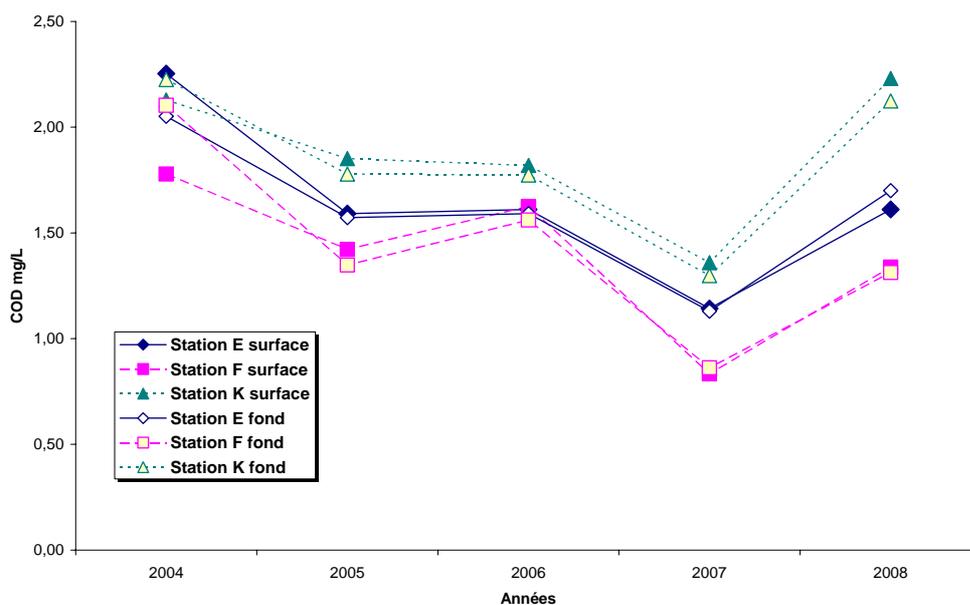


**Figure 5-12 : évolution des moyennes annuelles des concentrations en COT, par station et niveau**

<sup>23</sup> Etude de surveillance écologique du site du CNPE « Le Blayais », année 2006



a



b

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

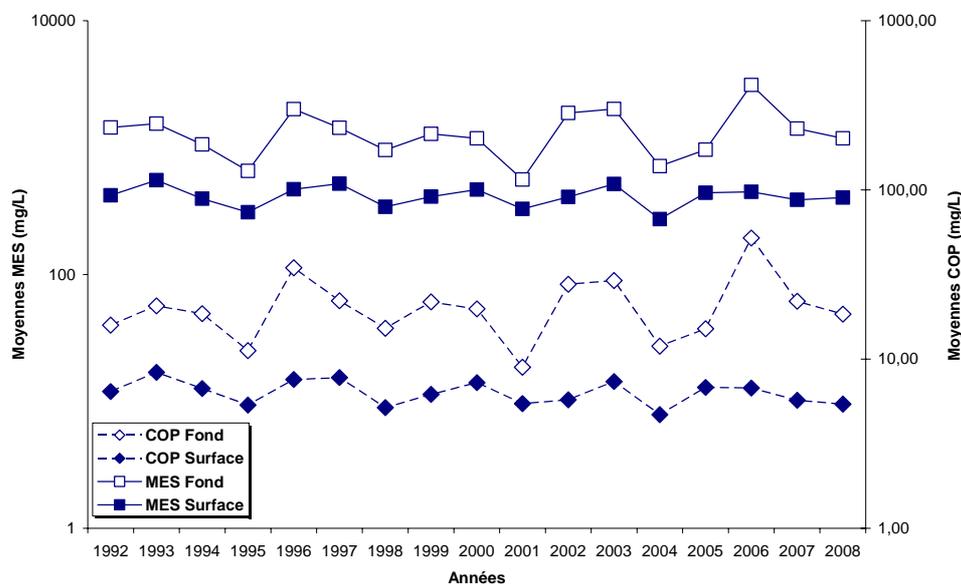
### 5.1.3.2. Carbone organique particulaire et matières en suspension

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

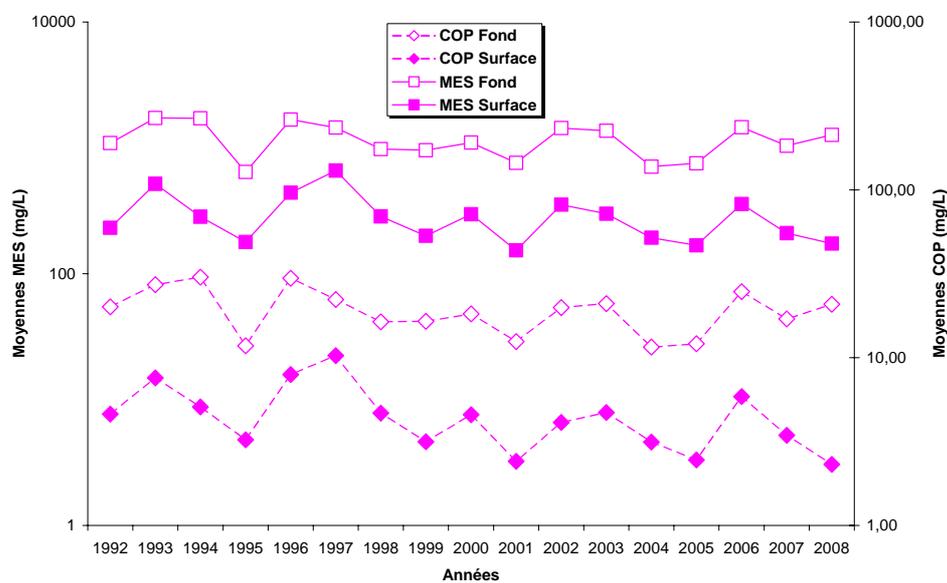
Pour la station E, après l'augmentation des valeurs de fond enregistrées en 2006, les valeurs des moyennes annuelles des teneurs en carbone organique particulaire et en matières en suspension retrouvent un niveau proche de celles des années antérieures.

La station K présente une nette diminution des concentrations en MES et COP pour les 2 niveaux de mesures comparativement à 2007.

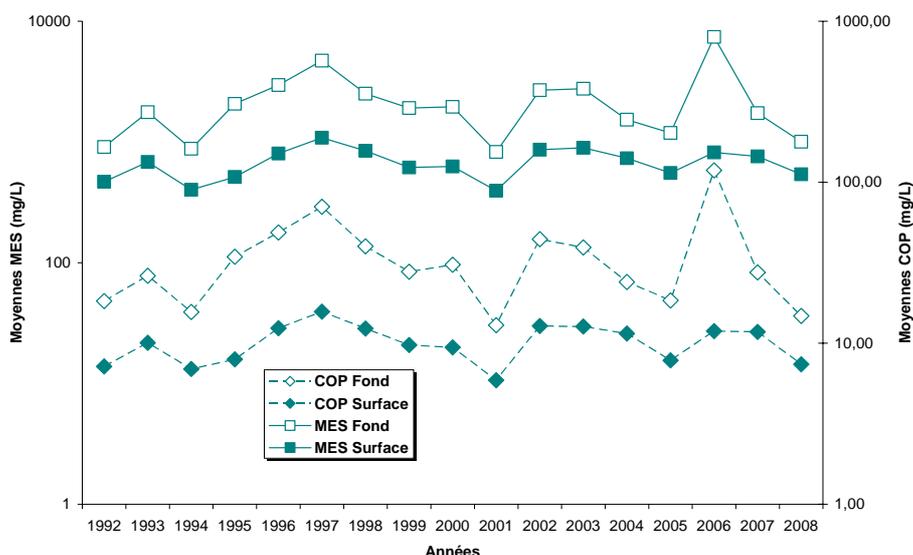
Inversement, pour la station aval (F), les enregistrements de fond augmentent et diminuent en surface.



**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.**

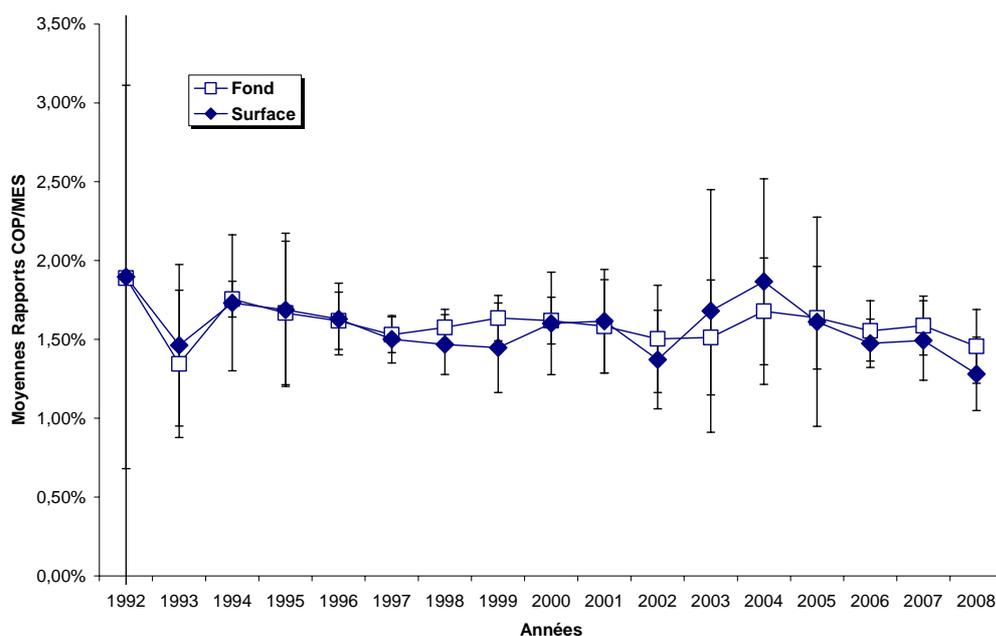
Le tableau ci-après fournit les valeurs des paramètres des régressions qui lient les concentrations en COP à celles des MES pour chaque année depuis 1993, toutes stations confondues (**Tableau 5-2**). La moyenne annuelle (1,39%), toutes stations et niveaux confondus, est inférieure à la valeur de la moyenne pluriannuelle 1993 – 2008 (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 2008.**

	Nb	Pente	Ord.	R	$\alpha^{24}$	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%
2008	191	1,72%	-1,58	1,00	$2.10^{-193}$	1,39%

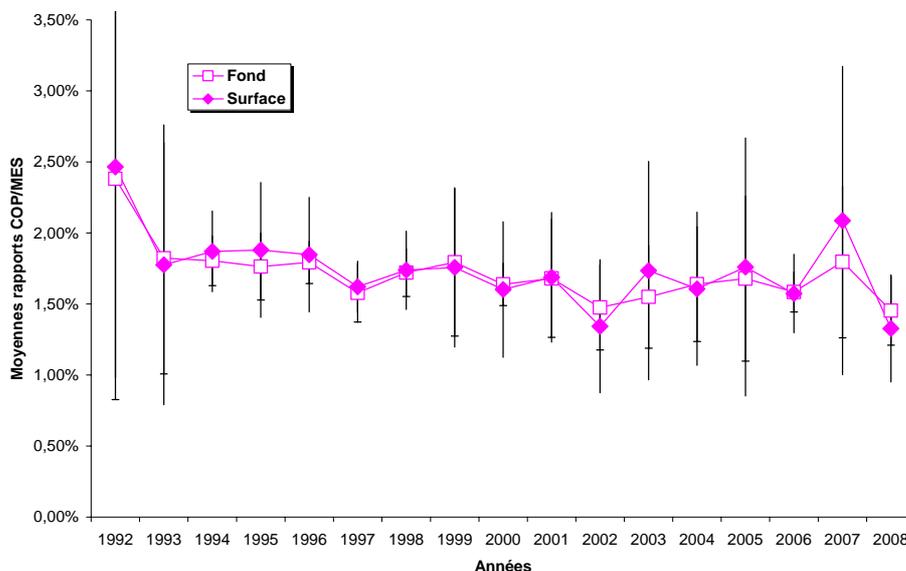
<sup>24</sup> Risque  $\alpha$  selon la loi de Snédécov (Loi F) pour  $u_1 = 1$  et  $u_2 = N - 2$  degrés de liberté.

A la station E, pour 2008, au niveau du fond comme en surface, la valeur de la moyenne du rapport COP/MES est en nette diminution par rapports aux années antérieures (**Figure 5-17**) (moyenne annuelle 2008 : 1,44% au fond et 1,28% en surface ; moyenne pluriannuelle 1993 – 2008 : 1,58% au fond et 1,56% en surface). A noter pour la deuxième année consécutive les écarts types (barres d'erreurs) particulièrement faibles par rapport à ceux des années précédentes.



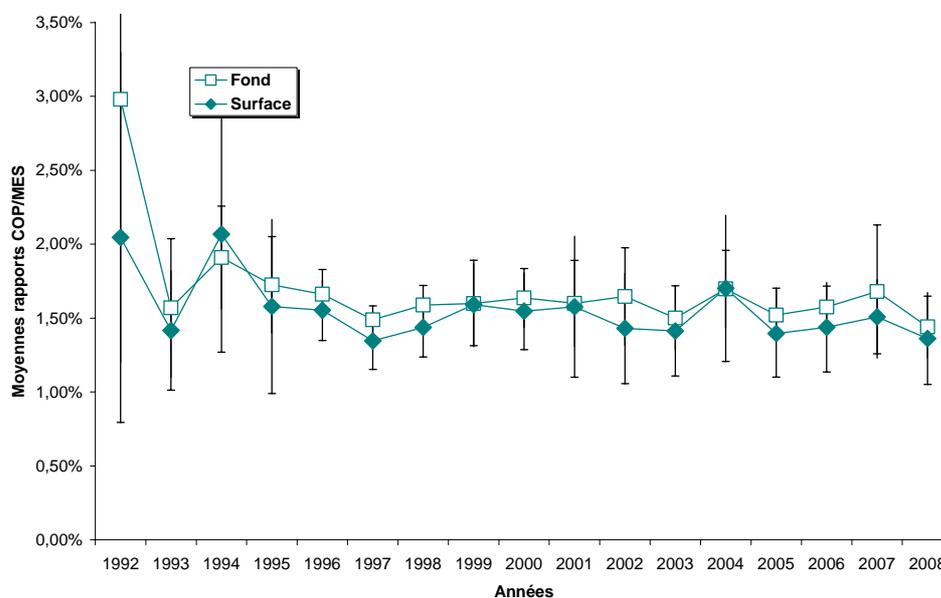
**Figure 5-17 : Evolution des moyennes annuelles des rapports COP/MES à la station E, par niveau.**

A la station F, pour 2008, les valeurs des moyennes annuelles du rapport COP/MES sont en également en nette diminution par rapport à celles obtenues les années précédentes (moyennes annuelles 2008 : 1,46% au fond et 1,33% en surface ; moyennes pluriannuelles 1993 – 2008 : 1,67% au fond et 1,70% en surface). Les écarts enregistrés à la station F pour les deux niveaux en 2008 restent faibles comparativement à ceux de 2007 (**Figure 5-18**).



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

A la station K, les valeurs des moyennes annuelles des rapports COP/MES sont en légère diminution cette année (moyennes annuelles 2008 : 1,44% au fond et 1,36% en surface ; moyennes pluriannuelles 1993 – 2008 : 1,62% au fond et 1,52% en surface) (Figure 5-19)



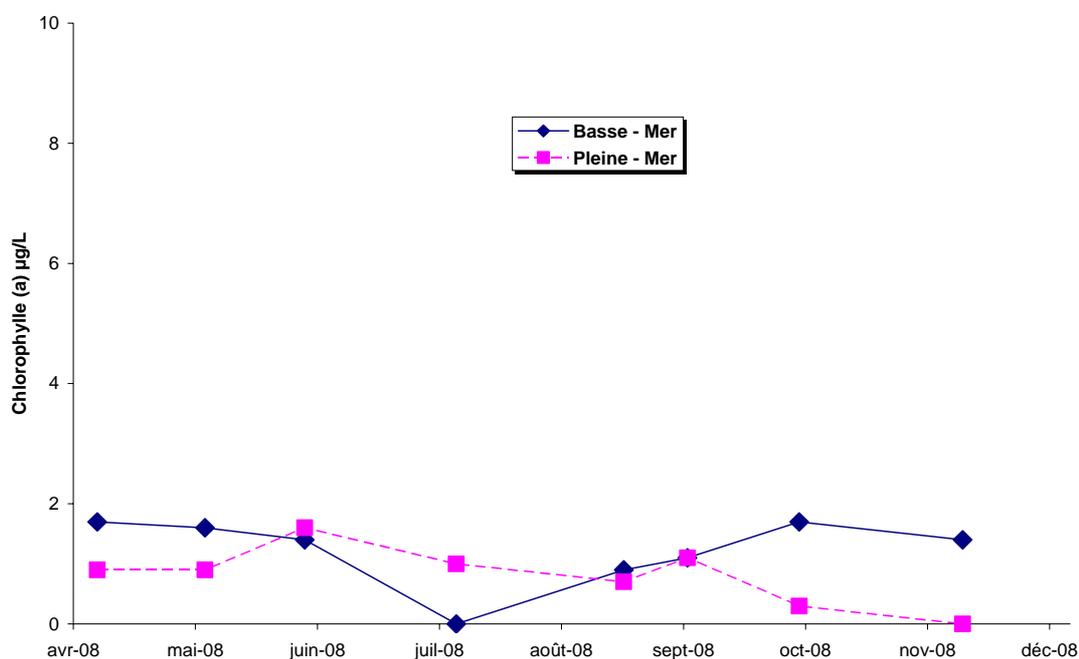
**Figure 5-19 : Evolution des moyennes annuelles des rapports COP/MES à la station K, par niveau.**

## 5.2. Chlorophylle et phéopigments

### 5.2.1. Variations saisonnières

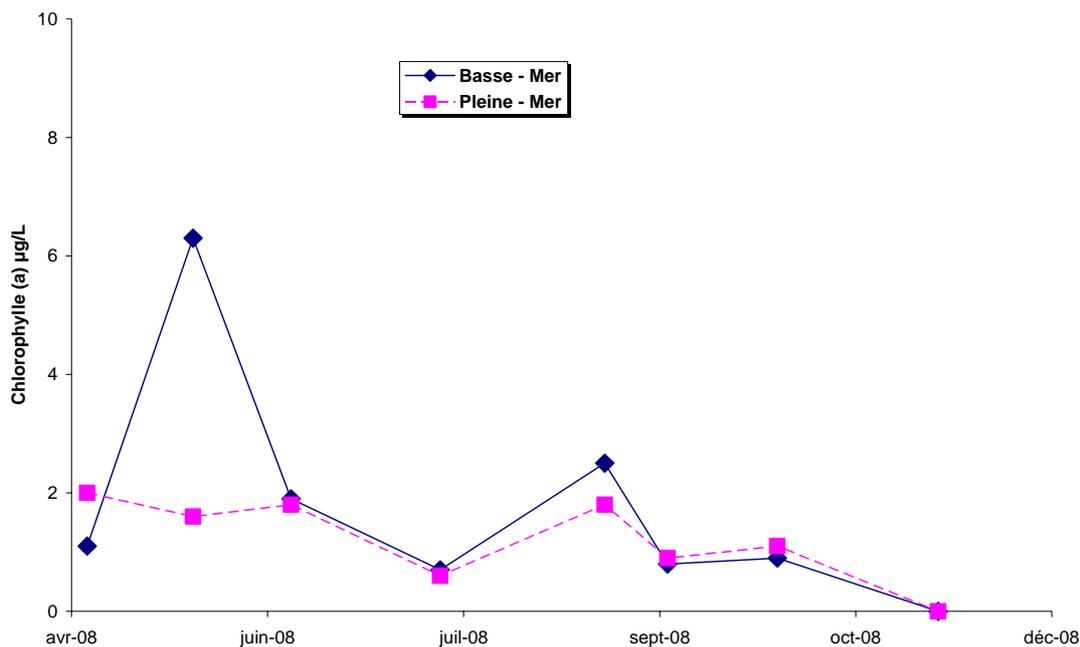
#### 5.2.1.1. Concentration en chlorophylle (a)

D'une manière générale, à la station E, les variations des teneurs en chlorophylle (a) sont constantes durant la période d'étude et entre la basse et la pleine mer (**Figure 5-20**). Néanmoins, les valeurs sont majoritairement plus élevées à basse mer (à l'exception de la campagne de juillet). Les valeurs restent faibles avec un maximum lors de la campagne du mois d'octobre 2008.

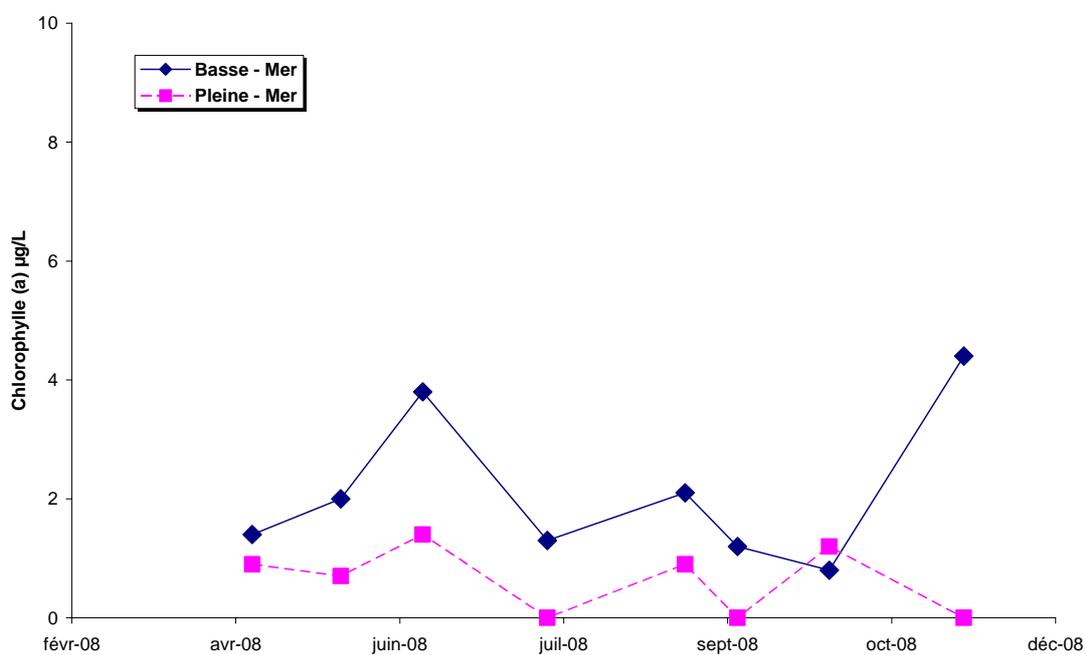


**Figure 5-20 : Variations saisonnières des teneurs en chlorophylle (a) à la station E.**

A la station F, les teneurs en chlorophylle (a) sont également faibles avec néanmoins des variations saisonnières significatives (**Figure 5-21**). Les teneurs enregistrées à basse mer sont majoritairement supérieures à celles enregistrées à pleine mer. Pour la station K, durant la période d'étude, la teneur en chlorophylle (a) est notable à basse mer, mais pas à pleine mer (**Figure 5-22**). Trois périodes de l'année présentent des concentrations plus élevées, en juin, en août et en novembre, étroitement corrélées avec le ratio N/P (**Figure 5-35**).



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

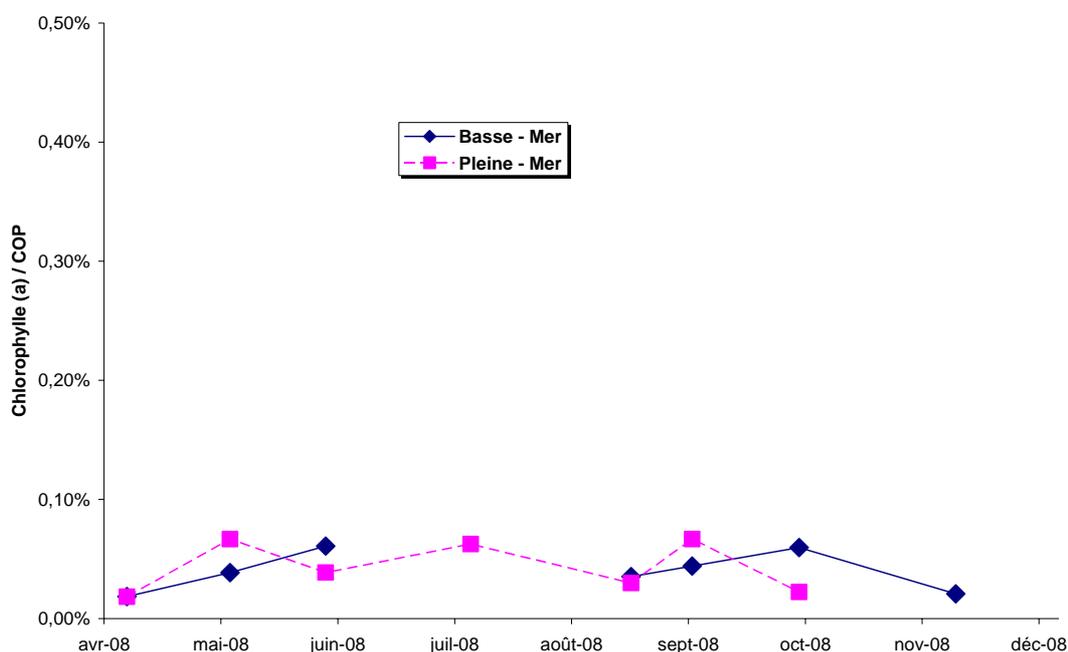


**Figure 5-22 : Variations saisonnières des teneurs en chlorophylle (a) à la station K.**

### 5.2.1.2. Normalisation au carbone organique particulaire

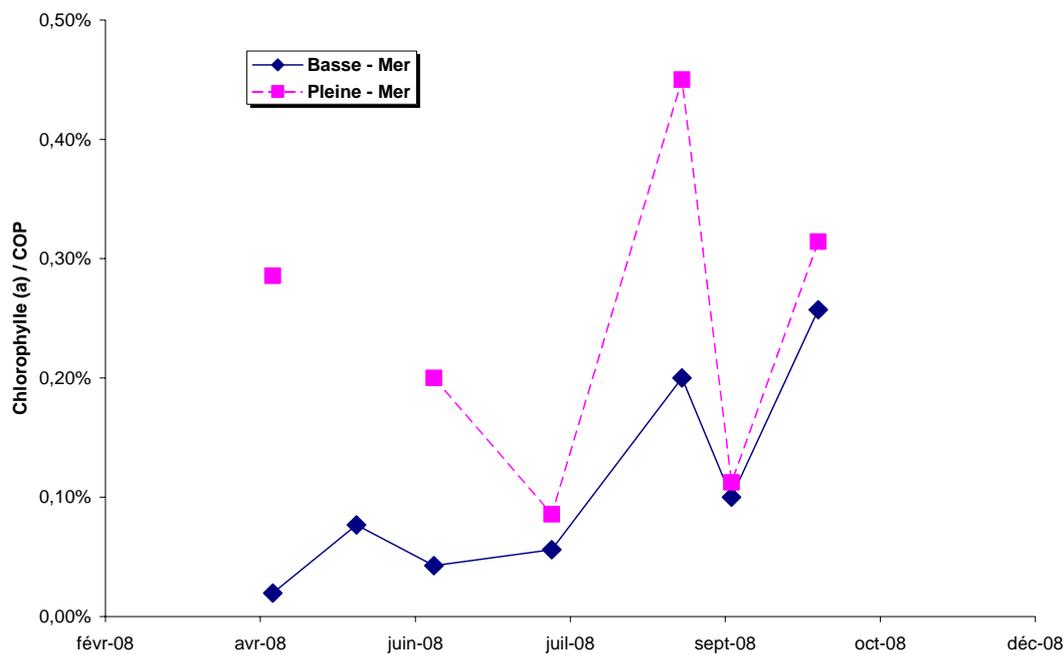
Compte tenu de la nature particulaire et organique du phytoplancton, il paraît judicieux de rapprocher les concentrations en chlorophylle (a) de celles en carbone organique particulaire, exprimées dans les mêmes unités.

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.



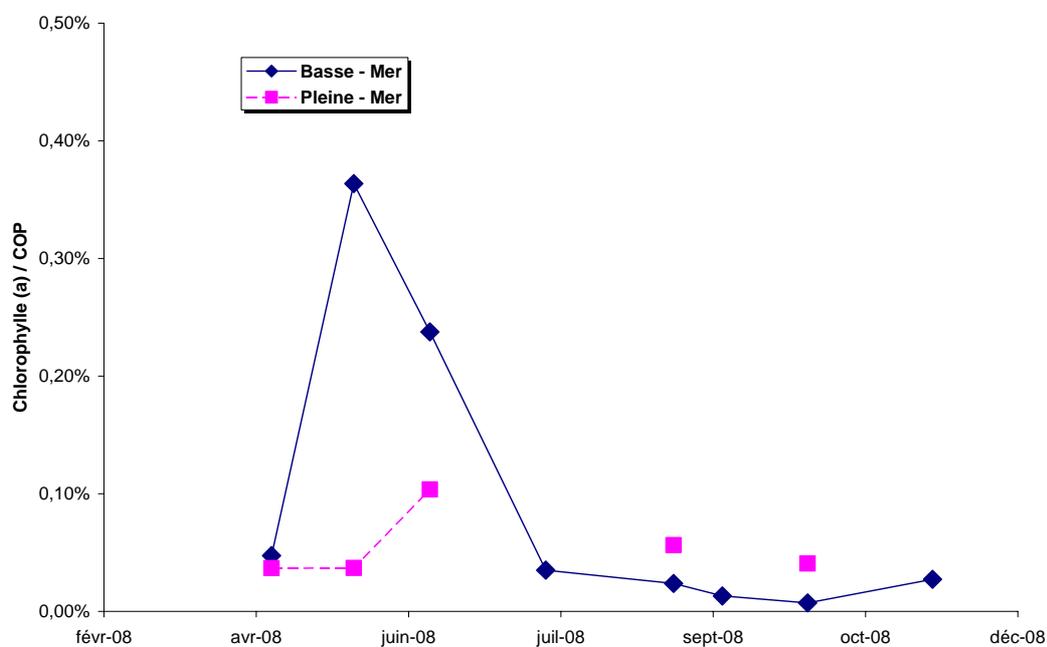
**Figure 5-23 : Variations saisonnières du rapport entre la chlorophylle (a) et le COP à la station E.**

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**).



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

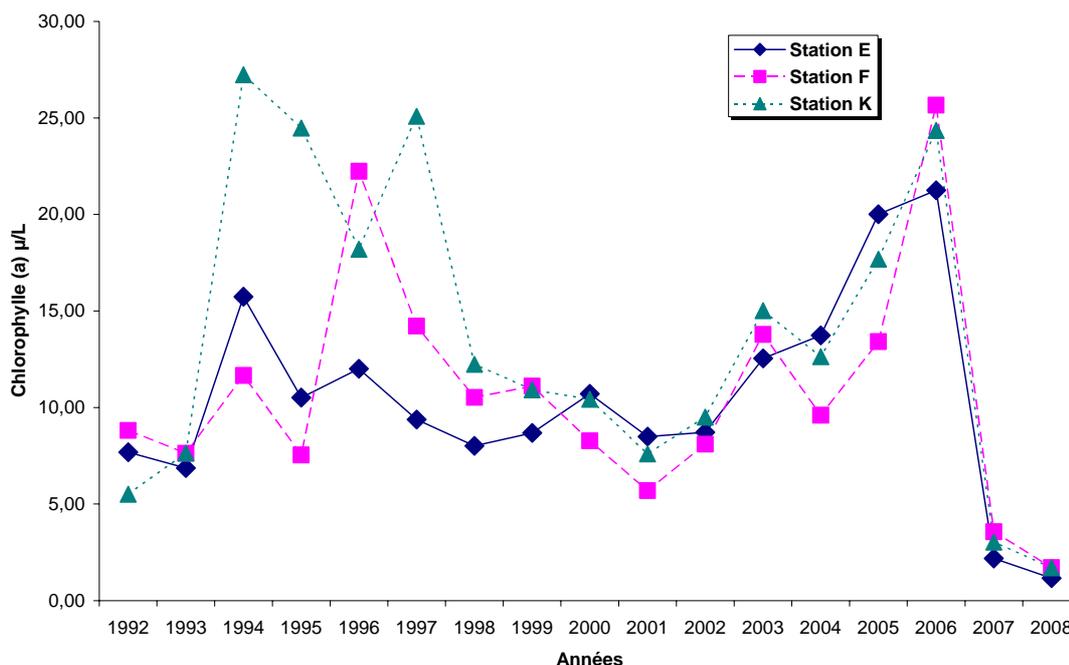
En revanche, à la station K, les valeurs de ce rapport pour la période estivale confirment l'absence de production primaire et la biomasse algale faible (**Figure 5-25**).



**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 depuis 2007 comparativement aux années précédentes (**Figure 5-26**). En 2008, cette tendance se confirme.



**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 huit mesures réalisées au cours de l'année 2008 seulement 17 ont présenté des concentrations en ammonium supérieures à la limite de quantification ( $0,5 \mu\text{mol/L}$ ) ; 8 ont été enregistrées à la station E (entre  $0,55$  et  $3,6 \mu\text{mol/L}$ ), 4 à la station F (entre  $0,6$  et  $1,7 \mu\text{mol/L}$ ) et 5 à la station K (entre  $0,6$  et  $2,7 \mu\text{mol/L}$ ). D'une manière générale, les teneurs sont plus élevées en basse mer.

Comparativement à 2007, les concentrations sont en baissent et tendent vers celles de 2006.

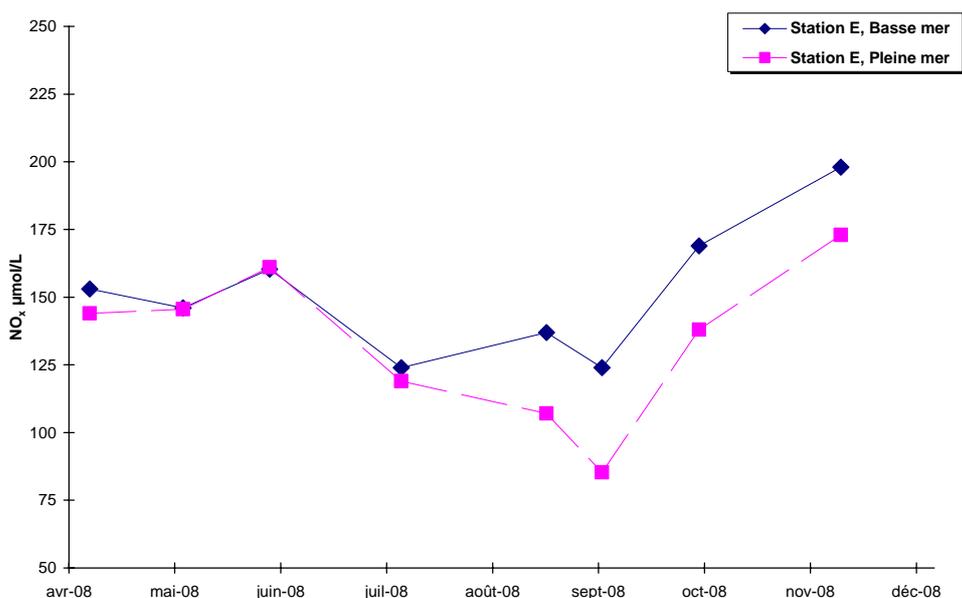
### 5.3.1.1..2 Nitrates et nitrites

Dans ce cadre, les valeurs de concentration évoluent de façon croissante de l'aval de l'estuaire (station F) vers l'amont (stations E et K) (**Figures 5-27 et 5-29**).

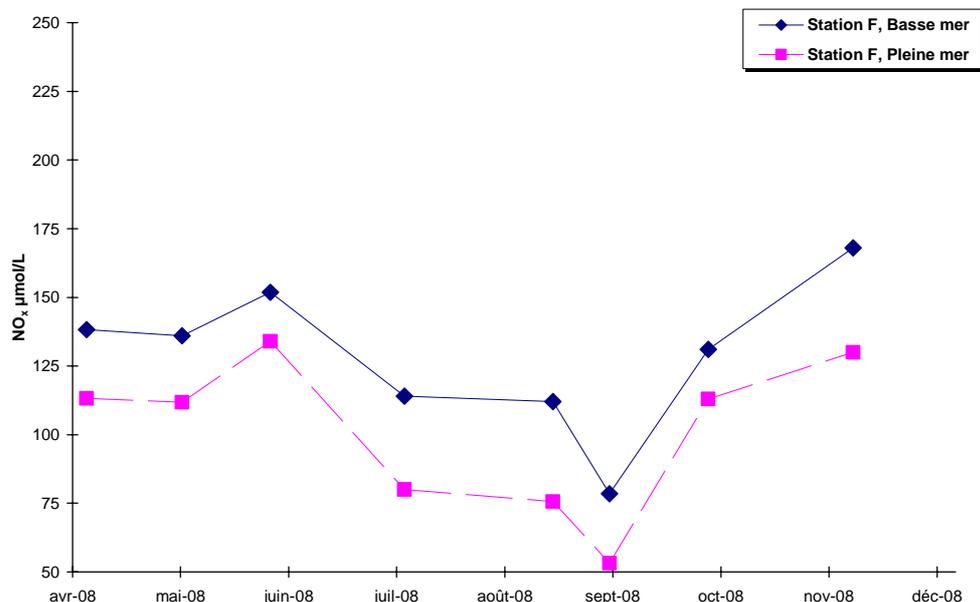
Trois périodes se distinguent pour l'évolution des sels nutritifs dans l'estuaire de la Gironde. La période printanière se caractérise par l'absence d'amplitude entre la basse mer et la pleine mer et par des teneurs stables et relativement élevées, et ce pour l'ensemble des 3 stations.

