

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
(IPL Atlantique)

Mars 2011 – RST DYNECO/AG/11-04

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



SURVEILLANCE ECOLOGIQUE
SITE DU BLAYAIS

RAPPORT SCIENTIFIQUE

ANNEE 2010

Commande d'exécution n°5100-CQG-4200247256
du marché n°C349C65050

FICHE DOCUMENTAIRE

Type de Rapport : RST (Rapports de résultats de recherches scientifiques et/ou techniques)	
Numéro d'identification du rapport : RST DYNECO/AG/11-04 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 2011</i> nombre de pages : 226 p. bibliographie : <i>Oui</i> illustration(s) : <i>Oui</i> langue du rapport : <i>Français</i>
Titre et sous-titre du rapport : <i>Surveillance Ecologique du site du "Blayais" - année 2010</i> Titre traduit : <i>Ecological monitoring of the "Blayais" nuclear power plant – 2010</i>	
Auteur(s) principal(aux) : <i>QUINTIN Jean-Yves,</i> <i>ETCHEBER Henri,</i> <i>SOTTOLICHIO Aldo,</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>	Organisme / Direction / Service, laboratoire : <i>IFREMER / Centre de Brest / DYNECO/AG</i> <i>Université Bordeaux 1 / UMR EPOC / Talence</i> <i>IPL Atlantique / 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</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>dynamique, évaluation et surveillance des</i> <i>écosystèmes côtiers</i> Projet : surveillance des grands aménagements <i>énergétiques</i> Campagne océanographique : (nom de campagne, année, nom du navire) <i>SOGIR, 2010, Navire « l'Esturial »</i>	
	Convention : Marché n° C349C65050 Commandes d'exécution n°5100-CQG-4200247256 Autres (préciser) : <i>Le Blayais</i>

Résumé :

L'étude de surveillance n° 33 du site électronucléaire du BLAYAIS (département de la Gironde) concerne la période de avril à novembre 2010. Les domaines pélagique et benthique sont étudiés (physico-chimie, bathymétrie, hydrobiologie, bactériologie, zooplancton, macrofaune benthique).
[Voir fiche résumé p. 7 - 10]

Abstract :

Monitoring n° 33 of the BLAYAIS nuclear power plant takes into account studies conducted between April and November 2010. 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. *et al.* (2011) – Surveillance écologique du site du Blayais, année 2010. Rapp. IFREMER RST DYNECO/AG/11-04, mars 2011, 226 p.

Référence particulière

ETCHEBER H., SOTTOLICHIO A., OGGIAN G., (2011). – Résultats des mesures in situ. *In* : QUINTIN J.Y. *et al.* (2010) - Surveillance écologique du site du Blayais, année 2010. Rapp. IFREMER RST DYNECO/AG/11-04, mars 2011, pp. 37-104.

Avant - propos

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

- chapitres 1 à 3 (H. Etcheber, A. Sottolichio, G. Oggian,²) ;
- chapitre 4 (C. Mallet, A. Roux Ducept)³ ;
- chapitre 5 (C. Mallet, A. Roux Ducept)³ ;
- chapitre 6 (B. Sautour, R. Parra)⁴ ;
- chapitre 7 (G. Bachelet, M. Leconte)⁴

Il a été réalisé suite à la réunion de synthèse, qui s'est tenue le 11 janvier 2011 à l'Université de Bordeaux 1, et qui a réuni les personnes suivantes : MM. Etcheber H., Oggian G., Sottolichio A., Ferreira S., Schmidt S. (Université Bordeaux 1 -Talence), MM. Bachelet G., Sautour B. (Station Marine d'Arcachon), MMe. Mallet C., Roux Ducept A. (IPL Atlantique), M. Quintin J.Y. (IFREMER).

¹ IFREMER. Département Dynamiques de l'Environnement Côtier

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

³ Institut Pasteur de Lille - santé, environnement durable Atlantique

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

Surveillance du Blayais 2010 - résumé

Au même titre que 2009, l'année 2010 peut-être classée parmi les années sèches, car le débit annuel moyen s'établit à $778 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, soit un déficit de $61 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ par rapport à la moyenne annuelle pour la période 1982/2009. L'enregistrement de mini-crues tardives, dont les plus importantes se sont produites en deuxièmes décades de janvier et de juin, avec des pics instantanés relativement faibles ($2341 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ et $1634 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) pour des phases de crues, et la longue durée d'étiage, de début juillet à la fin de l'année, confèrent le caractère de sécheresse à l'année 2010.

La température moyenne des eaux de l'estuaire (avril à novembre) est très supérieure en juillet et août 2010 à celles de la période 1976-2009. La comparaison des cinq dernières années montre qu'en 2010, les températures mensuelles moyennes des eaux se situent dans la partie haute de la moyenne quinquennale, pendant la période sensible estivale. Les températures maximales aux trois points sont comprises entre 24 et 25°C. Comme en 2009, les eaux de l'estuaire sont fortement salées en amont pendant l'été. Au point K (pk 30) on relève des maximales de 6,48 en surface et 6,59 au fond.

Les concentrations en matière en suspensions (M.E.S.) sont partout très faibles, tout au long de l'année, sur toute la verticale. Comme pour 2009, les eaux sont extrêmement « claires » pendant la saison estivale. Les valeurs atteignent à peine $1 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ aux trois points pendant l'été.

Il en résulte une excellente oxygénation des eaux. Les déficits par rapport à la saturation sont parmi les plus faibles enregistrés depuis 1979. Nous remarquons que depuis 2005, les taux d'oxygénation sont très élevés, ceci résultant de la faible charge détritrique en suspension. Les valeurs moyennes de saturation sont de 89 % au point F, 84 % au point E et 82 % au point K.

L'intervalle maximum de variation du pH moyen est limité et identique à celui des années antérieures, depuis le début des mesures en 2004 : de 7,97 en amont à 8,32 à l'aval.

En 2008, les vitesses maximales moyennes étaient équivalentes en flot et en jusant et beaucoup plus élevées qu'en 2007, favorisant ainsi une bonne dispersion des eaux issues de la centrale. En 2010, nous notons le maintien de vitesses maximales moyennes de flot élevées. En revanche, en jusant, nous observons une chute de l'ordre de 25 cm.s^{-1} de ces mêmes vitesses ; ceci est vraisemblablement lié à des variations de la morphologie des bancs et des fonds entre les îles, mais aussi à l'hydrologie de l'année.

D'une manière générale, 90 % du carbone organique total contenu dans les eaux de l'estuaire a une origine particulaire. Ainsi, pour le point K, les variations saisonnières des teneurs en carbone organique total sont conditionnées par celles de la charge particulaire ; en aval, l'intrusion des eaux halines agit sur la répartition du carbone organique ; le point F présente les plus fortes fluctuations des valeurs de carbone organique particulaire et de matières en suspension; le point E, de par sa localisation dans l'estuaire, représente une situation intermédiaire par rapport aux deux autres points de mesures. Globalement, la charge organique de l'estuaire est plus importante comparativement à 2009.

Les teneurs en chlorophylle (a) restent faibles pour les 3 points, mais maintiennent leur augmentation depuis 2008. Des variations saisonnières sont toutefois observées aux points E et F notamment en période d'étiage.

Pour l'ensemble des points de mesures, il existe un gradient de concentration décroissant pour les sels nutritifs et les silicates de l'amont vers l'aval

Les teneurs en ammonium et nitrates-nitrites sont parmi les plus basses de l'historique aux points K et E ; au point E, les valeurs des moyennes annuelles sont plus faibles que celles des moyennes pluriannuelles 1992 - 2010.

A l'inverse, les teneurs en orthophosphates sont quant à elles encore en augmentation par rapport à celles de 2008 et 2009 aux points les plus en amont, avec pour conséquence, au point E, un niveau supérieur à celui de la moyenne pluriannuelle 1992 - 2010.

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

Le bore (acide borique), utilisé dans le processus de conditionnement des eaux des circuits primaires de la centrale, s'avère être aussi un élément naturel de l'eau de mer. La courbe de dilution mise en évidence dans les eaux de l'estuaire, en particulier au niveau du point E, montre l'absence d'impact du fonctionnement de la centrale sur les concentrations en bore enregistrées, même si en 2010 cette courbe est plus dispersée que les autres années en raison des faibles débits fluviaux.

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 agents de surface anioniques ont été décelés sur l'ensemble des points à l'état de traces, principalement au point le plus en aval (point F).

Pour 2010, l'occurrence et l'abondance des *Vibrio* halophiles restent parmi les plus élevées. Cette famille de microorganismes, particulièrement sensibles à la température, a été recensée dès le début de la campagne au mois de mai. Les espèces les plus

fréquemment rencontrées sont : *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio vulnificus*.

L'ensemble des profils des éléments mesurés au niveau du point E est la conséquence du fonctionnement naturel de l'estuaire et est « intermédiaire » de par sa position géographique. Les températures plus élevées mesurées au point E peuvent contribuer au potentiel de développement des espèces de *Vibrio* halophiles.

Dans le zooplancton, l'espèce dominante *Eurytemora affinis*, représente habituellement plus de 80 % du zooplancton. Malgré des conditions d'étiage défavorables en 2010, sa dominance reste cependant élevée : de l'ordre de 75 % du zooplancton total. L'étude de la variabilité interannuelle des fluctuations de densité de cette espèce montre une bonne reproductibilité globale des cycles saisonniers, marqués par un pic annuel de densité dont la valeur est influencée par la migration du bouchon vaseux dans l'estuaire.

L'originalité de l'année 2010 est due à la présence de deux pics d'abondance : le premier est printanier et tardif (mai-juin) par rapport au schéma classique (mars) ; le second est estival avec un maximum moyen surface/fond de 10439 ind./m³. Les effectifs de 2010, avec une densité annuelle moyenne de 5513 ind./m³ au point E sont faibles et du même ordre de grandeur qu'en 2009.

Sur l'ensemble de l'année 2010, la structure démographique de ses populations présente un faible pourcentage de femelles ovigères sur tous les points (8 % au point K, 29 % en E et 27 % en F), un sex-ratio (rapport mâle/total adulte, exprimé en pourcentage) favorable aux mâles en aval (42 % en K, 52 % en E et 54 % en F), et un pourcentage de copépodites indiquant leur présence davantage en amont (65 % en K, 59 % en E et 52 % en F). Au point E, la fécondité moyenne annuelle (2,9 œufs / sac) et la mortalité moyenne de 0,4 % restent stables par rapport à 2009.

Comme en 2009, les densités moyennes annuelles d'*E. affinis* croissent de l'aval vers l'amont (2777 ind./m³ en F, 5513 ind./m³ en E, 8290 ind./m³ en K). L'espèce présente sa meilleure répartition en amont (point K), ce qui est caractéristique d'une année sèche sans forte crue.

Pour les mysidacés, la densité moyenne annuelle de *Neomysis integer* en E (57 ind./m³) est supérieure à celles des autres points. Celle de *Mesopodopsis slabberi* se rapproche des densités constatées en aval (211 ind./m³ au point E, 291 ind./m³ en F), comme pour le copépode *Acartia tonsa* (1700 ind./m³ en E et 3343 ind./m³ en F). *Acartia bifilosa*, déjà abondante en E (1897 ind./m³), l'est encore davantage en aval (18396 ind./m³ en F). Avec une répartition semblable à celle de 2009, l'espèce *Acartia tonsa*, espèce polyhaline thermophile introduite dans l'estuaire, qui présente depuis 2002 un décalage temporel de son pic de densité avec celui d'*Acartia bifilosa*, est bien adaptée aux conditions estuariennes depuis 1999, surtout en aval de l'estuaire.

Pour le compartiment benthique, la composition granulométrique du sédiment a montré en 2010, comme les années précédentes, une très grande stabilité temporelle dans les trois stations intertidales (80 à 97% de vases). En revanche, dans le domaine subtidal, la granulométrie a subi d'importantes fluctuations (à l'exception du Point F où le sédiment est resté à prédominance vaseuse) : au point E, où prédomine généralement un substrat vaseux, une forte composante sableuse a été relevée en mai et juillet-août (3 à 27% de

vases); inversement, au point K, le sédiment, normalement sableux, était majoritairement vaseux en juin et août (52-70% de vases).