En période estivale, à la station K, les valeurs en basse mer sont toujours supérieures à celles de la pleine mer avec un fort écart entre les deux temps de marée et une tendance à l'augmentation des teneurs. Inversement, à la station F, les concentrations diminuent progressivement jusqu'au mois de septembre. La station E présente un profil intermédiaire.

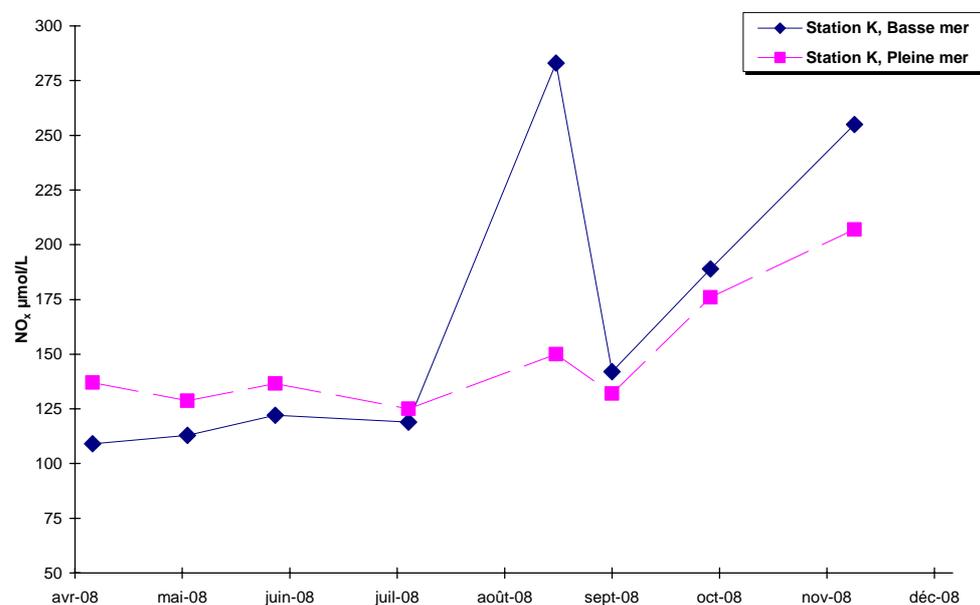
En période automnale, les valeurs de basse mer sont toujours supérieures à celles de la pleine mer, les teneurs sont en constante augmentation, toute station confondue.



**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.**



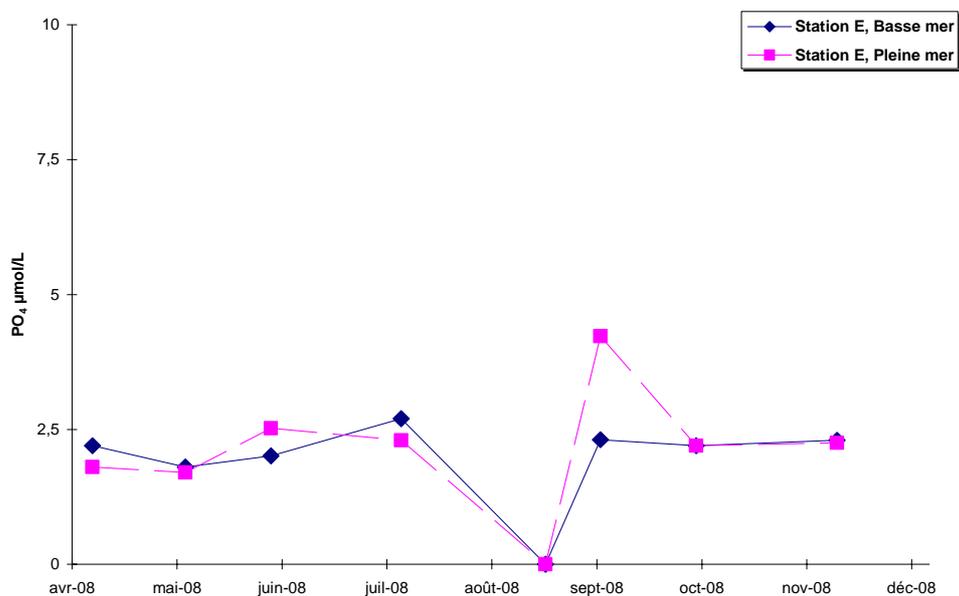
**Figure 5-29 : Variations saisonnières des teneurs en nitrates – nitrites à la station K.**

### 5.3.1.2. Orthophosphates et rapport N/P

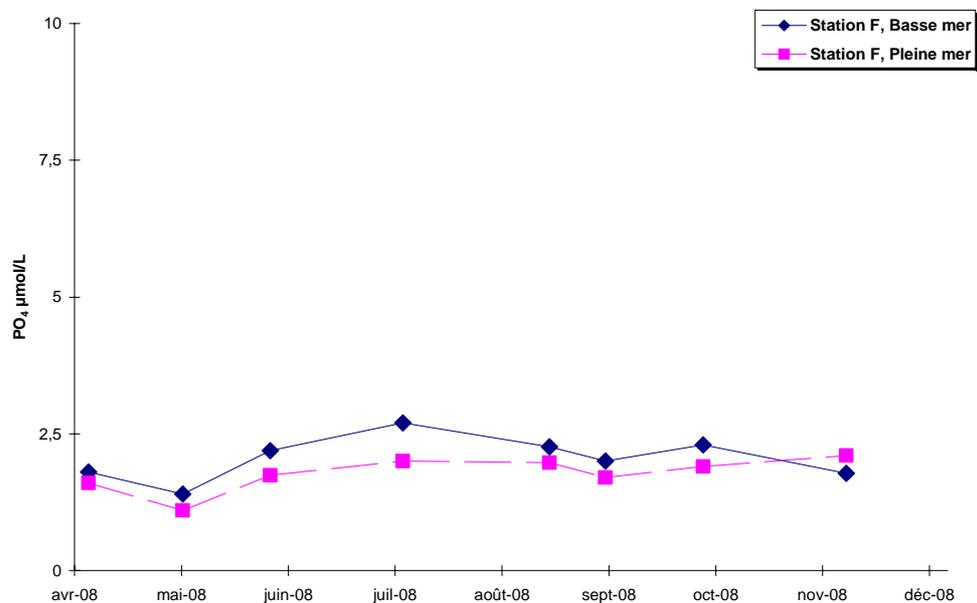
Au cours de l'année 2008, 2 des 48 mesures réalisées ont été inférieures à la limite de quantification ; les deux mesures ont été enregistrées à la station E lors de la campagne du mois d'août. D'une manière générale, comme indiqué pour l'évolution des nitrates-nitrites, les valeurs des concentrations évoluent de façon croissante de l'aval de l'estuaire vers l'amont (**Figures 5-30 à 5-31**).

A la station F, aucun écart n'est enregistré entre les temps de marée, de même qu'aucune variation saisonnière des concentrations en orthophosphates.

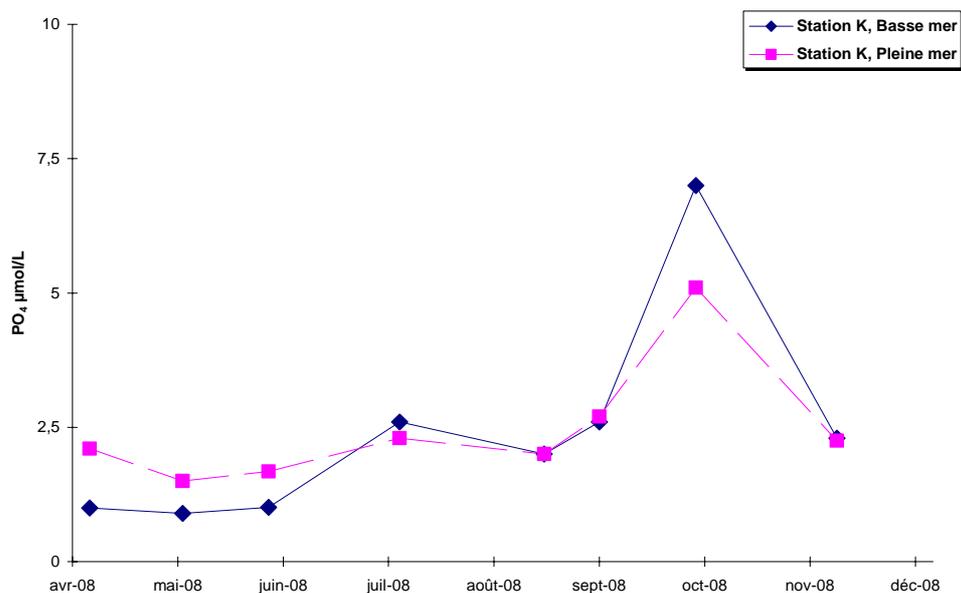
Aux stations E et K, les évolutions des concentrations suivent celles observées pour les nitrates-nitrites.



**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.**



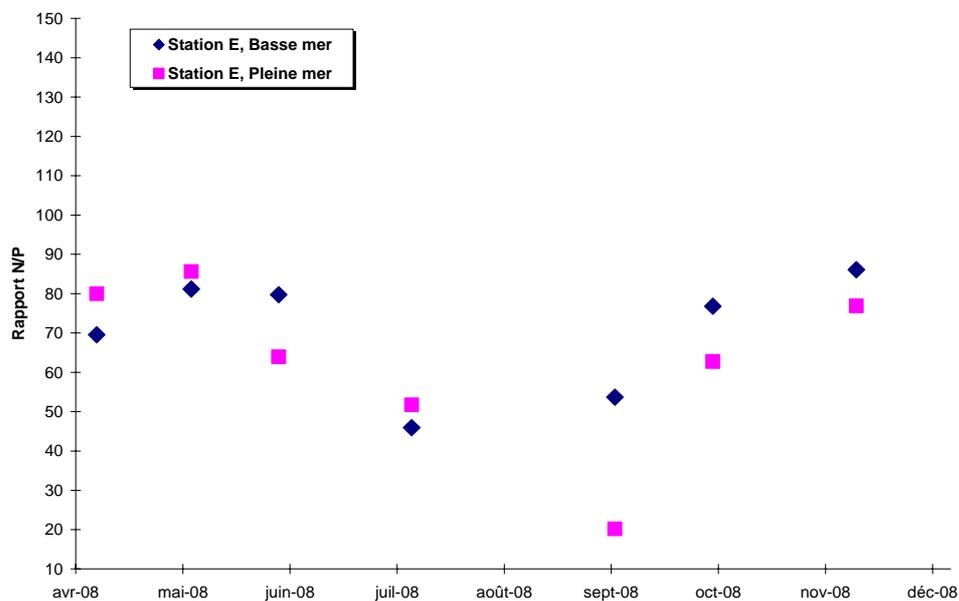
**Figure 5.32 : Variations saisonnières des teneurs en orthophosphates à la station K.**

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 2008, la valeur de ce rapport est en nette augmentation du fait des faibles concentrations en orthophosphates et oscille autour de 70 (Figures 5-33 à 5-35).

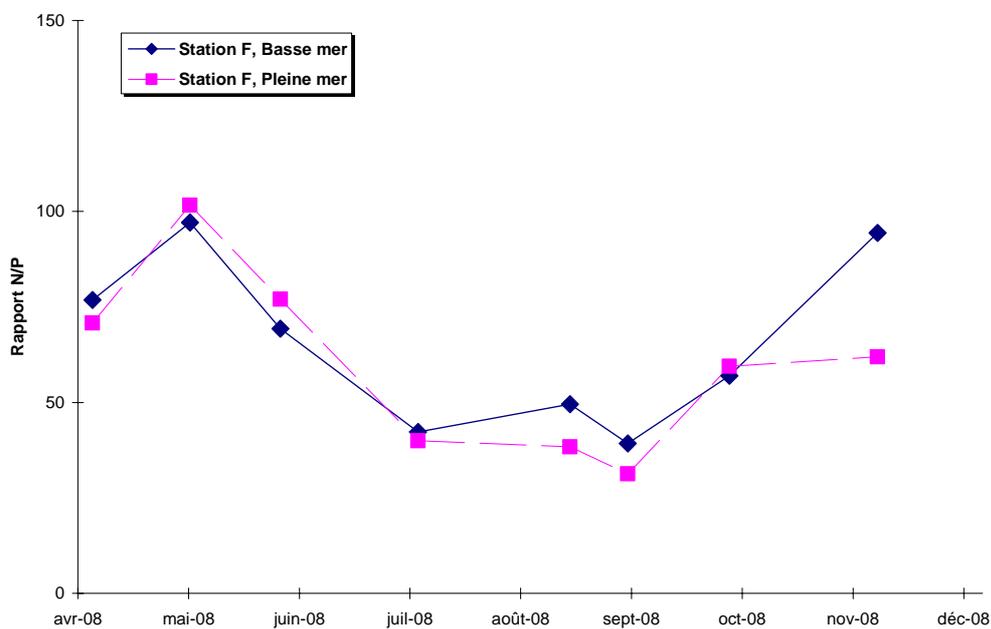
A la station F, compte tenu des résultats présentés ci-dessus, l'évolution de ce ratio suit directement celle des teneurs en nitrates-nitrates, en raison de l'absence de variation saisonnière des concentrations en orthophosphates.

A la station E, le profil est cohérent avec les évolutions des sels azotés et phosphorés.

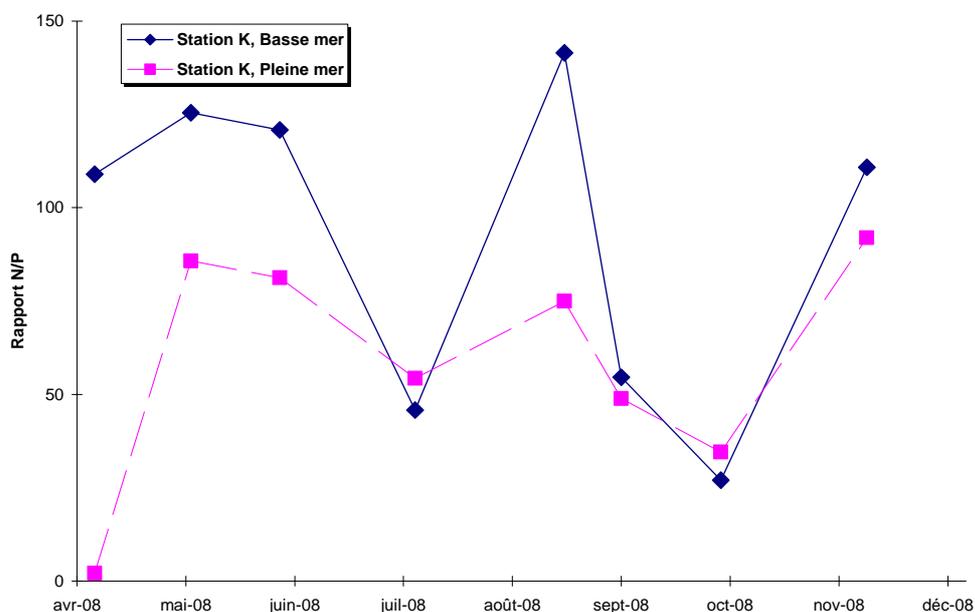
En revanche, à la station K, les écarts entre les 2 temps de marées sont très importants, écarts non corrélés avec l'évolution des sels nutritifs.



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



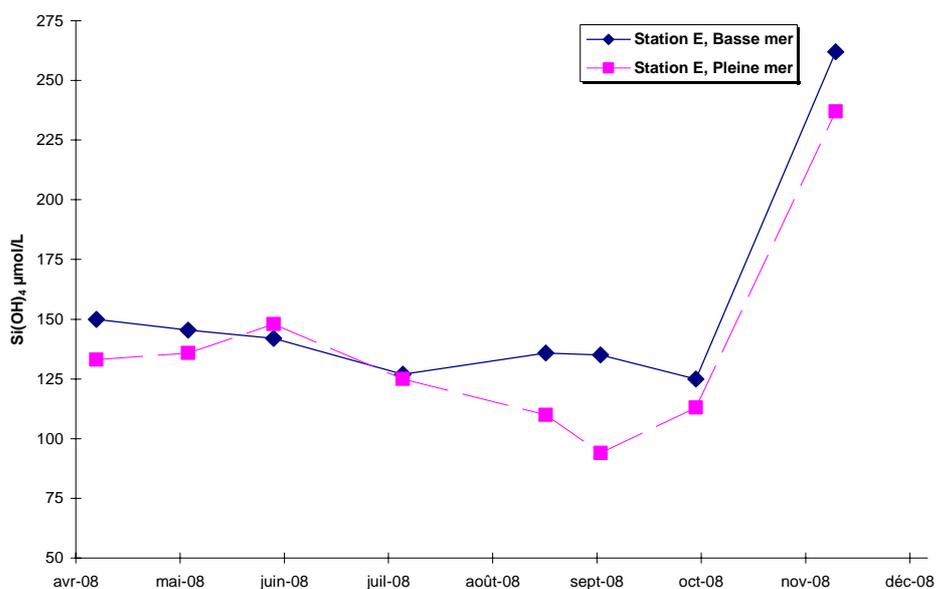
**Figure 5.34 : Variations saisonnières du rapport N/P à la station F.**



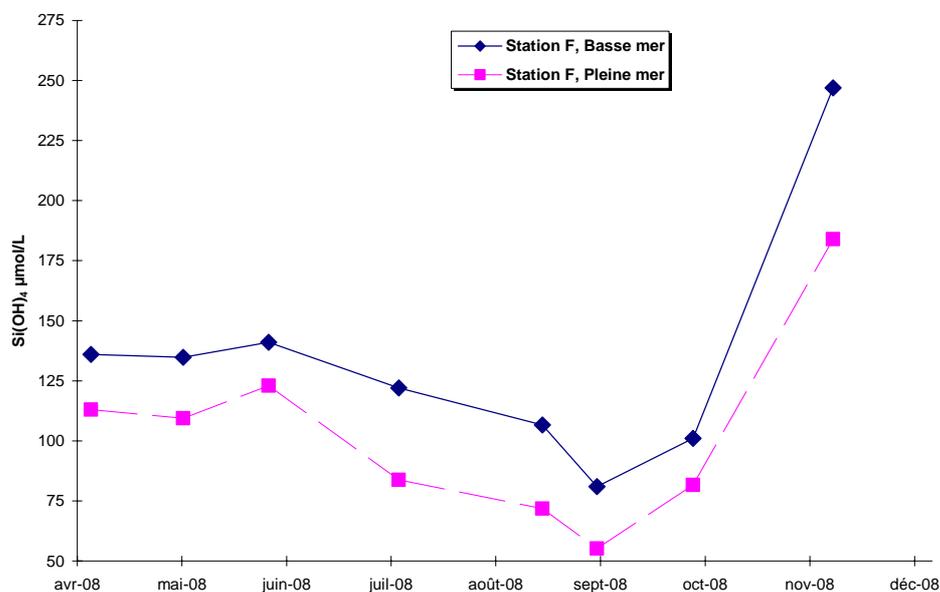
**Figure 5.35 : Variations saisonnières du rapport N/P à la station K.**

### 5.3.1.3. Silicates et bore

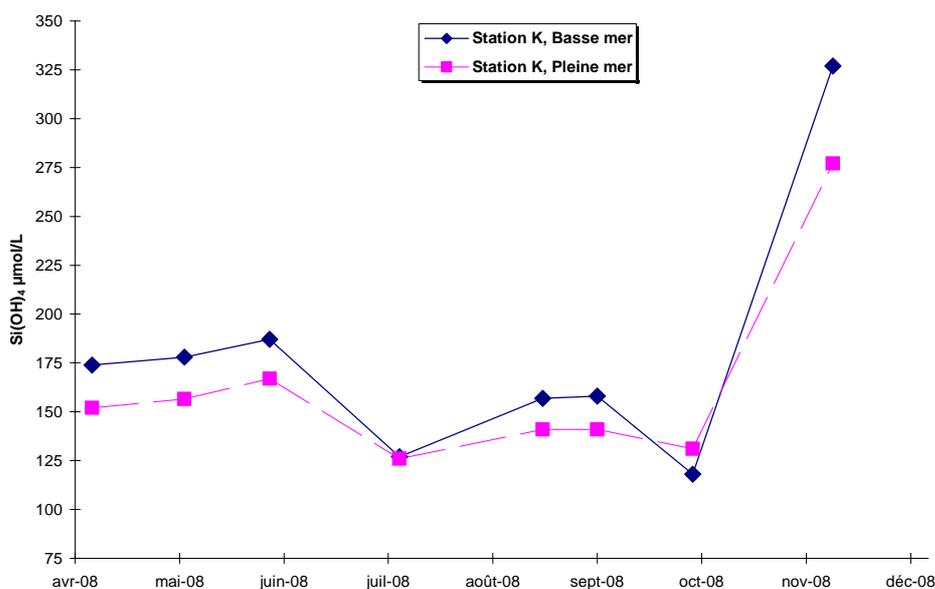
Comme l'ont montré les études de surveillances écologiques antérieures à 1992, la Dordogne présente des concentrations en silicates nettement supérieures à celles de la Garonne. Sur l'estuaire, il y a donc un gradient de concentration amont – aval. La station E (Figure 5-36) représentant une situation 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.**

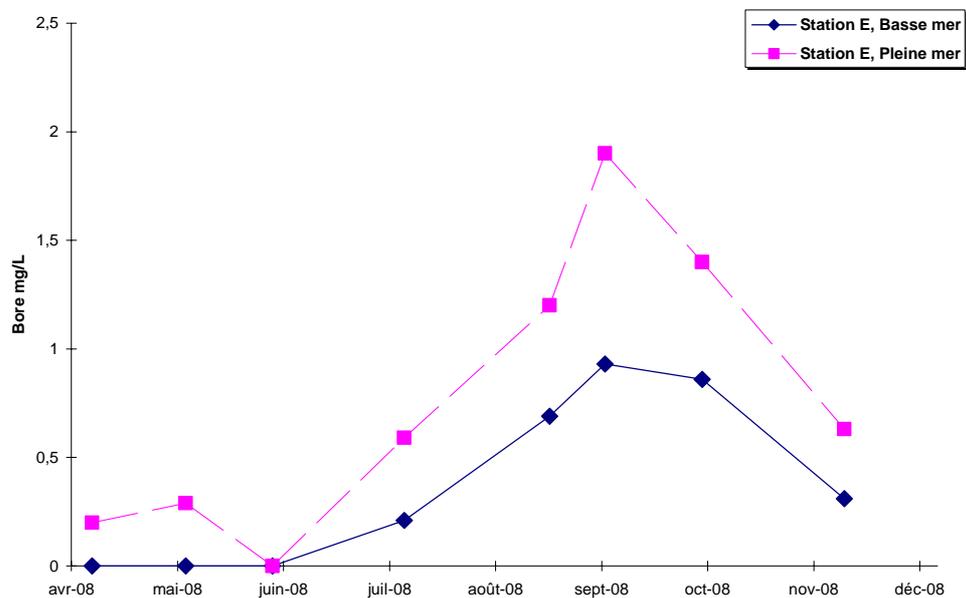


**Figure 5.37 : Variations saisonnières des teneurs en silicates, station F.**

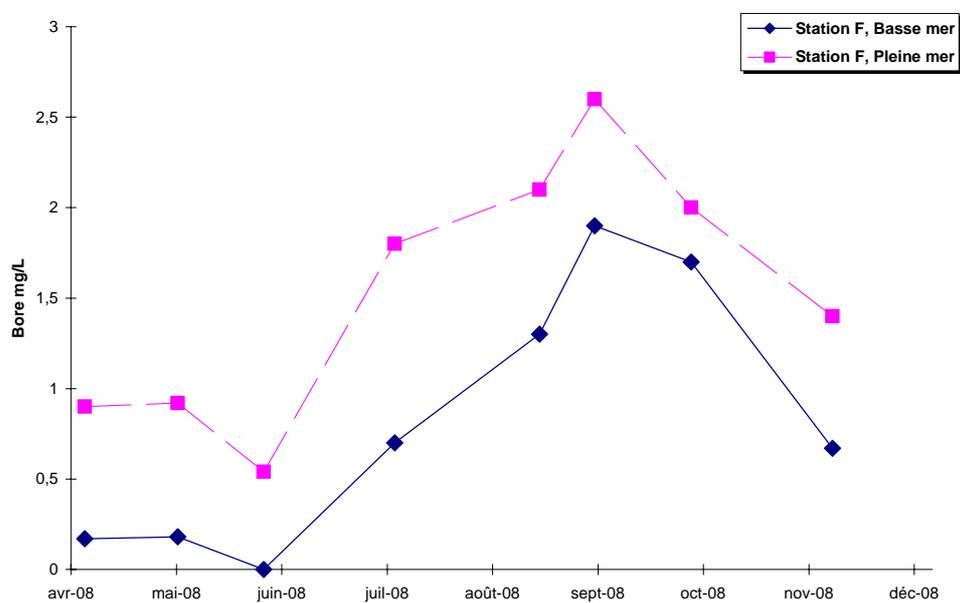


**Figure 5.38 : Variations saisonnières des teneurs en silicates, station K.**

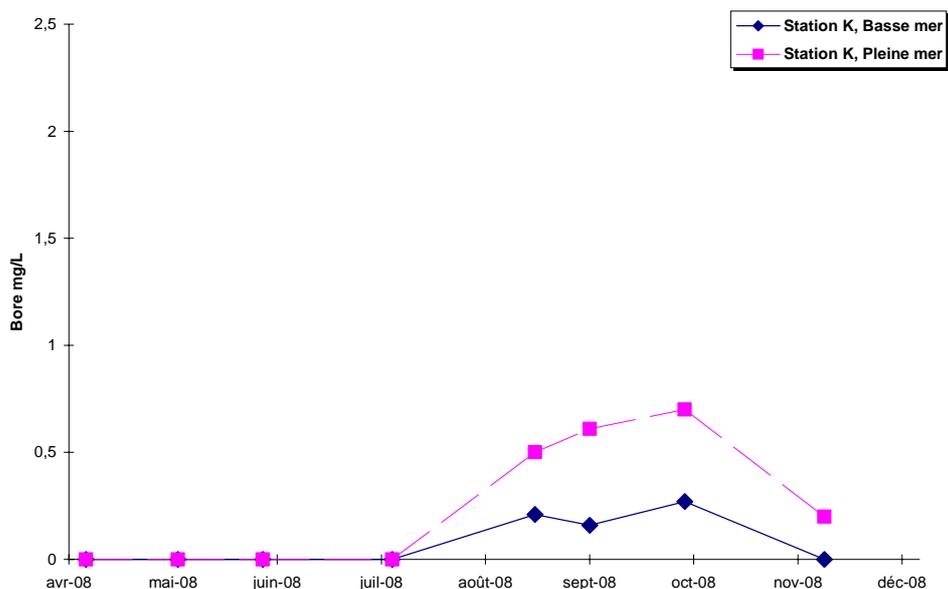
Pour les trois stations de l'estuaire, sur la période d'étude, les variations saisonnières des teneurs en bore sont étroitement corrélées avec celles de la salinité. Elles augmentent de façon très nette au cours de la période d'étiage et diminuent par la suite. Les teneurs de pleine mer sont toujours 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.**

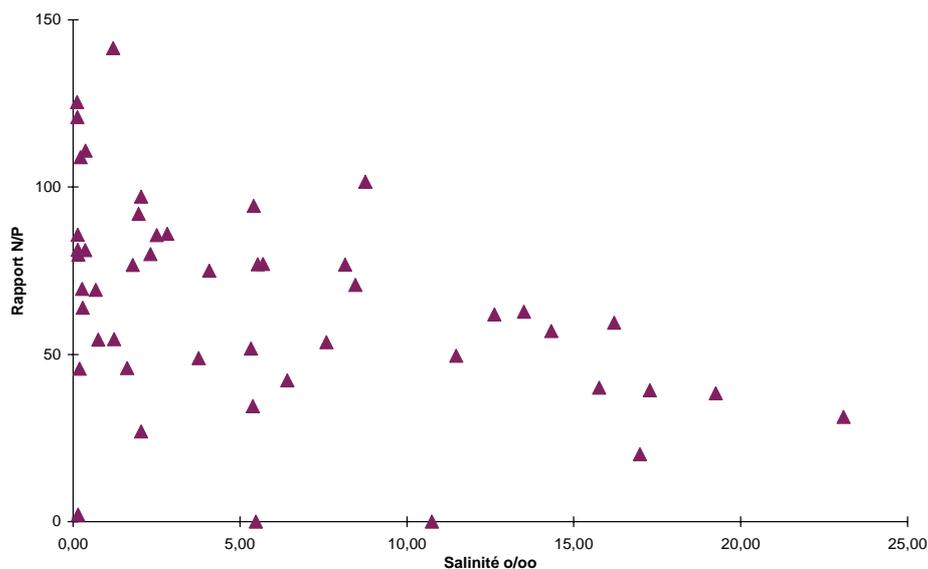


**Figure 5.41 : Variations saisonnières des teneurs en bore, station K.**

### 5.3.2. Relation avec les paramètres hydro biologiques

#### 5.3.2.1. Rapport N/P et salinité

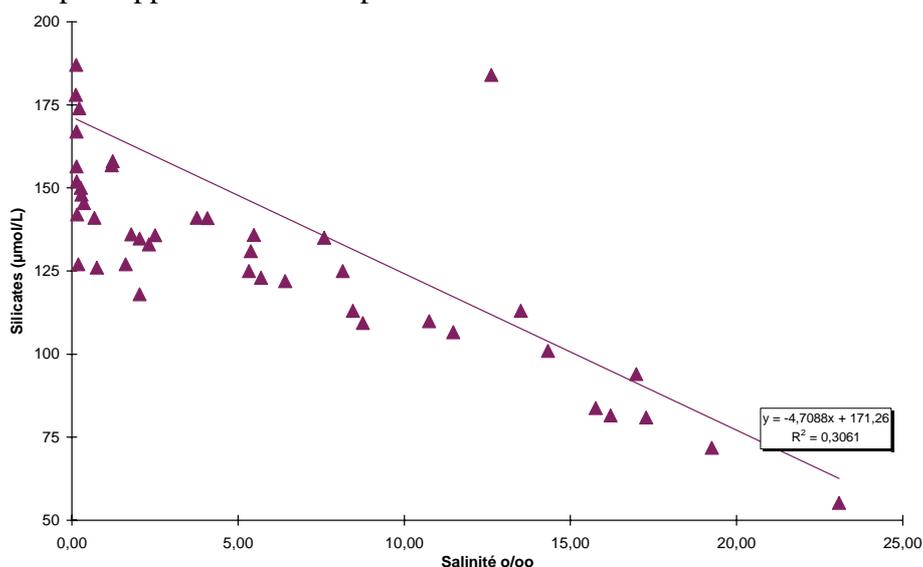
Comme observé l'année précédente, aucune relation marquée n'a été dégagée entre le rapport N/P et la salinité (**Figure 5-42**). Les valeurs se sont réparties en « tube » de pente descendante. Globalement, une diminution du rapport N/P est observée avec une augmentation de la salinité et ce de façon plus marquée pour la station aval, F.



**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**). L'ensemble des valeurs s'organise autour d'une droite de dilution avec la salinité, cependant celle-ci a perdu en signification par rapport aux années précédentes.

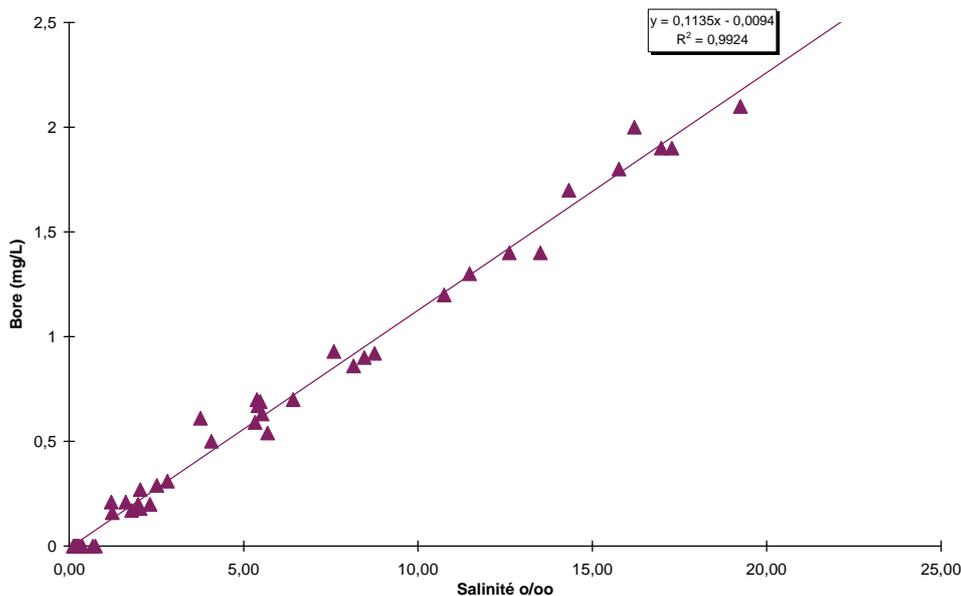


**Figure 5.43 : Répartition des teneurs en silicates avec la salinité, toutes stations et temps de marée.**

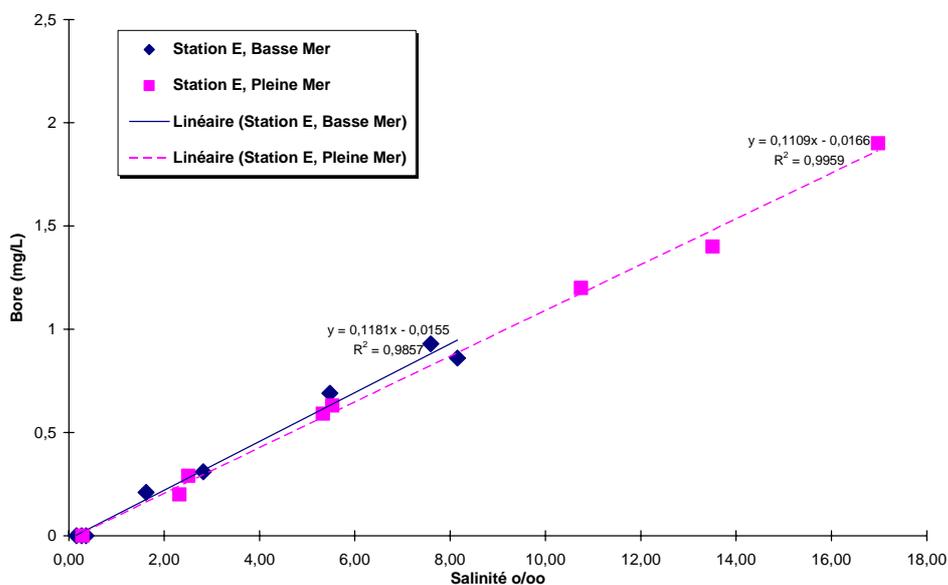
### 5.3.2.3. Bore et salinité

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 2008, 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.**

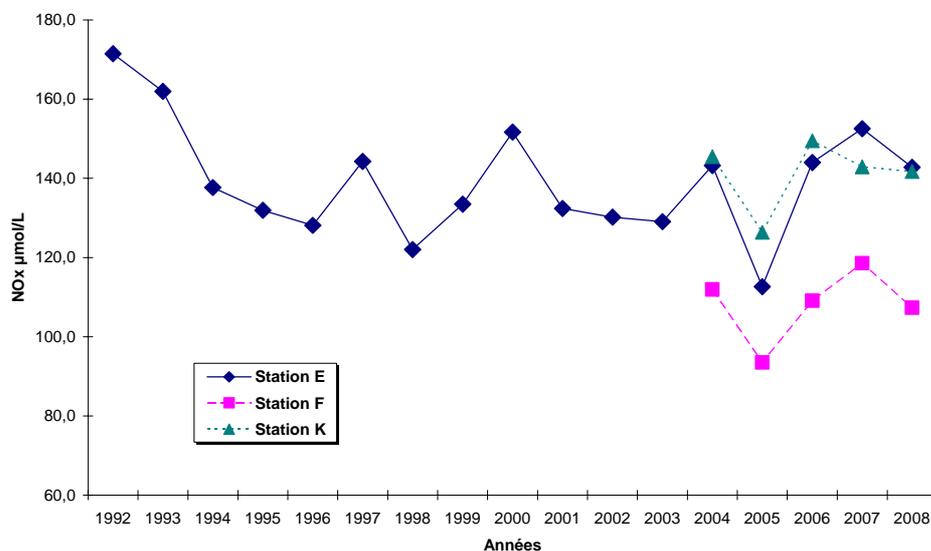


**Figure 5.45 : Répartition des teneurs en bore avec la salinité, station E.**

### 5.3.3. Evolution des moyennes annuelles

#### 5.3.3.1. Sels azotés

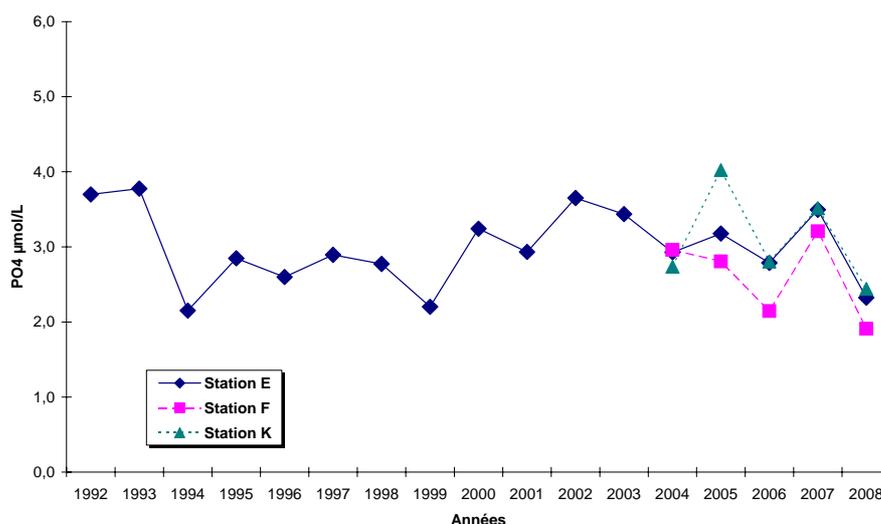
Après la diminution importante des moyennes annuelles des teneurs en nitrates – nitrites enregistrées pour 2005, pour les trois stations, les moyennes annuelles des teneurs en nitrates – nitrites sont proches de celles enregistrées en 2006 (**Figure 5-46**). Pour la station E, la valeur obtenue en 2008 (142,8 $\mu$ mol/L) est légèrement supérieure à la moyenne pluriannuelle 1992-2008 (139,4  $\mu$ mol/L).