Alors que la richesse spécifique (nombre d'espèces) des peuplements benthiques s'avère stable sur la durée du suivi en intertidal, elle diminue en subtidal depuis 2004.

Dans le domaine subtidal, l'abondance des peuplements benthiques a été extrêmement faible en 2010, quand ont été relevées globalement les valeurs les plus basses depuis le début de la surveillance en 2004. De manière générale, la comparaison inter-annuelle met en évidence des abondances relativement élevées sur la période 2004-2005, suivies d'une chute importante en 2006, d'une légère remontée des abondances de 2007 à 2009, et d'une nouvelle chute en 2010 (avec des maxima respectifs de seulement 248, 22 et 12 ind./m² aux points F, E et K).

Dans le domaine intertidal, les abondances sont beaucoup plus élevées qu'en subtidal. En 2010, elles se sont situées à un niveau moyen pour les stations St-Estèphe (max. 9939 ind./m²) et Lamarque (max. 9636 ind./m²), mais à un niveau faible (max. 2894 ind./m²) à la station St-Christoly. Sur une échelle pluri-annuelle, les peuplements benthiques de St-Christoly et St-Estèphe suivent un patron similaire, avec des abondances fortes de 2004 à 2006, et moyennes à faibles de 2007 à 2010. A Lamarque, l'évolution est sensiblement différente, avec des abondances fortes en 2004-2005, faibles en 2006-2007, et un retour à des valeurs élevées de 2008 à 2010.

Dans l'état actuel du suivi (une durée de seulement 7 années), il est difficile de statuer sur une année de référence. Il semble que les dynamiques annuelle et inter-annuelle des peuplements macrobenthiques des 6 stations suivies dans l'estuaire de la Gironde soient essentiellement gouvernées par des fluctuations naturelles de l'environnement hydroclimatique ou par des perturbations anthropiques autres que celles générées éventuellement par le CNPE du Blayais.

En conclusion, la Gironde est un estuaire macrotidal caractérisé par son fort hydrodynamisme, qui induit un brassage intense des masses d'eau douce (amont) et des masses d'eau marine (aval). L'effet de dilution est important sur les rejets du CNPE, situé dans une position géographique médiane de l'estuaire.

Le programme de surveillance écologique a pour objectif la mise en évidence des modifications éventuelles apportées au milieu estuarien par la centrale par rapport à un état de référence (fin des années 70).

La stratégie de suivi actuelle permet de dégager les grandes lignes de l'évolution intra- et inter- annuelle des différents compartiments étudiés en estuaire de Gironde, en liaison avec les modifications majeures apportées par l'implantation de la centrale (e.g. tache thermique). Elle ne donne en aucun cas l'assurance de la détermination d'un éventuel impact spatio-temporel localisé. En effet, le pas de temps et l'échelle spatiale ne sont pas spécifiquement adaptés à la dynamique spatiale et temporelle de chaque compartiment ou paramètre.

Dans ce contexte, les observations faites en 2010 dans les différents compartiments étudiés, notamment en relation avec les paramètres environnementaux (e.g. débits, température, ...), se situent dans la continuité de celles des années antérieures, sans mise en évidence d'un impact de la centrale à cette échelle.

Sommaire

Introduction	15
1. Présentation du site et stratégie d'étude	17
1.1. Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité du Blayais.....	17
1.1.1. Situation géographique	17
1.1.2. Caractéristiques du CNPE	17
1.2. L'estuaire de la Gironde	18
1.2.1. Eléments géographiques et géomorphologiques	18
1.2.2. Aperçu du fonctionnement hydro sédimentaire de l'estuaire.....	19
1.3. Les études écologiques	19
1.3.1. Schéma général des études	19
1.3.2. Etudes de projet.....	20
1.3.3. Etudes de surveillance.....	20
1.3.4. Programme des études de surveillance	21
1.4. La surveillance écologique - année 2010	21
1.4.1. Déroulement des campagnes à la mer.....	21
1.4.2. Points de prélèvements	22
1.4.3. Fréquence des prélèvements	22
1.4.4. Paramètres mesurés	23
1.4.5. Travaux réalisés.....	23
1.4.6. Paramètres, méthodes, précision	25
2. Conditions climatiques et hydrologiques.....	31
2.1. Caractères climatologiques dominants pour l'année 2010	31
2.2. Débits fluviaux	35
3. Résultats des mesures in situ	37
3.1. Température de l'eau	37
3.1.1. Variations au cours de la marée	37
3.1.2. Variations spatio-temporelles	47
3.1.3. Synthèse des variations pluriannuelles des températures	50
3.2. Salinité.....	54
3.2.1. Variation au cours de la marée.....	54
3.2.2. Variations spatio-temporelles	61
3.3. Vitesse de courant	67
3.4. Concentration en matières en suspension (MES)	73
3.4.1. Variations temporelles	73
3.4.2. Variations spatiales.....	81
3.5. Oxygène dissous.....	85
3.5.1. Variations temporelles	85
3.5.2. Variations spatiales.....	96
3.6. Mesure électrochimique du pH	100
3.6.1. Variations spatio-temporelles	100
4. Paramètres hydrobiologiques et contaminants chimiques	105
4.1. Carbone organique	105
4.1.1. Variations spatio-temporelle	105
4.1.2. Répartition du carbone organique et relation avec les paramètres hydro biologiques.....	112
4.1.3. Evolution des moyennes annuelles	114
4.2. Chlorophylle (a) et phéopigments	121

4.2.1. Variations spatio-temporelle	121
4.2.2. Evolution des moyennes annuelles	125
4.3. Sels nutritifs et bore	126
4.3.1. Variations spatio-temporelle	126
4.3.2. Relation avec les paramètres hydro biologiques.....	136
4.3.3. Evolution des moyennes annuelles	137
4.4. Contaminants	141
4.4.1. Famille des amines	141
4.4.2. Agents de surface anioniques	141
5. <i>Vibrio</i> halophiles	143
5.1. Dénombrement	143
5.1.1. Variations spatio-temporelle	143
5.1.2. Relation avec la salinité et la température.....	145
5.2. Spéciation	147
5.2.1. Occurrence des espèces	147
5.2.2. Densité des espèces	147
6. Zooplancton	149
6.1. Evolution temporelle des principaux contingents au point E	149
6.1.1. Variations des densités du Copépode <i>Eurytemora affinis</i>	149
6.1.2. Variations des densités des copépodes Acartidés	151
6.1.3. Variations des densités des Mysidacés.....	154
6.2. Structure démographique d' <i>Eurytemora affinis</i> au point E	157
6.2.1. Fécondité	157
6.2.2. Structure des populations	158
6.2.3. Mortalité	161
6.3. Comparaison de l'évolution des principaux contingents aux points F, E, K	163
6.3.1. Variations des densités du Copépode <i>Eurytemora affinis</i>	163
6.3.2. Variation des densités des Copépodes Acartidés	165
6.3.3. Variation des densités de Mysidacés	169
6.4. Structure démographique d' <i>Eurytemora affinis</i> aux points F, E, et K.....	174
6.4.1. Paramètres de population.....	174
6.4.2. Fécondité	177
6.4.3. Mortalité	179
7. Macrofaune benthique.....	181
7.1. Composition granulométrique du sédiment	181
7.1.1. Sédiments intertidaux	181
7.1.2. Sédiments subtidaux	184
7.2. Evolution temporelle de la richesse spécifique des peuplements macrobenthiques.....	186
7.3. Evolution temporelle des peuplements macrobenthiques subtidaux.....	188
7.3.1. Point F (PK 67)	188
7.3.2. Point E (PK 52)	188
7.3.3. Point K (PK 30)	188
7.3.4. Comparaison avec les années antérieures	188
7.4. Variations de densités des principales espèces subtidales.....	192
7.4.1. Annélides Oligochètes	192
7.4.2. Annélides Polychètes	192
7.4.3. Crustacés Amphipodes et Isopodes	194
7.4.4. Crustacés Mysidacés.....	194
7.4.5. Larves d'Insectes.....	194
7.5. Evolution temporelle des peuplements macrobenthiques intertidaux	197

7.5.1. St-Christoly (PK 66)	197
7.5.2. St-Estèphe (PK 55)	197
7.5.3. Lamarque (PK 35)	197
7.5.4. Comparaison avec les années antérieures	197
7.6. Variations de densités des principales espèces intertidales.....	201
7.6.1. Annélides Oligochètes	201
7.6.2. Annélides Polychètes	201
7.6.3. Mollusques.....	203
7.6.4. Crustacés.....	205
8. Références bibliographiques.....	207
9. Annexes	209
9.1. Annexe 1 : Dénombrement des divers prélèvements et mesures.....	209
9.2. Annexe 2 : Tableaux des résultats de mesures.....	214
9.3. Annexe 3 : Tableau des résultats analytiques	218
9.3.1. Résultats bruts de mesures de MES, COD et COP	218
9.3.2. Résultats bruts de mesures de chlorophylle et phaeopigments.....	222
9.3.3. Résultats bruts de mesures de sels nutritifs et du bore.....	223
9.3.4. Contaminants.....	224
9.3.5. Résultats bruts de <i>Vibrio</i> halophiles	225
9.3.6. Tableau synthétique des résultats de dénombrement des <i>Vibrio</i> halophiles – méthode milieu solide	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 2010, 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 5805 EPOC - Talence)⁵ pour :

- organiser et réaliser les missions à la mer suivant le schéma défini dans l'annexe technique et comportant les mesures *in situ* de paramètres hydrologiques et des prélèvements hydrologiques et biologiques en liaison avec la Station Marine d'Arcachon ;
- fournir à l'Institut Pasteur de Lille Atlantique (IPL-Atlantique) 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 5805 EPOC - Arcachon)⁶ pour :

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

Institut Pasteur de Lille - santé, environnement durable Atlantique (IPL Atlantique) pour :

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

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

⁶ Anciennement Laboratoire d'Océanographie Biologique (LOB)

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

1. Présentation du site et stratégie d'étude

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

1.1.1. Situation géographique

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

1.1.2. Caractéristiques du CNPE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.2. L'estuaire de la Gironde⁹

1.2.1. Eléments géographiques et géomorphologiques

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

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

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

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

1.2.2. Aperçu du fonctionnement hydro sédimentaire de l'estuaire

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

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

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

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

1.3. Les études écologiques

1.3.1. Schéma général des études

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

¹⁰ 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.

Le programme de surveillance écologique, établi en 1992, a 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 avait pour objet la mise en évidence des modifications éventuelles apportées au milieu par la centrale. La modification par rapport au programme antérieur a porté 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, a remplacé la station J (pK 52), au droit du site, et a ainsi permis de couvrir en grande partie la zone géographique colonisée par l'espèce *Eurytemora affinis*, pendant la majeure partie de l'année. Ce programme s'est poursuivi jusqu'en 2003.

1.3.4. Programme des études de surveillance

L'arrêté inter – ministériel du 18 septembre 2003, a reconduit ce protocole d'échantillonnage : le programme annuel comporte 3 stations d'échantillonnage et 8 campagnes mensuelles, et 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.

Le point K, le plus amont, est situé à 22 km en amont de la centrale. A la confluence de la Garonne et de la Dordogne, il est positionné pour évaluer l'impact éventuel des rejets de la centrale sur la partie fluviale de l'estuaire. C'est le point le plus sensible aux crues et il est fréquemment occupé par des eaux douces.

Le point E, à quelques centaines de mètres de la centrale est situé dans le chenal médian au débouché des canalisations de rejet des eaux de refroidissement. C'est à cette station que l'impact de la centrale, essentiellement thermique ici, est directement mesurable.

Le point F est localisé dans le chenal de navigation, rive gauche, à 15 km à l'aval de la centrale dans une zone où les eaux sont toujours salées, même en période de crue. On évalue ici les éventuels impacts des rejets de la centrale sur les eaux de l'estuaire aval.

Pour satisfaire aux exigences de ce nouvel arrêté, le programme 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.

1.4. La surveillance écologique - année 2010

1.4.1. Déroulement des campagnes à la mer

Le programme de surveillance écologique nécessite l'utilisation d'une embarcation, "Côte d'Aquitaine" armé par le C.N.R.S., pour réaliser les prélèvements d'échantillons¹¹ lors des 8 campagnes mensuelles. En 2010 l'Esturial armé par le Cemagref a été affrété. 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'IPL Atlantique.

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

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 Van Veen et table de pré-tri pour le benthos¹² ; glacières portables ; flacons et bidons d'échantillonnage.

1.4.2. Points de prélèvements

Le programme comporte trois points de prélèvements :

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

Des mesures de débits des fleuves sont réalisées aux emplacements suivants : Garonne, pont de la route départementale n° 9 à La Réole ; Dordogne, pont de la route départementale n°16 à Pessac/Dordogne (Source : Grand 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 2010, sont indiquées sur la carte de positionnement des points et dates de campagnes (**Figure 1-1**). La fréquence des prélèvements, par campagne, est indiquée dans le **Tableau 1-1**.

Tableau 1-1 : Fréquence des prélèvements des paramètres mesurés

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

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

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

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

1.4.4. Paramètres mesurés

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

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

1.4.5. Travaux réalisés

Pour chacun des paramètres analytiques 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	28	32	96	92
Températures	64	56	64	192	184
Salinités, conductivités	64	56	64	192	184
Vitesse du courant	64	56	64	192	184
Direction du courant	64	56	64	192	184
PH	64	56	64	192	184
Prélèvements – Université de Bordeaux 1 - UMR EPOC 5805					
Dosage oxygène dissous (250 cc)	64	56	64	192	184
Détermination des MES (1 l)	64	56	64	192	184
Pollution - Institut Pasteur de Lille Atlantique					
COP	64	56	64	192	184
COT	64	56	64	192	184
Chlorophylle, phaeopigments	16	14	16	48	48
Sels nutritifs	16	14	16	48	46
Morpholine, hydrazine, éthanolamine,	16	14	16	48	46
Bore	16	14	16	48	46
Agents de surface	16	14	16	48	46
Bactériologiques (Vibrions)	32	28	32	96	96
Biologie - Station Marine d'Arcachon - UMR EPOC 5805					
Zooplancton (Filet WP2)	64	56	64	192	184
Zoobenthos subtidal (Bennes Van Veen)	40	35	40	120	115



PK	Point Kilométrique
PK0	Pont de Pierre- BORDEAUX
DATES SURVEILLANCE BLAYAIS 2010	
21-23-22 Avril	F-E-K
19-21-20 Mai	F-E-K
15-17-16 Juin	F-E-K
20-22-21 Juillet	F-E-K
23-24-25 Août	F-E-K
20-21-22 Septembre	F-E-K
19-21-20 Octobre	F-E-K
23-0-24 Novembre	F-E-K

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

1.4.6. Paramètres, méthodes, précision

1.4.6.1. Mesures in situ

Profondeur : échosondeur.

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

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

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

1.4.6.2. Mesures en laboratoire

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

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

Chlorophylle (a) et phéopigment : dosage par spectrophotométrie d'absorption moléculaire conformément à la norme NF T 90-117 (Afnor, Décembre 1999). La chlorophylle a est un paramètre "particulaire" qui nécessite la récolte du matériel en suspension par filtration (filtration à 0,47 μm), suivie d'une extraction du filtre par un solvant (acétone à 90 %) puis d'une détection spectrophotométrique (absorbance de l'extrait mesurée à plusieurs longueurs d'onde). Les concentrations brutes de la *chlorophylle a* et de l'*indice phaeopigments*, exprimées en $\mu\text{g/L}$, sont calculées selon la méthode SCOR-UNESCO. Le seuil de quantification est de 0,1 $\mu\text{g/L}$ pour un volume filtré de 1L (paramètre inscrit sur la portée spécifique du programme COFRAC 100.1 de IPL Atlantique).

Carbone organique particulaire (COP) : filtration d'eau brute sur filtre en fibre de verre type GF/F de 0,7 μm de porosité, selon la norme NF ISO 14235, et dosage par titrimétrie. La performance de cette méthode est fonction du volume filtré et de la charge particulaire de l'eau.

Carbone organique dissous (COD) : après filtration, dosage sur l'eau filtrée selon la norme européenne NF EN 1484 ; il s'agit d'une oxydation « à chaud » en milieu oxydant (peroxydisulfate de potassium). Le seuil de quantification est de 0,1 mg.l^{-1} , (paramètre inscrit sur la portée spécifique du programme COFRAC 100.1 de IPL Atlantique).

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

Éléments nutritifs dissous : après filtration de l'échantillon d'eau brute, analyse réalisée sur l'eau filtrée d'après les méthodes Aminot & Kérouel (2004 et 2007). Ces paramètres sont inscrits sur la portée spécifique du programme COFRAC 100.1 de l'IPL Atlantique.

Nitrites et nitrates (NO_2^- et NO_3^-) : réduction des nitrates en nitrites par passage sur une colonne de cadmium traité par CuSO_4 (Wood et al, 1967) ; dosage spectrophotométrique des ions nitreux par coloration de Griess (Bendschneider & Robinson, 1952 ; Aminot &

Kerouel 2004) reprise dans la norme NF EN 26777. La limite de quantification est de 0,01 mg.l⁻¹ pour le nitrite et de 0,1 mg/L pour les nitrates.

Ammonium (NH₄⁺) : Application de la réaction de Berthelot à l'eau de mer, méthode spectrophotométrique de Koroleff, 1969 (Aminot & Kerouel 2004). La limite de quantification est de 0,005 mg.l⁻¹.

Orthophosphates (PO₄³⁻) : Méthode spectrophotométrique (Murphy & Riley 1962 ; Aminot & Kerouel 2004). La limite de quantification est de 0,010 mg/L.

Silicates : Méthode spectrophotométrique après formation et réduction de l'acide silicomolybdique par le métol-sulfite (Aminot & Kerouel 2004). La limite de quantification est de 0,02 mg.l⁻¹.

Elément mineur de l'eau de mer :

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

Contaminants organiques :

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

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

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

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

1.4.6.3. Bactériologie

Depuis 2006, les *Vibrio* halophiles sont recherchés dans les eaux de l'estuaire en utilisant la méthode par filtration, conforme à la procédure technique DRD/P77/Vib¹⁶.

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 TCBS¹⁷ – agar et incubation à 37 °C pendant 20 heures ; repiquage sur milieu de Kligler salé à 3 % ; suivi de l'identification biochimique sur galerie API 20^E.

Les fortes charges particulières des eaux de l'estuaire de la Gironde imposent des dilutions importantes pour pouvoir mener à bien la méthode en milieu solide. Ainsi, la sensibilité de cette méthode est diminuée ; pour une filtration de 1mL, le seuil de quantification est de 1000 UFC./L. Cette diminution d'acuité est accentuée par la nature muqueuse des colonies de *Vibrio* qui ont tendance à s'étaler sur la membrane de filtration.

1.4.6.4. Zooplanctonologie

Prélèvements (traicts) de plancton au filet à plancton WP2 (200 µm de vide de maille) équipé d'un volucompteur ; pour le filet à plancton, le coefficient moyen de filtration est

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

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

¹⁵ FMOC (9-fluorenylmethoxycarbonyl chloride) = 9-fluorényl méthyl chloroformate

¹⁶ KHALANSKI Michel (EDF/D&D) et DELESMONT Régis (IPL), Juin 2002

¹⁷ TCBS = Thiosulfate Citrate Bile Sucrose

compris entre 70 et 81 %, ce qui correspond aux normes admises pour le milieu estuarien.

Les méthodes d'identification et de comptage d'organismes zooplanctoniques dominants dans les eaux de l'estuaire ont été mises au point progressivement (Castel & Courties, 1977) car les méthodes classiques en Océanographie n'étaient pas utilisables sans y apporter quelques modifications liées à l'extrême densité des débris organiques et des particules minérales dans les eaux de l'estuaire.

Estimation de la mortalité du zooplancton (Eurytemora affinis) : à bord, une partie aliquote d'un prélèvement de fond ou de surface, en alternance, est transvasée dans un pot en verre rempli avec de l'eau de la station étudiée. L'influence de la densité des individus sur la mortalité en milieu confiné (Castel, Courties & Poli, 1979) recommande de ne pas dépasser une certaine concentration d'individus dans le pot. Cela permet d'éviter une mortalité due à un appauvrissement en oxygène de l'eau ou à une 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 Dolfus ; 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 μm), les Mysidacés.

Comptage des organismes : l'échantillon éventuellement fractionné à la boîte de Motoda, et coloré avec une solution diluée de rose bengale¹⁸, est ramené à un volume de 500 ml, pour pouvoir quantifier les organismes par unité de volume. Un ou plusieurs sous-échantillons d'un volume de 5 ml (ou 10 ml depuis 1992) sont prélevés avec une pipette dont l'embout fait 4 mm de diamètre. En opérant toujours de la même façon, cette méthode ne laisse qu'un faible pourcentage d'erreur (Edmonson 1971). Le sous-échantillon est ensuite placé dans une cuvette de Dolfuss pour examen à la loupe binoculaire (Grossissement 5 x 45). Pour chaque échantillon, 1 à 4 sous-échantillons sont comptés en totalité.

Le dénombrement s'arrête lorsqu'une classe de tri (*Eurytemora* : mâle, femelle, femelle ovigère, copépodites¹⁹, *Acartia*, ...) atteint un minimum de 100 individus. D'après Frontier (1972) l'erreur relative sur l'estimation du nombre total d'individus est comprise entre -26 et +31%. Le comptage des espèces du genre *Acartia* s'effectue après identification de 20 individus sous microscope. Le nombre d'individus comptés est ensuite ramené au volume total de l'échantillon.

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

1.4.6.5. Domaine zoobenthique

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

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

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

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

¹⁹ juvéniles de copépodes

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

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

novembre, un échantillonnage supplémentaire a été pratiqué en hiver sur ces trois stations intertidales.

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

2. Conditions climatiques et hydrologiques

2.1. Caractères climatologiques dominants pour l'année 2010

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**

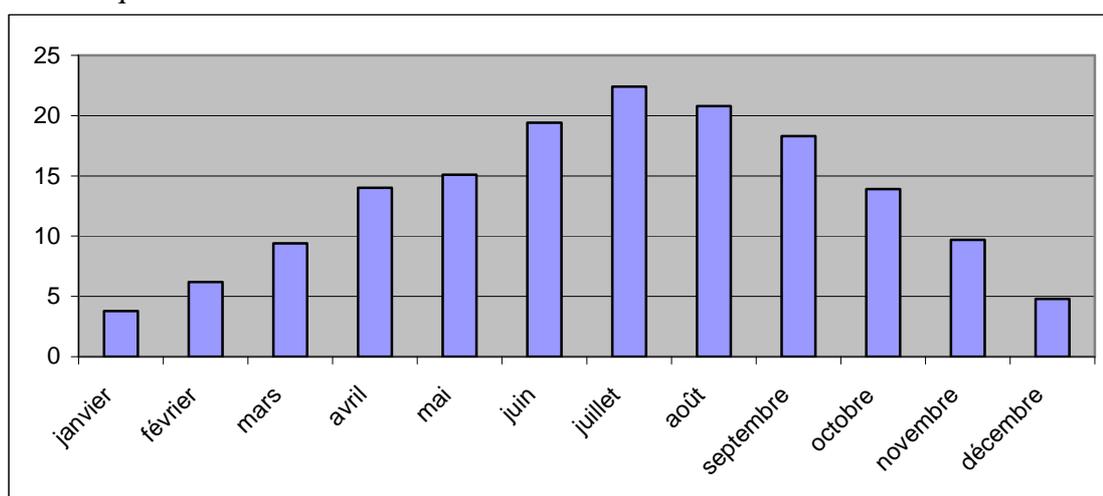


Figure 2-1 : Températures moyennes mensuelles de l'air (Station de Bordeaux - Mérignac)

Janvier

T° moyenne de l'air : +3,8 °C mini : +0,8 °C maxi : +6,9 °C
 Janvier 2010 est le plus froid depuis 1992, avec une moyenne inférieure de 2,6°C à la normale. En première décade, la moyenne est de 1,0°C, soit 5°C de déficit. Les pluies sont assez fréquentes, mais ne représentent que 85% de la moyenne. L'ensoleillement est déficitaire.