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

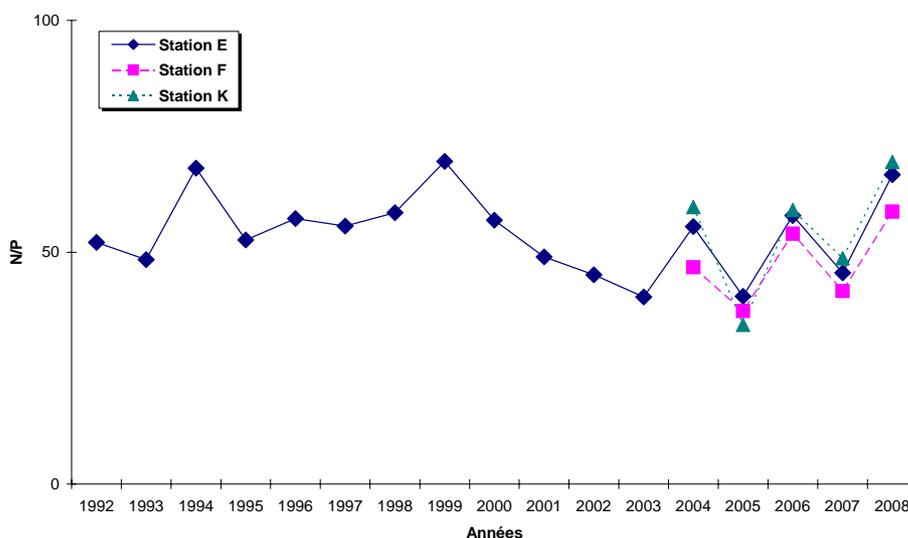
### 5.3.3.2. Orthophosphates et rapport N/P

Pour les trois stations, les valeurs des moyennes annuelles des teneurs en orthophosphates sont en nette diminution et sont parmi les plus basses depuis 2004 (**Figure 5-47**). A la station E, la valeur obtenue en 2008 (2,3 µmol/L) est inférieure à la moyenne pluriannuelle 1992 – 2008 (3,0 µmol/L).



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

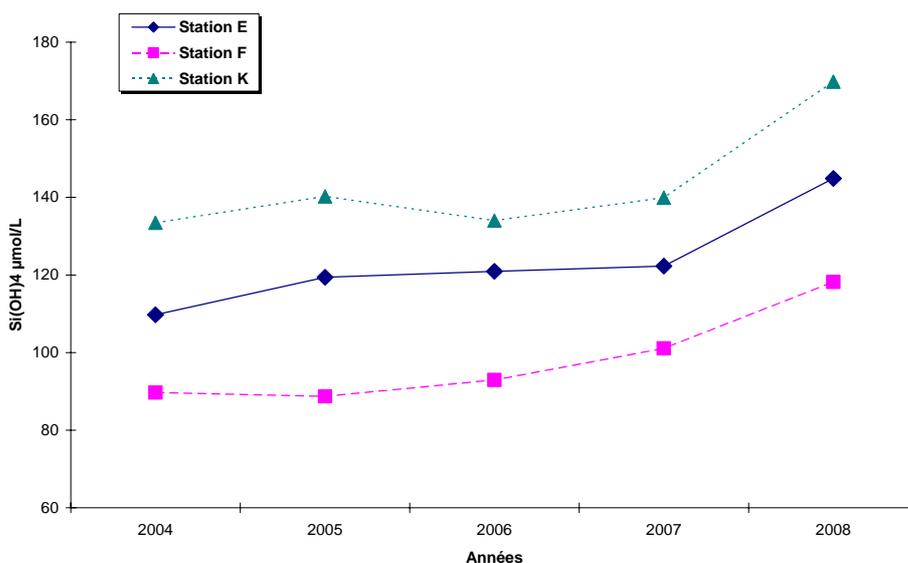
Depuis 2003, année pour laquelle la quantification des sels nutritifs a été étendue aux deux autres stations de l'estuaire, les valeurs des moyennes annuelles sont assez proches pour les trois stations (**Figure 5-48**). A la station E, la valeur de la moyenne pour 2008 (67) est nettement supérieure à la moyenne pluriannuelle 1992 – 2008 (54).



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

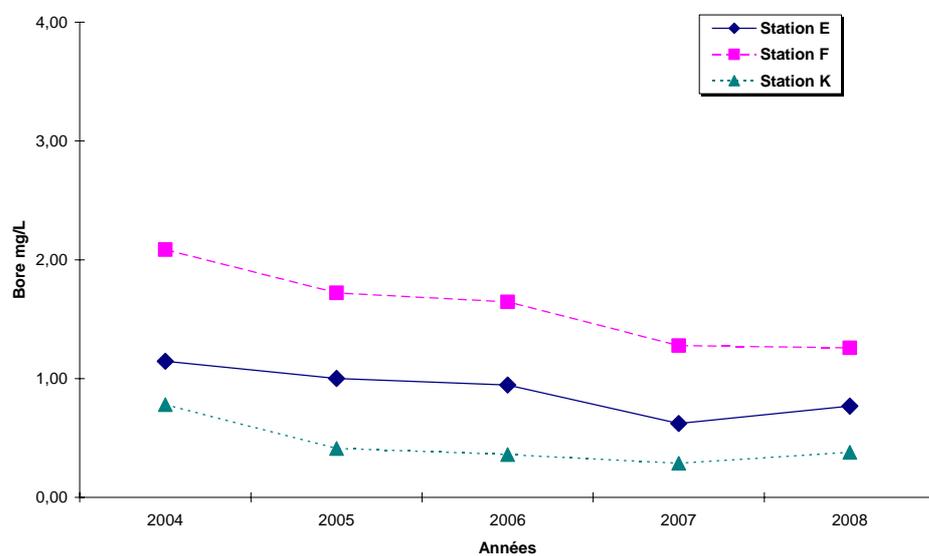
### 5.3.3.3. Silicates et bore

Pour les trois stations considérées, les valeurs des moyennes annuelles des teneurs en silicates obtenues au cours de l'année 2008 sont supérieures à 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 en bore sont comparables 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 48 mesures réalisées au cours de l'année 2008, une seule s'est révélée positive (station F ; **Tableau 5-3**). 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 µg/L
11 septembre 2008	F	PM	30

## 6. *Vibrio* halophiles

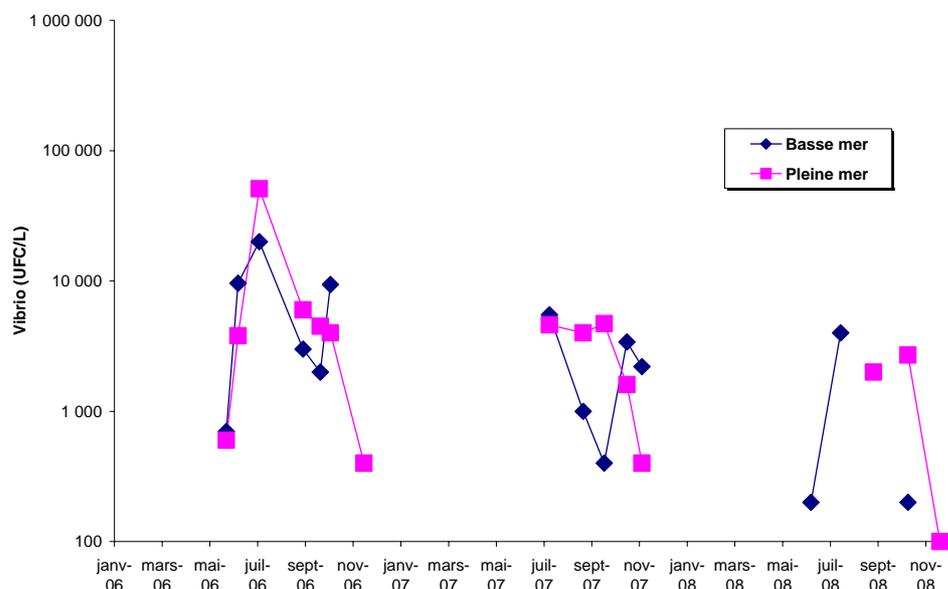
Compte tenu de l'évolution méthodologique de ces dernières années, nous présentons ci-dessous un récapitulatif des résultats obtenus en 2006 et 2008. Les résultats des années antérieures, obtenus par une méthode par dilution en milieu liquide, ne peuvent être exploités conjointement.

### 6.1. Evolution spatio-temporelle

#### 6.1.1. Variations saisonnières

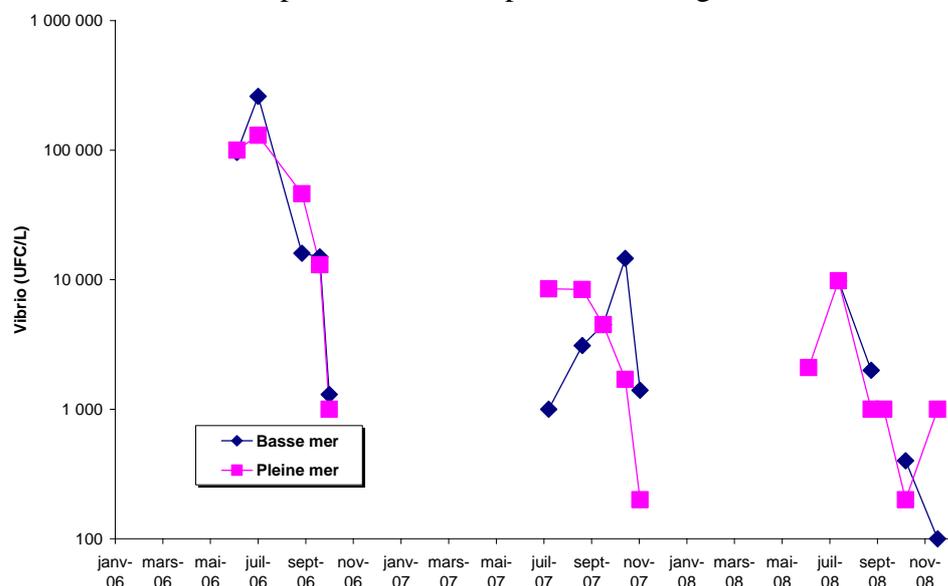
D'une manière générale, comme nous le verrons, les *Vibrio* halophiles apparaissent dans l'estuaire de la Gironde avec le réchauffement des eaux.

Pour 2008, compte tenu des conditions climatiques estivales, la présence de *Vibrio* n'est détectée qu'à partir du mois de juin. De plus, les abondances ont été nettement plus faibles en 2008 qu'en 2007. La tendance à la baisse se poursuit (**Figure 6.1**).



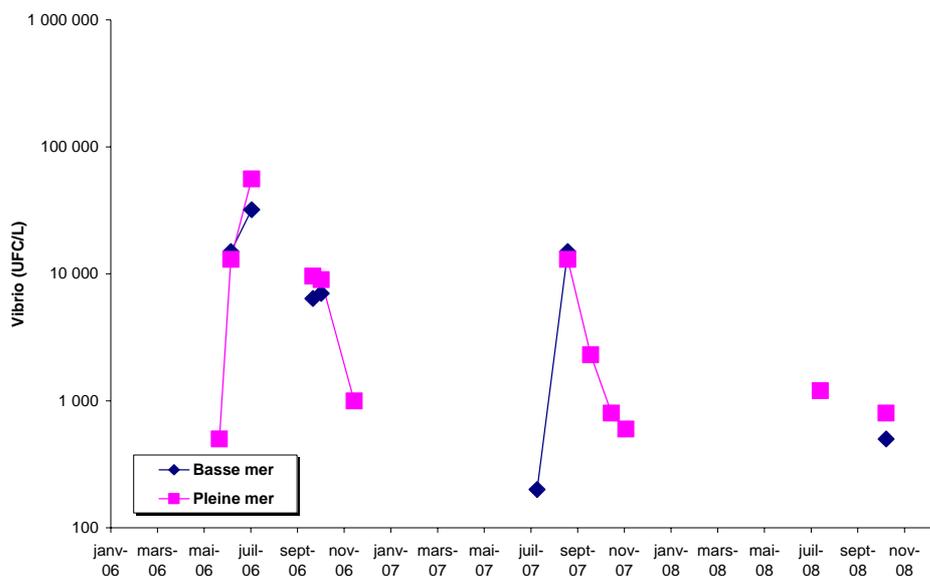
**Figure 6.1. : Variations saisonnières des dénombrements de *Vibrio* halophiles à la station E.**

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 2008 (Figure 6.2). Les abondances restent élevées pendant les deux périodes d'été.



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

A la station K, la présence de *Vibrio* est détectée à basse mer lors de la campagne du mois d'octobre 2008 et en juillet et octobre à pleine mer. A cette station, pour 2008, la présence de cette famille de vibrio est courte ; de plus, les abondances restent faibles (Figure 6.3).



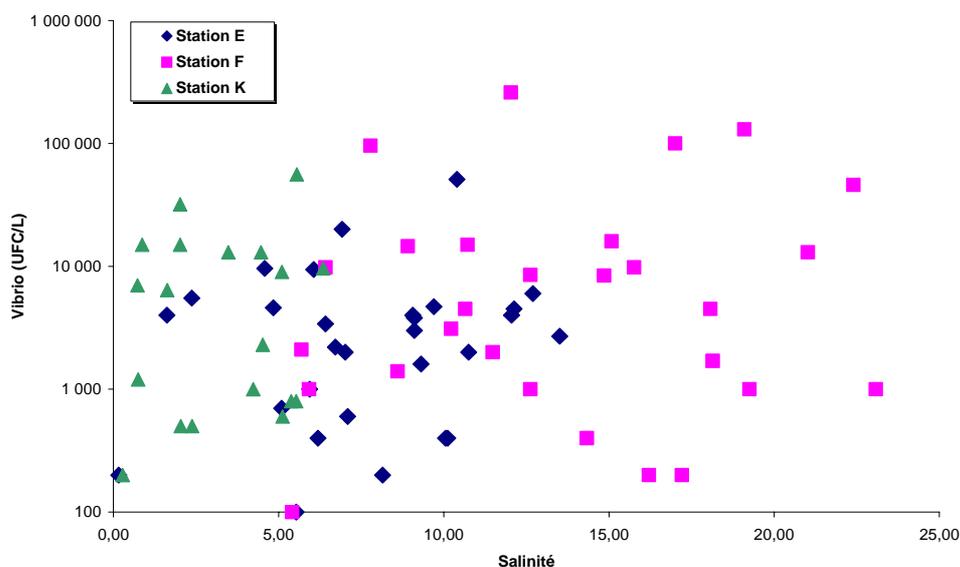
**Figure 6.3. : Variations saisonnières des dénombrements de *Vibrio* halophiles à la station K.**

#### 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 2008.

##### 6.1.2.1. Abondance des *Vibrio* avec la salinité

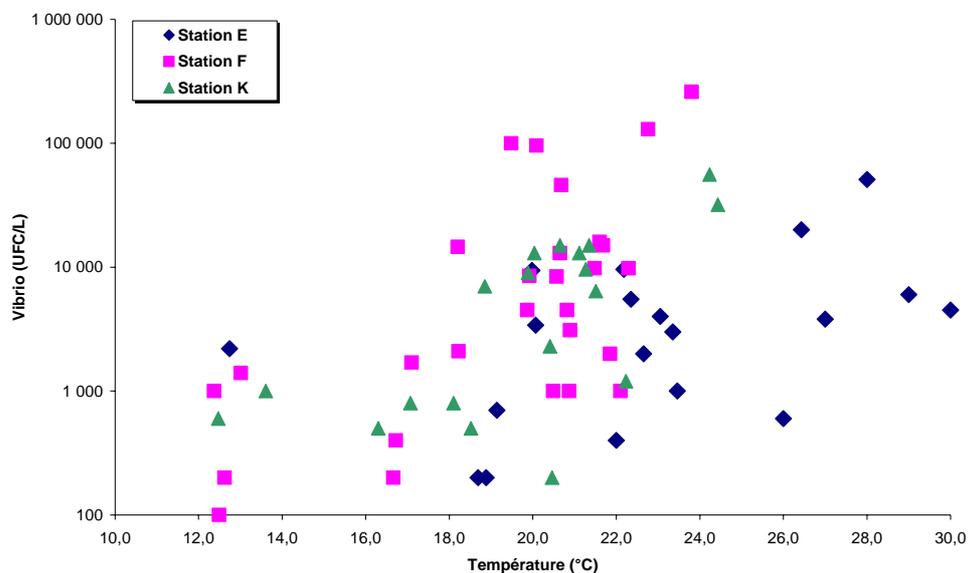
En fait, le caractère halophile des *Vibrio* n'apparaît pas clairement au travers des résultats des dénombrements réalisés (**Figure 6.4**).



**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 stations 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 2008, 105 souches de *Vibrio* halophiles ont été détectées. La répartition des espèces, représentée par le rapport des espèces identifiées comme *Vibrio* sur le nombre d'espèces à identifier (134 pour la période 2006 - 2008), montre que :

- 39 % des souches sont des *Vibrio parahaemolyticus* ;
- 10 % des souches sont des *Vibrio alginolyticus* ;
- 16 % des souches sont des *Vibrio vulnificus* ;
- 7 % des souches sont des *Vibrio mimicus* ;
- 1 % des souches sont des *Vibrio fluvialis* ;
- 2 % 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*.

Depuis 2006, contrairement aux années précédentes, *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 :

- 85,0 % de l'abondance est due à *Vibrio parahaemolyticus* ;
- 2,2 % de l'abondance est due à *Vibrio alginolyticus* ;
- 7,8 % de l'abondance est due à *Vibrio vulnificus* ;
- 4,7 % 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

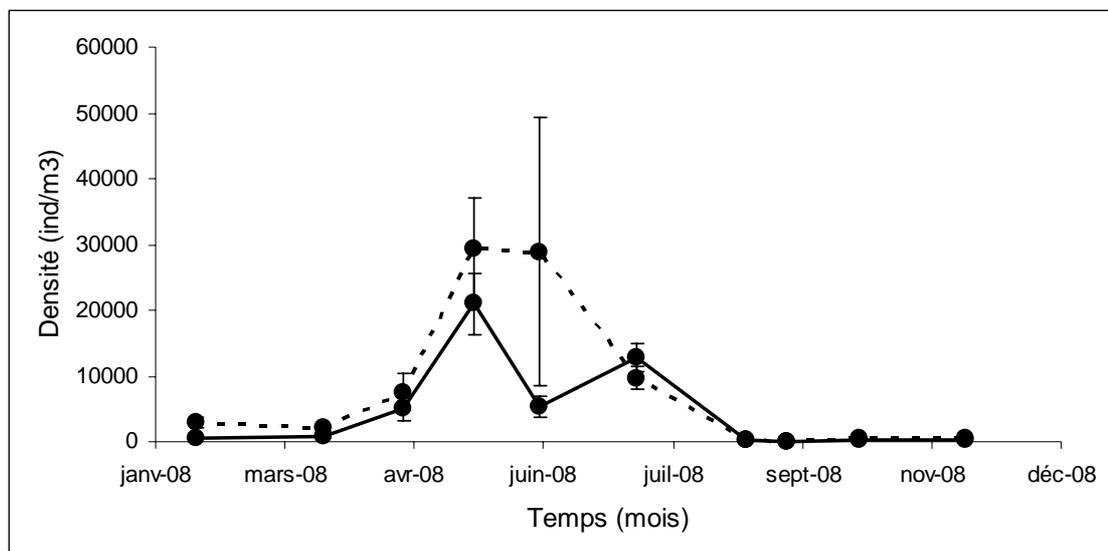
### 7.1. Evolution temporelle des principaux contingents au point E

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 2008.

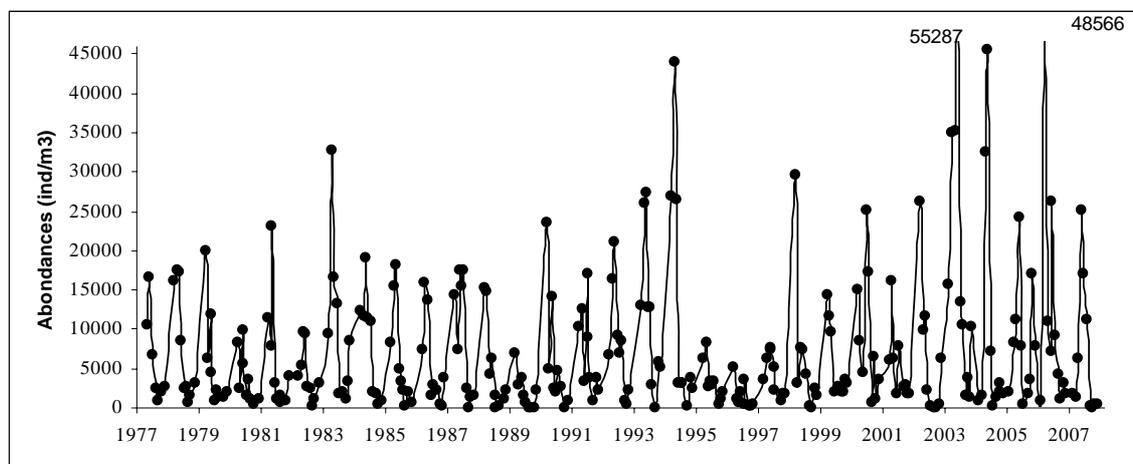
Les copépodes sont largement dominés par l'espèce *Eurytemora affinis* qui constitue habituellement plus de 80 % du zooplancton, sauf quand les conditions d'étiage sont très accentuées comme ce fut le cas en 1990, 1991 et 1997. En 2008 l'abondance relative de cette espèce est élevée : de l'ordre de 85% du zooplancton total en moyenne sur l'année au niveau du maximum de son aire de distribution (point E). La densité annuelle moyenne d'*E. affinis* en 2008 ( $6414 \pm 2619 \text{ ind./m}^3$ ) est du même ordre de grandeur que la moyenne générale calculée sur 30 ans ( $7096 \pm 592 \text{ ind./m}^3$ ).



**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 2008. 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 2008 (comme 2005 et 2006) présente un schéma temporel légèrement décalé avec un pic d'abondances un peu plus tardif qu'observé habituellement (habituellement : mars, 2008 : mai-juin). Le maximum de densité en 2008 est observé le 15 mai :  $25160 \pm 4747$  ind./m<sup>3</sup>, il est caractérisé par la similitude des abondances au fond et en surface (respectivement :  $20943 \pm 4735$  ind./m<sup>3</sup> et  $29377 \pm 7668$  ind./m<sup>3</sup>). Après le maximum annuel, les densités restent importantes au fond ( $28861 \pm 20435$  ind./m<sup>3</sup>) alors qu'elles diminuent en surface ( $5374 \pm 1652$  ind./m<sup>3</sup>). A partir du mois de juillet et durant toute la période estivale les abondances sont faibles (minimum en septembre :  $72 \pm 56$  ind./m<sup>3</sup>). La reprise de production modérée habituellement observée en automne n'est que très peu significative cette année (maximum en novembre :  $476 \pm 59$  ind./m<sup>3</sup>). Cette dynamique saisonnière s'écarte donc des observations faites durant les dernières années : effectifs maxima au printemps, puis décroissance en été (minima en juillet/août) et reprise de production automnale.

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.

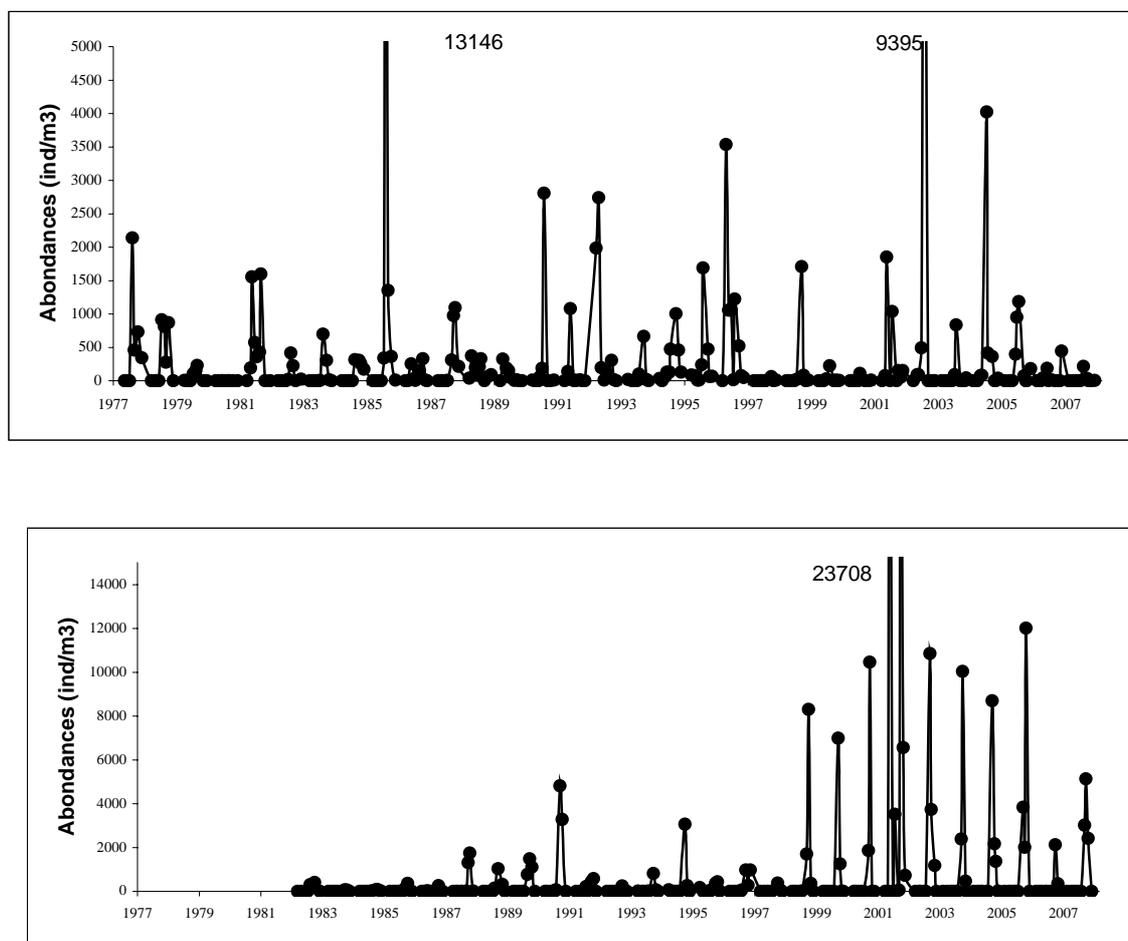


**Figure 7-2 : Variation mensuelle des densités du copépode *Eurytemora affinis* au point E entre l'année 1978 et 2008 - Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond)**

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 2008 confirment un retour à une situation caractérisée par de fortes abondances, observées depuis 1998, avec des abondances annuelles moyennes proche de la moyenne de la série (13<sup>e</sup> rang :  $6414 \pm 2619$  ind./m<sup>3</sup> – le maxima observé en 2008 correspond à la 8<sup>e</sup> valeur maximale observée depuis le début du suivi :  $25160 \pm 4747$  ind./m<sup>3</sup>).

#### 7.1.2. Variations des densités des copépodes Acartidés

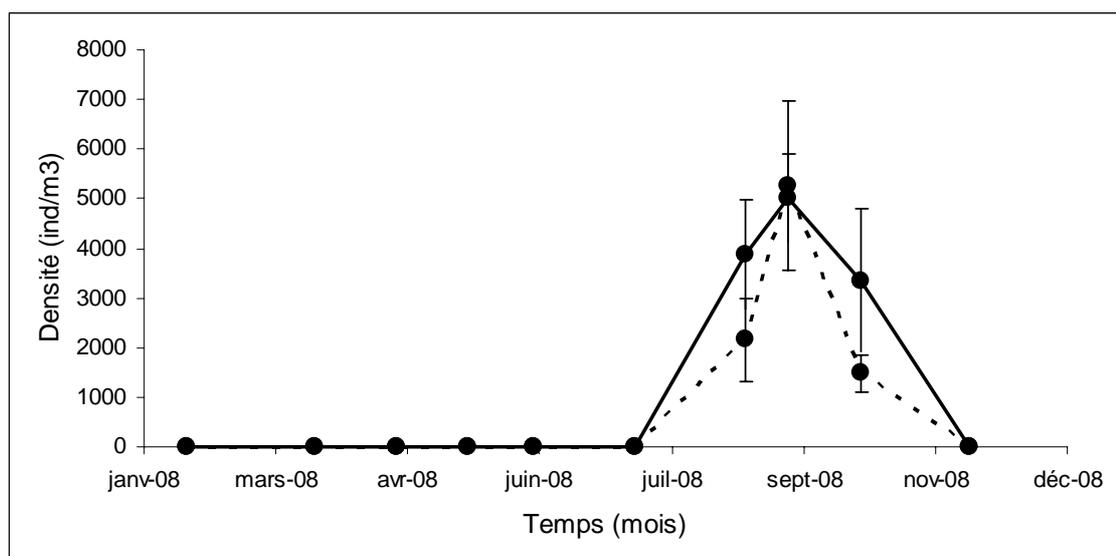
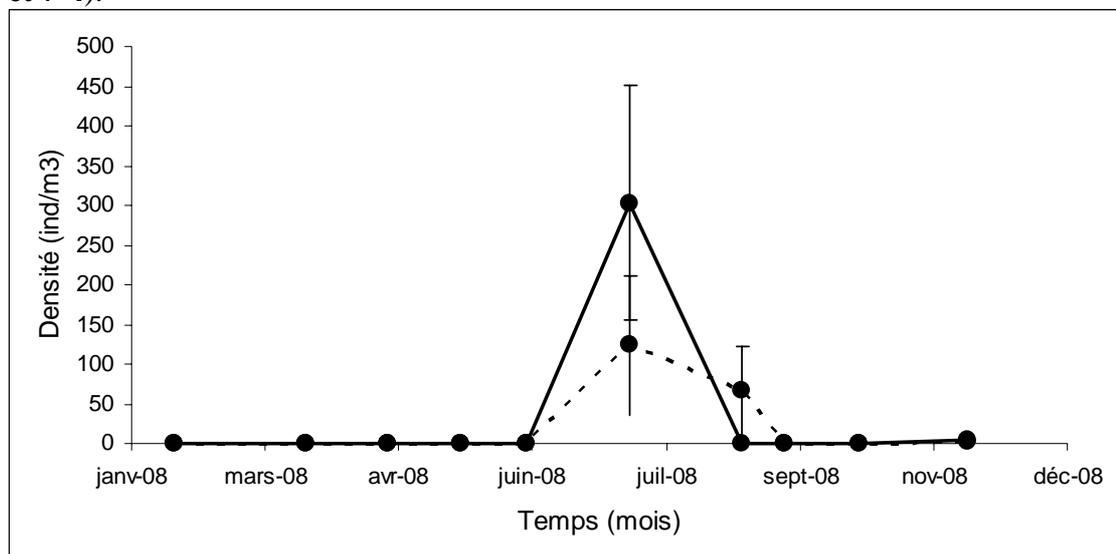
Cette famille de Copépodes constitue le deuxième groupe dominant du zooplancton de l'estuaire de la Gironde et comprend deux espèces : *Acartia bifilosa* et *Acartia tonsa*. *Acartia bifilosa* est une espèce caractéristique des eaux de salinité comprise entre 2,0 et  $25,0 \cdot 10^{-3}$ . En Gironde 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) au point E entre 1978 et 2008 (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 2008 au point E ( $25 \pm 20$  ind./m<sup>3</sup>) est très inférieure à ce qui avait été observé en 2005, 2006 et 2007, mais aussi très inférieure à la moyenne observée sur la série établie sur les 30 précédentes années de prélèvements ( $301 \pm 65$  ind./m<sup>3</sup>, 3° plus faible valeur d'abondance maximale sur l'ensemble de la série : 217 ind./m<sup>3</sup>). Cette hétérogénéité confirme la forte variabilité interannuelle des abondances de l'espèce. Le maximum de densité au point E est observé en Juillet ( $213 \pm 91$  ind./m<sup>3</sup>), en décalage par rapport à la période classique d'abondance maximale de l'espèce. La période de production habituelle de l'espèce en Gironde est caractérisée en 2008 par des effectifs nuls, l'espèce n'étant présente cette année, dans cette zone de l'estuaire, que durant 2 mois. Les moyennes des abondances en surface et au fond ne

sont pas significativement différentes pendant cette période de présence (Figures 7-3 et 7-4).



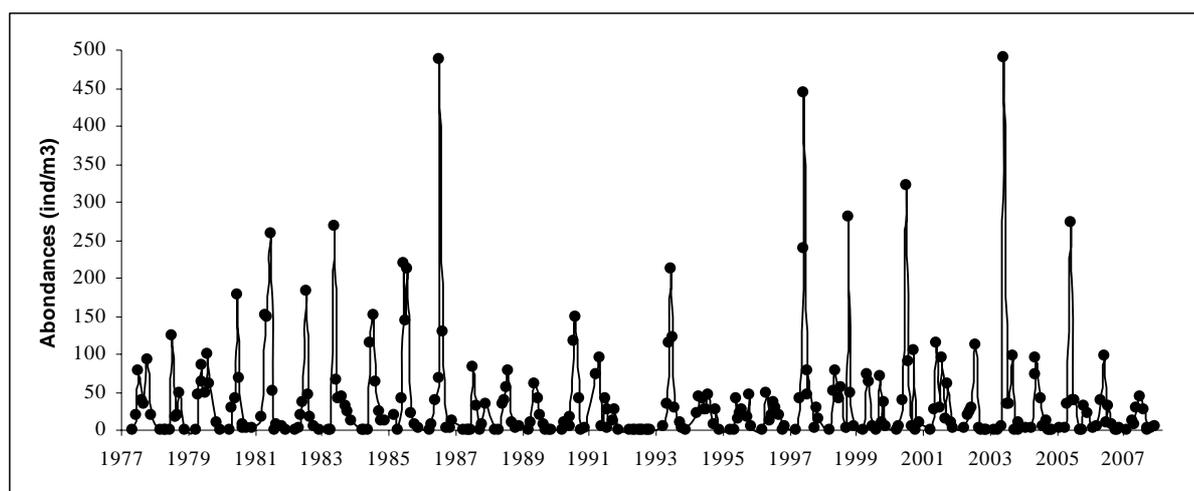
**Figure 7-4 : Evolution mensuelle de la densité des copépodes *Acartia bifilosa* (en haut) et *Acartia tonsa* (en bas) en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au point E (pk 52) en 2008 - Moyennes mensuelles ( $\pm$  erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au 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 8-10.10<sup>-3</sup> mais qui préfère un régime de salinité de type polyhalin (>18 10<sup>-3</sup>). La densité annuelle moyenne observée au point E (1015  $\pm$  526 ind./m<sup>3</sup>) est supérieure à la moyenne des années suivant son

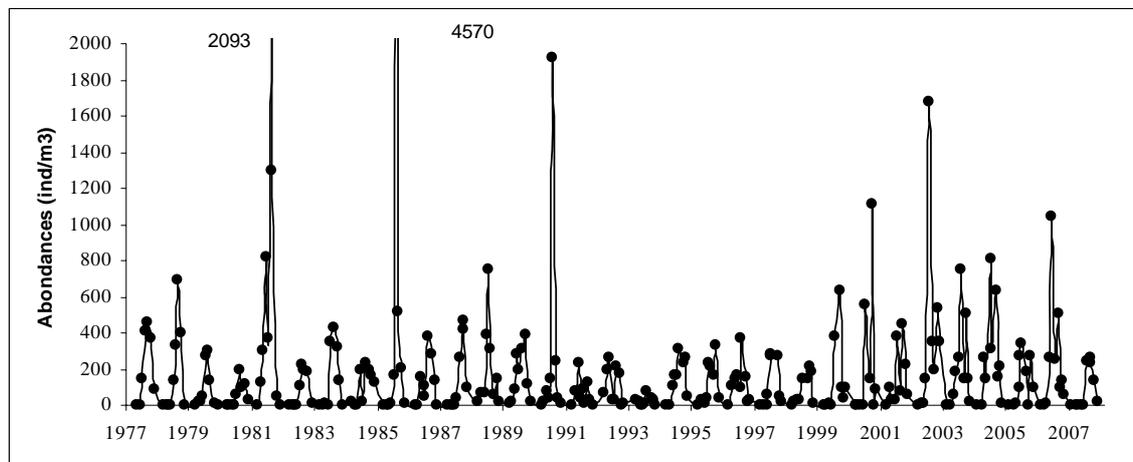
apparition en Gironde (1983-2008 :  $790 \pm 255$  ind./m<sup>3</sup>). L'année 2008 se situe donc dans la continuité des forts effectifs observés depuis 1999 (avec une exception en 2007). En 2008, l'espèce apparaît relativement « tardivement » (août) et présente un maximum de densité « classique » en fin de période estivale : Septembre ( $4905 \pm 963$  ind./m<sup>3</sup> ; **Figure 7-3**), conforme aux observations habituelles (août à début octobre selon les années). Le maximum observé en 2008 (respectivement en surface et au fond :  $5000 \pm 892$  ind./m<sup>3</sup>,  $5262 \pm 1704$  ind./m<sup>3</sup>) est supérieur à la moyenne des maxima enregistrés depuis 1978 ( $3760 \pm 986$  ind./m<sup>3</sup>) et dans la gamme des valeurs observées depuis 1999. Le décalage temporel des pics de densité de ces deux espèces d'Acartidae, observé au point E en 1997, 2000, et de 2002 à 2007 s'observe encore cette année.

### 7.1.3. Variations des densités des Mysidacés

Deux espèces autochtones sont représentées dans l'estuaire de la Gironde : *Neomysis integer* et *Mesopodopsis slabberi*. La première espèce vit plutôt dans la partie amont de l'estuaire tandis que la deuxième colonise l'aval. Elles sont distribuées majoritairement entre les isohalines  $0,5 \cdot 10^{-3}$  et  $22,0 \cdot 10^{-3}$ .



**Figure 7-5 : Variations mensuelles de densités du Mysidacé *Neomysis integer* au point E entre 1978 et 2008 - 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 2008 - 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.

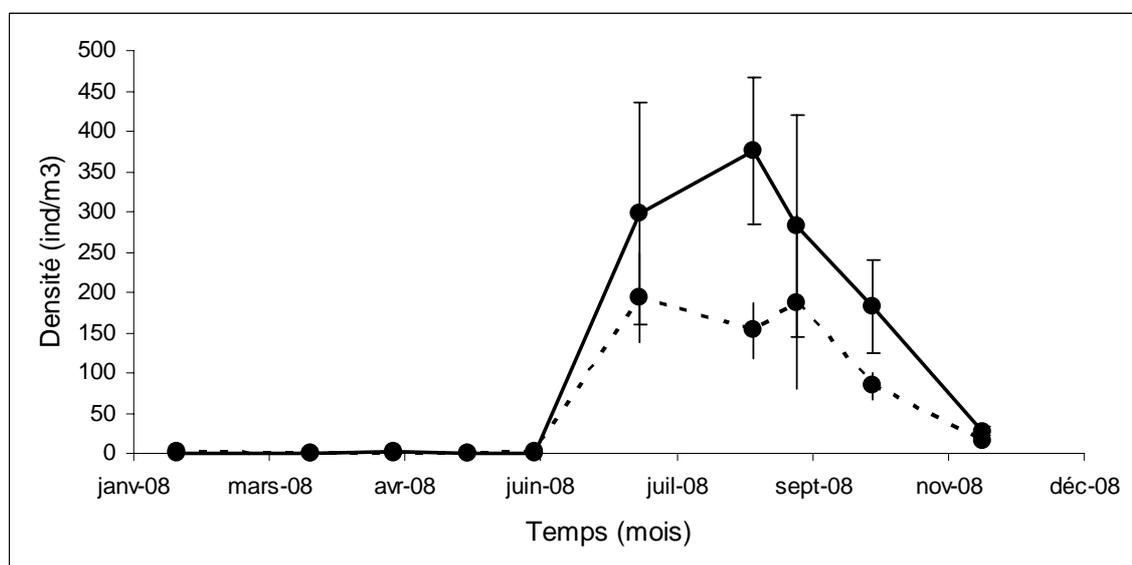
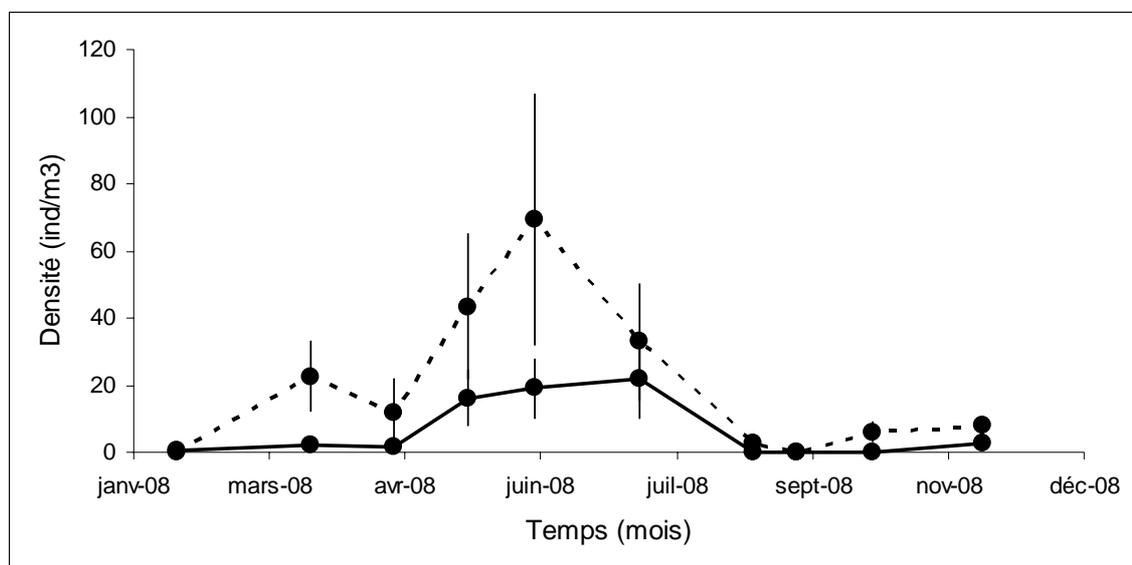
La densité moyenne annuelle de *Neomysis integer* en 2008 ( $13 \pm 5$  ind./m<sup>3</sup>) est faible par rapport à la moyenne générale des densités observées depuis 1978 ( $40 \pm 4$  ind./m<sup>3</sup>). Généralement, *N. integer* est l'espèce la plus abondante à la fin du printemps tandis que *M. slabberi* est mieux représentée à la fin de l'été, ce qui est le cas cette année jusqu'en Juin

En 2008, *N. integer* a été récoltée tout au long de la période de prélèvement (sauf en janvier et en fin de période estivale : Septembre) et le maximum mensuel de densité s'observe en Juin (**Figure 7-7.**). La valeur du pic (moyenne mensuelle en Juin :  $44 \pm 21$  ind./m<sup>3</sup>) est faible par rapport aux maxima observés sur la série pour ce secteur de l'estuaire (moyenne des maxima :  $169 \pm 23$  ind./m<sup>3</sup>). La plus forte valeur est observée au fond ( $69 \pm 37$  ind./m<sup>3</sup> pour  $19 \pm 9$  ind./m<sup>3</sup> en surface et en juin - **Figure 7-7.**), ce qui correspond au schéma classique connu pour cette espèce (habituellement plus abondante à proximité du fond).

*Mesopodopsis slabberi* présente des densités moyennes annuelles plus importantes que celles de l'espèce précédente ( $90 \pm 35$  ind./m<sup>3</sup>). En 2008 sa densité moyenne annuelle est très inférieure à la moyenne générale des observations effectuées depuis 1978 ( $177 \pm 23$  ind./m<sup>3</sup>). *M. slabberi* a été récolté au point E essentiellement à partir du mois de juillet (elle est trouvée dès le mois de janvier, sans que ses effectifs ne dépassent 1 ind./m<sup>3</sup> avant juillet).

Le maximum de densité s'observe cette année en août (moyenne mensuelle :  $264 \pm 62$  ind./m<sup>3</sup> - **Figure 7-6.**) avec une distribution des organismes hétérogène dans la colonne d'eau : maximum en surface :  $375 \pm 90$  ind./m<sup>3</sup> (fond :  $152 \pm 35$  ind./m<sup>3</sup>), 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 moyennes sont 6 fois plus élevées que celles de *Neomysis* ce qui, du fait des très faibles abondances de cette espèce s'éloigne du schéma classique annuel moyen (facteur 4 sur l'ensemble de la série - **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 2008 - Moyennes mensuelles ( $\pm$  erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée**

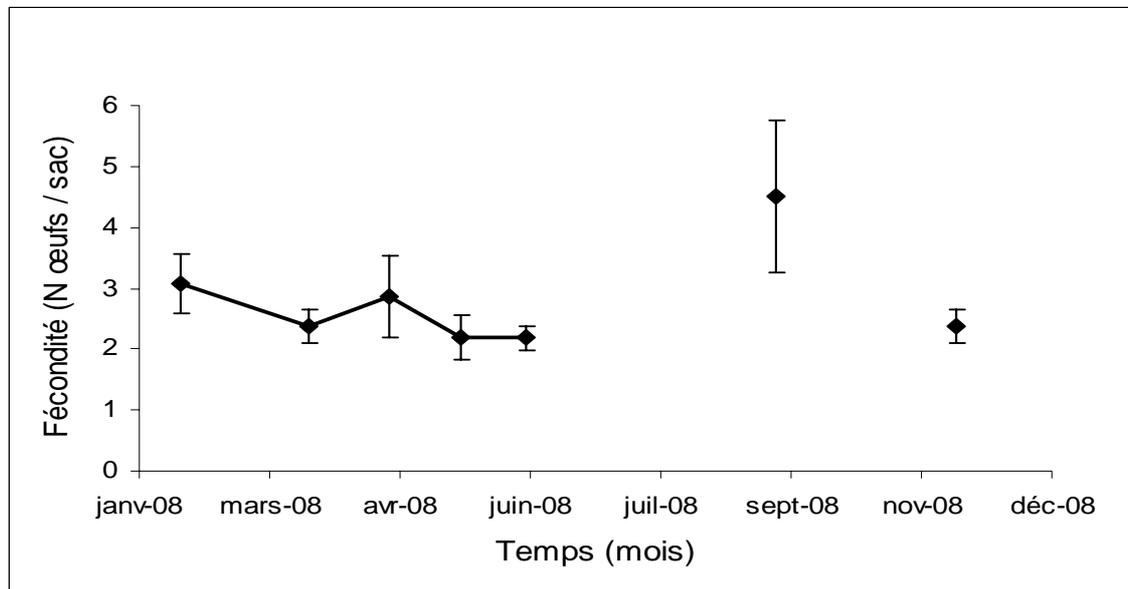
## 7.2. Structure démographique d'*Eurytemora affinis* au point E

### 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 :

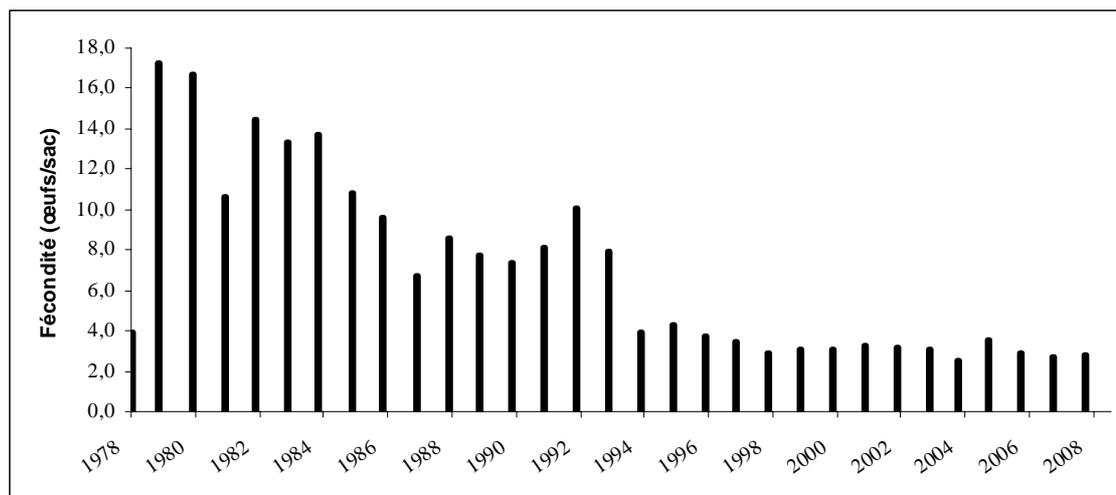
- la température de l'eau. Il existe en effet une relation inverse entre le nombre d'œufs par sac ovigère et la température de l'eau (POLI & CASTEL, 1983).
- la quantité et la qualité des matières en suspension. (CASTEL & FEURTET, 1985). D'importantes MES peuvent en effet s'avérer préjudiciables au développement 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 2008 (**Figure 7-8.**) ne sont pas conformes aux observations habituelles : les valeurs les plus importantes ne sont pas observées cette année durant les périodes de développement de la population. Les valeurs supérieures à la moyenne ( $2,8 \pm 0,8$  œufs par sac ovigère) sont observées en fin de période estivale (septembre, période durant laquelle le nombre de femelles ovigères est faible).



**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 2008, la fécondité moyenne ( $2,8 \pm 0,8$  œufs/sac) est du même ordre de grandeur que celles observées depuis 1994. La décroissance générale de la fécondité depuis 1978 pourrait être liée à l'évolution des températures dans l'estuaire (CASTEL, 1995); la stabilisation à un niveau bas des fécondités depuis 1994 reste inexplicée.

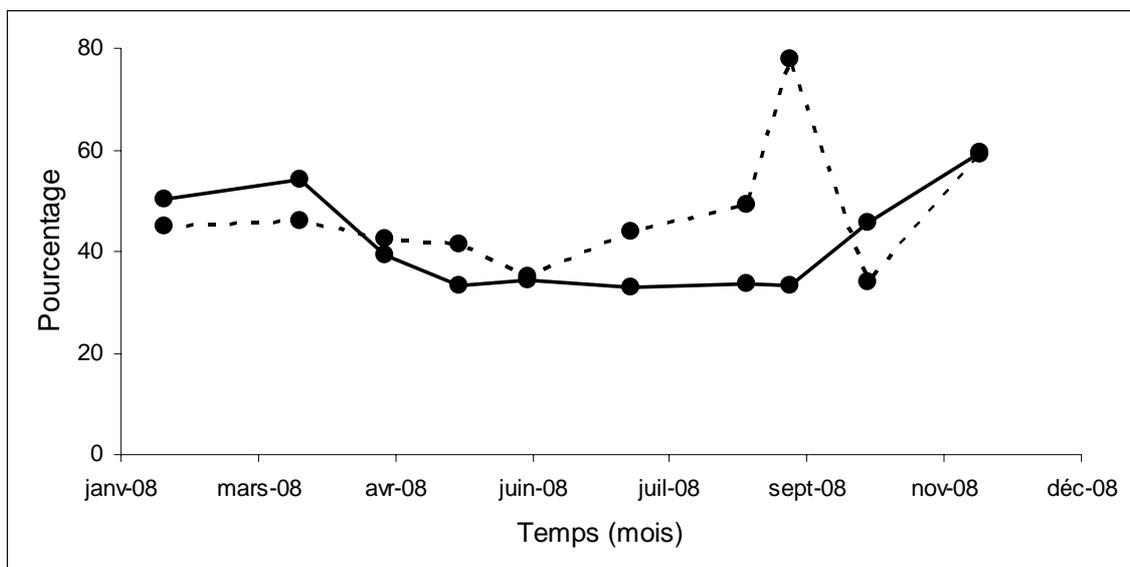


**Figure 7-9: Evolution annuelle de la fécondité (nombre moyen d'œufs par sac ovigère/an) du copépode *Eurytemora affinis* au point E entre 1978 et 2008 - Chaque point représente la moyenne des valeurs mensuelles calculée entre avril et novembre**

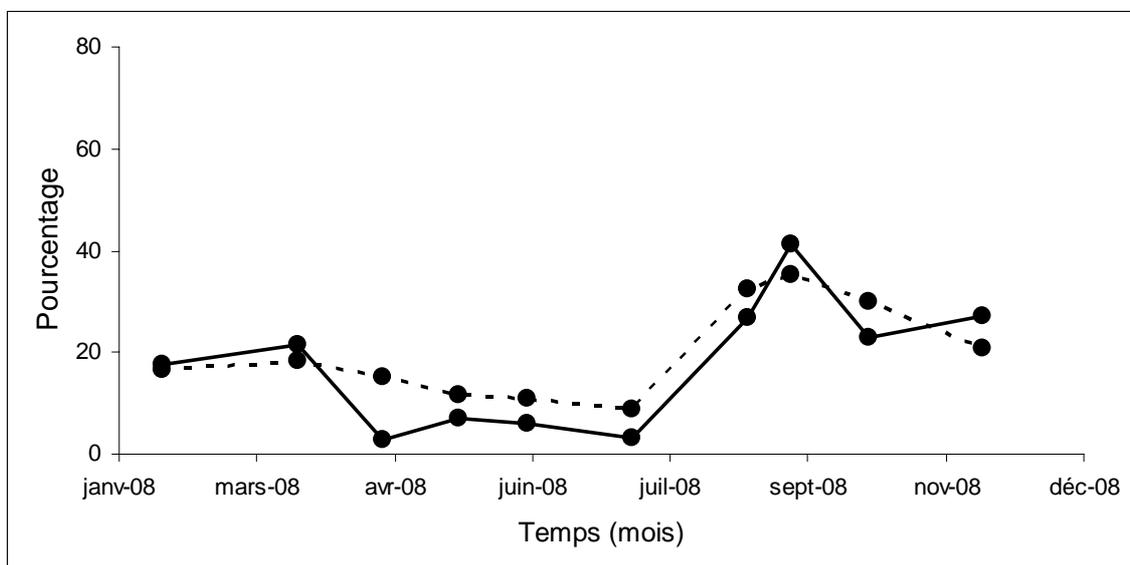
#### 7.2.2. Structure des populations

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

Le sex-ratio des adultes est habituellement légèrement en faveur des mâles, ce qui ne se vérifie pas en 2008 (44 % de mâles en moyenne). Comme souvent observé lors des années précédentes, les variations saisonnières du sex ratio sont relativement faibles (**Figure 7-10**) excepté un fort déséquilibre en faveur des mâles en fin d'été (78% au fond). En général, le pourcentage de mâles est toujours un peu plus élevé en surface qu'au fond. En 2008 cette caractéristique n'est pas observée (ce schéma classique est même inversé d'avril jusqu'en septembre).

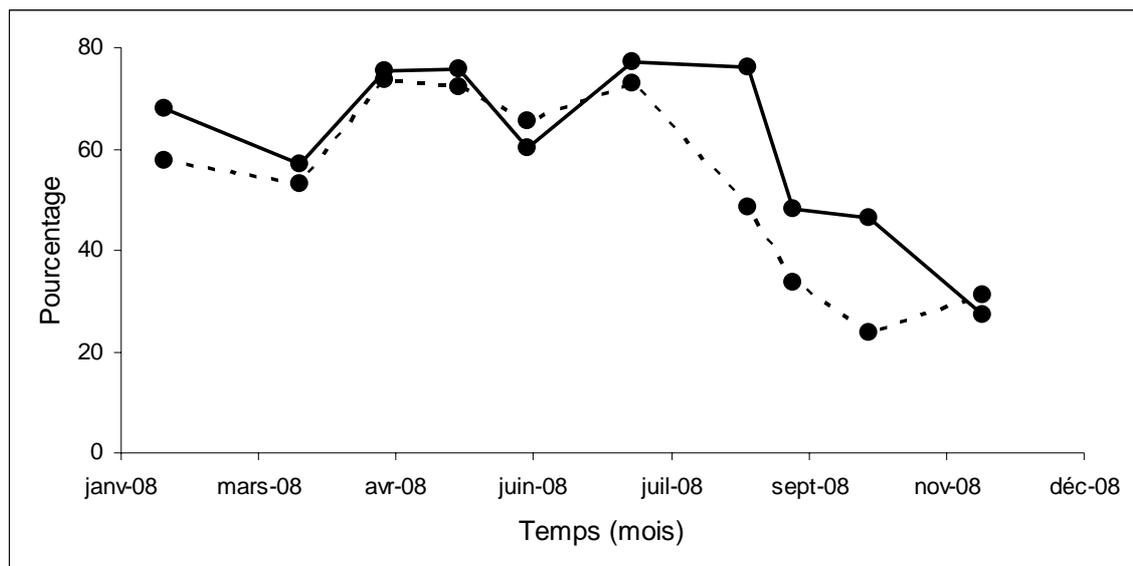


**Figure 7-10 : Evolution mensuelle du pourcentage de mâles dans la population adulte du copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au cours de l'année 2008 - Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours 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 2008 - Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée**

Le pourcentage de femelles ovigères est inférieur en surface par rapport à ce qui est observé au fond pendant la majeure partie de l'année. Les valeurs les plus fortes (**Figure 7-11**) sont observées en fin d'été (septembre), elles sont faibles pendant la période de production de l'espèce (mai-juin). Le pourcentage moyen de l'année 2008 (19,1 %) est faible par rapport à la moyenne calculée à partir des valeurs des précédentes années de surveillance (29,6 %) 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**

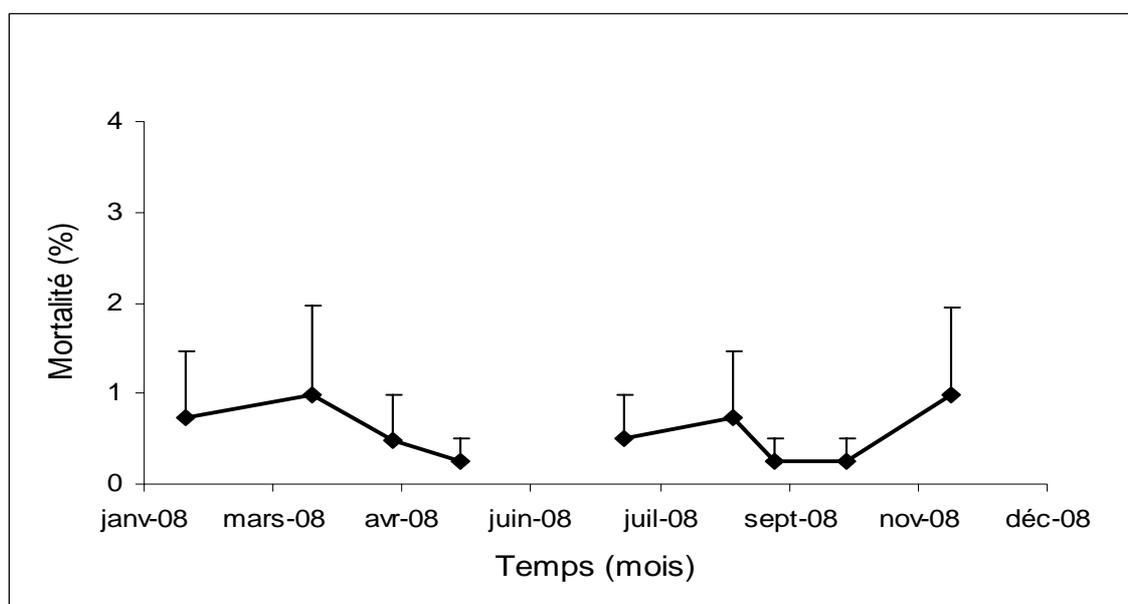
La proportion moyenne de copépodites (copépodites 1 à 5 = stades juvéniles) en 2008 est plus importante en surface qu'au fond (sauf en juin et novembre, **Figure 7-12**), ce qui traduit une distribution préférentielle des jeunes stades en surface (phénomène classiquement observé). La moyenne annuelle (57,2 %) est identique à la moyenne des observations des années précédentes (59,3 %). Comme souvent, les plus forts pourcentages sont notés d'avril à juin (pendant le pic d'abondance de l'espèce) et pendant la période estivale (période durant laquelle les effectifs sont très faibles).

### 7.2.3. Mortalité

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

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

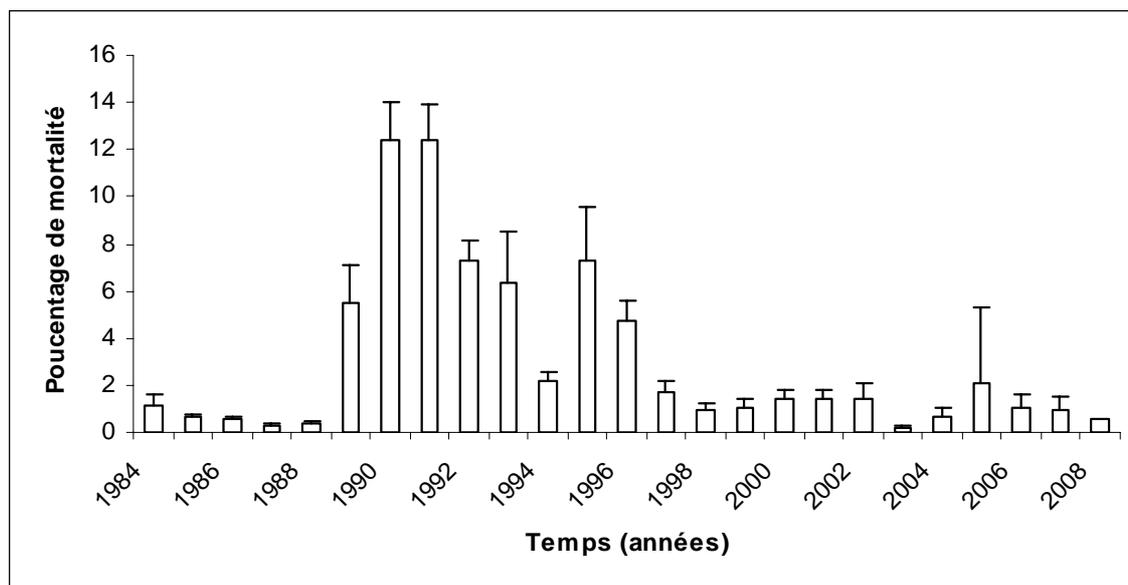
Les fluctuations temporelles observées au cours du cycle annuel en 2008 (**Figure 7-13**) sont faibles quelle que soit la période de l'année.



**Figure 7-13 : Evolution mensuelle du pourcentage de mortalité du copépoïde *Eurytemora affinis* au point E, au cours de l'année 2008 - 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 2008 ( $0,6 \pm 0,3$  %) est particulièrement faible en référence aux données acquises depuis 30 ans et du même ordre de grandeur que ce qui a été observé lors des années précédentes (4<sup>e</sup> valeur la plus faible sur l'ensemble de la série).

La moyenne annuelle observée en 2008 concorde avec la diminution de la mortalité observée depuis 1999. La tendance observée au cours des 11 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 2008 - 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).

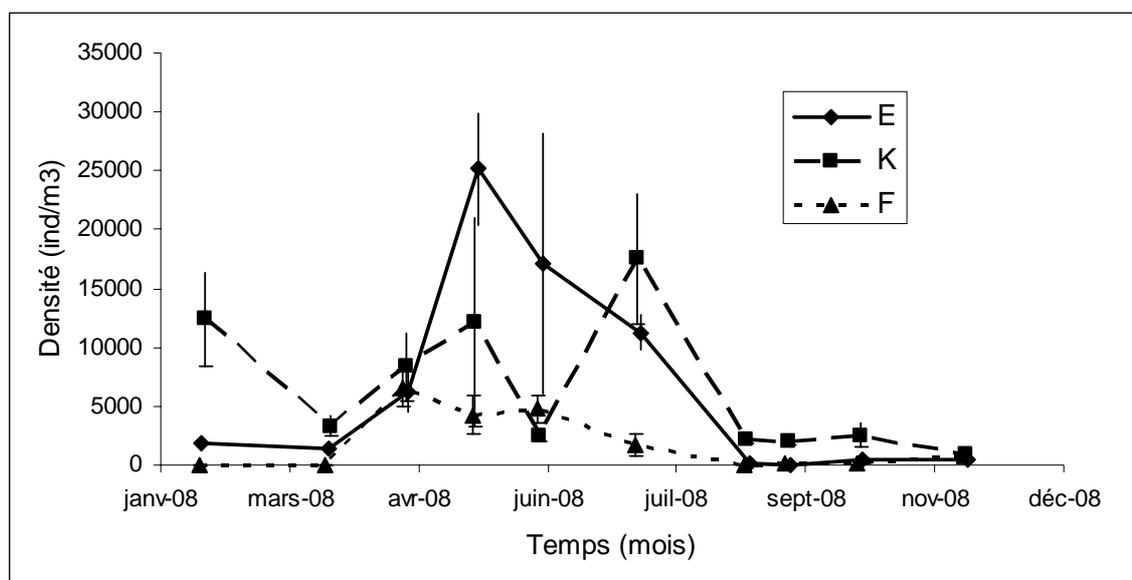
Les comparaisons entre stations reposent sur la moyenne de tous les prélèvements effectués au cours d'une marée pour chaque mission.

#### 7.3.1. Variations des densités du Copépode *Eurytemora affinis*

En 2008, *E. affinis* constitue l'essentiel du peuplement de copépodes dans les deux stations étudiées en amont de l'estuaire (points E et K, l'espèce dominante en aval est *A. tonsa*). La densité moyenne annuelle de cette espèce au point F ( $1835 \pm 734$  ind./m<sup>3</sup>) est faible par rapport à celles observées aux points E ( $6414 \pm 2619$  ind./m<sup>3</sup>) et K ( $6400 \pm 1739$  ind./m<sup>3</sup>, **Figure 7-15**). La localisation aval de l'espèce, déjà observée en 2005 et 2006, n'est pas observée cette année (comme en 2007) ce qui peut indiquer un retour à

un schéma de distribution de l'espèce plus classique : le pic de densité est de façon générale toujours situé juste en amont du maximum de turbidité, là où les copépodes sont piégés (CASTEL, 1995). La période de fortes abondances de l'espèce est globalement identique dans les trois stations : avril à août. Les pics d'abondances diffèrent cependant : dans la station médiane (E) : mois de mai :  $25160 \pm 11060 \text{ ind./m}^3$  - dans la station aval (F), mois d'avril :  $6561 \pm 1576 \text{ ind./m}^3$  - dans la station amont (K), mois de juillet :  $17534 \pm 5537 \text{ ind./m}^3$ .

L'année 2008 se distingue, comme cela a pu être observé les années précédentes, par des périodes d'abondances maximales différentes en amont (K) et en aval de l'estuaire (E et F). 2008 est aussi marquée par une augmentation plus précoce (*janvier, hors protocole*) et plus durable des abondances en amont (Station K), alors que la période de production est plus intense mais aussi plus réduite dans le temps dans la zone médiane (E). Ceci se traduit par des abondances moyennes annuelles similaires (K :  $6400 \pm 1739 \text{ ind./m}^3$ , E :  $6414 \pm 1739 \text{ ind./m}^3$ ).



**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 2008 - 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./m<sup>3</sup>) du copépode *Eurytemora affinis* observées au cours de la période 1984-2008 - Le point J est situé au niveau du pk 52 dans le chenal de navigation**

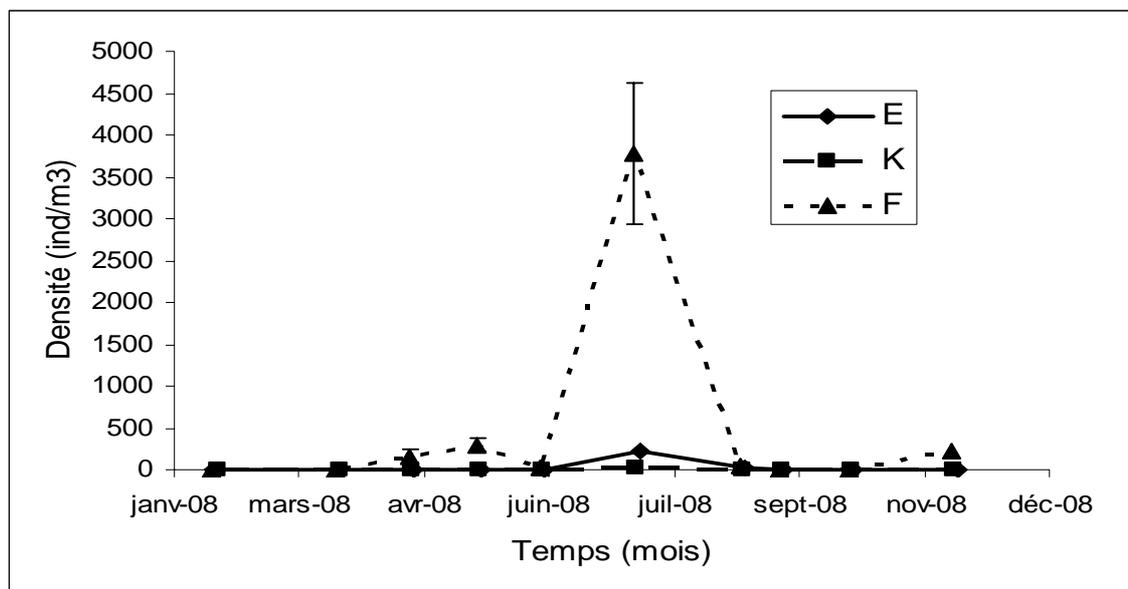
Année	Point F Pk 67	Point E Pk 52	Point J Pk 52	Point K Pk 30
1984		9600	8500	6100
1985		9100	11100	5500
1986		5900	7900	4900
1987		5300	6400	5800
1988		7400	7900	5200
1989		5300	5500	8200
1990		2400	2400	3000
1991		5600	4700	7100
1992		6400		4700
1993	4300	8200		9300
1994	3000	6252		1873
1995	2161	7896		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
2008	1835	6414		6400

La comparaison des densités moyennes interannuelles (**Tableau 7-1**) entre 1984 et 2008 montre que les années caractérisées par une absence de crues<sup>25</sup> (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 ; la situation étant inversée les années caractérisées par des crues. Le schéma observé en 2008 correspond à une situation intermédiaire pour laquelle la population du copépode *E. affinis* est également répartie sur la zone amont / médiane de l'estuaire.

<sup>25</sup> 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-).

### 7.3.2. Variation des densités des Copépodes Acartidés

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



**Figure 7-16 : Evolution mensuelle de la densité du Copépode *Acartia bifilosa* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2008 - 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)**

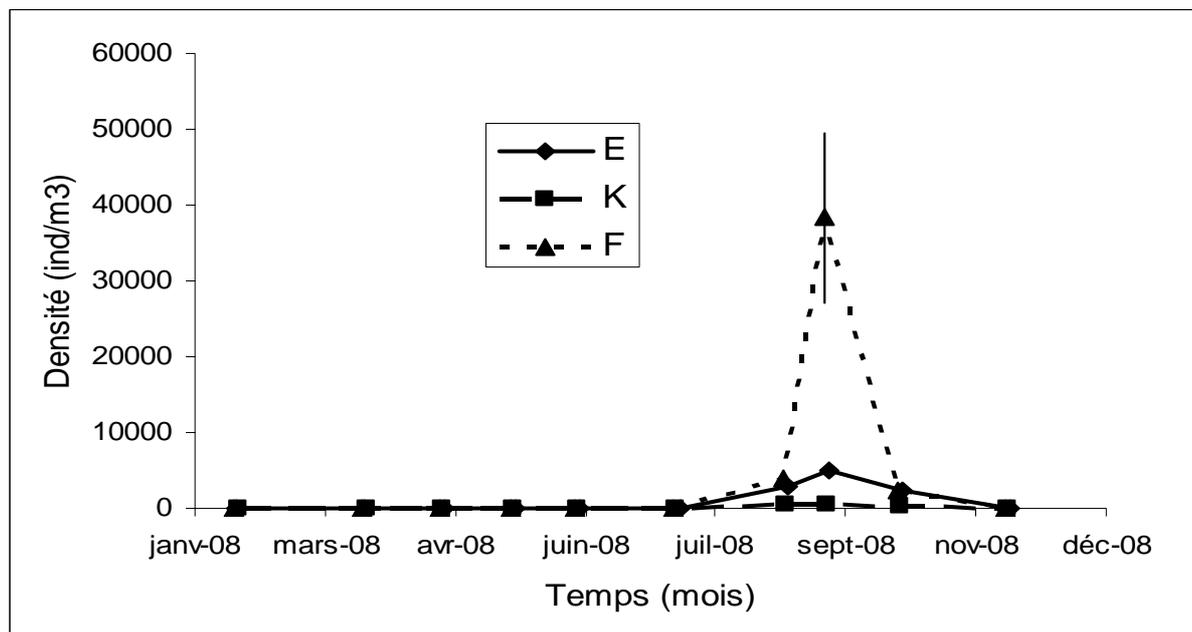
Les densités moyennes du copépode *Acartia bifilosa* (**Tableau 7-2** et **Figure 7-16**) sont maximales au point F ( $452 \pm 351$  ind./m<sup>3</sup>) et décroissent vers l'amont de l'estuaire (maximum au point E :  $25 \pm 20$  ind./m<sup>3</sup> et maximum au point K :  $2 \pm 2$  ind./m<sup>3</sup>).

La période d'abondance maximale est identique dans les différentes stations et correspond à la période estivale (Juillet) : en aval : maximum annuel au point F :  $3769 \pm 842$  ind./m<sup>3</sup> ; en zone amont : maximum annuel au point E :  $213 \pm 91$  ind./m<sup>3</sup> ; maximum annuel au point K :  $19 \pm 13$  ind./m<sup>3</sup>). Deux pics d'abondance sont observés en 2008 : un pic peu marqué en Avril-Mai et le pic estival mentionné ci-dessus. La présence de ce pic estival, observé certaines années, est une caractéristique de cette année 2008 (1979, 1982, 1987, 1993, 1997, 2002, 2005).

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

**Tableau 7-2 : Evolution des densités moyennes annuelles (ind./m<sup>3</sup>) du copépode *Acartia bifilosa* au cours de la période 1984-2008 - 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
2008	452	25		2



**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 2008 - 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 2008 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 :  $4456 \pm 3590$  ind./m<sup>3</sup>), elles sont intermédiaires au point E (moyenne annuelle :  $1057 \pm 549$  ind./m<sup>3</sup>), l'espèce étant très peu représentée au point K (moyenne annuelle :  $146 \pm 74$  ind./m<sup>3</sup>). Son caractère thermophile se traduit en termes de développement dans l'estuaire par une période de production de fin d'été succédant à la période de production d'*A. bifilosa*. *A. tonsa* a présenté en 2008 (**Figure 7-17**) un pic de densité simultané en Septembre aux points F, E et K ( $38297 \pm 10866$ ,  $4905 \pm 463$  et  $606 \pm 286$  ind./m<sup>3</sup>).