Février

T° moyenne de l'air : +6,2 °C mini : +2,4 °C maxi : +10,1 °C
 Février 2010 est froid, avec une moyenne inférieure de 1,3°C à la normale. Les minimales sont inférieures de 1°C et les maximales sont inférieures de 1,6°C à la normale. Les pluies sont assez fréquentes, mais ne représentent que 65% de la moyenne. L'ensoleillement est déficitaire.

Mars

T° moyenne de l'air : +9,4 °C mini : +4,3 °C maxi : +14,4 °C
 Mois contrasté, sec jusqu'au 23, puis perturbé et pluvieux, froid du 07 au 14. Les pluies sont proches de la normale trentenaire, mais l'essentiel tombe à partir du 24. La température moyenne est très voisine de la normale. Les maximales sont inférieures à 10°C du 07 au 14, mais dépassent 8 fois 20°C par la suite. L'ensoleillement est au-dessus de la moyenne.

Avril

T° moyenne de l'air : +14,0 °C mini : +8,3 °C maxi : +19,8 °C
 Sécheresse et soleil. Avec 33% de la moyenne, c'est le mois d'avril le plus sec depuis 2003 à Bordeaux, et souvent depuis 1997 ailleurs. Les températures moyennes sont 2,4°C au-dessus de la normale. Les maximales, proches de 20°C en moyenne, sont du niveau de mai, et ont atteint 29,2°C le 28.

Mai

T° moyenne de l'air : +15,1 °C mini : +10,4 °C maxi : +19,9 °C
 Encore un mois peu arrosé. Aucune pluie du 10 au 24, l'essentiel tombe entre le premier et le neuf, surtout le 04. Hormis l'épisode chaud du 20 au 25, les températures restent basses. Ce sont surtout les maximales qui sont faibles, souvent inférieures à 20°C. Le 05 est une véritable journée hivernale avec pas plus de 8,4°C c'est un record pour mai. On atteint tout de même 31,8°C le 24.

Juin

T° moyenne de l'air : +19,4 °C mini : +14,3 °C Maxi : +24,5°C
 Les précipitations sont peu fréquentes mais supérieures à la normale de 60%.. Elles tombent du 08 au 17, puis temps sec jusqu'au 30. Les températures sont supérieures de 1,1°C à la moyenne avec une grande variabilité. Peu de soleil en 2ème décade, fin de mois très généreuse, l'ensoleillement est finalement très correct

Juillet

T° moyenne de l'air : +22,4 °C mini : +16,6 °C maxi : +28,2 °C

Les précipitations ne représentent que 28% de la normale sur seulement trois jours de pluies : les 2, 20 et 21 juillet. L'ensoleillement mensuel dépasse de 15% la normale. Les moyennes des températures minimales, moyennes et maximales sont de +1.5°C à 1.8°C au dessus des normales.

Août

T° moyenne de l'air : +20,8 °C mini : +14,9 °C maxi : +26,8 °C

Avec 28% de la normale, les pluies sont, après juillet, encore très faibles. Les températures sont dans la moyenne, un peu fraîches jusqu'au 18 et à partir du 27 avec des maximales souvent autour de 25°C et des minimales inférieures à 15°C. On atteint par contre 36,6°C le 21 et 36,7°C le 26, qui est la 3ème valeur la plus élevée sur la 3^{ème} décade d'août depuis 1921. L'insolation est à la moyenne.

Septembre

T° moyenne de l'air : +18,3 °C mini : +12,3 °C maxi : +24,4 °C

Avec 26% des pluies moyennes, c'est le troisième mois consécutif très sec. La température moyenne est proche de la normale, la première quinzaine est estivale, avec des maximales de 25 à 30°C et des minimales voisines de 15°C, la fin de mois est plus fraîche. Les minimales descendent sous les 5°C, les maximales n'atteignent pas 20°C du 24 au 27. L'ensoleillement est très élevé, équivalent à septembre 2009

Octobre

T° moyenne de l'air : +13,9 °C mini : +9,2 °C maxi : +18,7 °C

Enfin de l'eau ! Après trois mois très secs, l'essentiel de ces pluies est réparti sur 5 journées. La première décade est très douce, 3.5°C au dessus de la moyenne, dépasse 29°C le 02. Jusqu'en fin de mois, on est 2°C sous la moyenne.

Novembre

T° moyenne de l'air : +9,7 °C mini : +6,8 °C maxi : +12,7 °C

Mois très pluvieux avec des valeurs 2 fois supérieure à la normale. Les températures maximales baissent régulièrement dès la mi-novembre et de petites gelées se produisent en fin de mois. L'insolation est déficitaire.

Décembre

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

Mois froid. Avec 108h, l'insolation est nettement supérieure à la normale mais les températures sont 2°C en dessous des normales, la 2ème décade ayant été particulièrement froide. 2 épisodes neigeux notoires. Précipitations surtout entre le 15 et le 23.

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

ANNEE	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	MOY.
1946-1975	5,6	6,5	9,0	11,6	14,7	17,6	19,7	19,6	17,6	13,5	8,9	6,1	12,5
1976	5,5	8,0	8,7	11,2	15,1	21,5	21,5	20,9	16,6	13,5	8,1	6,0	13,1
1977	5,9	9,7	10,9	10,8	13,5	16,6	18,9	18,4	17,2	14,9	8,7	7,6	12,8
1978	5,7	8,2	9,4	9,8	14,1	16,9	18,8	19,3	17,8	13,7	8,4	8,4	12,5
1979	5,0	7,2	9,0	10,3	13,8	17,7	20,4	18,7	17,8	15,0	8,3	7,9	12,6
1980	5,1	9,1	8,2	10,8	13,7	16,2	17,8	20,5	18,0	13,1	8,0	5,3	12,2
1981	6,6	5,1	12,0	12,2	14,3	18,0	19,3	21,3	18,6	14,3	9,3	7,8	13,2
1982	12,4	8,0	8,7	11,9	15,2	19,2	21,7	19,0	19,1	13,4	10,6	7,3	13,9
1983	7,0	5,3	9,4	11,3	13,6	19,2	23,6	20,8	18,6	14,1	11,3	6,7	13,4
1984	7,1	5,6	7,4	13,0	12,1	18,0	20,8	20,0	16,2	13,7	11,2	6,5	12,6
1985	0,7	8,3	7,4	12,3	13,8	17,7	21,2	18,6	19,6	14,8	6,2	6,1	12,2
1986	6,9	3,4	8,6	8,1	15,5	18,3	20,7	19,3	17,9	15,4	9,2	7,4	12,6
1987	0,7	6,6	8,6	13,7	13,9	17,2	20,5	20,9	20,7	14,8	9,1	7,9	12,9
1988	9,5	7,8	8,7	13,2	16,0	18,4	19,6	20,5	18,1	15,4	9,1	6,9	13,6
1989	5,3	7,9	11,7	10,5	18,8	19,7	22,6	21,5	18,4	15,6	11,1	10,1	14,4
1990	7,3	12,3	11,0	11,4	18,3	18,5	22,0	23,0	19,3	15,7	10,2	4,7	14,5
1991	6,3	5,8	11,8	11,1	14,8	17,2	21,3	23,3	20,7	12,8	9,3	5,6	13,3
1992	3,5	6,9	9,9	11,7	17,8	17,7	21,4	21,8	17,3	12,1	12,6	7,8	13,4
1993	8,1	6,5	10,0	12,0	16,1	19,5	19,6	21,1	16,7	12,9	7,8	9,4	13,3
1994	7,8	8,6	12,1	11,1	16,2	19,2	22,8	22,7	17,1	15,2	12,5	9,2	14,5
1995	7,2	9,9	9,5	12,5	16,3	19,0	23,3	22,7	16,5	17,8	10,1	8,2	14,4
1996	9,7	6,1	9,7	12,8	15,4	20,6	21,2	20,0	16,6	14,3	9,7	7,0	13,6
1997	6,0	10,4	12,2	13,6	15,3	18,5	20,9	23,8	20,0	16,0	11,4	8,3	14,7
1998	8,4	8,7	11,5	11,6	17,4	19,0	20,3	22,4	18,9	14,1	8,1	6,9	13,9
1999	7,9	7,1	11,0	12,9	18,3	18,8	22,3	21,9	20,1	15,1	8,1	8,0	14,3
2000	5,6	9,5	10,0	12,6	17,6	20,0	20,2	22,4	19,5	14,6	10,5	10,2	14,8
2001	8,4	7,9	12,4	11,4	16,7	19,6	20,8	22,6	16,7	17,6	7,9	4,4	13,9
2002	8,4	9,7	11,6	12,8	15,3	19,7	20,0	19,9	18,1	15,6	11,6	10,2	14,4
2003	5,4	6,1	12,7	14,4	16,3	23,1	22,2	25,8	19,3	13,3	11,4	8,1	14,8
2004	7,6	7,4	8,8	11,8	16,0	20,9	20,7	21,6	19,3	16,2	8,8	6,3	13,8
2005	6,9	4,8	9,8	13,1	17,1	22,0	22,3	21,2	18,6	17,1	8,6	4,2	13,8
2006	5,7	5,3	10,8	12,7	16,7	21,4	25,2	19,8	21,1	17,9	12,4	5,6	14,6
2007	8,3	10,2	10,0	16,0	16,6	19,4	19,7	20,2	17,3	14,1	8,0	6,3	13,8
2008	8,3	10,4	9,8	12,2	17,1	19,0	20,6	20,5	16,9	13,7	9,5	5,8	13,7
2009	5,2	7,0	10,1	12,4	17,3	20,3	21,5	22,3	19,2	15,8	12,1	7,4	14,2
2010	3,8	6,2	9,4	14,0	15,1	19,4	22,4	20,8	18,3	13,9	9,7	4,8	13,2
	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 :
200 m³.s⁻¹ du 21 au 31/08/2010 et 1381 m³.s⁻¹ du 11 au 20/01/2010.

Le débit instantané maximum est de 2341 m³.s⁻¹, relevé le 16/01/2010.
Le débit instantané minimum est de 186 m³.s⁻¹, relevé le 25/08/2010.

La moyenne annuelle pour l'année 2010 est de 778 m³.s⁻¹, soit un déficit de 61 m³.s⁻¹ par rapport à la moyenne annuelle pour la période 1982/2009, qui s'établit à 839 m³.s⁻¹. Il s'agit encore d'une année "sèche", par suite d'enregistrement de mini-crues tardives, avec des pics instantanés relativement faibles (2341 m³.s⁻¹ et 1634 m³.s⁻¹) pour des phases de crues, et la longue durée d'étiage de début juillet à la fin de l'année.

Par rapport à la moyenne 1982/2009, les débits 2010 sont :

- nettement déficitaires en début d'année,
- excédentaires du début de la 1^{ère} décade de juin à la fin de la 1^{ère} décade de juillet (quatrième mini-crue de l'année avec un pic maximum de l'année de 1634 m³.s⁻¹ le 19/06/2010),
- déficitaires du début de la 2^{ème} décade de juillet jusqu'à fin octobre,
- excédentaires jusqu'à la fin de la 2^{ème} décade de novembre,
- déficitaires jusqu'à la fin de l'année. (**Figures 2.2 et 2.3**).

Il faut noter que les mini-crues de fin janvier à juin, de par leur modération, ne suffisent probablement pas à provoquer l'éjection totale du bouchon vaseux en mer.