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./m<sup>3</sup>) du copépode *Acartia tonsa* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de la période 1984-2008 - Le point J est situé au pk 52 dans le chenal de navigation**

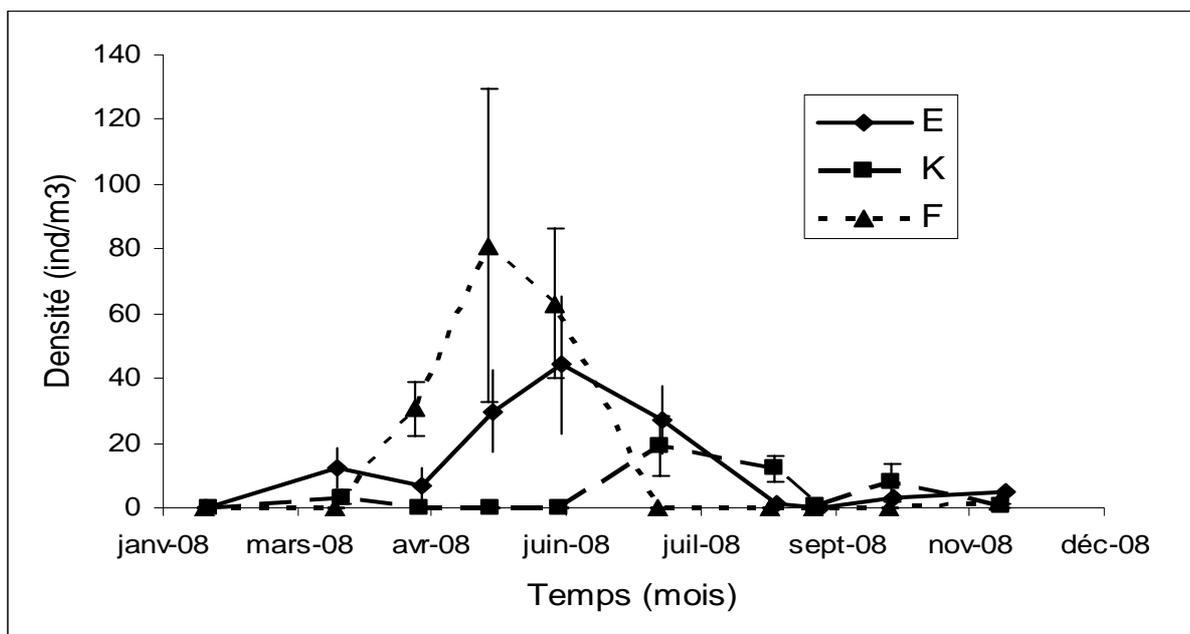
Année	Point F	Point E	Point J	Point K
1984		58	97	20
1985		35	459	27
1986		129	356	48
1987		64	406	36
1988		410	484	16
1989		302	519	233
1990		534	3253	478
1991		933	1223	261
1992	1120	114		14
1993	970	430		4
1994	81	15		7
1995	1168	417		8
1996	291	109		6
1997	366	165		7
1998	1849	57		18
1999	2880	1183		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
2008	4456	1057		146

### 7.3.3. Variation des densités de Mysidacés

En 2008, 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 la station amont (**Tableau 7-4.** : moyennes annuelles : point K :  $4 \pm 2$  ind./m<sup>3</sup> - point E :  $13 \pm 5$  ind./m<sup>3</sup> - point F :  $18 \pm 9$  ind./m<sup>3</sup>).

Les densités maximales de l'espèce s'observent classiquement en 2008 dans la zone aval de l'estuaire (aux points F ou E). Cette année, contrairement à ce qui a pu être observé en 2006 et 2007, les pics sont décalés dans le temps dans les 3 stations (**Figure 7-18**) :  $81 \pm 48$  ind./m<sup>3</sup> en mai au point F,  $44 \pm 21$  ind./m<sup>3</sup> en juin au point E et  $19 \pm 9$

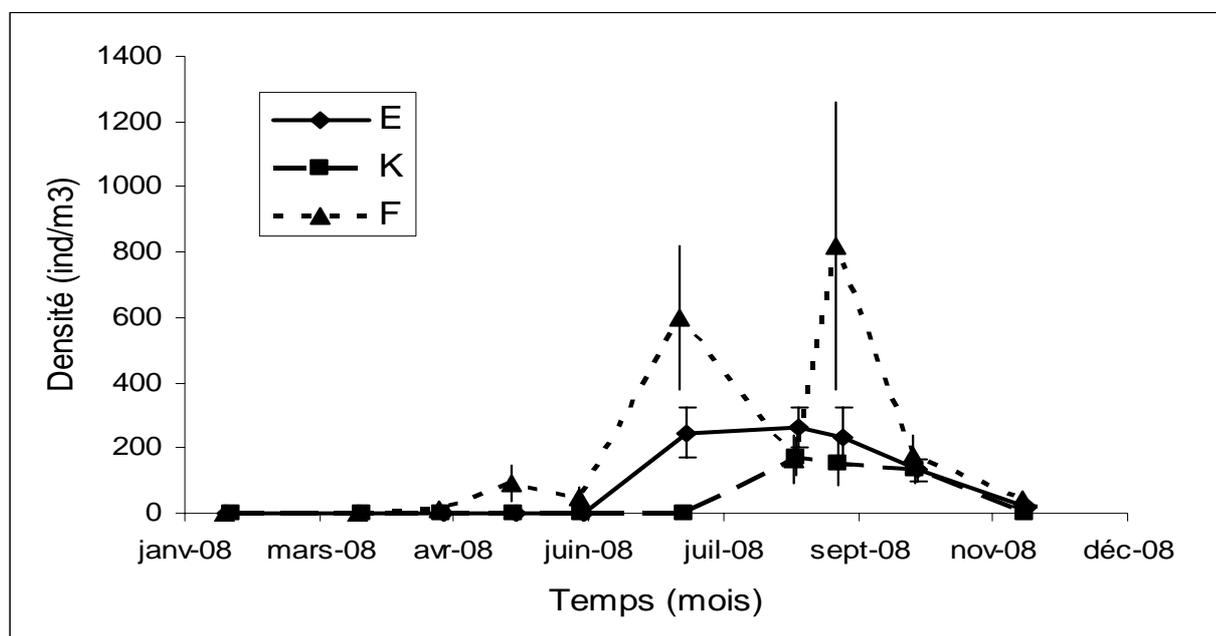
ind./m<sup>3</sup> en juillet au point K). Globalement, l'espèce est présente de manière plus continue à la station E (même si les effectifs y sont parfois faibles), ce qui indique une localisation de l'aire de distribution de l'espèce principalement dans la zone médiane de l'estuaire.



**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 2008 - 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./m<sup>3</sup>) du Mysidacé *Neomysis integer* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de la période 1984-2008 - 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
2008	18	13		4



**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 2008 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 8 prélèvements au cours d'un demi cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) au cours d'un demi-cycle de marée ( $\pm$  erreur standard)**

La seconde espèce dominante, *Mesopodopsis slabberi* (Figure 7-19) présente un schéma de distribution classique (gradient décroissant de l'aval vers l'amont, Tableau 7-5.) : abondances plus importantes au point F (moyenne annuelle :  $195 \pm 85$  ind./m<sup>3</sup>) qu'au point E ( $80 \pm 35$  ind./m<sup>3</sup>), tandis que l'espèce est mal représentée au point K ( $47 \pm 23$  ind./m<sup>3</sup>). 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 fin de période estivale en aval (point F en septembre :  $820 \pm 439$  ind./m<sup>3</sup>) et en période estivale en amont : août aux point E et K (respectivement :  $264 \pm 62$  ind./m<sup>3</sup> et  $174 \pm 56$  ind./m<sup>3</sup>).

**Tableau 7-5 : Evolution des densités moyennes annuelles (ind./m<sup>3</sup>) du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de la période 1984-2008 - 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
2008	195	90		47

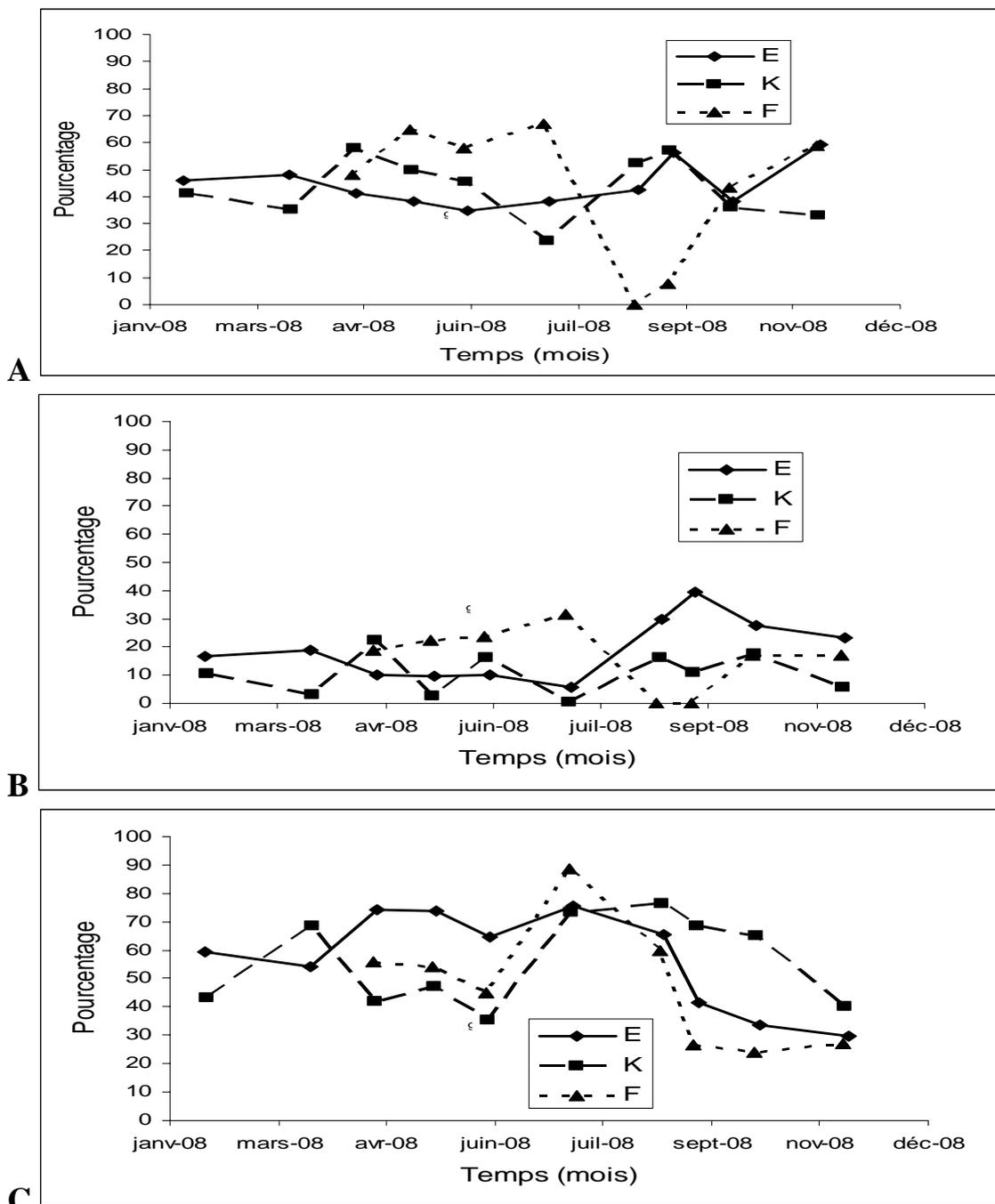
#### 7.4. Structure démographique d'*Eurytemora affinis* aux points F, E, et K

##### 7.4.1. Paramètres de population

De manière générale (**Tableau 7-6**), la structure démographique d'*Eurytemora affinis* est proche d'une station à l'autre.

**Tableau 7-6 : Principaux paramètres démographiques de *Eurytemora affinis* au cours de la période 1984-2008 - 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
2008	43	16	48	44	19	57	43	11	57



**Figure 7-20 : Evolution mensuelle de la structure démographique du copécope *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2008 - % mâles/adultes (A), % femelles ovigères (B), % de copépodites (C), calculés sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond)**

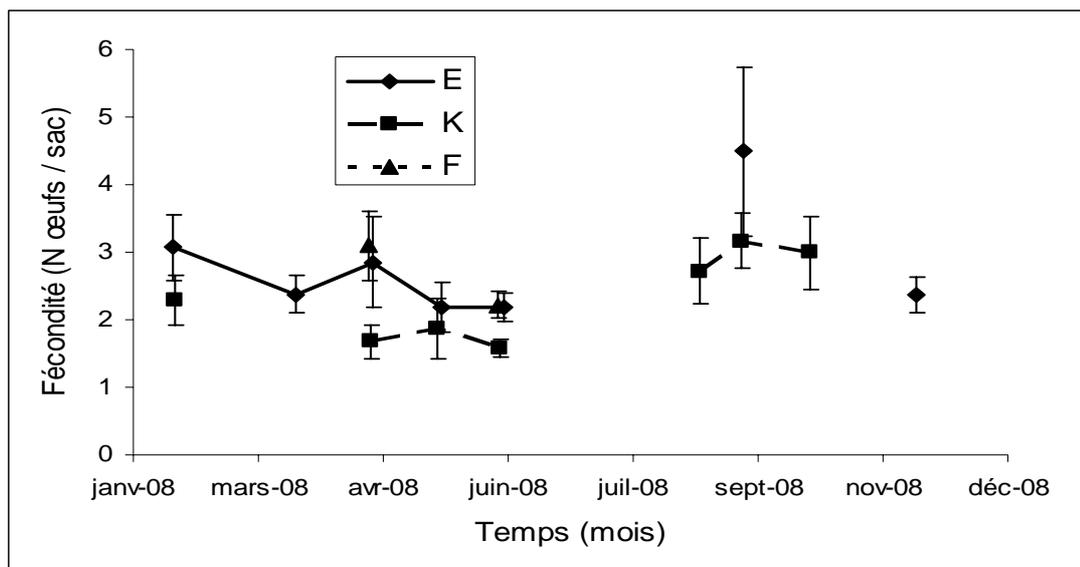
L'évolution saisonnière du sex-ratio (**Figure 7-20**) est assez différente d'une station à l'autre. On observe globalement un équilibre (proche de 40-45%) du sex ratio sur la période d'étude avec, en moyenne, une prédominance de femelles (ce qui représente une différence avec les données du début de l'étude : dominance de mâles) : au point F : 43 % de mâles en moyenne, 44% au point E et 43 % au point K. L'année 2008 est cependant marquée par un épisode de forte variabilité caractérisé par un déséquilibre en faveur des femelles en fin de période estivale dans la zone aval de l'estuaire (point F, août et septembre : très faibles effectifs de l'espèce : 21 ind./m<sup>3</sup> en août et 119 ind./m<sup>3</sup> en septembre et dominance de femelles : respectivement 100% et 92% par rapport au total d'adultes).

L'année 2008 est marquée, comme c'est le cas des dernières années d'observation (e.g. 2005-06-07), par une faible représentation moyenne des femelles ovigères : 16% au point F (22% sur l'ensemble de la série), 19% au point E (26% sur la série) et 11% au point K (17% sur la série). Le pourcentage de femelles ovigères est globalement faible lors de la période de forte abondance de l'espèce (période durant laquelle les copépodites sont dominants).

L'évolution du pourcentage de copépodites est habituellement « homogène » dans l'estuaire. Cette année, durant la période de fortes abondances de début d'été, la population est dominée par les copépodites. L'année 2008 est par ailleurs marquée par une meilleure représentativité des jeunes stades en amont (point K : 57%) et en zone médiane (point E : 57%) qu'en aval (48%) et par des pourcentages moyens faibles aux points F et K par rapport à ce qui a pu être observé sur la série (F : 48% pour 55% sur la série ; K : 57% pour 62% ; les abondances relatives sont similaires en 2008 au point E par rapport à la moyenne de la série).

#### 7.4.2. Fécondité

En 2008, les fécondités enregistrées aux points K, E et F (**Figure 7-21**) ne diffèrent pas, la plupart du temps, significativement d'une station à l'autre : les faibles valeurs trouvées au point E se retrouvent donc en aval et en amont ( $2.8 \pm 0,8$  œufs/femelle au point E,  $2,7 \pm 0,6$  en F et  $2,3 \pm 0,6$  en K)



**Figure 7-21 : Evolution mensuelle de la fécondité (nombre d'œufs moyen/sac ovigère) des femelles du copépode *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2008 - 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 2008 pour les 3 points, la fécondité est à nouveau particulièrement faible par rapport à l'ensemble des précédentes années (**Tableau 7-7**).

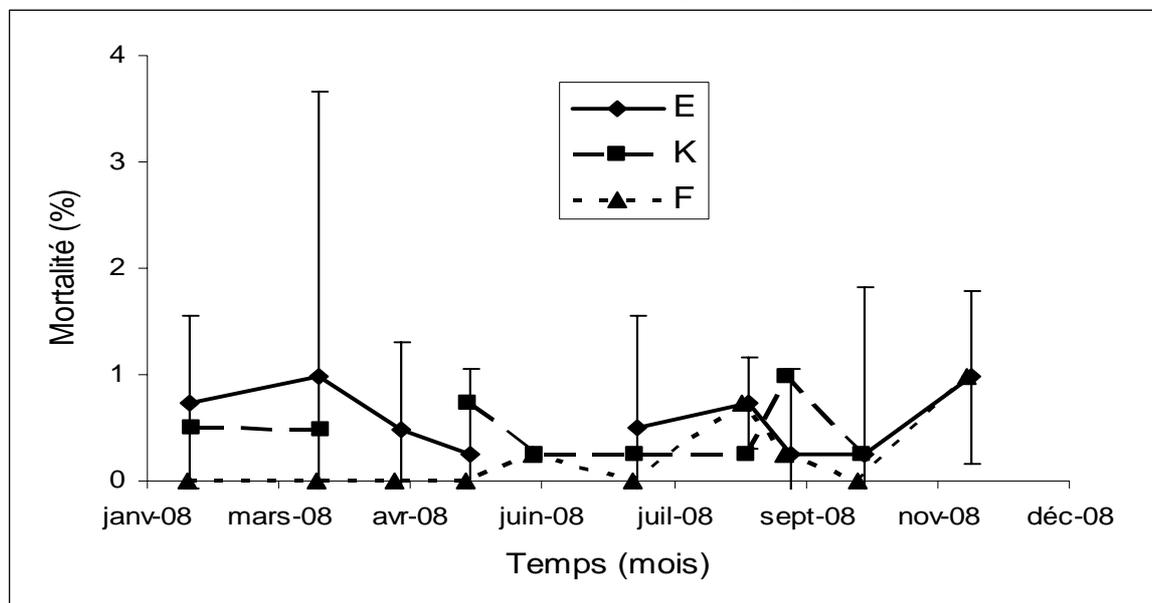
**Tableau 7-7 : Fécondité moyenne du copépode *Eurytemora affinis* (nombre moyen d'œufs par sac ovigère  $\pm$  erreur standard) entre les stations F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de la période 1984-2008 - Le point J est situé au pk 52 dans le chenal de navigation**

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
2008	2,7 $\pm$ 0,6	2,8 $\pm$ 0,8		2,3 $\pm$ 0,6

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

### 7.4.3. Mortalité

Le pourcentage moyen de mortalité reste faible (< 1% en moyenne) 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 2008 - 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. 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 (**Tableau 7-8**). La stratégie d'échantillonnage utilisée n'est pas en mesure de vérifier si les rejets thermiques de la centrale engendrent un phénomène de surmortalité.

**Tableau 7-8 : Mortalité moyenne annuelle du copépode *Eurytemora affinis* ( $\pm$  erreur standard) aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de la période 1984-2008 - 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
2008	0,3 $\pm$ 0,4	0,6 $\pm$ 0,3		0,5 $\pm$ 0,3



## 8. Macrofaune benthique

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

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

### 8.1. Composition granulométrique du sédiment

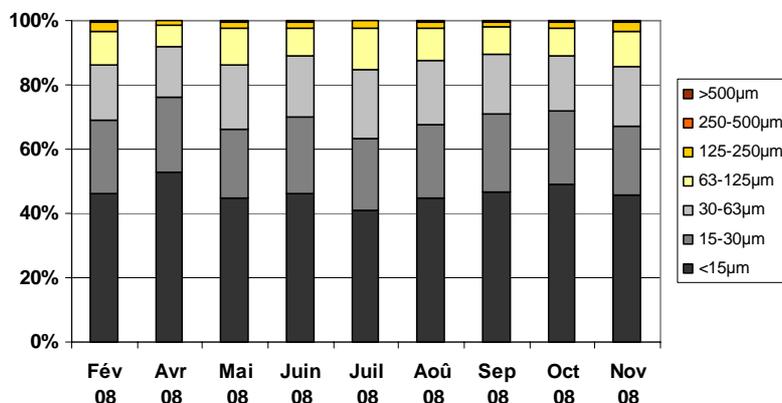
La composition granulométrique du sédiment (3 cm superficiels homogénéisés, après élimination éventuelle des éléments grossiers) a été déterminée par diffraction laser au microgranulomètre Malvern (analyses réalisées par l'équipe de sédimentologie de l'UMR EPOC) sur des carottes de sédiment prélevées au cours de chaque mission en 2008.

#### 8.1.1. Sédiments intertidaux

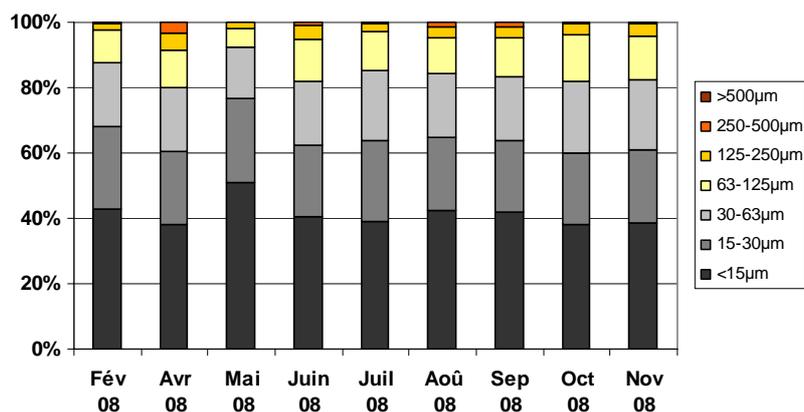
Le sédiment des trois stations intertidales est fortement vaseux. Comme les années précédentes, la composition granulométrique est remarquablement constante au cours du temps et semblable pour les trois stations :

- à St-Christoly (PK 66) : 85-92% de grains  $< 63 \mu\text{m}$  (« vases ») (**Figure 8-1a**) ;
- à St-Estèphe (PK 55) : 80-92% de vases (**Figure 8-1b**) ;
- à Lamarque (PK 35) : 82-97% de vases (**Figure 8-1c**).

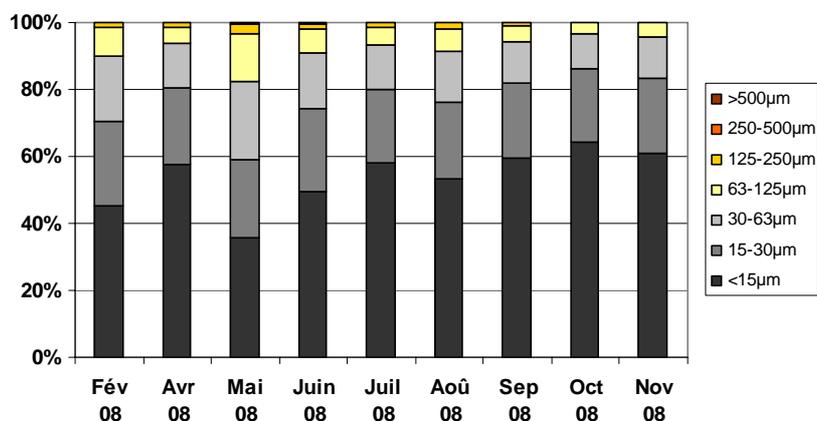
(a) St-Christoly



(b) St-Estèphe



(c) Lamarque



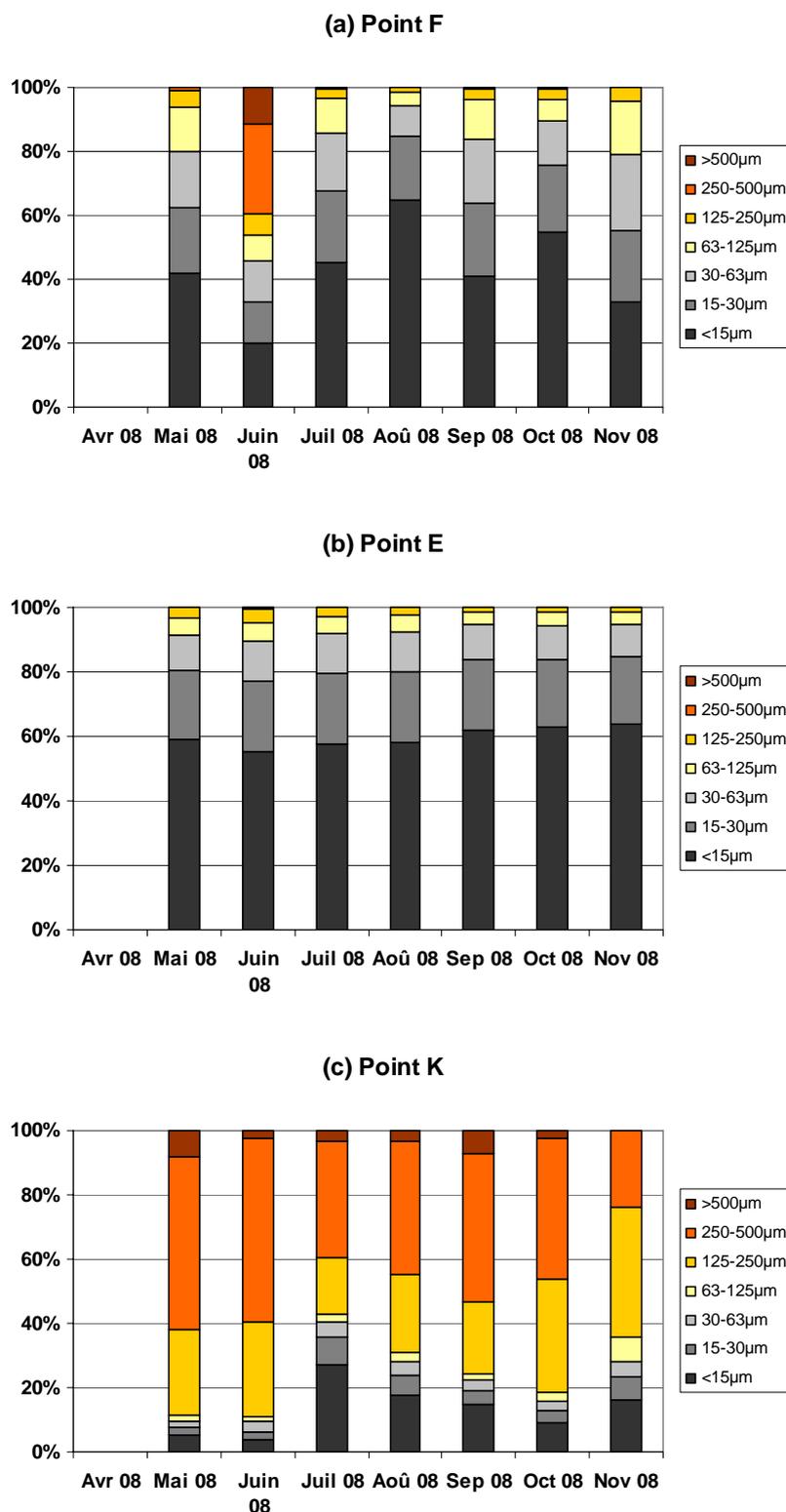
**Figure 8-1 : Composition granulométrique du sédiment des stations intertidales en 2008.**

### 8.1.2. Sédiments subtidaux

Le sédiment diffère sensiblement entre les trois stations subtidales :

- au Point F (PK 67), le sédiment est généralement à dominante vaseuse (79-95% de particules  $< 63 \mu\text{m}$ ) ; en juin, toutefois, la fraction sableuse devient dominante (54%), peut-être en relation avec les crues printanières (**Figure 8-2a**) ;
- au Point E (PK 52), le sédiment est constamment constitué essentiellement de vases (90-95%) (**Figure 8-2b**) ;
- au Point K (PK 30), le sédiment est majoritairement sableux, avec de fortes proportions de sables grossiers (24-62%  $> 250 \mu\text{m}$ ) et seulement 9-41% de vases (**Figure 8-2c**).

De manière générale, la forte variabilité temporelle de la composition granulométrique du sédiment des trois stations subtidales, observée lors des années précédentes, a fait la place, en 2008, à une stabilité de cette composition.



**Figure 8-2 : Composition granulométrique du sédiment des stations subtidales en 2008.**

## 8.2. Evolution temporelle de la richesse spécifique des peuplements macrobenthiques

La richesse spécifique de la macrofaune benthique est faible dans les stations échantillonnées en Gironde, ce qui est une caractéristique générale de la faune dans les domaines méso- et oligohalins des estuaires.

Dans le domaine subtidal, *la richesse spécifique mensuelle* (nombre d'espèces échantillonnées chaque mois par station) suit globalement un gradient croissant vers l'aval, sans tendance saisonnière marquée (**Figure 8-3**) :

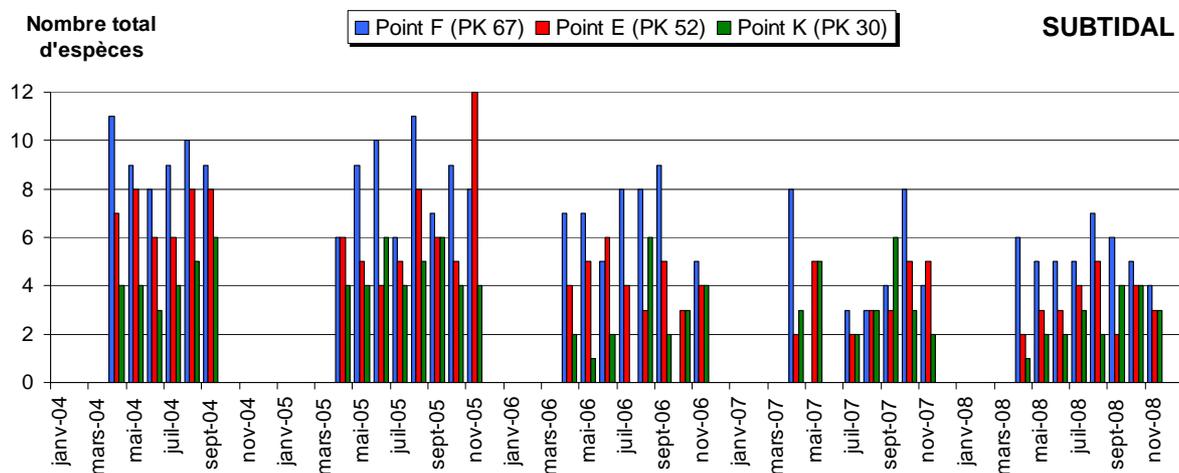
- au Point F (PK 67), le nombre d'espèces échantillonnées à chaque mission varie de 4 à 7 (soit, en moyenne sur l'année,  $5,4 \pm 0,9$  espèces par date), et *la richesse spécifique annuelle* (nombre total d'espèces échantillonnées au cours de l'année dans chaque station) est de 12 ;
- au Point E (PK 52), 2 à 5 espèces sont échantillonnées par date (richesse spécifique mensuelle moyenne =  $3,2 \pm 1,0$  espèces), pour une richesse spécifique annuelle de 8 espèces ;
- au Point K (PK 30), 1 à 4 espèces sont échantillonnées par date (richesse spécifique mensuelle moyenne =  $2,6 \pm 1,1$  espèces), pour une richesse spécifique annuelle de 7 espèces.

Dans le domaine intertidal, les mêmes constatations peuvent être formulées (**Figure 8-4**) :

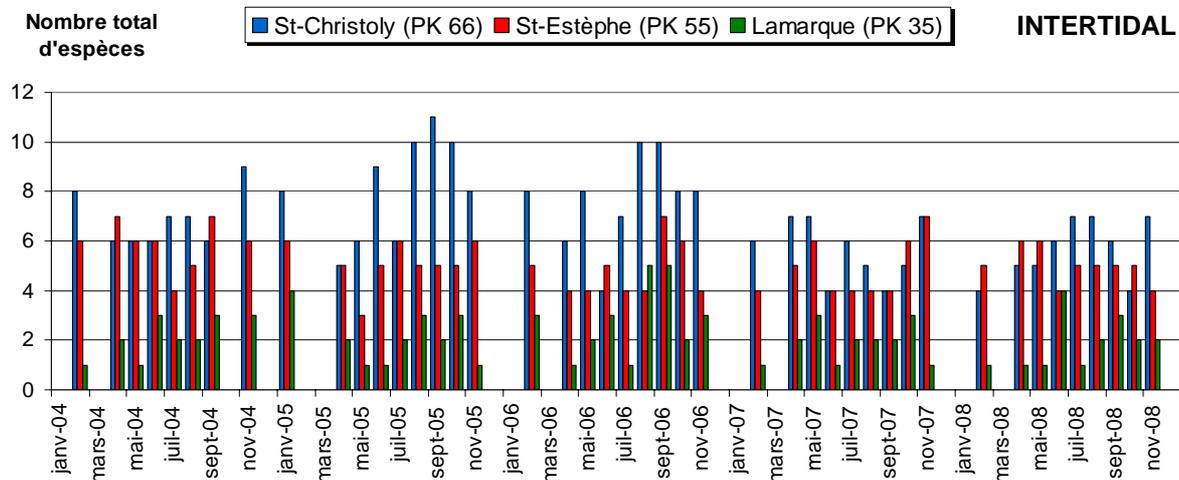
- à St-Christoly (PK 66), richesse spécifique mensuelle moyenne =  $5,7 \pm 1,2$  espèces (4 à 7 espèces par date) et richesse spécifique annuelle = 10 espèces ;
- à St-Estèphe (PK 55), richesse spécifique mensuelle moyenne =  $5,0 \pm 0,7$  espèces (4 à 6 espèces par date) et richesse spécifique annuelle = 8 espèces ;
- à Lamarque (PK 35), richesse spécifique mensuelle moyenne =  $1,9 \pm 1,1$  espèces (1 à 4 espèces par date) et richesse spécifique annuelle = 6 espèces.

La comparaison inter-annuelle de la richesse spécifique aux 6 stations du suivi (**Figure 8-5**) permet de mettre en évidence :

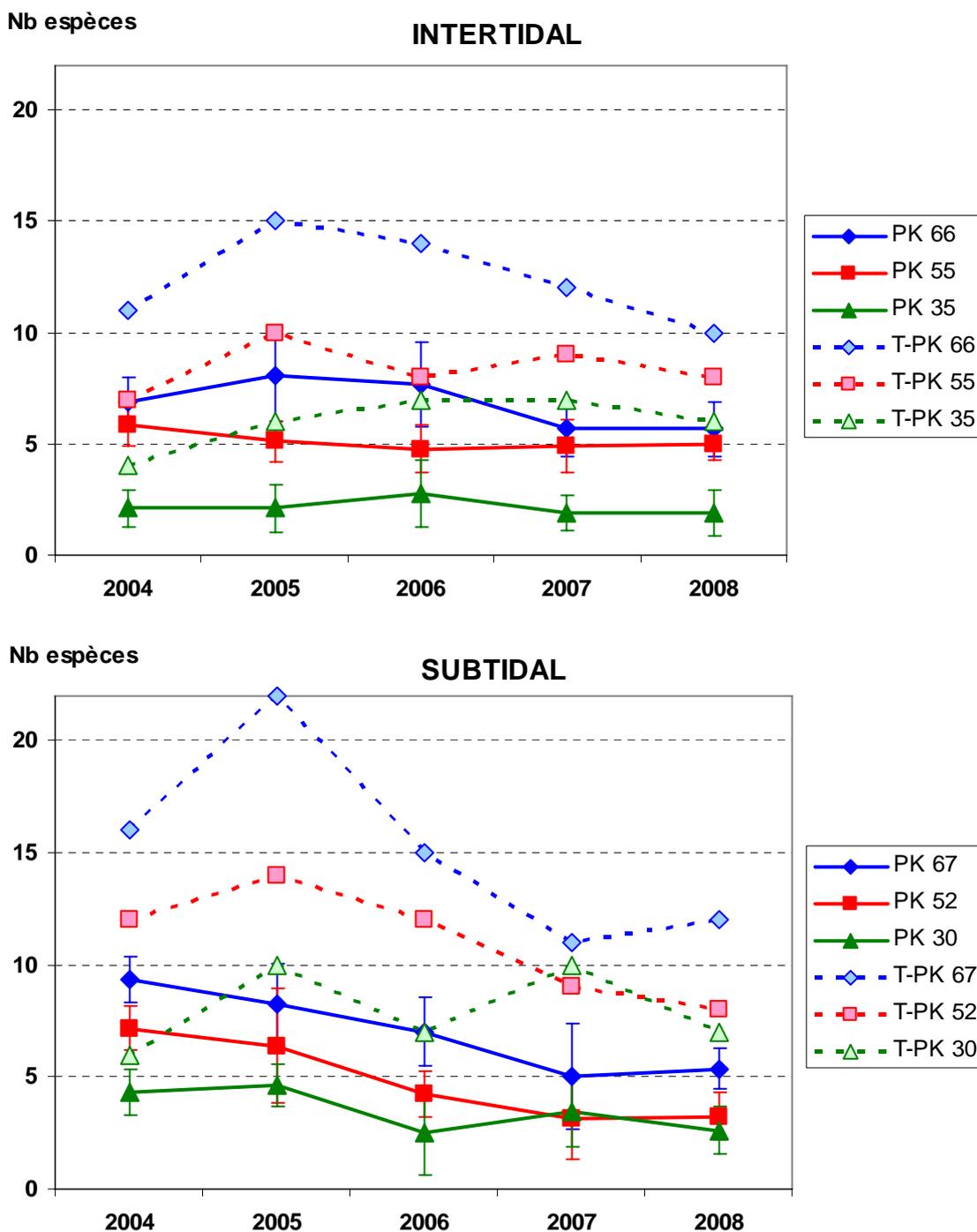
- une plus faible richesse spécifique selon un gradient aval-amont, tant au niveau subtidal qu'intertidal ;
- une égalisation de la richesse spécifique, tant mensuelle moyenne qu'annuelle totale, entre les domaines intertidal et subtidal en 2008, alors qu'elle était plus élevée dans le domaine subtidal dans les premières années du suivi ;
- une tendance globale à la diminution du nombre d'espèces (sauf aux stations intertidales de St-Christoly et St-Estèphe qui restent stables sur cet aspect), en particulier depuis 2005, année de « marinisation » des peuplements consécutive à une augmentation générale de la salinité dans l'estuaire.