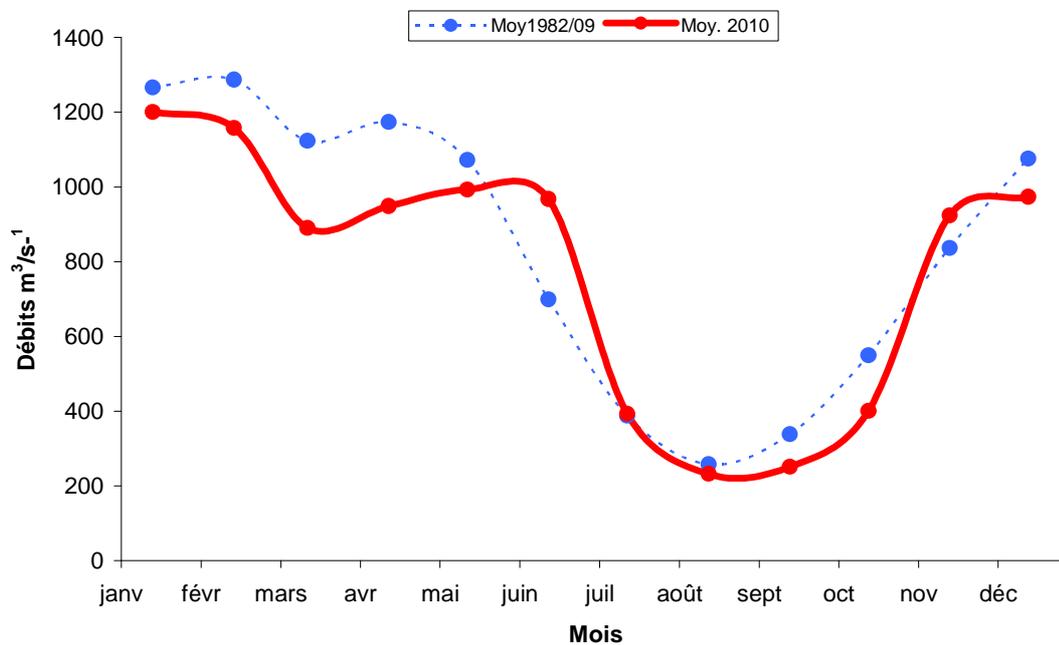


Figure 2-2 : Débits mensuels moyens de la Gironde en 2010

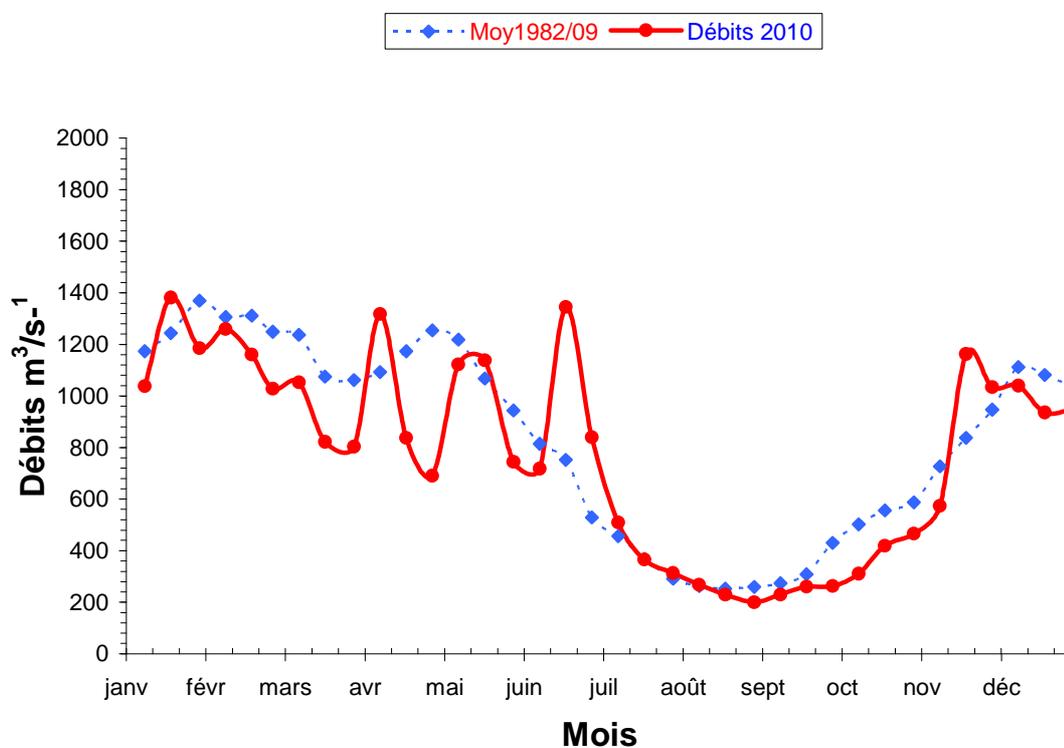


Figure 2-3: Débits moyens de la Gironde par périodes de 10 jours en 2010

3. Résultats des mesures in situ

3.1. Température de l'eau

3.1.1. Variations au cours de la marée

Point F-PK 67 (Tableau 3-1, Figure 3-1, , Figure 3-2)

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)

0,13 °C et 1,45 °C en surface

0,19 °C et 1,73 °C au fond.

L'écart maximum : 1,45 °C en surface le 23 août, la température moyenne étant de 23,01 °C. et le débit de 222 m³.s⁻¹.

1,73 °C au fond le 23 août, la température moyenne étant de 22,89 °C et le débit de 222 m³.s⁻¹.

L'écart minimum : 0,13 °C en surface le 23 novembre, la température moyenne étant de 11,23 °C et le débit de 1174 m³.s⁻¹.

0,19 °C au fond le 23 novembre, la température moyenne étant de 11,26 °C et le débit de 1174 m³.s⁻¹.

En été, au moment de l'intrusion saline maximale (PM), le gradient de température est très marqué de la surface au fond, et ceci, car les eaux marines sont beaucoup plus fraîches que les eaux continentales. (**Figure 3-1, , Figure 3-2**).

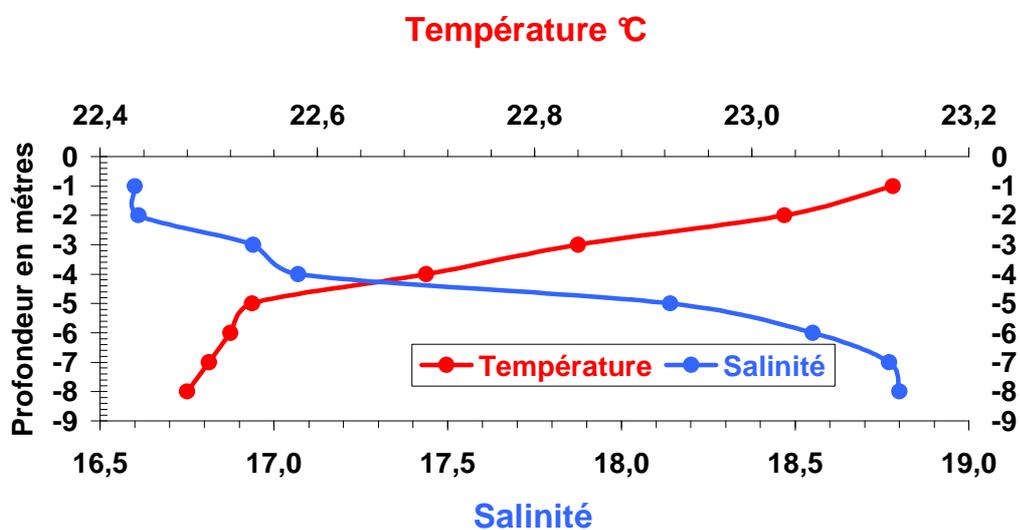


Figure 3-1 : Evolution des gradients de température et de salinité au point F (PK 67) le 20 juillet 2010 à 13h00 (PM – 2 h)

Tableau 3-1 : 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 F2010								
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)
21-avr	S	14,54	15,01	0,47	14,79	1,01	57-52	837
	F	13,74	14,86	1,12	14,39			
19-mai	S	15,57	15,94	0,37	15,77	0,77	74-70	1185
	F	14,80	16,03	1,23	15,55			
15-juin	S	20,09	20,74	0,65	20,49	0,33	91-91	1008
	F	19,76	20,77	1,01	20,35			
20-juil	S	23,20	24,00	0,80	23,59	0,90	53-49	380
	F	22,43	23,91	1,48	23,08			
23-août	S	22,27	23,72	1,45	23,01	0,30	72-75	222
	F	21,97	23,70	1,73	22,89			
20-sept	S	19,55	20,52	0,97	19,86	0,45	60-65	263
	F	19,33	20,07	0,74	19,65			
19-oct	S	15,16	15,74	0,58	15,40	0,21	55	412
	F	15,37	15,91	0,54	15,52			
23-nov	S	11,18	11,31	0,13	11,23	0,12	84	1174
	F	11,15	11,34	0,19	11,26			
Mini S	S	11,18	11,31	0,13	11,23	0,12		
Mini F	F	11,15	11,34	0,19	11,26			
Maxi S	S	23,20	24,00	1,45	23,59	1,01		
Maxi F	F	22,43	23,91	1,73	23,08			

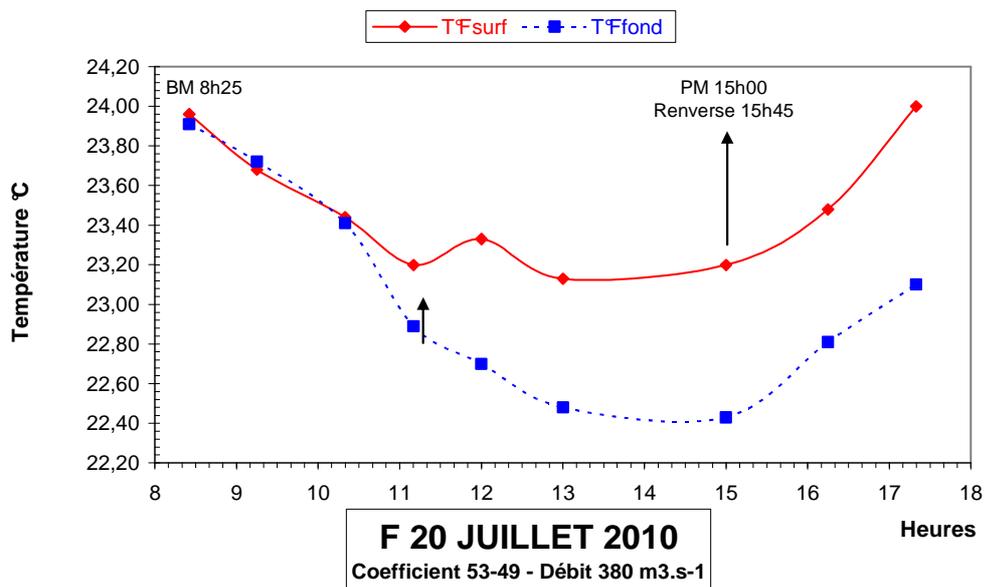
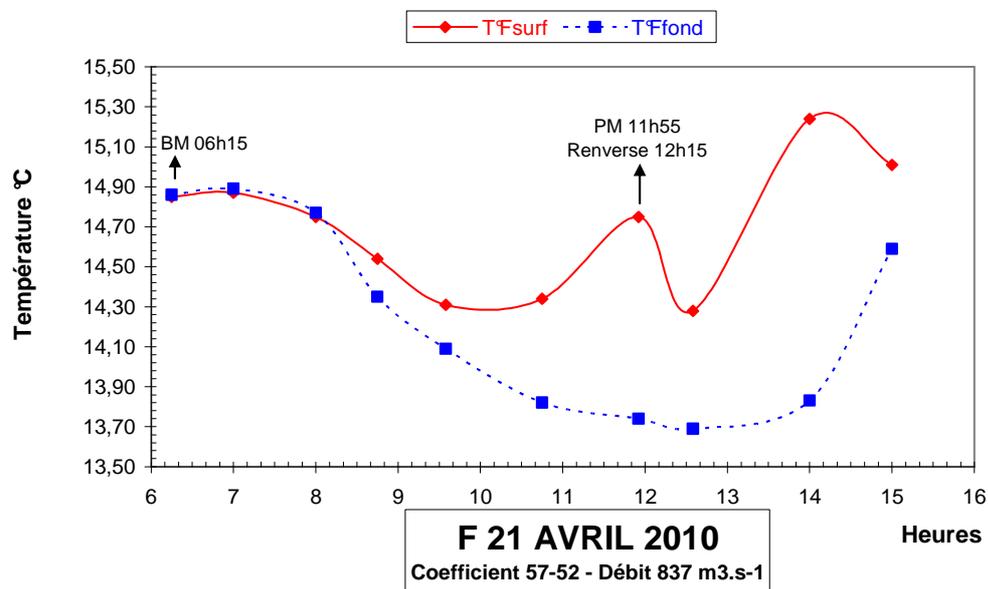


Figure 3-2 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au point F (PK 67) en 2010

Point E-PK 52 (Tableau 3-2, Figure 3-3)

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) :

0,84° C et 2.73 °C en surface

0,12° C et 1.45 °C au fond.