**Figure 8-3 : Evolution mensuelle de la richesse spécifique du macrobenthos des stations subtidales au cours des années 2004 à 2008.**



**Figure 8-4 : Evolution mensuelle de la richesse spécifique du macrobenthos des stations intertidales au cours des années 2004 à 2008.**



**Figure 8-5 : Evolution annuelle de la richesse spécifique du macrobenthos des stations intertidales et subtidales de 2004 à 2008. En traits pleins : nombre moyen ( $\pm$  écart-type) d'espèces par date d'échantillonnage ( $n=8-9$  pour l'intertidal,  $n=6-8$  pour le subtidal). En traits hachurés : nombre total d'espèces échantillonnées au cours de l'année..**

### 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 (16 espèces échantillonnées en 2008 sur l'ensemble des trois stations), leur abondance totale est relativement faible en 2008, atteignant au maximum 596 ind./m<sup>2</sup> (Point F en septembre). Ces abondances se situent à un niveau à peine supérieur à celles observées en 2006 et 2007, mais très en-deçà des valeurs de 2004 et 2005 (**Figure 8-6**). Le détail des variations mensuelles des densités de l'ensemble des espèces dans chaque station subtidale est donné dans le **Tableau 8-1**.

#### 8.3.2. Point F (PK 67)

Comme lors des précédentes années du suivi, cette station est celle des trois stations subtidales présentant les abondances les plus élevées. Ces abondances sont cependant relativement faibles en 2008. Les densités maximales et minimales sont observées respectivement en septembre (596 ± 100 ind./m<sup>2</sup>) et en novembre (92 ± 18 ind./m<sup>2</sup>).

La dynamique de ce peuplement est déterminée par les annélides polychètes *Heteromastus filiformis* (84% de l'abondance totale en avril) et *Streblospio shrubsolii* (66% du total en septembre) et, dans une moindre mesure, par le mysidacé *Mesopodopsis slabberi* (23% du total en juin).

Comparativement aux années précédentes, les abondances totales en 2008 sont légèrement supérieures à celles relevées en 2006 et 2007 (densités maximales de, respectivement, 194 et 242 ind./m<sup>2</sup>), mais très inférieures à celles observées en 2004 et 2005 (densités maximales de, respectivement, 1566 et 2036 ind./m<sup>2</sup>) (**Figure 8-6**).

#### 8.3.3. Point E (PK 52)

Les abondances minimales et maximales sont observées respectivement en mai (20 ± 11 ind./m<sup>2</sup>) et en août (466 ± 76 ind./m<sup>2</sup>). Les annélides oligochètes (95 et 98% de l'abondance totale, respectivement en avril et juin) et les crustacés mysidacés (en particulier *Mesopodopsis slabberi*, 74% de l'abondance totale en septembre) sont les seuls taxons présentant des abondances significatives.

Bien que légèrement supérieures aux valeurs de 2006 et 2007 (densités maximales respectives de 62 et 418 ind./m<sup>2</sup>), les abondances en 2008 sont très inférieures à celles des années 2004 et 2005 (densités maximales respectives de 504 et 1384 ind./m<sup>2</sup>, hors prolifération de *Boccardiella ligERICA*) (**Figure 8-6**).

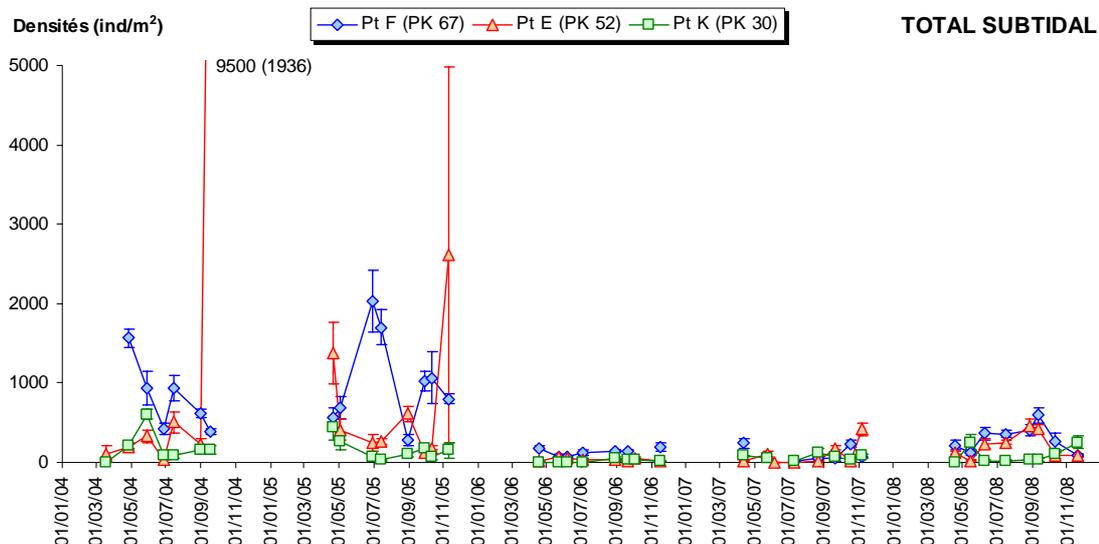
#### 8.3.4. Point K (PK 30)

Les densités totales sont extrêmement faibles, comprises entre 2 ± 2 ind./m<sup>2</sup> en avril et 256 ± 71 ind./m<sup>2</sup> en novembre. Le peuplement est dominé par des larves d'Insectes (98-99% de l'abondance totale en mai et novembre) et par des formes nageuses de Crustacés.

Les abondances maximales sont, ici aussi, intermédiaires entre celles de 2004-2005 (respectivement 608 et 438 ind./m<sup>2</sup>) et celles de 2006-2007 (respectivement 56 et 132 ind./m<sup>2</sup>) (**Figure 8-6**).

**Tableau 8-1 : Evolution mensuelle des densités (nombres moyens d'individus par m<sup>2</sup>) des diverses espèces macrobenthiques subtidales au cours de l'année 2008. 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	17/04/08	14/05/08	8/06/08	16/07/08	27/08/08	12/09/08	10/10/08	20/11/08
<b>Point F (PK 67)</b>									
O	<i>Oligochaeta</i> spp.	-	-	-	-	8 (4)	-	-	-
P	<i>Heteromastus filiformis</i>	184 (56)	86 (20)	198 (32)	162 (22)	74 (8)	122 (25)	122 (45)	14 (7)
	<i>Streblospio shrubsolii</i>	28 (18)	16 (16)	58 (20)	146 (27)	222 (62)	396 (87)	106 (61)	56 (19)
G	<i>Crepidula fornicata</i>	2 (2)	-	-	-	-	-	-	-
C	<i>Bathyporeia</i> sp.	-	-	-	-	-	2 (2)	-	-
	<i>Corophium volutator</i>	-	-	-	-	32 (5)	-	-	6 (2)
	<i>Cyathura carinata</i>	2 (2)	2 (2)	20 (6)	14 (2)	8 (8)	8 (4)	14 (7)	-
	<i>Eurydice</i> cf. <i>spinigera</i>	-	-	-	-	-	-	2 (2)	-
	<i>Gammarus salinus</i>	2 (2)	10 (3)	-	2 (2)	-	-	-	-
	<i>Mesopodopsis slabberi</i>	-	-	86 (65)	30 (11)	58 (11)	66 (14)	28 (21)	16 (5)
	<i>Neomysis integer</i>	2 (2)	4 (2)	4 (4)	-	2 (2)	-	-	-
	<i>Palaemon longirostris</i>	-	-	-	-	-	2 (2)	-	-
<b>Point E (PK 52)</b>									
O	<i>Oligochaeta</i> spp.	114 (22)	2 (2)	234 (62)	72 (18)	212 (61)	110 (38)	38 (16)	66 (24)
P	<i>Streblospio shrubsolii</i>	-	-	2 (2)	2 (2)	4 (2)	-	-	-
C	<i>Cyathura carinata</i>	-	-	2 (2)	-	-	-	-	-
	<i>Gammarus salinus</i>	-	-	-	4 (4)	-	-	-	2 (2)
	<i>Mesopodopsis slabberi</i>	-	-	-	174 (25)	246 (48)	308 (59)	40 (22)	20 (5)
	<i>Neomysis integer</i>	6 (4)	16 (7)	-	-	-	-	2 (2)	-
	<i>Palaemon longirostris</i>	-	2 (2)	-	-	2 (2)	-	-	-
	<i>Synidotea laticauda</i>	-	-	-	-	2 (2)	-	2 (2)	-
<b>Point K (PK 30)</b>									
O	<i>Oligochaeta</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	2 (2)
C	<i>Crangon crangon</i>	-	-	-	-	-	2 (2)	2 (2)	-
	<i>Cyathura carinata</i>	-	-	-	-	-	2 (2)	-	-
	<i>Gammarus zaddachi</i>	-	2 (2)	10 (8)	14 (5)	-	-	-	2 (2)
	<i>Mesopodopsis slabberi</i>	-	-	-	-	26 (12)	26 (13)	8 (4)	-
	<i>Neomysis integer</i>	-	-	-	6 (4)	4 (4)	2 (2)	4 (2)	-
I	Larves Insectes indét.	2 (2)	242 (107)	10 (4)	2 (2)	-	-	90 (23)	252 (69)

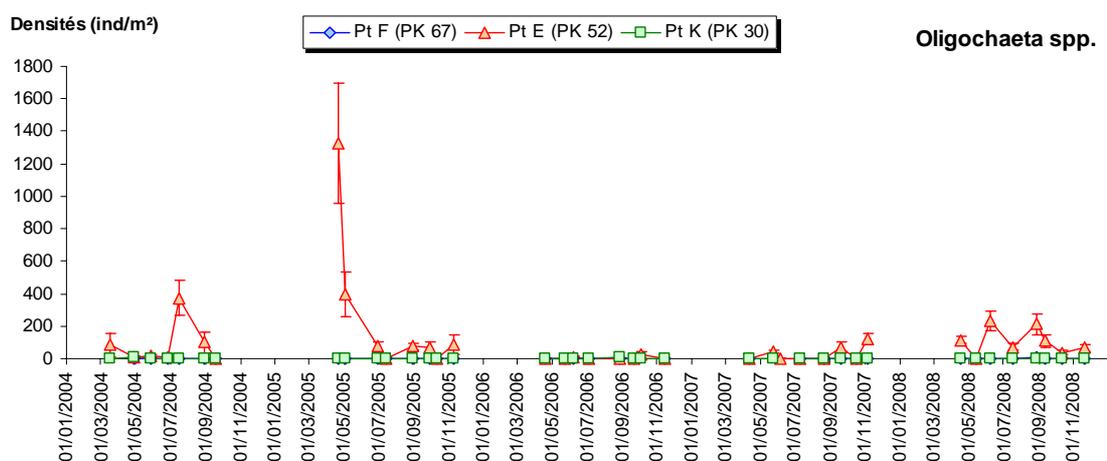


**Figure 8-6 : Evolution mensuelle de la densité (moyenne  $\pm$  ES) du macrobenthos des stations subtidales au cours des années 2004 à 2008.**

#### 8.4. Variations de densités des principales espèces subtidales

##### 8.4.1. Annélides Oligochètes (Figure 8-7)

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. Après une forte chute en 2006 et 2007, l'abondance des Oligochètes remonte en 2008 à des niveaux d'abondance moyens (maximum à  $234 \pm 62$  ind./m<sup>2</sup> en juin), avec des fluctuations irrégulières d'un mois à l'autre.



**Figure 8-7 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne  $\pm$  ES) des Annélides Oligochètes dans les stations subtidales au cours des années 2004 à 2008**

#### 8.4.2. Annélides Polychètes (Figure 8-8)

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 (= mangeuses de matière organique particulaire), soit de sub-surface (*H. filiformis*), soit de surface (*S. shrubsolii*). Au Point F, les abondances d'*H. filiformis* restent faibles en 2008 (maximum de densité de  $198 \pm 32$  ind./m<sup>2</sup> en juin), tout comme en 2006-2007, et sans tendance saisonnière. A l'inverse, *S. shrubsolii* présente en 2008 une évolution d'abondance bien marquée, culminant à  $396 \pm 87$  ind./m<sup>2</sup> en septembre, valeur très proche du maximum préalablement observé en 2004.

*Nephtys hombergii*, espèce carnivore fréquentant les eaux côtières, apparue en 2005 au Point F, a quasiment disparu depuis lors.

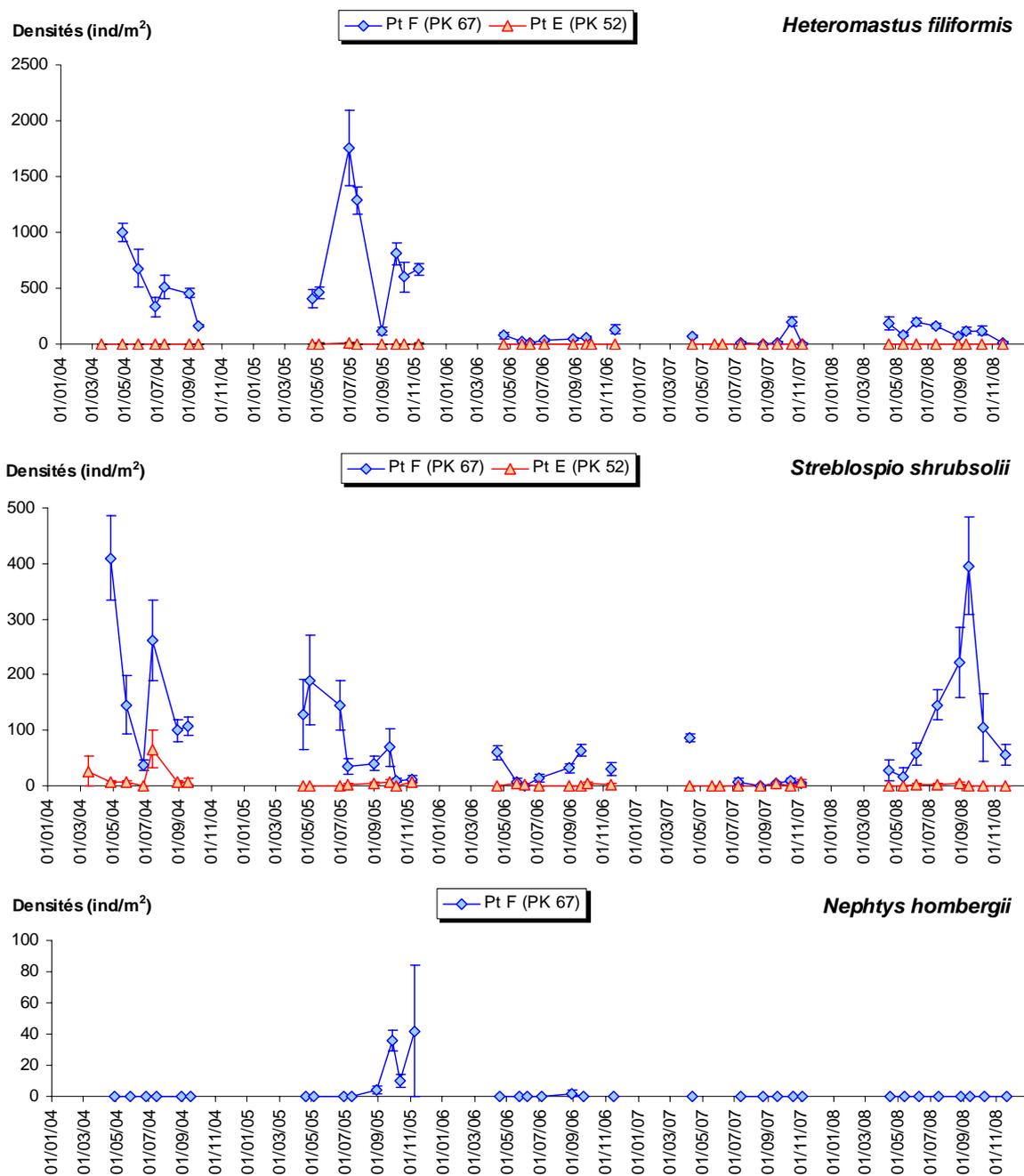
#### 8.4.3. Crustacés Amphipodes et Isopodes (Figure 8-9)

L'amphipode *Bathyporeia* sp., bien représenté en 2004 au Point K et à un degré moindre aux Points E et F, a depuis lors disparu presque totalement de toutes les stations (1 seul individu échantillonné en 2008, au Point F).

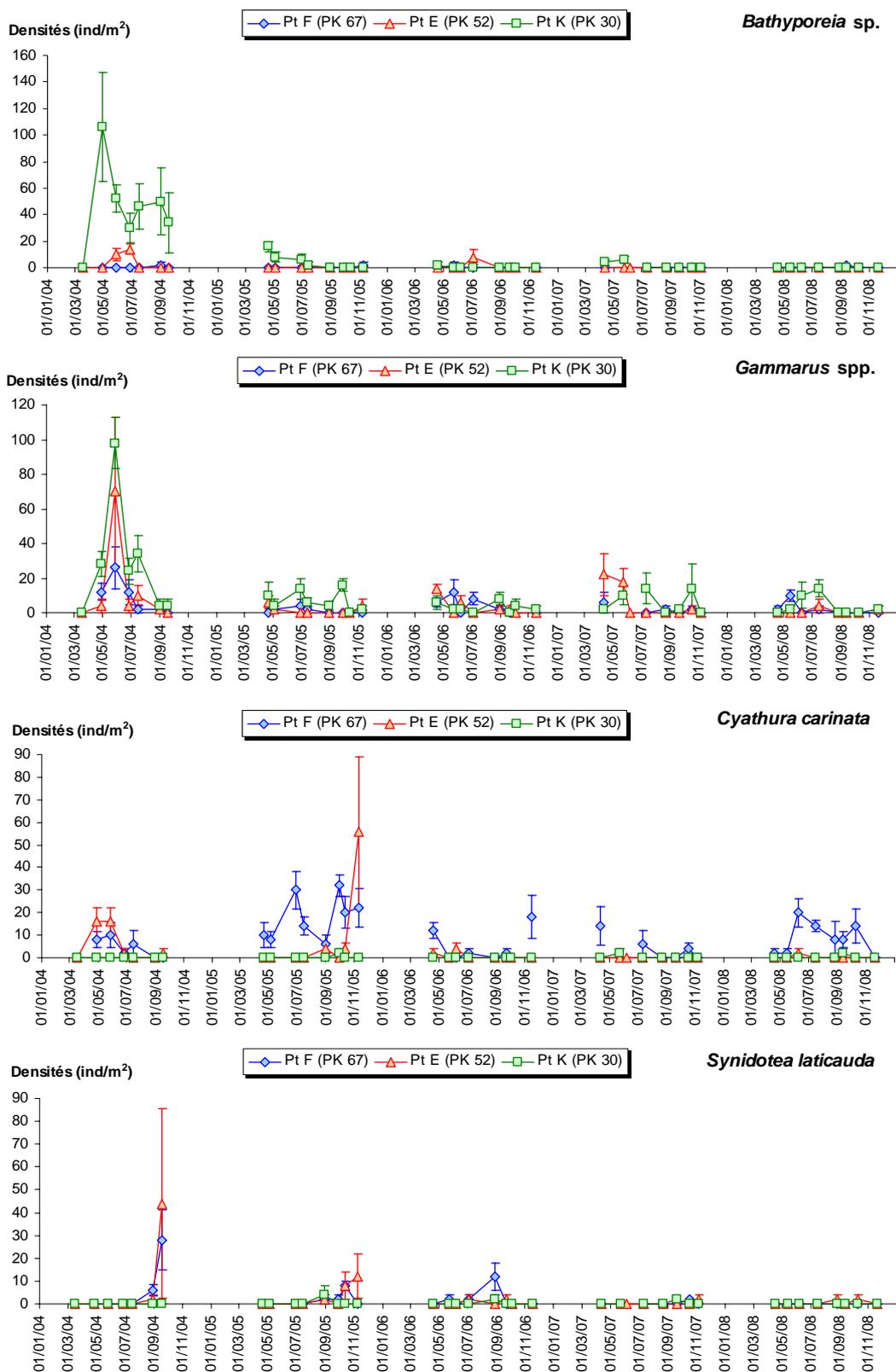
Les amphipodes *Gammarus salinus* aux Points F (maximum :  $10 \pm 3$  ind./m<sup>2</sup> en mai) et E (maximum :  $4 \pm 4$  ind./m<sup>2</sup> en juillet) et *G. zaddachi* au Point K (maximum :  $14 \pm 5$  ind./m<sup>2</sup> en juillet) présentent en 2008 des abondances voisines de celles de 2005-2007, 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 2008 des abondances notables de cette espèce ( $20 \pm 6$  ind./m<sup>2</sup> au maximum, en juin), du même ordre de grandeur que les années précédentes.

L'espèce introduite *Synidotea laticauda* (isopode) est très faiblement représentée en 2007 et 2008.



**Figure 8-8 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne  $\pm$  ES) des principales espèces d'Annélides Polychètes dans les stations subtidales au cours des années 2004 à 2008.**

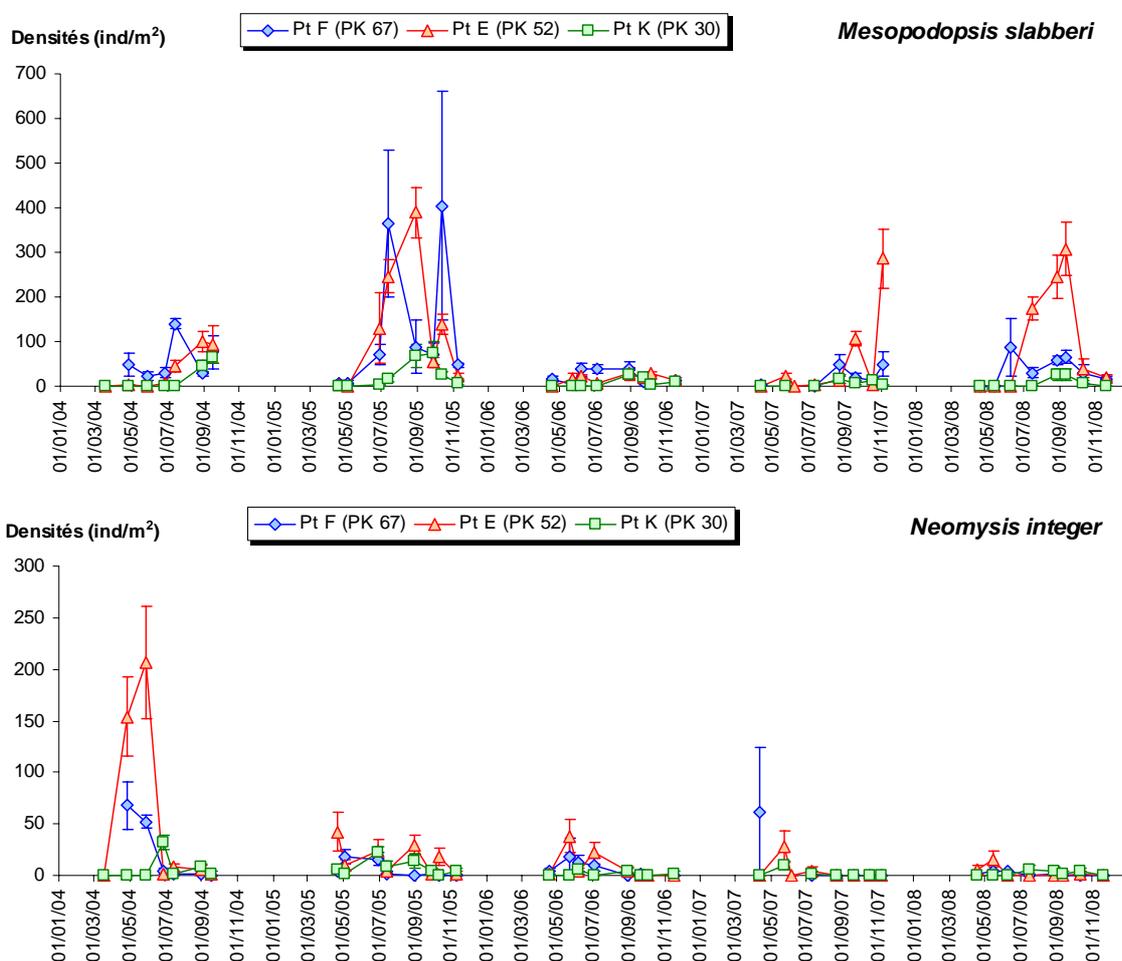


**Figure 8-9 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne  $\pm$  ES) des principales espèces de Crustacés Amphipodes (*Bathyporeia sp.* et *Gammarus spp.*) et Isopodes (*Cyathura carinata* et *Synidotea laticauda*) dans les stations subtidales au cours des années 2004 à 2008.**

#### 8.4.4. Crustacés Mysidacés (Figure 8-10)

*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. Au Point E, *M. slabberi* présente en 2008 une abondance maximale ( $308 \pm 59$  ind./m<sup>2</sup> en septembre) voisine de celle de 2005 et 2007 ; dans les deux autres stations, ses effectifs restent faibles.

*Neomysis integer* a un cycle de vie plus précoce dans l'année. Le maximum d'abondance est atteint en mai au Point E ( $16 \pm 7$  ind./m<sup>2</sup>), mais, d'une manière générale, *N. integer* est à de faibles niveaux d'abondance depuis 2005.

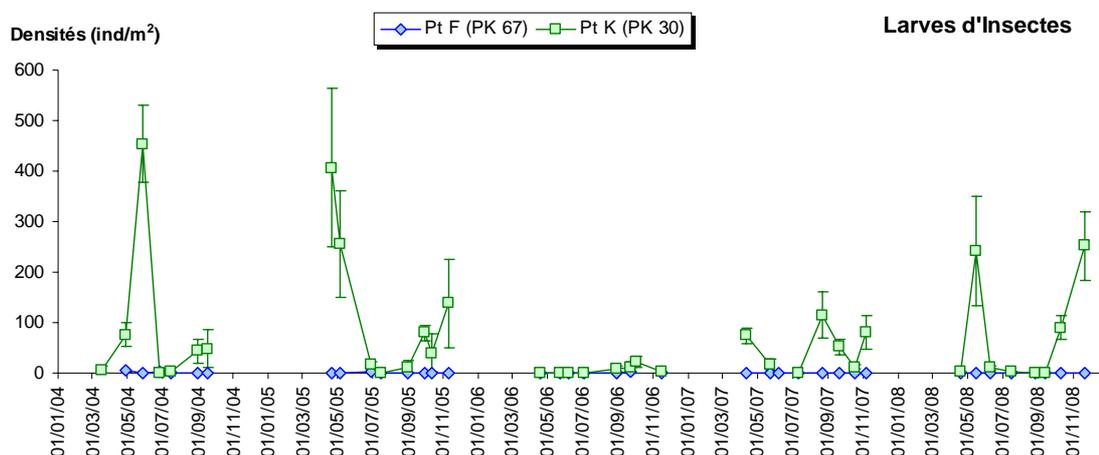


**Figure 8-10 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne  $\pm$  ES) des principales espèces de Crustacés Mysidacés dans les stations subtidales au cours des années 2004 à 2008.**

#### 8.4.5. Larves d'Insectes (Figure 8-11)

Les larves d'Insectes (appartenant aux familles des Chironomidae et Ceratopogonidae) sont présentes exclusivement au Point K en 2008 et connaissent, comme les autres

années, deux pics d'abondance : le premier au printemps ( $242 \pm 107$  ind./m<sup>2</sup> en mai), puis le second en automne ( $252 \pm 69$  ind./m<sup>2</sup> en novembre). Supérieures à celles de 2006 et 2007, ces valeurs sont sensiblement inférieures à celles de 2004 et 2005



**Figure 8-11 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne  $\pm$  ES) des larves d'Insectes dans les stations subtidales au cours des années 2004 à 2008.**

## 8.5. Evolution temporelle des peuplements macrobenthiques intertidaux

### 8.5.1. Variations des densités totales

Bien qu'avec une richesse spécifique légèrement inférieure à celle des peuplements subtidiaux (14 espèces échantillonnées en 2008 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./m<sup>2</sup>, soit un ordre de grandeur de plus que dans le domaine subtidal. Cependant, les peuplements des trois stations atteignent au maximum 8 000 à 15 000 ind./m<sup>2</sup> en 2008, alors que des densités maximales de 20 000 à 25 000 ind./m<sup>2</sup> avaient été relevées dans les trois stations en 2004 et 2005 et dans une station en 2006. La tendance à la diminution des abondances, entamée en 2006 aux stations St-Christoly et Lamarque, puis généralisée en 2007 aux trois stations du suivi intertidal, s'est toutefois inversée en 2008 pour les stations St-Estèphe et Lamarque. Le détail des variations mensuelles des densités de l'ensemble des espèces dans chaque station intertidale est donné dans le **Tableau 8-2**.

**Tableau 8-2 : Evolution mensuelle des densités (nombres moyens d'individus par m<sup>2</sup>) des diverses espèces macrobenthiques intertidales au cours de l'année 2008. 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	18/02/08	16/04/08	5/05/08	5/06/08	3/07/08	19/08/08	11/09/08	13/10/08	24/11/08	
<b>St-Christoly (PK 66)</b>										
O Oligochaeta spp.	-	15 (15)	15 (15)	30 (20)	-	121 (59)	61 (46)	-	30 (20)	
P <i>Boccardiella ligerica</i>	-	-	-	-	15 (15)	-	-	-	-	
<i>Hediste diversicolor</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	15 (15)	
<i>Heteromastus filiformis</i>	258 (99)	76 (41)	136 (48)	106 (39)	15 (15)	76 (25)	-	15 (15)	30 (20)	
<i>Streblospio shrubsolii</i>	1015 (158)	606 (178)	121 (59)	424 (81)	379 (102)	545 (96)	2742 (622)	1485 (226)	1136 (371)	
B <i>Macoma balthica</i>	-	-	-	-	15 (15)	-	106 (32)	-	-	
<i>Scrobicularia plana</i>	106 (39)	258 (45)	197 (45)	182 (44)	76 (25)	303 (23)	45 (23)	197 (60)	91 (33)	
C <i>Corophium volutator</i>	-	-	-	15 (15)	136 (35)	242 (61)	5030 (1186)	-	15 (15)	
<i>Cyathura carinata</i>	258 (68)	273 (67)	212 (46)	91 (61)	212 (56)	61 (33)	318 (57)	106 (32)	136 (35)	
<i>Neomysis integer</i>	-	-	-	-	-	15 (15)	-	-	-	
<b>St-Estèphe (PK 55)</b>										
O Oligochaeta spp.	5121 (370)	4182 (764)	3530 (501)	5258 (1480)	3409 (506)	7742 (837)	5258 (1160)	8985 (1134)	8576 (1422)	
P <i>Hediste diversicolor</i>	61 (46)	91 (40)	15 (15)	30 (20)	61 (25)	76 (47)	561 (108)	788 (275)	1894 (225)	
<i>Neanthes succinea</i>	-	15 (15)	-	-	-	-	-	-	-	
Paraonidae sp.	-	-	15 (15)	-	-	-	-	-	-	
<i>Streblospio shrubsolii</i>	318 (69)	561 (143)	167 (109)	439 (123)	227 (65)	242 (72)	364 (91)	288 (66)	2015 (348)	
C <i>Corophium volutator</i>	76 (25)	-	76 (41)	-	45 (23)	5212 (1400)	6394 (853)	4803 (667)	-	
<i>Cyathura carinata</i>	45 (23)	61 (25)	45 (23)	106 (51)	76 (47)	61 (33)	91 (40)	167 (69)	121 (30)	
I Larves Insectes indé.	-	15 (15)	-	-	-	-	-	-	-	
<b>Lamarque (PK 35)</b>										
O Oligochaeta spp.	5348 (1544)	9636 (1093)	7667 (1599)	11939 (2211)	5909 (655)	8636 (802)	9045 (985)	8697 (1311)	11515 (1699)	
P <i>Hediste diversicolor</i>	-	-	-	15 (15)	-	-	-	15 (15)	-	
G <i>Hydrobia ulvae</i>	-	-	-	182 (123)	-	-	-	-	-	
C <i>Corophium volutator</i>	-	-	-	-	-	15 (15)	30 (30)	-	-	
<i>Cyathura carinata</i>	-	-	-	-	-	-	15 (15)	-	-	
I Larves Insectes indé.	-	-	-	15 (15)	-	-	-	-	30 (20)	

#### 8.5.2. St-Christoly (PK 66)

Les densités totales sont stables au cours de l'année 2008, se situant entre  $682 \pm 76$  ind./m<sup>2</sup> en mai et  $1803 \pm 214$  ind./m<sup>2</sup> en octobre, avec toutefois un pic de densité en septembre ( $8303 \pm 1523$  ind./m<sup>2</sup>).

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 82-78% de l'abondance totale (octobre et novembre). Le pic d'abondance de septembre est dû à l'amphipode *Corophium volutator* (61% de l'abondance totale).

Les densités maximales de 2008 ( $8303 \pm 1523$  ind./m<sup>2</sup>) sont supérieures à celles de 2007 (2242 ind./m<sup>2</sup>), voisines de celles de 2006 (10364 ind./m<sup>2</sup>), mais très faibles par rapport aux années 2004 (25720 ind./m<sup>2</sup>) et 2005 (21515 ind./m<sup>2</sup>) (**Figure 8-12**), par suite d'un très faible recrutement du polychète *Streblospio shrubsolii* et de l'amphipode *Corophium volutator*. Cette station est devenue en 2007 et 2008 celle aux abondances les plus faibles parmi les trois stations intertidales suivies, alors qu'en 2004 y avait été relevée l'abondance la plus élevée.

#### 8.5.3. St-Estèphe (PK 55)

L'évolution annuelle des densités montre un minimum d'abondance en juillet ( $3818 \pm 527$  ind./m<sup>2</sup>), et un maximum en octobre ( $15030 \pm 1334$  ind./m<sup>2</sup>).

De février à juillet, le peuplement est dominé à 85-92% par les annélides oligochètes. D'août à octobre, l'amphipode *Corophium volutator* représente 32 à 50% de l'abondance totale.

Par rapport aux années précédentes, l'abondance du peuplement de cette station en 2008 est intermédiaire entre l'année 2007 (8667 ind./m<sup>2</sup> au maximum) et les années 2004-2006 (de 19450 à 24788 ind./m<sup>2</sup> au maximum) (**Figure 8-12**).

#### 8.5.4. Lamarque (PK 35)

Le peuplement est ici dominé de manière quasi exclusive (98 à 100% des abondances totales) par les annélides oligochètes. Les densités totales dans cette station se situent en 2008 entre  $5348 \pm 1544$  ind./m<sup>2</sup> (février) et  $12151 \pm 2148$  ind./m<sup>2</sup> (juin).

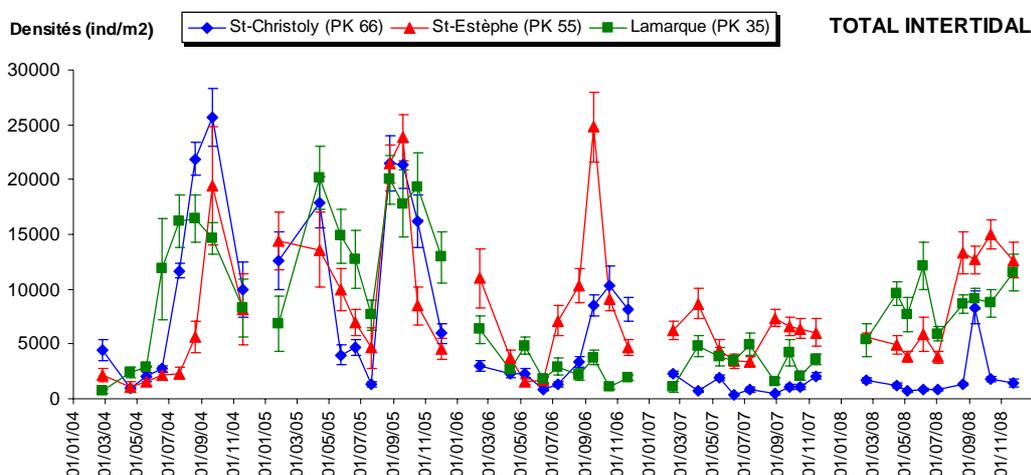
Plus élevées qu'en 2006 et 2007 (densités maximales respectives de 6348 et 4954 ind./m<sup>2</sup>), les abondances sont inférieures à celles des années 2004 et 2005 (maxima respectifs de 16445 et 20121 ind./m<sup>2</sup>) (**Figure 8-12**).

## 8.6. Variations de densités des principales espèces intertidales

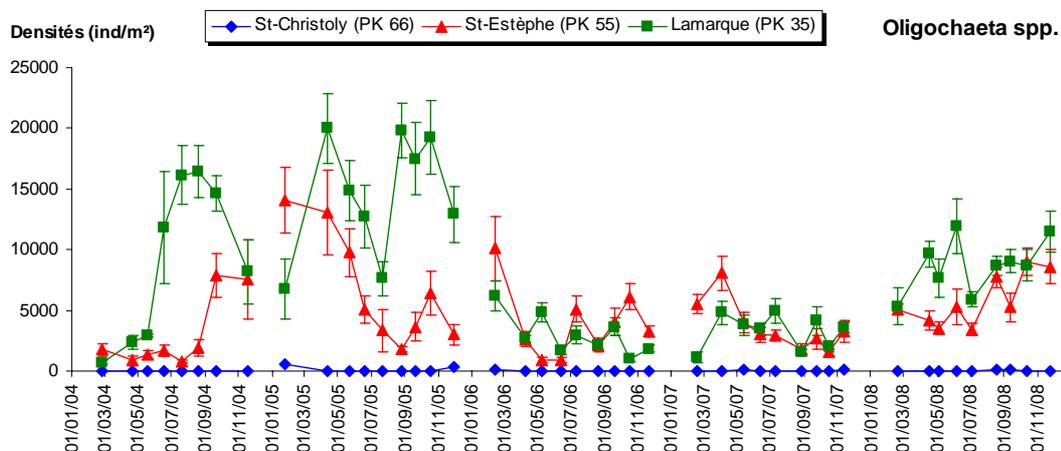
### 8.6.1. Annélides Oligochètes (Figure 8-13)

Composante dominante, parfois unique, du peuplement de la station Lamarque (domaine oligohalin), ce groupe y connaît une remontée des abondances en 2008 (minimum :  $5348 \pm 1544$  ind./m<sup>2</sup> en février ; maximum :  $11939 \pm 2211$  ind./m<sup>2</sup> en juin), par rapport à 2006 et 2007, sans toutefois revenir aux niveaux de 2004 et 2005.

Plus en aval, à la station St-Estèphe, les densités, minimales en juillet ( $3409 \pm 506$  ind./m<sup>2</sup>) et maximales en octobre ( $8985 \pm 1134$  ind./m<sup>2</sup>), se situent en 2008 dans la moyenne des quatre années précédentes.



**Figure 8-12 : Evolution mensuelle de la densité (moyenne  $\pm$  ES) du macrobenthos des stations intertidales au cours des années 2004 à 2008.**



**Figure 8-13 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne  $\pm$  ES) des Annélides Oligochètes dans les stations intertidales au cours des années 2004 à 2008.**

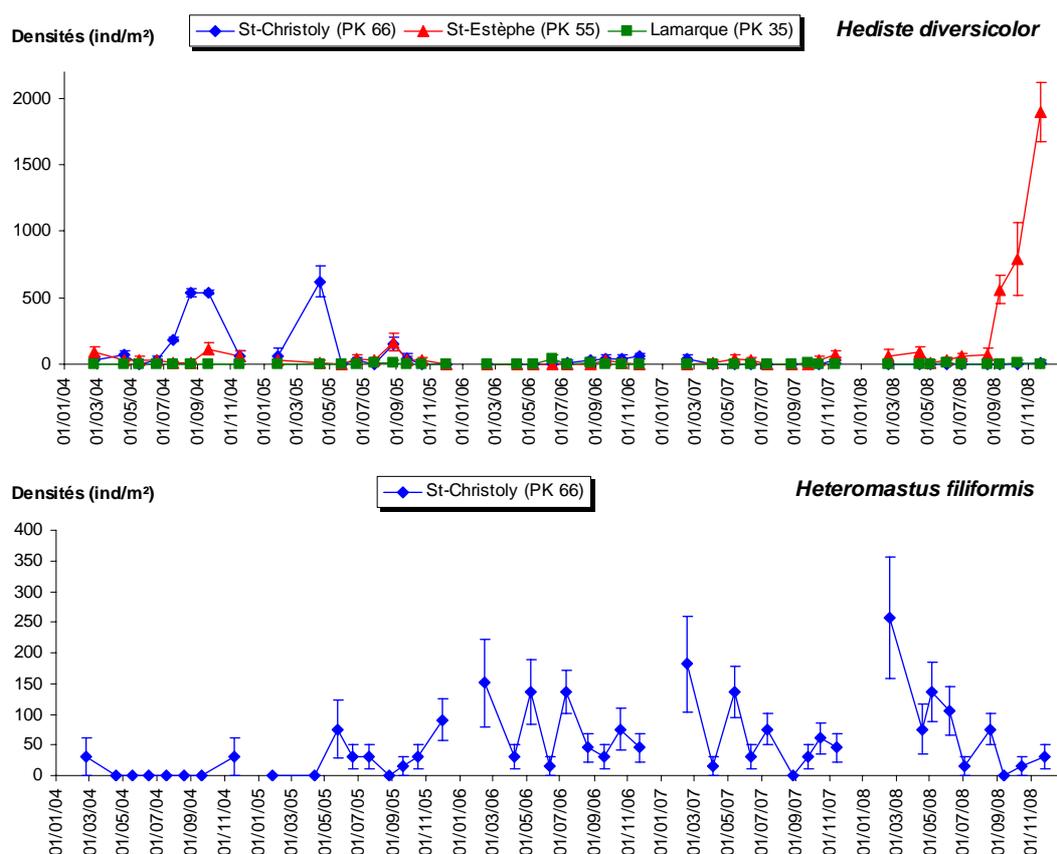
## 8.6.2. Annélides Polychètes

*Hediste* (= *Nereis*) *diversicolor*, espèce galéricole et omnivore de grande taille, présente en 2008 un spectaculaire recrutement à St-Estèphe (atteignant  $1894 \pm 225$  ind./m<sup>2</sup> en novembre), alors qu'elle n'avait jamais dépassé 167 ind./m<sup>2</sup> dans cette station (Figure 8-14). A St-Christoly, cette espèce, typique des milieux estuariens et lagunaires, a en revanche pratiquement disparu depuis 2005.

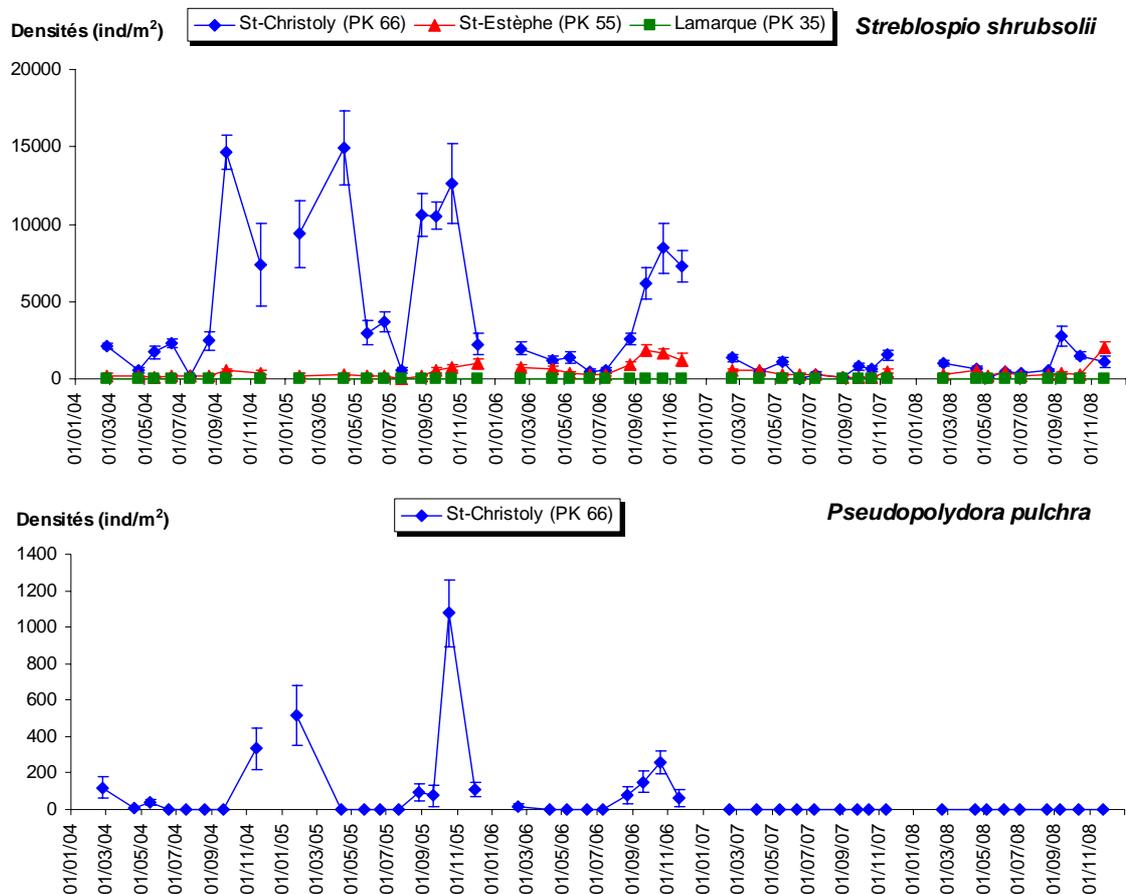
Le capitellidé *Heteromastus filiformis* est bien représenté en 2008 à la station St-Christoly, mais avec des abondances très erratiques (de  $258 \pm 99$  ind./m<sup>2</sup> en février à 0 en septembre) (Figure 8-14).

Le spionidé *Streblospio shrubsolii*, fortement représenté à St-Christoly de 2004 à 2006 avec des densités maximales de 10 à 15000 ind./m<sup>2</sup>, s'est extrêmement raréfié en 2007 et 2008, atteignant un maximum de seulement  $2742 \pm 622$  ind./m<sup>2</sup> en septembre 2008 (Figure 8-15).

Un autre polychète spionidé, *Pseudopolydora pulchra*, présent en densité notable à la station St-Christoly de 2004 à 2006, a quant à lui disparu totalement en 2007 et 2008 (Figure 8-15).



**Figure 8-14 : 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 2008.**



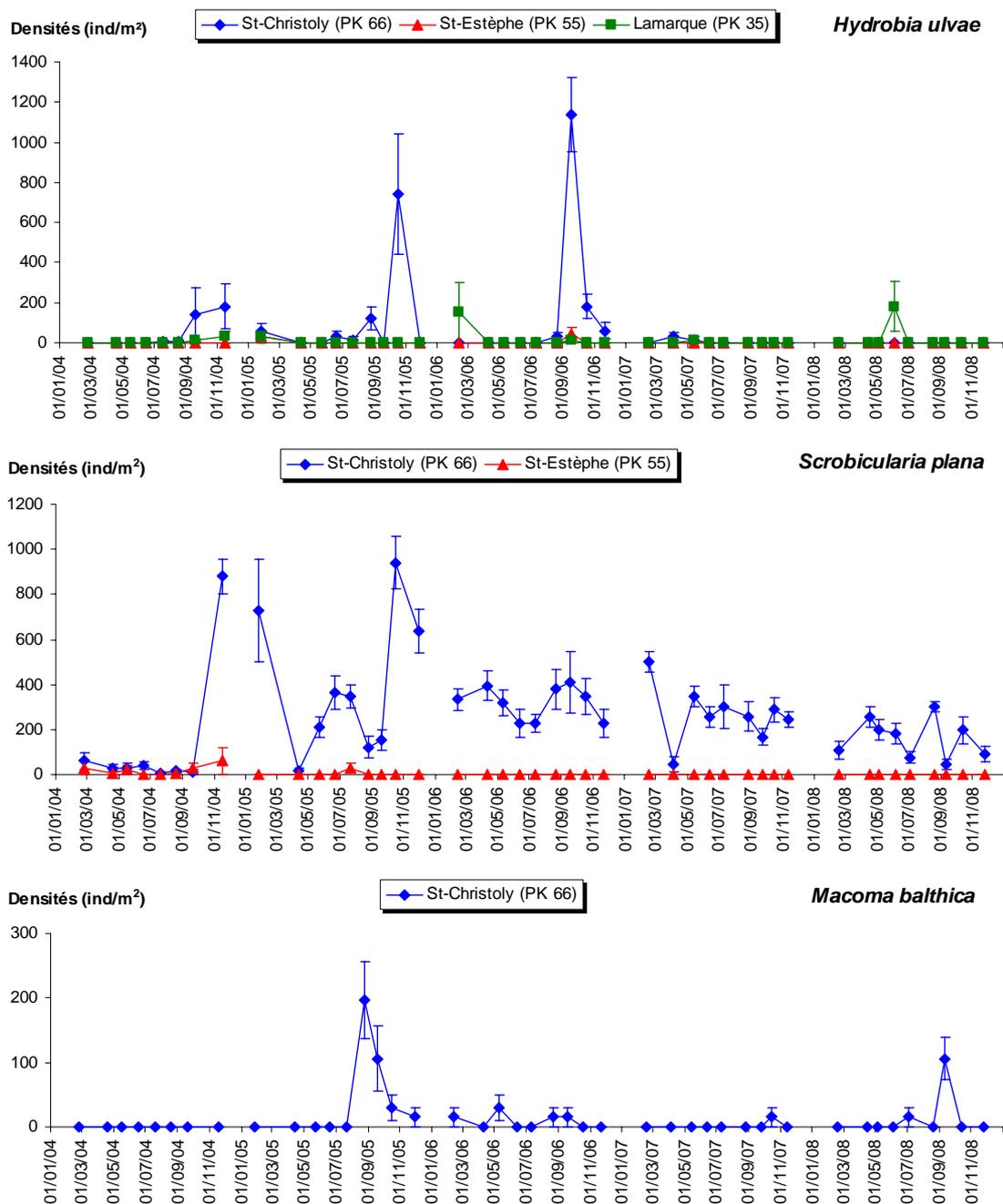
**Figure 8-15 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne  $\pm$  ES) des Annélides Polychètes Spionidae dans les stations intertidales au cours des années 2004 à 2008.**

### 8.6.3. Mollusques (Figure 8-16)

Le gastéropode *Hydrobia ulvae*, plutôt localisé dans la partie aval de l'estuaire et donc surtout présent à St-Christoly de 2004 à 2006, y a disparu entièrement en 2008.

*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 relativement stables (entre 45 et 303 ind./m<sup>2</sup>) durant l'année 2008. Très peu de jeunes individus ont été observés durant les deux dernières années, et l'abondance de cette espèce tend à diminuer depuis 2005.

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. Ce même phénomène s'est produit en septembre 2008.

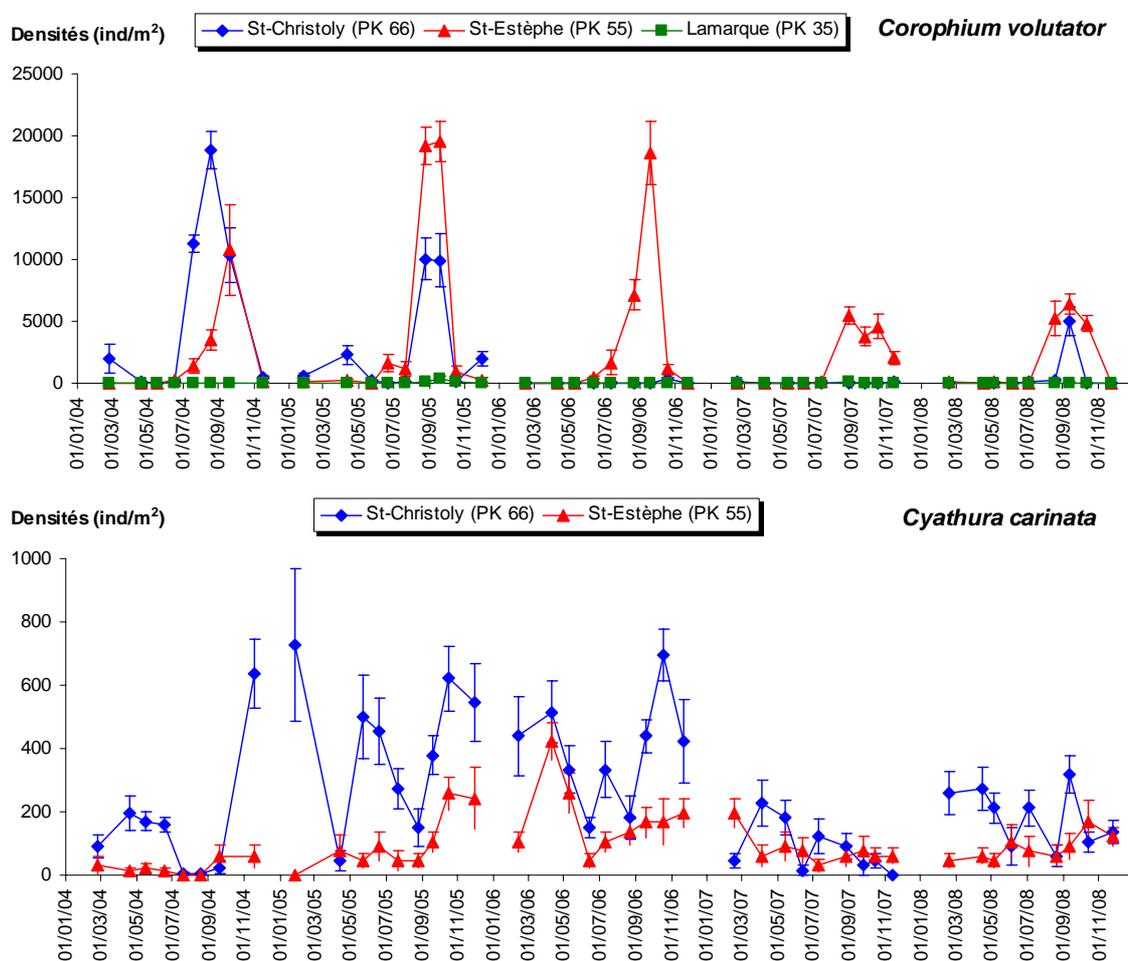


**Figure 8-16 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne  $\pm$  ES) des principales espèces de Mollusques dans les stations intertidales au cours des années 2004 à 2008.**

## 8.6.4. Crustacés (Figure 8-17)

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 2008 un pic modéré de densité en septembre ( $6394 \pm 853$  ind./m<sup>2</sup>), analogue à celui d'août 2007, mais représentant seulement le 1/3 du maximum de densité des années 2005-2006. A St-Christoly, où cette espèce avait quasiment disparu en 2006 et 2007, un recrutement très fugace s'est aussi produit en septembre 2008 ( $5030 \pm 1186$  ind./m<sup>2</sup>), très éloigné de la valeur maximale de 18855 ind./m<sup>2</sup> observée en août 2004.

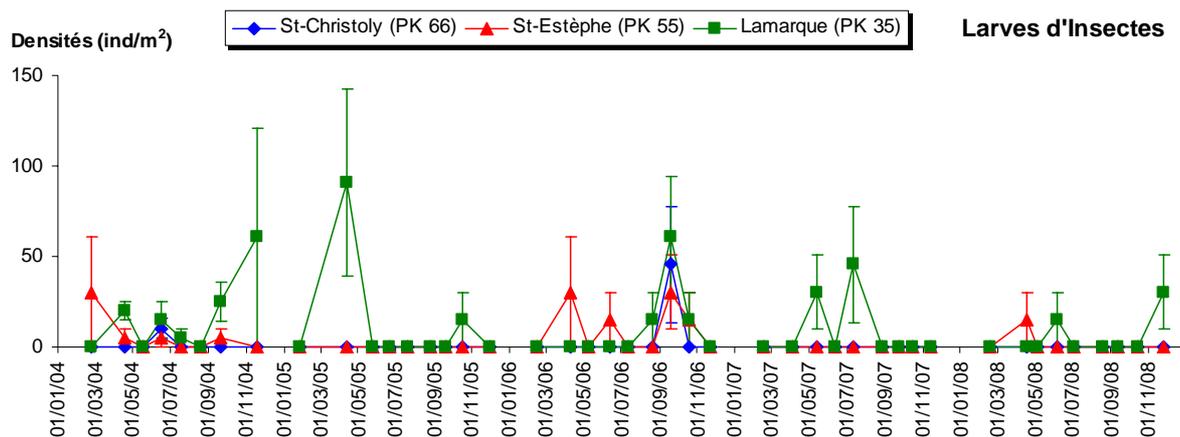
L'isopode *Cyathura carinata* régresse aussi sensiblement en abondance en 2007 et 2008, tant à St-Christoly qu'à St-Estèphe.



**Figure 8-17 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne  $\pm$  ES) des principales espèces de Crustacés dans les stations intertidales au cours des années 2004 à 2008.**

### 8.6.5. Larves d'Insectes (Figure 8-18)

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 2008 que d'une année à l'autre.



**Figure 8-18 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne  $\pm$  ES) des larves d'Insectes dans les stations intertidales au cours des années 2004 à 2008.**



## 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., 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.

Irigoiien X., Castel J., Gasparini S., 1996.- Gut clearance rate as predictor of food limitation situations. Application to two estuarine copepods : *Acartia bifilosa* and *Eurytemora affinis*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 131, 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
16 avril	4	8	8	8	F
18 avril	4	8	8	8	K
17 avril	4	8	8	8	E
13 mai	4	8	8	8	F
15 mai	4	8	8	8	K
14 mai	4	8	8	8	E
7 juin	4	8	8	8	F
9 juin	4	8	8	8	K
8 juin	4	8	8	8	E
15 juillet	4	8	8	8	F
17 juillet	4	8	8	8	K
16 juillet	4	8	8	8	E
26 août	4	8	8	8	F
28 août	4	8	8	8	K
27 août	4	8	8	8	E
11 septembre	4	8	8	8	F
13 septembre	4	8	8	8	K
12 septembre	4	8	8	8	E
9 octobre	4	8	8	8	F
11 octobre	4	8	8	8	K
10 octobre	4	8	8	8	E
19 novembre	4	8	8	8	F
21 novembre	4	8	8	8	K
20 novembre	4	8	8	8	E
<b>TOTAL</b>	<b>96</b>	<b>192</b>	<b>192</b>	<b>192</b>	

**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
16 avril	16	2	2	4	2	2	2	F
18 avril	16	2	2	4	2	2	2	K
17 avril	16	2	2	4	2	2	2	E
13 mai	16	2	2	4	2	2	2	F
15 mai	16	2	2	4	2	2	2	K
14 mai	16	2	2	4	2	2	2	E
7 juin	16	2	2	4	2	2	2	F
9 juin	16	2	2	4	2	2	2	K
8 juin	16	2	2	4	2	2	2	E
15 juillet	16	2	2	4	2	2	2	F
17 juillet	16	2	2	4	2	2	2	K
16 juillet	16	2	2	4	2	2	2	E
26 août	16	2	2	4	2	2	2	F
28 août	16	2	2	4	2	2	2	K
27 août	16	2	2	4	2	2	2	E
11 septembre	16	2	2	4	2	2	2	F
13 septembre	16	2	2	4	2	2	2	K
12 septembre	16	2	2	4	2	2	2	E
9 octobre	16	2	2	4	2	2	2	F
11 octobre	16	2	2	4	2	2	2	K
10 octobre	16	2	2	4	2	2	2	E
19 novembre	16	2	2	4	2	2	2	F
21 novembre	16	2	2	4	2	2	2	K
20 novembre	16	2	2	4	2	2	2	E
<b>TOTAL</b>	<b>384</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>96</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	

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

DATES	TURBIDITES		OXYGENE DISSOUS		pH		Points
	Surface	Fond	Surface	Fond	Surface	Fond	
16 avril	4	4	4	4	4	4	F
18 avril	4	4	4	4	4	4	K
17 avril	4	4	4	4	4	4	E
13 mai	4	4	4	4	4	4	F
15 mai	4	4	4	4	4	4	K
14 mai	4	4	4	4	4	4	E
7 juin	4	4	4	4	4	4	F
9 juin	4	4	4	4	4	4	K
8 juin	4	4	4	4	4	4	E
15 juillet	4	4	4	4	4	4	F
17 juillet	4	4	4	4	4	4	K
16 juillet	4	4	4	4	4	4	E
26 août	4	4	4	4	4	4	F
28 août	4	4	4	4	4	4	K
27 août	4	4	4	4	4	4	E
11 septembre	4	4	4	4	4	4	F
13 septembre	4	4	4	4	4	4	K
12 septembre	4	4	4	4	4	4	E
9 octobre	4	4	4	4	4	4	F
11 octobre	4	4	4	4	4	4	K
10 octobre	4	4	4	4	4	4	E
19 novembre	4	4	4	4	4	4	F
21 novembre	4	4	4	4	4	4	K
20 novembre	4	4	4	4	4	4	E
<b>TOTAL</b>	<b>96</b>	<b>96</b>	<b>96</b>	<b>96</b>	<b>96</b>	<b>96</b>	

**Nombre de prélèvements pour l'étude faunistique**

DATES	PLANCTON		BENTHOS	Points
	Surface	Fond	Surface	
16 avril	4	4	5	F
18 avril	4	4	5	K
17 avril	4	4	5	E
13 mai	4	4	5	F
15 mai	4	4	5	K
14 mai	4	4	5	E
7 juin	4	4	5	F
9 juin	4	4	5	K
8 juin	4	4	5	E
15 juillet	4	4	5	F
17 juillet	4	4	5	K
16 juillet	4	4	5	E
26 août	4	4	5	F
28 août	4	4	5	K
27 août	4	4	5	E
11 septembre	4	4	5	F
13 septembre	4	4	5	K
12 septembre	4	4	5	E
9 octobre	4	4	5	F
11 octobre	4	4	5	K
10 octobre	4	4	5	E
19 novembre	4	4	5	F
21 novembre	4	4	5	K
20 novembre	4	4	5	E
<b>TOTAL</b>	<b>96</b>	<b>96</b>	<b>120</b>	

*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 2008		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 16/04/2008 Coef: 58-64	1 S Mi-Jus 1 F	7h45	7,50	1,00	6,96	415	4,34	12,21	111	009	8,18	P=(766) 1022 hPa	
	2 S BM 2 F	11h05	6,60	1,00	6,50	375	4,80	12,19	62	332	8,16		BM à Laména 10h28 P=(765) 1020 hPa Reverse: 11h20
	3 S Mi-Flot 3 F	14h00	9,00	1,00	6,38	1070	0,80	12,65	13	065	8,16	P=(763) 1018 hPa	
	4 S PM 4 F	16h50	10,30	1,00	6,49	8500	5,79	12,31	94	154	8,01		PM à Laména 16h28 P=(763) 1018 hPa
					1,00	6,56	66	8,46	12,73	13	164	7,98	
					9,30	6,54	825	12,21	12,05	7	163	7,94	
E PK 52 18/04/2008 Coef: 69	1 S PM 1 F	6h30	9,00	1,00	6,67	345	2,32	13,32	35	42	7,96	PM à Pauillac 5h49 P=(744) 992 hPa	
	2 S Mi-Jus 2 F	9h45	5,60	1,00	6,63	560	1,31	12,63	157	025	7,96		P=(744) 992 hPa
	3 S BM 3 F	13h25	5,20	1,00	6,70	590	0,27	12,54	13	141	7,96	BM à Pauillac 12h55 P=(744) 992 hPa Reverse: 13h55	
	4 S Mi-Flot 4 F	15h45	7,80	1,00	6,61	1400	1,24	13,02	117	181	7,96	P=(744) 992 hPa	
					6,80	6,63	3100	1,53	12,80	70	171		7,96
					1,00	6,85	130	0,15	12,38	13	009	7,86	PM à La Reuille 5h53 P=(750) 1000 hPa
K PK 30 17/04/2008 Coef: 78	1 S PM 1 F	6h30	11,30	1,00	6,92	195	0,16	12,56	13	345	7,87	P=(750) 1000 hPa	
	2 S Mi-Jus 2 F	9h45	9,20	1,00	6,99	490	0,14	12,25	140	352	7,89		P=(750) 1000 hPa
	3 S BM 3 F	13h30	7,70	1,00	7,05	145	0,22	12,22	13	117	7,90	BM à La Reuille 13h07 P=(750) 1000 hPa Reverse: 13h45	
	4 S Mi-Flot 4 F	16h20	10,30	1,00	6,90	410	0,15	12,53	111	123	7,88	P=(750) 1000 hPa	
					9,30	6,96	1300	0,14	12,50	82	161		7,87
					10,30	6,92	195	0,16	12,56	13	345	7,87	
				1,00	6,99	490	0,14	12,25	140	352	7,89		

Mai 2008		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 13/05/2008 Coef: 48-48	1 S BM 1 F	8h30	6,70	1,00	5,26	360	2,04	17,71	7	094	8,08	BM à Laména 7h32 P=(763) 1017 hPa	
	2 S Mi-Flot 2 F	11h15	8,60	1,00	5,26	1790	2,41	17,70	13	081	7,89		P=(763) 1017 hPa
	3 S PM 3 F	14h30	9,70	1,00	5,49	138	5,58	17,60	94	137	8,07	PM à Laména 13h55 P=(762) 1016 hPa Reverse: 14h40	
	4 S Mi-Jus 4 F	17h10	7,50	1,00	5,46	34	8,76	17,72	0	148	8,08	P=(762) 1016 hPa	
					7,60	4,42	3350	10,70	16,82	111	138		8,04
					1,00	5,46	34	8,76	17,72	0	148	8,08	
E PK 52 15/05/2008 Coef: 54-57	1 S Mi-Jus 1 F	7h20	6,50	1,00	5,58	545	1,66	18,24	100	031	7,87	P=(760) 1013 hPa	
	2 S BM 2 F	11h10	5,50	1,00	5,69	335	0,36	18,01	13	126	8,01		BM à Pauillac 10h28 P=(760) 1013 hPa Reverse: 11h10
	3 S Mi-Flot 3 F	13h45	7,60	1,00	5,64	480	0,36	18,01	7	095	7,87	P=(760) 1013 hPa	
	4 S PM 4 F	16h15	9,00	1,00	5,58	187	2,51	18,86	13	135	8,04		PM à Pauillac 16h08 P=(760) 1013 hPa
					4,50	5,64	480	0,36	18,01	7	095	7,87	
					1,00	5,64	335	1,59	18,68	128	168	7,98	
K PK 30 14/05/2008 Coef: 49-51	1 S Mi-Jus 1 F	7h30	6,70	1,00	6,38	238	0,13	16,71	88	012	7,72	P=(762) 1062 hPa	
	2 S BM 2 F	11h20	6,00	1,00	6,54	69	0,12	16,69	59	333	7,70		BM à La Reuille 10h22 P=(762) 1062 hPa Reverse:
	3 S Mi-Flot 3 F	13h35	8,00	1,00	6,43	154	0,12	16,82	117	118	7,66	P=(762) 1062 hPa	
	4 S PM 4 F	16h15	9,00	1,00	6,05	122	0,14	17,29	13	140	7,94		PM à La Reuille 15h57 P=(762) 1062 hPa
					5,00	6,56	96	0,12	16,46	13	136	7,50	
					1,00	6,43	154	0,12	16,82	117	118	7,66	
				7,00	6,40	410	0,12	16,86	60	136	7,59		
				8,00	6,05	122	0,14	17,29	13	140	7,94		
				8,00	6,05	181	0,14	17,30	7	281	7,74		

Juin 2008		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	Oxygène Dissous (ml/l)	Turbidité (mg/l)	Salinité	Temp. (°C)	Vitesse (cm/s)	Direction (/Nord)	PH	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS											
F PK 67 07/06/2008 Coef: 91-87	1 S Mi-Flot	6h50	9,00	1,00	5,71	408	1,90	18,19	146	133	8,07	P=(769) 1025 hPa
	1 F			8,00	5,44	1918	2,46	18,19	105	153	8,03	
	2 S PM	10h00	10,70	1,00	5,51	74	5,69	18,22	13	078	8,03	PM à Laména 9h21
	2 F			9,70	5,35	649	7,75	18,33	7	125	8,03	P=(769) 1025 hPa
	3 S Mi-Jus	13h00	7,00	1,00	5,51	374	1,88	18,49	111	015	8,13	Renverse: 10h15
	3 F			6,00	5,51	614	2,27	18,32	88	328	8,11	P=(770) 1026 hPa
	4 S BM	16h35	6,80	1,00	5,60	377	0,68	18,33	13	126	8,13	BM à Laména 16h04
	4 F			5,80	5,60	465	0,77	18,38	13	149	8,03	P=(770) 1026 hPa
E PK 52 09/06/2008 Coef: 73-58	1 S BM	6h45	5,50	1,00	5,80	221	0,16	17,17	13	171	7,83	BM à Pauillac 5h57
	1 F			4,50	5,80	232	0,16	17,15	13	177	7,74	P=(769) 1025 hPa
	2 S Mi-Flot	9h45	8,10	1,00	5,69	288	0,31	17,95	94	174	7,95	P=(768) 1024 hPa
	2 F			7,10	5,67	666	0,36	18,08	65	178	7,94	
	3 S PM	12h00	8,50	1,00	5,53	290	0,29	18,69	13	233	8,00	PM à Pauillac 11h20
	3 F			7,50	5,53	357	0,29	18,48	7	256	7,97	P=(768) 1024 hPa
	4 S Mi-Jus	15h10	6,00	1,00	5,78	435	0,26	18,00	134	027	7,95	Renverse: 12h30
	4 F			5,00	5,73	981	0,27	18,07	100	001	7,92	P=(768) 1024 hPa
K PK 30 08/06/2008 Coef: 83-78	1 S BM	7h00	7,00	1,00	6,40	88	0,13	16,28	24	116	7,83	BM à La Reuille 6h13
	1 F			6,00	6,40	368	0,13	16,30	35	146	7,73	P=(768) 1024 hPa
	2 S Mi-Flot	9h00	8,80	1,00	6,11	355	0,13	16,58	128	132	7,70	P=(768) 1024 hPa
	2 F			7,80	6,11	1314	0,13	16,56	76	145	7,63	
	3 S PM	11h45	10,00	1,00	5,91	157	0,14	17,03	7	275	7,88	PM à La Reuille 11h07
	3 F			9,00	5,91	188	0,15	16,93	13	324	7,84	P=(769) 1025 hPa
	4 S Mi-Jus	15h10	8,00	1,00	6,02	388	0,13	16,76	111	001	7,82	Renverse: 11h55
	4 F			7,00	6,02	418	0,13	16,76	70	327	7,74	P=(769) 1025 hPa

Juillet 2008		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 15/07/2008 Coef: 47-51	1 S Mi-Jus	8h30	7,10	1,00	5,42	78	9,41	21,62	117	014	7,98	P=(775) 1033 hPa
	1 F			6,10	5,40	140	9,77	21,48	79	336	7,97	BM à Laména 10h58
	2 S BM	12h20	7,10	1,00	5,17	77	6,42	22,29	7	066	7,92	P=(775) 1033 hPa
	2 F			6,10	5,24	107	7,27	22,00	13	147	7,94	Renverse: 12H20
	3 S Mi-Flot	14h20	8,90	1,00	5,33	75	10,45	22,20	123	128	8,04	P=(775) 1033 hPa
	3 F			7,90	5,51	435	12,84	21,31	88	145	8,02	
	4 S PM	17h35	10,20	1,00	5,50	50	15,76	21,48	13	136	8,20	PM à Laména
	4 F			9,20	5,49	80	17,15	21,19	13	156	8,15	P=(775) 1033 hPa
E PK 52 17/07/2008 Coef: 55	1 S PM	7h00	8,50	1,00	5,11	160	5,33	23,05	7	120	8,24	PM à Pauillac 6h25
	1 F			7,50	5,11	370	6,25	23,06	18	194	8,24	P=(767,5) 1023 hPa
	2 S Mi-Jus	10h20	6,00	1,00	5,11	191	4,19	23,02	123	025	8,14	P=(767,5) 1023 hPa
	2 F			5,00	5,17	1420	4,50	23,01	94	008	8,11	
	3 S BM	14h00	5,30	1,00	5,04	165	1,62	22,83	47	139	8,29	BM à Pauillac 13h16
	3 F			4,30	5,04	355	1,93	22,89	35	156	8,32	P=(767,5) 1023 hPa
	4 S Mi-Flot	16h10	7,30	1,00	5,17	620	4,26	23,43	128	167	8,30	Renverse: 14h00
	4 F			6,30	5,17	1770	4,28	23,36	82	174	8,21	P=(767,5) 1023 hPa
K PK 30 16/07/2008 Coef: 63	1 S PM	7h00	9,10	1,00	5,11	245	0,75	22,23	0	016	7,97	PM à La Reuille 6h33
	1 F			8,10	5,13	1090	0,60	22,34	7	326	7,94	P=(772,5) 1030 hPa
	2 S Mi-Jus	10h30	7,40	1,00	5,17	420	0,33	22,32	76	005	7,68	P=(772,5) 1030 hPa
	2 F			6,40	5,15	970	0,33	22,29	35	305	7,71	
	3 S BM	14h10	6,30	1,00	5,28	255	0,2	22,82	47	128	7,71	BM à La Reuille 13h26
	3 F			5,30	5,28	310	0,21	22,64	47	142	7,97	P=(772,5) 1030 hPa
	4 S Mi-Flot	16h25	8,30	1,00	5,20	620	0,41	23,00	123	122	7,88	Renverse: 14h00
	4 F			7,30	5,17	995	0,37	22,91	88	147	7,91	P=(772,5) 1030 hPa