L'écart maximum : 2,73 °C en surface le 21 mai la température moyenne étant de 17,28 °C. Débit de 1139 m³.s⁻¹.

1,45 °C au fond le 21 mai, la température moyenne étant 16,87 °C et le débit de 1139 m³.s⁻¹.

L'écart minimum : 0,84 °C en surface le 21 sept, la température moyenne étant de 20,88 °C. et le débit de 260 m³.s⁻¹.

0,12 °C au fond le 22 juillet la température moyenne étant de 23,92° C, et le débit de 346 m³.s⁻¹.

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

Tableau 3-2: 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 E2010								
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)
23-avr	S	15,29	16,21	0,92	15,72	0,75	48-52	792
	F	15,34	15,60	0,26	15,49			
21-mai	S	16,04	18,77	2,73	17,28	1,25	60-58	1139
	F	16,07	17,52	1,45	16,87			
17-juin	S	19,12	20,98	1,86	19,82	1,22	85-82	1134
	F	19,15	19,76	0,61	19,51			
22-juil	S	23,88	25,32	1,44	24,31	1,42	47-47	346
	F	23,85	23,97	0,12	23,92			
24-août	S	23,47	24,46	0,99	23,94	0,54	79	219
	F	23,50	24,01	0,51	23,77			
21-sept	S	20,46	21,30	0,84	20,88	0,84	70	260
	F	20,33	21,03	0,70	20,67			
21-oct	S	15,17	16,38	1,21	15,67	0,68	69-73	419
	F	15,21	15,70	0,49	15,51			
01-nov	S	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00		
	F	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!			
Mini S	S	15,17	16,21	0,84	15,67	0,54		
Mini F	F	15,21	15,60	0,12	15,49			
Maxi S	S	23,88	25,32	2,73	24,31	1,42		
Maxi F	F	23,85	24,01	1,45	23,92			

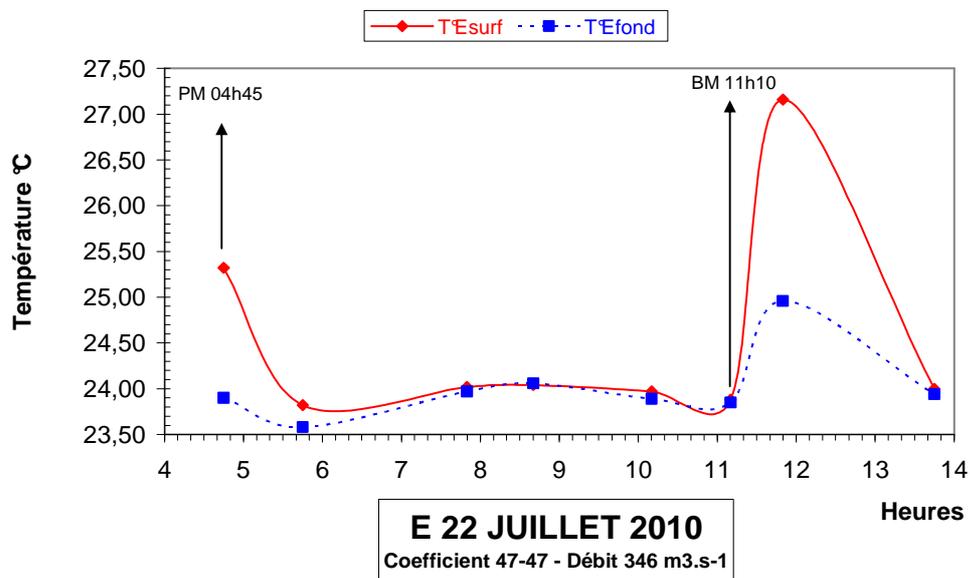
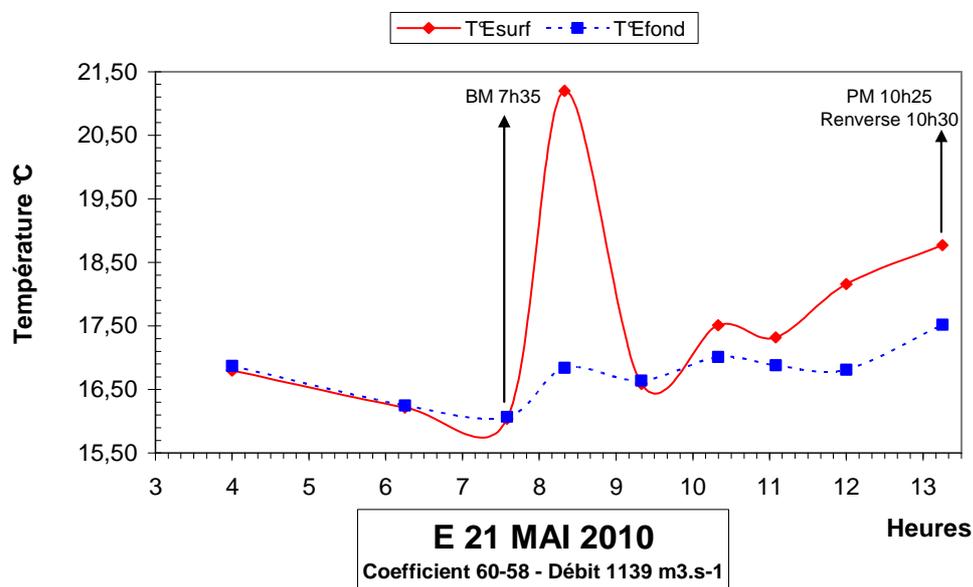


Figure 3-3 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au point E (PK 52) en 2010

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

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) :

0,13 °C et 1,95 °C en surface

0,36 °C et 1,91 °C au fond.

L'écart maximum : 1,95 °C en surface le 16 juin, la température moyenne étant de 16,66 °C. Débit de 1058 m³.s⁻¹.

1,91 °C au fond le 16 juin, la température moyenne étant de 16,64 °C. Débit de 1058 m³.s⁻¹.

L'écart minimum : 0,13 °C en surface le 24 novembre, la température moyenne étant de 10,04 °C, et les débits de 1173 m³.s⁻¹.

0,36 °C au fond le 24 novembre, la température moyenne étant de 10,11 °C et les débits de 1173 m³.s⁻¹.

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

Tableau 3-3 : 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 K2010								
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)
22-avr	S	14,85	15,43	0,58	15,24	0,07	49-47	808
	F	14,85	15,50	0,65	15,26			
20-mai	S	15,41	15,96	0,55	15,67	0,15	66-63	1157
	F	15,38	15,96	0,58	15,63			
16-juin	S	17,67	19,62	1,95	16,66	0,03	89-88	1058
	F	17,68	19,59	1,91	16,64			
21-juil	S	24,12	24,35	0,23	24,24	0,06	49-52	366
	F	24,18	24,36	0,18	24,26			
25-août	S	22,97	23,27	0,30	23,09	0,12	81-83	218
	F	23,00	23,31	0,31	23,13			
22-sept	S	20,17	20,64	0,47	20,30	0,24	78-81	254
	F	20,19	20,88	0,69	20,41			
20-oct	S	15,22	15,46	0,24	15,31	0,14	65	408
	F	15,08	15,42	0,34	15,28			
24-nov	S	9,99	10,12	0,13	10,04	0,29	84-83	1173
	F	9,98	10,34	0,36	10,11			
Mini S	S	9,99	10,12	0,13	10,04	0,03		
Mini F	F	9,98	10,34	0,18	10,11			
Maxi S	S	24,12	24,35	1,95	24,24	0,29		
Maxi F	F	24,18	24,36	1,91	24,26			

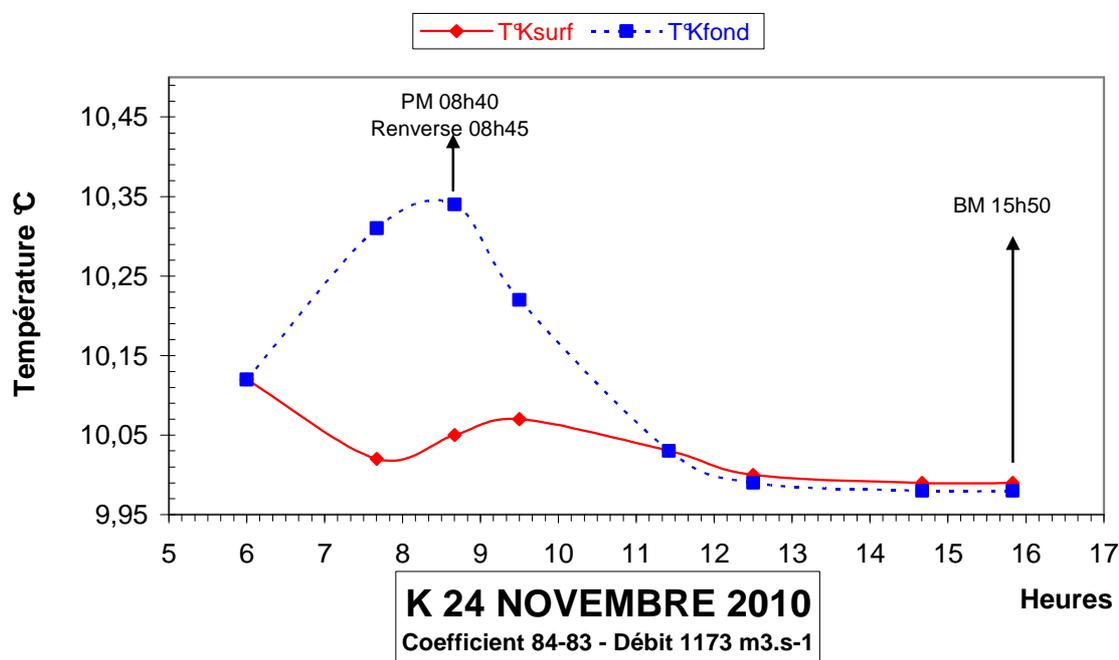
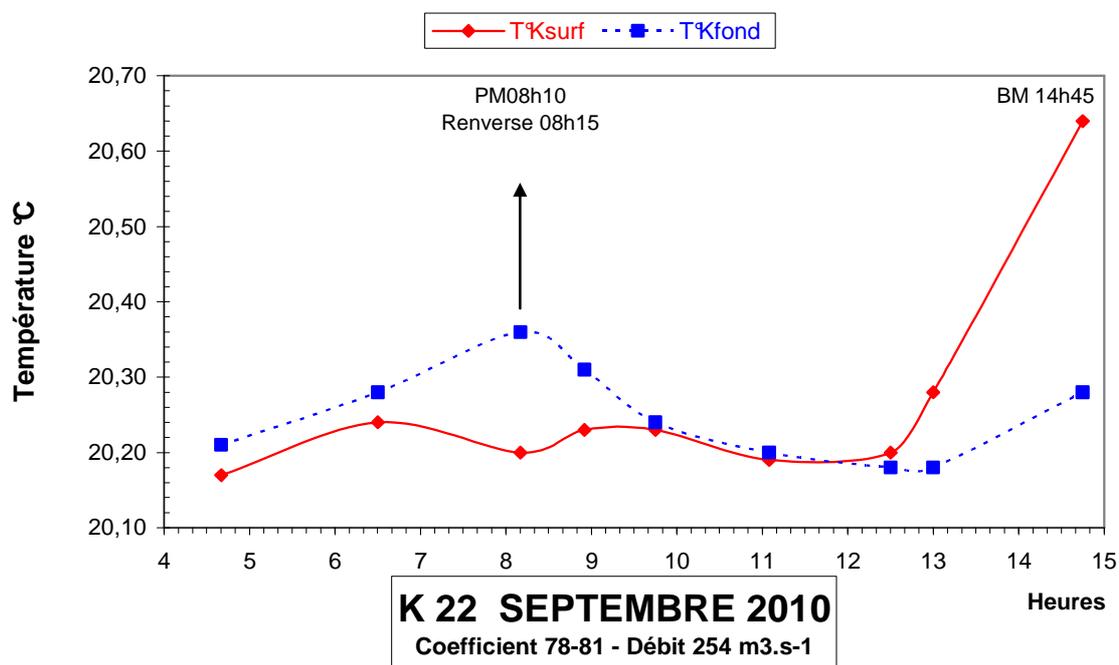


Figure 3-4 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au Point K (PK 30) en 2010

3.1.2. Variations spatio-temporelles

Point F - PK 67

Les températures moyennes, entre avril et novembre 2010 ont évolué :

de 11,23 °C le 23 novembre
à 23,59 °C le 20 juillet en surface
et de 11,26 °C le 23 novembre
à 23,08 °C le 20 juillet au fond

Les températures maximales relevées sont :

24,00 °C le 20 juillet en surface
23,91 °C le 20 juillet au fond

Les températures minimales relevées sont

11,18 °C le 23 novembre en surface
11,15 °C le 23 novembre au fond

Point E-PK 52

Les températures moyennes, entre avril et novembre 2010 ont évolué :

de 15,67 °C le 21 octobre
à 24,31 °C le 22 juillet en surface
et de 15,49 °C le 23 avril
à 23,92 °C le 22 juillet au fond

Les températures maximales relevées sont :

25,32 °C le 22 juillet en surface
24,01 °C le 24 août au fond

Les températures minimales relevées sont :

15,17 °C le 21 octobre en surface
15,21 °C le 21 octobre au fond

Point K-PK 30

Les températures moyennes, entre avril et novembre 2010 ont évolué :

de 10,04 °C le 24 novembre
à 24,24 °C le 21 juillet en surface
et de 10,11 °C le 24 novembre
à 24,26 °C le 21 juillet au fond

Les températures maximales relevées sont :

24,35 °C le 21 juillet en surface
24,36 °C le 21 juillet au fond

Les températures minimales relevées sont :

9,99 °C le 24 novembre en surface
9,98 °C le 24 novembre au fond

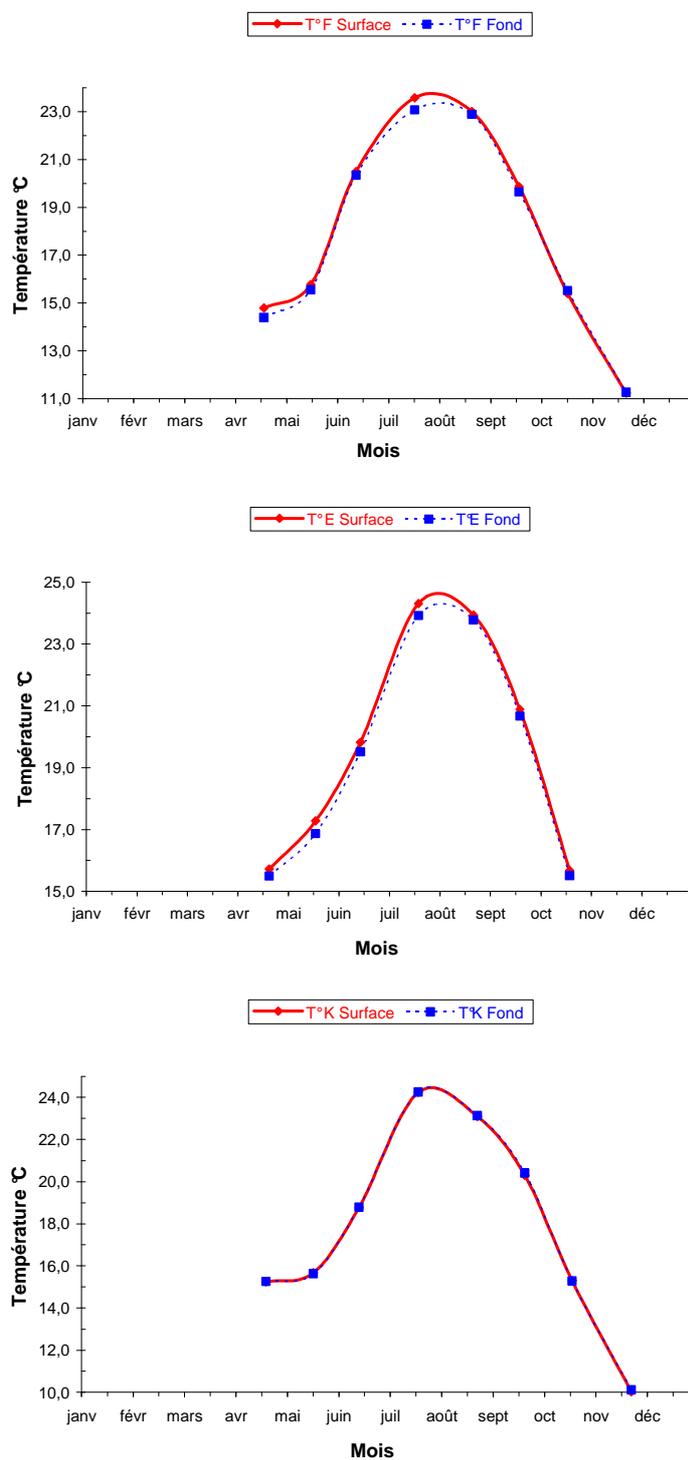


Figure 3-5 : Variations des températures moyennes de l'eau aux Points F,E,K en 2010

Par rapport à la moyenne 1976/2009 (**Figure 3-6**) la température moyenne en 2010 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 3-7**), montre que 2010 est une année où les températures mensuelles moyennes des eaux sont un peu au dessus de la moyenne pendant la période sensible²². 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 Mérégnac.

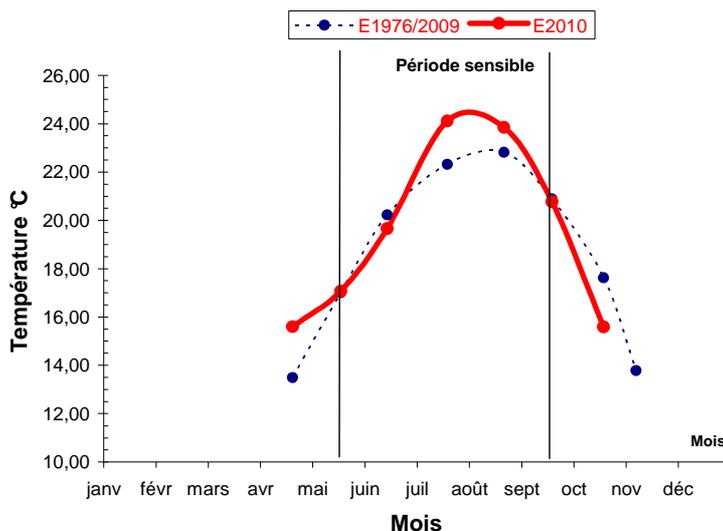


Figure 3-6 : Variations des températures mensuelles moyennes de l'eau au Point E (PK52) de 1976 à 2009 et en 2010

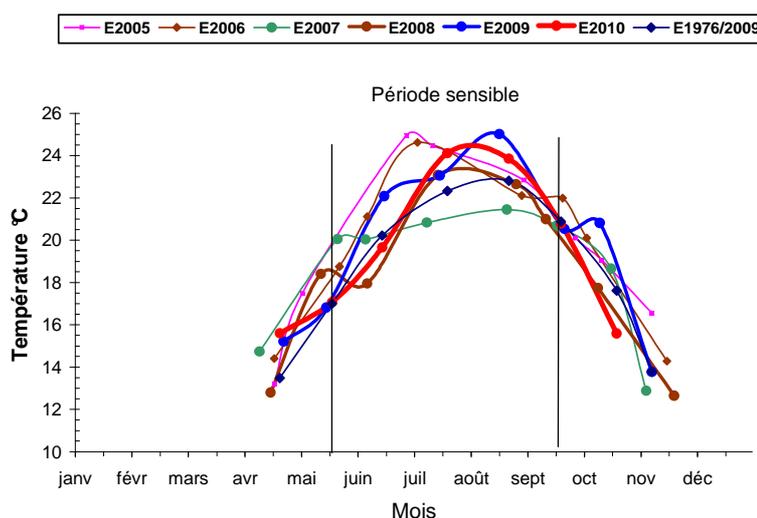


Figure 3- 7 : Variations des températures mensuelles moyennes de l'eau au point E (PK 52) en 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 et 2010

²² La « période sensible » correspond à la période estivale où les eaux sont les plus chaudes.

3.1.3. Synthèse des variations pluriannuelles des températures

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 3-8**).

On note une tendance au réchauffement des eaux de l'estuaire près du fond depuis 1978, début des observations. Le réchauffement de l'eau est parallèle à l'élévation moyenne de la température de l'air à Mérignac. Jusqu'en 1990, réchauffements et refroidissements annuels sont bien corrélés entre l'air et l'eau. A partir de 1991, il semble y avoir une désynchronisation avec un retard au refroidissement de l'eau en 1991 que l'on n'observe qu'en 1992-1993. A partir de 1993 et jusqu'en 1997, on note une élévation continue de la température moyenne de l'eau alors que celle de l'air présente une diminution en 1996. En 1998 les températures de l'air et de l'eau diminuent. En 1999 la moyenne des températures de l'air ré augmente alors que celle de l'eau diminue encore (-0,2 °C) malgré un minimum absolu record de 24° C près du fond au 1^{er} Septembre. En 2000, la température de l'air reste stable et la température de l'eau continue à diminuer.

En 2001 il y a divergence. La température moyenne de l'air a baissé de 0,4 °C, alors que la moyenne de l'eau près du fond a augmenté de 1 °C (**Figure 3-8**). 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 3-7**)

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 3-6 et 3-7**). 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 2009.

La comparaison des températures eau-air (**Figure 3-8**) 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 pseudo-périodicité dans les variations des températures moyennes de l'eau, de l'ordre de 7 à 8 ans.

Sur la **Figure 3-9**, 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 1978-2009, on note une assez bonne corrélation (**A**). Cette corrélation est évidemment améliorée et devient meilleure si on fait abstraction des 8 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 (réchauffement climatique au niveau global) ou régionale (durée et intensité plus marquées des étages en milieu fluvial Garonne-Dordogne).

Au vu de l'augmentation progressive d'année en année des eaux de l'estuaire, il faudra surveiller que l'impact thermique du CNPE ne provoque pas une perturbation conséquente des cycles biologiques des eaux estuariennes, perturbation actuellement non avérée.