Août 2008		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 26/08/2008 Coef: 42-44	1 S Mi-Jus 1 F	5h15	8,20	1,00	4,99	37	14,30	21,29	140	003	8,23	P=(770) 1027 hPa BM à Laména 8h15 P=(770) 1027 hPa Renverse: 9h00 P=(770) 1027 hPa PM à Laména 14h42 P=(770) 1027 hPa		
	2 S BM 2 F			7,20	4,86	302	18,26	21,31	70	322	8,19			
	3 S Mi-Flot 3 F	8h45	7,30	1,00	4,84	93	11,48	21,85	7	008	8,00			
	4 S PM 4 F			6,30	4,97	122	12,73	21,63	0	128	8,00			
	1 S PM 1 F	12h55	8,50	1,00	4,97	87	14,93	21,62	88	130	8,18			
	2 S Mi-Jus 2 F			7,50	4,97	345	18,22	21,25	59	140	8,17			
	3 S BM 3 F	15h10	9,50	1,00	4,86	39	19,25	22,10	13	136	8,17			
	4 S PM 4 F			8,50	4,90	72	20,92	21,14	13	116	8,14			
	E PK 52 28/08/2008 Coef: 63-71	1 S PM 1 F	5h50	8,80	1,00	4,86	155	10,75	23,90	0	112		8,13	PM à Pauillac 4h49 P=(769) 1025 hPa P=(769) 1025 hPa BM à Pauillac 11h49 P=(769) 1025 hPa Renverse: 12h15 P=(769) 1025 hPa
		2 S Mi-Jus 2 F			7,80	5,13	242	11,66	22,44	13	160		8,10	
		3 S BM 3 F	8h50	6,40	1,00	4,97	350	9,41	22,47	123	026		8,10	
		4 S PM 4 F			5,40	5,04	1115	9,62	22,55	88	355		8,08	
1 S PM 1 F		12h10	5,30	1,00	4,70	223	5,48	22,47	0	027	8,07			
2 S Mi-Jus 2 F				4,30	4,77	368	6,21	22,32	13	022	8,09			
3 S BM 3 F		14h30	7,20	1,00	5,04	281	8,31	22,68	128	180	8,16			
4 S PM 4 F				6,20	5,04	1800	8,87	22,60	105	183	8,11			
K PK 30 27/08/2008 Coef: 48-55		1 S PM 1 F	5h15	9,40	1,00	4,70	177	4,08	22,05	0	082	7,77	PM à La Reuille 4h26 P=(769) 1025 hPa P=(769) 1025 hPa BM à La Reuille 11h19 P=(770) 1026 hPa Renverse: P=(770) 1026 hPa	
		2 S Mi-Jus 2 F			8,40	4,97	615	4,69	22,25	13	206	7,91		
		3 S BM 3 F	8h15	7,10	1,00	4,90	345	3,15	21,87	70	009	8,09		
		4 S PM 4 F			6,10	4,97	580	3,19	21,87	70	332	8,11		
	1 S PM 1 F	11h55	6,70	1,00	4,01	605	1,20	22,11	7	006	7,92			
	2 S Mi-Jus 2 F			5,70	4,28	1150	1,51	22,02	7	187	8,03			
	3 S BM 3 F	14h30	7,90	1,00	4,84	495	3,10	22,35	94	117	7,97			
	4 S PM 4 F			6,90	4,97	1000	3,07	22,27	65	138	8,00			

Septembre 2008		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 11/09/2008 Coef: 38-45	1 S Mi-Jus 1 F	7h25	7,90	1,00	5,28	34	20,18	21,17	123	003	8,25	P=(761) 1015 hPa BM à Laména 9h56 P=(761) 1015 hPa Renverse: 10h55 P=(761) 1015 hPa PM à Laména 16h22 P=(761) 1015 hPa		
	2 S BM 2 F			6,90	5,24	179	22,62	20,99	70	326	7,79			
	3 S Mi-Flot 3 F	10h45	7,70	1,00	5,13	78	17,28	21,36	7	336	8,10			
	4 S PM 4 F			6,70	5,13	124	19,27	21,16	0	022	8,12			
	1 S PM 1 F	13h30	9,30	1,00	5,13	310	21,20	21,00	105	124	8,28			
	2 S Mi-Jus 2 F			8,30	5,22	295	22,14	21,02	59	142	8,19			
	3 S BM 3 F	16h30	10,00	1,00	5,04	104	23,08	20,87	13	156	8,25			
	4 S PM 4 F			9,00	5,11	176	23,30	20,85	7	135	8,25			
	E PK 52 13/09/2008 Coef: 67	1 S PM 1 F	6h30	8,60	1,00	4,95	183	16,98	20,99	0	136		8,66	PM à Pauillac 5h32 P=(767) 1021 hPa P=(767) 1021 hPa BM à Pauillac 12h27 P=(768) 1023 hPa Renverse: 13h15 P=(768) 1023 hPa
		2 S Mi-Jus 2 F			7,60	4,97	820	17,41	20,96	18	172		8,45	
		3 S BM 3 F	9h30	6,00	1,00	5,08	325	12,81	20,96	123	021		8,15	
		4 S PM 4 F			5,00	5,13	990	13,85	21,06	88	001		8,15	
1 S PM 1 F		13h10	5,50	1,00	4,97	302	7,59	20,89	7	140	8,23			
2 S Mi-Jus 2 F				4,50	5,08	460	8,81	20,86	13	120	8,22			
3 S BM 3 F		15h25	7,60	1,00	5,22	750	12,73	21,09	123	180	8,13			
4 S PM 4 F				6,60	5,26	950	12,77	21,10	88	174	8,12			
K PK 30 12/09/2008 Coef: 52		1 S PM 1 F	6h30	8,50	1,00	5,02	142	3,76	21,11	111	005	7,76	PM à La Reuille P=(764) 1019 hPa P=(766) 1021 hPa BM à La Reuille 12h27 P=(766) 1021 hPa Renverse: 13h20 P=(766) 1021 hPa	
		2 S Mi-Jus 2 F			7,50	5,08	675	4,06	21,12	70	323	8,21		
		3 S BM 3 F	9h30	7,30	1,00	4,97	460	3,34	21,11	65	357	7,59		
		4 S PM 4 F			6,30	4,95	505	3,34	21,08	59	308	7,46		
	1 S PM 1 F	13h20	6,00	1,00	4,70	410	1,23	21,33	13	114	8,07			
	2 S Mi-Jus 2 F			5,00	4,70	850	1,40	21,20	13	133	8,30			
	3 S BM 3 F	15h45	8,20	1,00	4,95	920	3,50	21,34	82	119	8,31			
	4 S PM 4 F			7,20	5,04	1,07	3,53	21,34	65	147	7,94			

Octobre 2008		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	5H11 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 09/10/2008 Coef: 26-30	1 S Mi-Jus 1 F	5h30	8,10	1,00	5,81	27	14,63	16,37	105	012	8,11	P=(773) 1031 hPa	
	2 S BM 2 F	8h35	7,60	1,00	5,69	35	14,33	16,72	24	319	7,94	BM à Laména 7h51 P=(775) 1033 hPa Renverse: 9h00	
	3 S Mi-Flot 3 F	11h35	8,50	1,00	5,79	34	17,34	16,68	7	200	8,03	P=(775) 1033 hPa	
	4 S PM 4 F	15h10	9,60	1,00	5,91	25	16,21	16,66	13	185	8,15	PM à Laména 14h44 P=(775) 1033 hPa	
					8,60	5,80	64	23,97	16,42	7	065	8,01	
E PK 52 11/10/2008 Coef: 51	1 S PM 1 F	4h45	8,40	1,00	5,81	74	13,51	18,88	13	181	8,12	PM à Pauillac 4h14 P=(773) 1031 hPa	
	2 S Mi-Jus 2 F	8h15	6,30	1,00	5,82	435	10,92	17,76	70	030	8,02	P=(773) 1031 hPa	
	3 S BM 3 F	11h30	5,50	1,00	5,63	1150	11,05	17,75	38	358	7,98	BM à Pauillac 10h54 P=(773) 1031 hPa Renverse:	
	4 S Mi-Flot 4 F	14h00	7,20	1,00	5,82	220	10,76	17,53	105	174	7,93	P=(773) 1031 hPa	
					6,20	5,96	495	10,82	17,56	93	183	7,84	
K PK 30 10/10/2008 Coef: 37-44	1 S Mi-Jus 1 F	8h00	7,00	1,00	5,67	645	4,16	16,42	76	353	7,98	P=(776) 1035 hPa	
	2 S BM 2 F	11h20	6,30	1,00	5,32	855	2,04	16,30	42	026	7,73	BM à La Reuille 10h44 P=(776) 1035 hPa Renverse: 11h30	
	3 S Mi-Flot 3 F	14h15	7,80	1,00	5,68	950	4,45	16,66	88	119	7,98	P=(776) 1035 hPa	
	4 S PM 4 F	16h45	8,80	1,00	5,67	225	5,38	17,07	13	100	7,78	PM à La Reuille 16h38 P=(775) 1033 hPa	
					7,80	5,72	1970	5,83	16,85	13	157	7,98	

Novembre 2008		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 19/11/2008 Coef: 59-55	1 S Mi-Flot 1 F	7h30	8,40	1,00	6,49	275	6,25	12,36	117	125	7,95	P=(771) 1028 hPa	
	2 S PM 2 F	11h05	10,20	1,00	6,40	205	12,62	12,37	7	311	7,98	PM à Laména 10h15 P=(773) 1030 hPa Renverse: 11h10	
	3 S Mi-Jus 3 F	14h45	8,30	1,00	6,49	170	7,60	12,59	140	001	7,91	P=(773) 1030 hPa	
	4 S BM 4 F	17h05	6,70	1,00	6,29	735	5,41	12,49	13	016	7,86	BM à Laména 16h45 P=(773) 1030 hPa	
					5,70	6,38	220	4,72	12,49	13	330	7,80	
E PK 52 21/11/2008 Coef: 50-50	1 S Mi-Jus 1 F	4h05	6,70	1,00	6,40	855	4,53	13,02	100	021	7,89	P=(771) 1028 hPa	
	2 S BM 2 F	7h35	5,80	1,00	6,38	415	2,82	12,22	65	357	7,85	BM à Pauillac 7h10 P=(771) 1028 hPa Renverse:	
	3 S Mi-Flot 3 F	10h25	7,40	1,00	6,43	345	5,46	12,72	152	179	7,93	P=(771) 1028 hPa	
	4 S PM 4 F	13h15	8,80	1,00	6,38	340	5,53	12,60	13	130	7,98	PM à Pauillac 13h00 P=(771) 1028 hPa	
					7,80	6,47	590	6,37	12,56	13	196	7,86	
K PK 30 20/11/2008 Coef: 52-50	1 S BM 1 F	7h30	5,80	1,00	6,23	1700	0,37	11,08	30	105	7,70	BM à La Reuille 6h58 P=(773) 1030 hPa	
	2 S Mi-Flot 2 F	10h05	8,50	1,00	6,34	1800	1,52	11,56	47	129	7,62	P=(773) 1030 hPa	
	3 S PM 3 F	13h05	9,30	1,00	6,23	385	1,97	11,75	7	066	7,91	PM à La Reuille 12h26 P=(773) 1030 hPa Renverse: 13h20	
	4 S Mi-Jus 4 F	16h10	7,40	1,00	6,38	1050	1,36	11,66	82	348	7,90	P=(773) 1030 hPa	
					6,40	6,49	1100	1,32	11,65	76	327	7,84	

### 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
16-avr-08	F	BM	S	7,55	1,95	370	5,6	1,51%
16-avr-08	F	BM	F	20,95	1,95	1124	19,0	1,69%
16-avr-08	F	MF	S	11,50	1,85	672	9,7	1,44%
16-avr-08	F	MF	F	214,00	1,55	11770	214,0	1,82%
16-avr-08	F	PM	S	2,05	1,35	45	0,7	1,56%
16-avr-08	F	PM	F	15,95	1,15	848	14,8	1,75%
16-avr-08	F	MJ	S	7,90	1,55	482	6,4	1,32%
16-avr-08	F	MJ	F	7,50	1,55	372	6,0	1,60%
18-avr-08	E	BM	S	11,80	2,55	636	9,3	1,45%
18-avr-08	E	BM	F	14,10	2,70	722	11,4	1,58%
18-avr-08	E	MF	S	20,15	2,15	1260	18	1,43%
18-avr-08	E	MF	F	61,40	2,10	3370	59,3	1,76%
18-avr-08	E	PM	S	6,85	1,95	352	4,9	1,39%
18-avr-08	E	PM	F	37,60	1,90	2240	35,7	1,59%
18-avr-08	E	MJ	S	9,90	2,15	606	7,75	1,28%
18-avr-08	E	MJ	F	134,00	2,00	7500	132,0	1,76%
17-avr-08	K	BM	S	5,55	2,60	155	3,0	1,90%
17-avr-08	K	BM	F	13,65	2,65	606	11,0	1,82%
17-avr-08	K	MF	S	11,65	2,90	462	8,8	1,89%
17-avr-08	K	MF	F	16,00	3,00	802	13,0	1,62%
17-avr-08	K	PM	S	5,05	2,60	119	2,5	2,06%
17-avr-08	K	PM	F	6,10	2,55	193	3,6	1,84%
17-avr-08	K	MJ	S	11,45	3,05	488	8,4	1,72%
17-avr-08	K	MJ	F	12,30	3,10	626	9,2	1,47%
13-mai-08	F	BM	S	10,05	1,85	592	8,2	1,39%
13-mai-08	F	BM	F	31,65	1,95	2090	29,7	1,42%
13-mai-08	F	MF	S	2,80	1,70	127	1,1	0,87%
13-mai-08	F	MF	F	62,30	2,10	3785	60,2	1,59%
13-mai-08	F	PM	S				0,6	
13-mai-08	F	PM	F	2,80	1,55	101	1,3	1,24%
13-mai-08	F	MJ	S				0,3	
13-mai-08	F	MJ	F	10,70	1,85	493	8,9	1,80%
15-mai-08	E	BM	S	6,30	2,15	366	4,15	1,13%
15-mai-08	E	BM	F	8,05	2,25	457	5,8	1,27%
15-mai-08	E	MF	S	6,25	1,9	335	4,35	1,30%
15-mai-08	E	MF	F	33,90	6,70	1694	27,2	1,61%
15-mai-08	E	PM	S	3,00	1,65	147	1,35	0,92%
15-mai-08	E	PM	F	11,05	1,35	604	9,7	1,61%
15-mai-08	E	MJ	S	28,50	1,9	1540	26,6	1,73%
15-mai-08	E	MJ	F	9,60	1,90	546	7,7	1,41%
14-mai-08	K	BM	S	2,90	2,35	54	0,6	1,02%
14-mai-08	K	BM	F	3,75	2,20	112	1,6	1,38%
14-mai-08	K	MF	S	4,45	2,25	169	2,2	1,30%
14-mai-08	K	MF	F	8,70	2,30	475	6,4	1,35%
14-mai-08	K	PM	S	4,15	2,25	100	1,9	1,90%

14-mai-08	K	PM	F	4,65	2,25	177	2,4	1,36%
14-mai-08	K	MJ	S	6,15	2,25	306	3,9	1,27%
14-mai-08	K	MJ	F	6,30	2,15	358	4,2	1,16%
7-juin-08	F	BM	S	7,50	3,05	346	4,5	1,29%
7-juin-08	F	BM	F	8,65	3,00	494	5,7	1,14%
7-juin-08	F	MF	S	7,75	2,80	400	5,0	1,24%
7-juin-08	F	MF	F	83,90	2,30	4725	81,6	1,73%
7-juin-08	F	PM	S	2,75	1,85	76	0,9	1,18%
7-juin-08	F	PM	F	11,75	1,45	648	10,3	1,59%
7-juin-08	F	MJ	S	6,40	2,60	342	3,8	1,11%
7-juin-08	F	MJ	F	13,60	2,30	700	11,3	1,61%
9-juin-08	E	BM	S	5,70	3,4	204	2,3	1,13%
9-juin-08	E	BM	F	6,25	3,20	212	3,1	1,44%
9-juin-08	E	MF	S	6,55	3,5	298	3,05	1,02%
9-juin-08	E	MF	F	13,75	3,35	780	10,4	1,33%
9-juin-08	E	PM	S	7,45	3,3	270	4,15	1,54%
9-juin-08	E	PM	F	7,00	3,3	362	3,7	1,02%
9-juin-08	E	MJ	S	9,65	3,35	445	6,3	1,42%
9-juin-08	E	MJ	F	18,10	3,2	1040	14,9	1,43%
8-juin-08	K	BM	S	7,15	5,55	145	1,6	1,10%
8-juin-08	K	BM	F	12,95	3,65	522	9,3	1,78%
8-juin-08	K	MF	S	11,55	5,40	378	6,2	1,63%
8-juin-08	K	MF	F	12,75	3,85	580	8,9	1,53%
8-juin-08	K	PM	S	5,40	4,05	149	1,4	0,91%
8-juin-08	K	PM	F	6,95	3,70	233	3,3	1,39%
8-juin-08	K	MJ	S	10,60	3,80	432	6,8	1,57%
8-juin-08	K	MJ	F	11,35	3,75	480	7,6	1,58%
15-juil-08	F	BM	S	2,50	1,25	102	1,3	1,23%
15-juil-08	F	BM	F	2,90	1,35	139	1,6	1,12%
15-juil-08	F	MF	S	1,80	1,10	64	0,7	1,09%
15-juil-08	F	MF	F	8,80	1,95	546	6,9	1,25%
15-juil-08	F	PM	S	1,65	0,95	65	0,7	1,08%
15-juil-08	F	PM	F	2,00	0,90	79	1,1	1,39%
15-juil-08	F	MJ	S	3,00	1,15	145	1,9	1,28%
15-juil-08	F	MJ	F	2,75	1,15	162	1,6	0,99%
17-juil-08	E	BM	S	3,55	1,65	174	1,9	1,09%
17-juil-08	E	BM	F	5,80	1,6	373	4,2	1,13%
17-juil-08	E	MF	S	9,95	1,3	714	8,65	1,21%
17-juil-08	E	MF	F	31,80	1,3	2013	30,5	1,52%
17-juil-08	E	PM	S	2,75	1,15	148	1,6	1,08%
17-juil-08	E	PM	F	7,95	1,1	570	6,85	1,20%
17-juil-08	E	MJ	S	2,95	1,3	186	1,65	0,89%
17-juil-08	E	MJ	F	24,75	1,25	1550	23,5	1,52%
16-juil-08	K	BM	S	5,80	2,10	372	3,7	0,99%
16-juil-08	K	BM	F	6,50	2,10	378	4,4	1,16%
16-juil-08	K	MF	S	10,35	1,85	692	8,5	1,23%
16-juil-08	K	MF	F	17,35	1,95	1106	15,4	1,39%
16-juil-08	K	PM	S	4,40	2,00	269	2,4	0,89%
16-juil-08	K	PM	F	21,40	1,90	1270	19,5	1,54%
16-juil-08	K	MJ	S	6,40	2,05	331	4,4	1,31%
16-juil-08	K	MJ	F	18,10	2,10	1323	16,0	1,21%

26-août-08	F	BM	S	2,15	0,90	70	1,3	1,79%
26-août-08	F	BM	F	2,35	0,90	117	1,5	1,24%
26-août-08	F	MF	S	1,35	0,90	51	0,5	0,88%
26-août-08	F	MF	F	6,85	0,85	366	6	1,64%
26-août-08	F	PM	S	1,25	0,85	32	0,4	1,25%
26-août-08	F	PM	F	1,55	0,8	68	0,75	1,10%
26-août-08	F	MJ	S	0,95	0,70	23	0,3	1,09%
26-août-08	F	MJ	F	3,50	0,7	228	2,8	1,23%
28-août-08	E	BM	S	3,60	1,05	192	2,55	1,33%
28-août-08	E	BM	F	5,05	0,9	322	4,15	1,29%
28-août-08	E	MF	S	3,50	0,90	232	2,6	1,12%
28-août-08	E	MF	F	25,55	0,85	1656	24,7	1,49%
28-août-08	E	PM	S	3,15	0,80	226	2,4	1,04%
28-août-08	E	PM	F	2,10	0,8	133	1,3	0,98%
28-août-08	E	MJ	S	4,20	0,85	302	3,4	1,11%
28-août-08	E	MJ	F	16,75	0,85	1226	15,9	1,30%
27-août-08	K	BM	S	10,45	1,60	736	8,9	1,20%
27-août-08	K	BM	F	16,90	1,60	1238	15,3	1,24%
27-août-08	K	MF	S	7,50	1,40	497	6,1	1,23%
27-août-08	K	MF	F	19,05	1,45	1280	17,6	1,38%
27-août-08	K	PM	S	2,70	1,10	175	1,6	0,91%
27-août-08	K	PM	F	11,05	1,40	680	9,7	1,42%
27-août-08	K	MJ	S	7,70	1,30	628	6,4	1,02%
27-août-08	K	MJ	F	7,10	1,45	600	5,7	0,94%
11-sept-08	F	BM	S	1,45	0,65	58	0,8	1,38%
11-sept-08	F	BM	F	1,60	0,65	63	0,95	1,51%
11-sept-08	F	MF	S	2,35	0,65	129	1,7	1,32%
11-sept-08	F	MF	F	4,75	0,60	284	4,2	1,46%
11-sept-08	F	PM	S	1,35	0,55	53	0,8	1,51%
11-sept-08	F	PM	F	1,85	0,55	89	1,3	1,46%
11-sept-08	F	MJ	S	0,90	0,70	12	0,2	1,67%
11-sept-08	F	MJ	F	1,90	0,55	127	1,4	1,06%
13-sept-08	E	BM	S	3,25	0,75	234	2,5	1,07%
13-sept-08	E	BM	F	5,30	0,85	330	4,45	1,35%
13-sept-08	E	MF	S	10,30	0,70	655	9,6	1,47%
13-sept-08	E	MF	F	12,80	0,7	818	12,1	1,48%
13-sept-08	E	PM	S	2,30	0,65	119	1,7	1,39%
13-sept-08	E	PM	F	11,30	0,6	746	10,7	1,43%
13-sept-08	E	MJ	S	4,00	0,70	245	3,3	1,35%
13-sept-08	E	MJ	F	11,85	0,65	790	11,2	1,42%
12-sept-08	K	BM	S	10,70	1,50	720	9,2	1,28%
12-sept-08	K	BM	F	13,50	1,60	904	11,9	1,32%
12-sept-08	K	MF	S	15,40	1,10	978	14,3	1,46%
12-sept-08	K	MF	F	18,00	1,10	1144	16,9	1,48%
12-sept-08	K	PM	S	2,85	1,15	156	1,7	1,09%
12-sept-08	K	PM	F	13,45	0,95	842	12,5	1,48%
12-sept-08	K	MJ	S	7,35	1,10	460	6,3	1,36%
12-sept-08	K	MJ	F	7,89	1,55	461	6,3	1,38%
9-oct-08	F	BM	S	1,30	0,95	39	0,4	0,90%
9-oct-08	F	BM	F	1,75	0,80	61	1,0	1,56%
9-oct-08	F	MF	S	1,10	0,80	25	0,3	1,20%

9-oct-08	F	MF	F	2,60	0,75	123	1,9	1,50%
9-oct-08	F	PM	S	1,20	0,85	14	0,4	2,59%
9-oct-08	F	PM	F	1,15	0,65	38	0,5	1,32%
9-oct-08	F	MJ	S	0,95	0,70	20	0,3	1,25%
9-oct-08	F	MJ	F	1,50	0,90	31	0,6	1,94%
11-oct-08	E	BM	S	4,15	1,30	172	2,9	1,66%
11-oct-08	E	BM	F	6,80	1,1	373	5,7	1,53%
11-oct-08	E	MF	S	4,80	1,30	215	3,5	1,63%
11-oct-08	E	MF	F	11,65	0,95	706	10,7	1,52%
11-oct-08	E	PM	S	2,30	0,95	78	1,4	1,73%
11-oct-08	E	PM	F	5,50	0,6	295	4,9	1,66%
11-oct-08	E	MJ	S	8,55	1,05	481	7,5	1,56%
11-oct-08	E	MJ	F	20,20	1,2	1148	19	1,66%
10-oct-08	K	BM	S	12,80	1,70	754	11,1	1,47%
10-oct-08	K	BM	F	74,55	1,65	4204	72,9	1,73%
10-oct-08	K	MF	S	16,30	1,40	938	14,90	1,59%
10-oct-08	K	MF	F	37,45	1,55	2064	35,9	1,74%
10-oct-08	K	PM	S	4,20	1,25	199	2,95	1,48%
10-oct-08	K	PM	F	30,45	1,55	1826	28,90	1,58%
10-oct-08	K	MJ	S	12,30	1,40	690	10,90	1,58%
10-oct-08	K	MJ	F	13,95	1,15	802	12,80	1,60%
19-nov-08	F	BM	S	5,38	1,20	314	4,18	1,33%
19-nov-08	F	BM	F	40,55	1,65	2440	38,90	1,59%
19-nov-08	F	MF	S	4,59	1,60	232	2,99	1,29%
19-nov-08	F	MF	F	121,35	1,35	7660	120,00	1,57%
19-nov-08	F	PM	S	7,89	1,40	395	6,49	1,64%
19-nov-08	F	PM	F	3,25	1,05	178	2,20	1,24%
19-nov-08	F	MJ	S	3,58	1,35	161	2,23	1,39%
19-nov-08	F	MJ	F	10,13	1,20	656	8,93	1,36%
21-nov-08	E	BM	S	8,46	1,70	612	6,76	1,10%
21-nov-08	E	BM	F		1,55			
21-nov-08	E	MF	S	4,52	1,25	305	3,27	1,07%
21-nov-08	E	MF	F	28,65	1,15	2060	27,50	1,33%
21-nov-08	E	PM	S	4,74	1,10	328	3,64	1,11%
21-nov-08	E	PM	F	16,25	1,15	689	15,10	2,19%
21-nov-08	E	MJ	S	11,75	1,15	838	10,60	1,26%
21-nov-08	E	MJ	F	19,80	1,30	1380	18,50	1,34%
20-nov-08	K	BM	S	18,50	2,40	1240	16,10	1,30%
20-nov-08	K	BM	F	20,80	2,30	1490	18,50	1,24%
20-nov-08	K	MF	S	36,00	2,00	2350	34,00	1,45%
20-nov-08	K	MF	F	38,05	1,95	2540	36,10	1,42%
20-nov-08	K	PM	S	9,78	1,85	670	7,93	1,18%
20-nov-08	K	PM	F	22,75	1,55	1650	21,20	1,28%
20-nov-08	K	MJ	S	20,45	2,05	1440	18,40	1,28%
20-nov-08	K	MJ	F	16,85	1,95	1140	14,90	1,31%

*En italique : valeurs de MES et COP particulièrement faibles au regard de celles généralement rencontrées indiquant des eaux très claires -pas de duplication de contrôle possible- ; rapports COP/MES restent cohérents.*

## 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 Chl a
16-avr-08	F	BM	S	1,10	2,30	0,02%	9	0,32
16-avr-08	F	PM	S	2,00	< 0,4	0,29%	44	
18-avr-08	E	BM	S	1,70	3,50	0,02%	8	0,33
18-avr-08	E	PM	S	0,90	1,70	0,02%	7	0,35
17-avr-08	K	BM	S	1,40	1,00	0,05%	15	0,58
17-avr-08	K	PM	S	0,90	<0,8	0,04%	8	
13-mai-08	F	BM	S	6,30	8,00	0,08%	24	0,44
13-mai-08	F	PM	S	1,60	<0,3	0,29%		
15-mai-08	E	BM	S	1,60	2,60	0,04%	11	0,38
15-mai-08	E	PM	S	0,90	0,60	0,07%	10	0,60
14-mai-08	K	BM	S	2,00	0,60	0,36%	48	0,77
14-mai-08	K	PM	S	0,70	0,70	0,04%	14	0,50
7-juin-08	F	BM	S	1,90	1,60	0,04%	10	0,54
7-juin-08	F	PM	S	1,80	0,50	0,20%	30	0,78
9-juin-08	E	BM	S	1,40	1,60	0,06%	15	0,47
9-juin-08	E	PM	S	1,60	1,40	0,04%	11	0,53
8-juin-08	K	BM	S	3,80	1,40	0,24%	36	0,73
8-juin-08	K	PM	S	1,40	1,50	0,10%	19	0,48
15-juil-08	F	BM	S	0,70	0,80	0,06%	15	0,47
15-juil-08	F	PM	S	0,60	1,70	0,09%	35	0,26
17-juil-08	E	BM	S	<1,1	1,10			
17-juil-08	E	PM	S	1,00	<0,5	0,06%	7	
16-juil-08	K	BM	S	1,30	3,30	0,04%	12	0,28
16-juil-08	K	PM	S	<1,1	1,10		4	
26-août-08	F	BM	S	2,50	1,10	0,20%	51	0,69
26-août-08	F	PM	S	1,80	1,50	0,45%	103	0,55
28-août-08	E	BM	S	0,90	1,20	0,04%	11	0,43
28-août-08	E	PM	S	0,70	0,30	0,03%	4	0,70
27-août-08	K	BM	S	2,10	4,10	0,02%	8	0,34
27-août-08	K	PM	S	0,90	1,10	0,06%	11	0,45
11-sept-08	F	BM	S	0,80	0,70	0,10%	26	0,53
11-sept-08	F	PM	S	0,90	0,70	0,11%	30	0,56
13-sept-08	E	BM	S	1,10	1,30	0,04%	10	0,46
13-sept-08	E	PM	S	1,10	0,50	0,07%	13	0,69
12-sept-08	K	BM	S	1,20	2,80	0,01%	6	0,30
12-sept-08	K	PM	S	<0,6	0,70		4	
9-oct-08	F	BM	S	0,90	0,60	0,26%	38	0,60
9-oct-08	F	PM	S	1,10	0,50	0,31%	119	0,69
11-oct-08	E	BM	S	1,70	1,40	0,06%	18	0,55
11-oct-08	E	PM	S	0,30	1,30	0,02%	21	0,19
10-oct-08	K	BM	S	0,80	2,20	0,01%	4	0,27
10-oct-08	K	PM	S	1,20	1,60	0,04%	14	0,43
19-nov-08	F	BM	S	<1,1	1,80		6	
19-nov-08	F	PM	S	<1,1	<0,8			
21-nov-08	E	BM	S	1,40	3,50	0,02%	8	0,29
21-nov-08	E	PM	S	<0,1	<0,1			
20-nov-08	K	BM	S	4,40	9,30	0,03%	11	0,32
20-nov-08	K	PM	S	<1,1	2,70		4	

## 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
16-avr-08	F	BM	S	1,7	138,2	1,8	77	136,0	0,17
16-avr-08	F	PM	S	<0,5	113,2	1,6	71	113,0	0,90
18-avr-08	E	BM	S	1,4	153,0	2,2	70	150,0	<0,1
18-avr-08	E	PM	S	1,2	144,0	1,8	80	133,0	0,20
17-avr-08	K	BM	S	2,3	109,0	1,0	109	174,0	<0,1
17-avr-08	K	PM	S	2,7	137,0	2,1	65	152,0	<0,1
13-mai-08	F	BM	S	<0,5	136,0	1,4	97	134,8	0,18
13-mai-08	F	PM	S	<0,5	111,8	1,1	102	109,4	0,92
15-mai-08	E	BM	S	<0,5	146,1	1,8	81	145,4	<0,1
15-mai-08	E	PM	S	<0,5	145,6	1,7	86	135,8	0,29
14-mai-08	K	BM	S	<0,5	112,9	0,9	125	178,0	<0,1
14-mai-08	K	PM	S	<0,5	128,7	1,5	86	156,5	<0,1
7-juin-08	F	BM	S	<0,5	151,8	2,2	69	141,0	<0,1
7-juin-08	F	PM	S	1,1	134,0	1,7	77	123,0	0,54
9-juin-08	E	BM	S	3,6	160,3	2,0	80	142,0	<0,1
9-juin-08	E	PM	S	0,6	161,1	2,5	64	148,0	<0,1
8-juin-08	K	BM	S	0,6	122,1	1,0	121	187,0	<0,1
8-juin-08	K	PM	S	<0,5	136,5	1,7	81	167,0	<0,1
15-juil-08	F	BM	S	0,6	114,0	2,7	42	122,0	0,70
15-juil-08	F	PM	S	<0,5	80,0	2,0	40	83,8	1,80
17-juil-08	E	BM	S	<0,5	124,0	2,7	46	127,0	0,21
17-juil-08	E	PM	S	<0,5	119,0	2,3	52	125,0	0,59
16-juil-08	K	BM	S	0,9	119,0	2,6	46	127,0	<0,1
16-juil-08	K	PM	S	<0,5	125,0	2,3	54	126,0	<0,1
26-août-08	F	BM	S	<0,5	112,0	2,3	50	106,6	1,30
26-août-08	F	PM	S	<0,56	75,6	2,0	38	71,8	2,10
28-août-08	E	BM	S	<0,5	137,0	<0,5		135,9	0,69
28-août-08	E	PM	S	0,6	107,0	<0,5		109,9	1,20
27-août-08	K	BM	S	<0,5	283,0	2,0	142	156,8	0,21
27-août-08	K	PM	S	<0,5	150,0	2,0	75	140,9	0,50
11-sept-08	F	BM	S	<0,5	78,5	2,0	39	80,9	1,90
11-sept-08	F	PM	S	<0,5	53,2	1,7	31	55,2	2,60
13-sept-08	E	BM	S	0,6	124,0	2,3	54	135,0	0,93
13-sept-08	E	PM	S	<0,5	85,3	4,2	20	94,0	1,90
12-sept-08	K	BM	S	<0,5	142,0	2,6	55	158,0	0,16
12-sept-08	K	PM	S	<0,5	132,0	2,7	49	141,0	0,61
9-oct-08	F	BM	S	<0,5	131,0	2,3	57	101,0	1,70
9-oct-08	F	PM	S	<0,5	113,0	1,9	59	81,6	2,00
11-oct-08	E	BM	S	<0,5	169,0	2,2	77	125,0	0,86
11-oct-08	E	PM	S	<0,5	138,0	2,2	63	113,0	1,40
10-oct-08	K	BM	S	<0,5	189,0	7,0	27	118,0	0,27
10-oct-08	K	PM	S	<0,5	176,0	5,1	35	131,0	0,70
19-nov-08	F	BM	S	1,6	168,0	1,8	94	247,0	0,67
19-nov-08	F	PM	S	<0,5	130,0	2,1	62	184,0	1,40

21-nov-08	E	BM	S	3,3	198,0	2,3	86	262,0	0,31
21-nov-08	E	PM	S	0,7	173,0	2,3	77	237,0	0,63
20-nov-08	K	BM	S	<0,5	255,0	2,3	111	327,0	<0,1
20-nov-08	K	PM	S	0,9	207,0	2,3	92	277,0	0,20

## 10.3.4. Contaminants

Date	Station	Temps Marée	Niveau	Hydrazine mg/L	Morpholine mg/L	Ethanolamine mg/L	Agents de surface anioniques µg/L
16-avr-08	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
16-avr-08	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
18-avr-08	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
18-avr-08	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
17-avr-08	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
17-avr-08	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
13-mai-08	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
13-mai-08	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
15-mai-08	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
15-mai-08	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
14-mai-08	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
14-mai-08	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
7-juin-08	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
7-juin-08	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
9-juin-08	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
9-juin-08	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
8-juin-08	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
8-juin-08	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
15-juil-08	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
15-juil-08	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
17-juil-08	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
17-juil-08	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
16-juil-08	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
16-juil-08	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
26-août-08	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
26-août-08	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
28-août-08	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
28-août-08	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
27-août-08	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
27-août-08	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
11-sept-08	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
11-sept-08	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	30
13-sept-08	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
13-sept-08	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
12-sept-08	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
12-sept-08	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
9-oct-08	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
9-oct-08	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
11-oct-08	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
11-oct-08	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20

10-oct-08	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
10-oct-08	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
19-nov-08	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
19-nov-08	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
21-nov-08	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
21-nov-08	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
20-nov-08	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
20-nov-08	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20

## 10.3.5. Résultats bruts de Vibrios halophiles

Date	Station	Temps Marée	Niveau	V parah 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
16-avr-08	F	BM	S	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
16-avr-08	F	PM	S	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
18-avr-08	E	BM	S	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
18-avr-08	E	PM	S	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
17-avr-08	K	BM	S	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
17-avr-08	K	PM	S	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
13-mai-08	F	BM	S	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
13-mai-08	F	PM	S	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
15-mai-08	E	BM	S	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
15-mai-08	E	PM	S	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
14-mai-08	K	BM	S	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
14-mai-08	K	PM	S	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
7-juin-08	F	BM	S	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
7-juin-08	F	PM	S	<100	<100	2100	<100	<100	<100	<100
9-juin-08	E	BM	S	<100	<100	<100	<100	200	<100	<100
9-juin-08	E	PM	S	200	<100	<100	<100	<100	<100	<100
8-juin-08	K	BM	S	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
8-juin-08	K	PM	S	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
15-juil-08	F	BM	S	<100	<100	9800	<100	<100	<100	<100
15-juil-08	F	PM	S	<100	<100	9800	<100	<100	<100	<100
17-juil-08	E	BM	S	<100	<100	<100	<100	4000	<100	<100
17-juil-08	E	PM	S	Présence	<100	<100	<100	<100	<100	<100
16-juil-08	K	BM	S	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
16-juil-08	K	PM	S	<100	<100	<100	<100	1200	<100	<100
26-août-08	F	BM	S	2000	<100	<100	<100	<100	<100	<100
26-août-08	F	PM	S	1000	<100	<100	<100	<100	<100	<100
28-août-08	E	BM	S	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
28-août-08	E	PM	S	2000	<100	<100	<100	<100	<100	<100
27-août-08	K	BM	S	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
27-août-08	K	PM	S	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
11-sept-08	F	BM	S	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
11-sept-08	F	PM	S	1000	<100	<100	<100	<100	<100	<100
13-sept-08	E	BM	S	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
13-sept-08	E	PM	S	<100	<100	<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
<b>Avril</b>	<10	<10	<10	<10	<10	<10
<b>Mai</b>	<100	<100	<100	<100	<100	<100
<b>Juin</b>	<100	200 Vm	<100	2 100 Vv	<100	<100
<b>Juillet</b>	4 000 Vm	présence de Vp	9 800 Vv	9 800 Vv	<100	1 200 Vm
<b>Août</b>	<100	2 000 Vp	2 000 Vp	1 000 Vp	<100	<100
<b>Septembre</b>	<100	<100	<100	1 000 Vp	<100	<100
<b>Octobre</b>	100 Va 100 Vc	1 000 Vp 1 600 Va 100 Vc	400 Vv	200 Vp	500 Vp	200 Vp 600 Va
<b>Novembre</b>	<100	100 Vp	100 Vp	1 000 Vp	<100	<100

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)