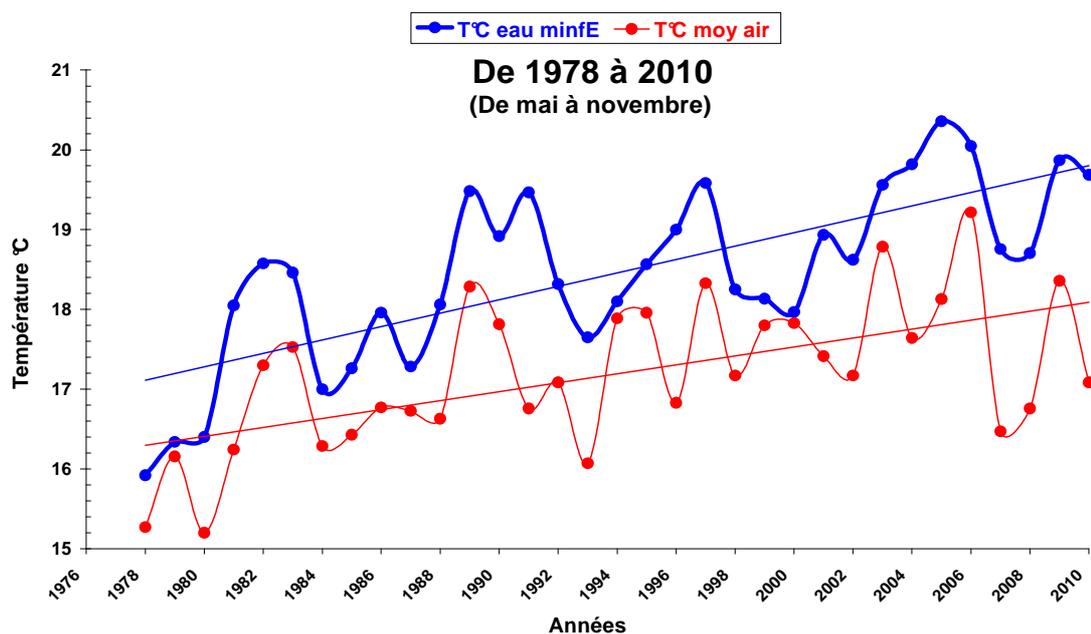
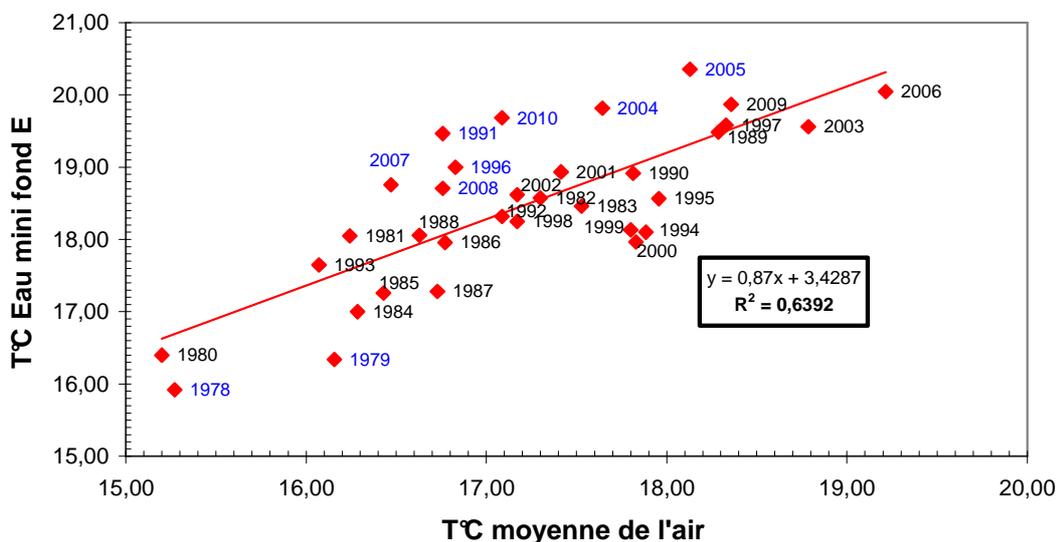


Figure 3-8 : Evolution relative des températures moyennes de l'air et de l'eau près du fond au point E (PK 52) au cours de la période 1978-2010 (de mai à novembre)

A - De 1978 à 2010 (32 ans)



B - De 1978 à 2010

sans 1978, 1979, 1991, 1996, 2004, 2005, 2007, 2008 et 2010

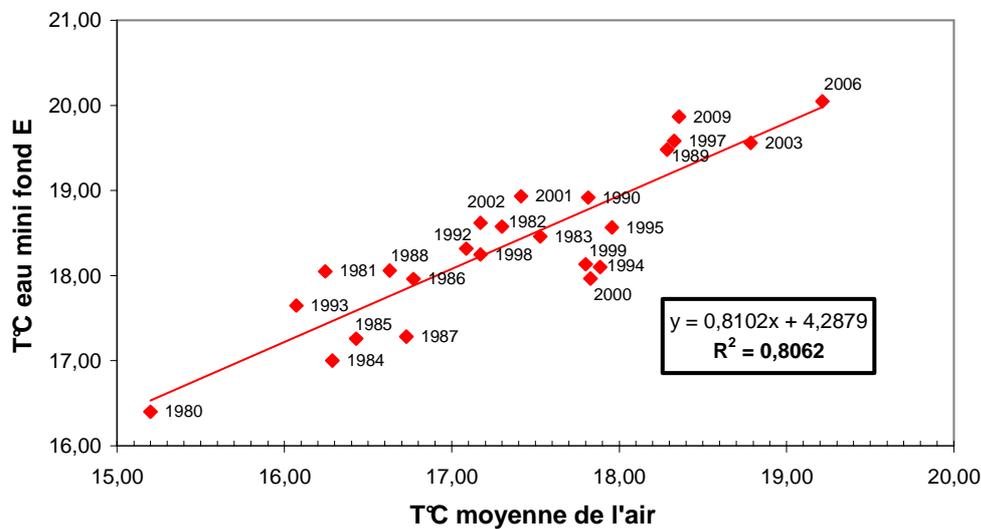


Figure 3- 9 : Corrélations entre les températures moyennes annuelles de l'air et les températures minimales moyennes annuelles de l'eau au point E (PK 52) (mai à novembre) –

A (de 1978 à 2010)

B (de 1980 à 2009 sans 1991, 1996, 2004, 2005, 2007, 2008 et 2010)

3.2. Salinité

3.2.1. Variation 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 3 4, Figure 3 10)

en surface entre : 4,00 (21 avril) (Coef 57-52) (Débit 837 m3.s-1)
et 9,02 (20 juillet) (Coef 53-49) (Débit 380 m3.s-1)
au fond entre : 8,14 (21 avril) (Coef 57-52) (Débit 837 m3.s-1)
et 11,15 (19 mai) (Coef 74-70) (Débit 1185 m3.s-1)

Au Point E (Tableau 3 5, Figure 3 12)

en surface entre : 2,63 (23 avril) (Coef 48-52) (Débit 792 m3.s-1)
et 6,39 (21 sept) (Coef 70) (Débit 260 m3.s-1)
au fond entre : 2,92 (23 avril) (Coef 48-52) (Débit 792 m3.s-1)
et 6,35 (21 sept) (Coef 70) (Débit 260 m3.s-1)

Au Point K (Tableau 3 6, Figure 3 14)

en surface entre : 0,27 (20 mai) (Coef 66-63) (Débit 1157 m3.s-1)
et 3,98 (22 septembre) (Coef 78-81) (Débit 254 m3.s-1)
au fond entre : 0,22 (20 mai) (Coef 66-63) (Débit 1157 m3.s-1)
et 4,11 (22 septembre) (Coef 78-81) (Débit 254 m3.s-1)

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

Comme 2009, du fait des conditions climatiques, 2010 est une année sèche, les salinités sont donc fortes et nettement supérieures pendant l'été.

Tableau 3-4 : Salinités de l'eau au point F (PK 67)

VI-T4 POINT F PK 67 SALINITES								
ANNEE F2010								
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)
21-avr	S	4,84	8,84	4,00	6,90	4,31	57-52	837
	F	5,01	13,15	8,14	8,77			
19-mai	S	3,75	10,43	6,68	6,78	4,63	74-70	1185
	F	3,91	15,06	11,15	8,11			
15-juin	S	4,23	10,76	6,53	7,14	3,44	91-91	1008
	F	4,18	14,20	10,02	8,74			
20-juil	S	8,77	17,79	9,02	13,05	3,12	53-49	380
	F	8,92	19,76	10,84	14,97			
23-août	S	12,78	21,52	8,74	16,92	1,74	72-75	222
	F	13,02	23,26	10,24	17,64			
20-sept	S	13,67	21,62	7,95	18,32	1,88	60-65	263
	F	14,67	23,50	8,83	19,38			
19-oct	S	11,82	19,01	7,19	15,54	2,61	55	412
	F	12,30	21,62	9,32	16,45			
23-nov	S	3,98	11,30	7,32	6,29	1,28	84	1174
	F	3,92	12,58	8,66	6,68			
Mini S	S	3,75	8,84	4,00	6,29	1,28		
Mini F	F	3,91	12,58	8,14	6,68			
Maxi S	S	13,67	21,62	9,02	18,32	4,63		
Maxi F	F	14,67	23,50	11,15	19,38			

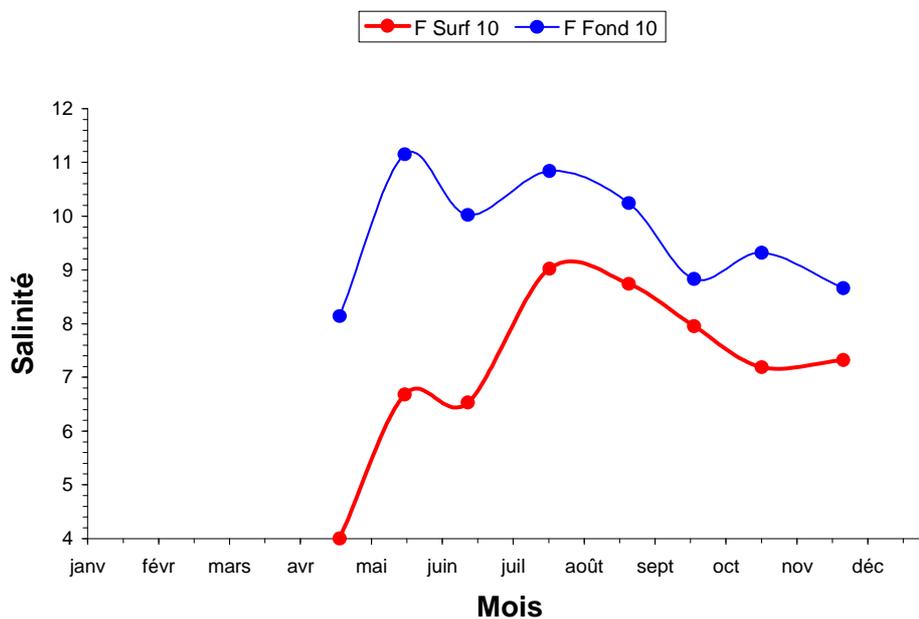


Figure 3-10 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point F (PK 67) en 2010

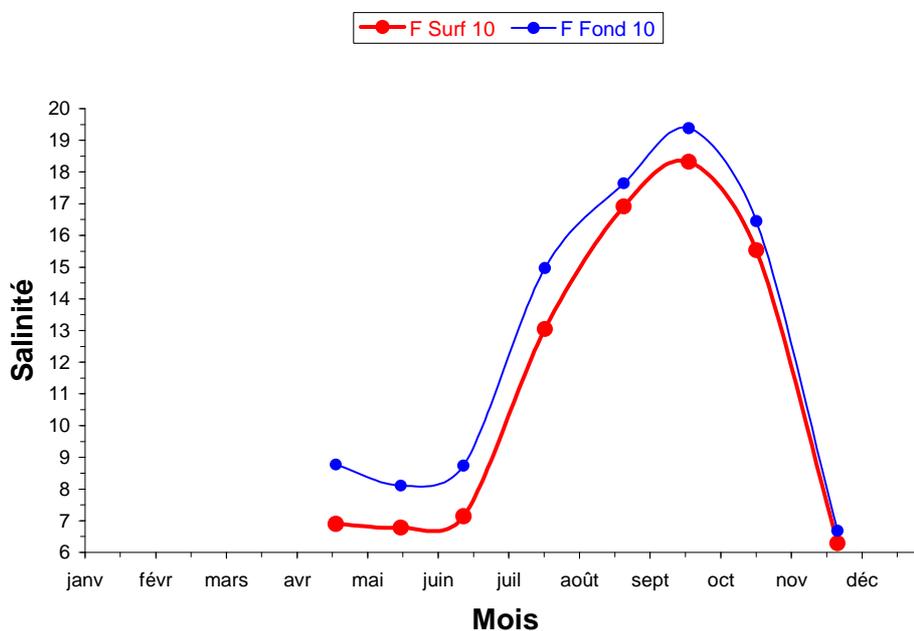


Figure 3-11 : Variations mensuelles des salinités moyennes au point F (PK 67) en 2010

Tableau 3-5 : Salinités de l'eau au point E (PK 52)

VI-5 POINT E PK 52 SALINITES								
ANNEE E2010								
DATES		Minimum	Maximum	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfl m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
		absolu	absolu					
23-avr	S	1,88	4,51	2,63	3,20	0,53	48-52	792
	F	1,75	4,67	2,92	3,30			
21-mai	S	0,87	4,24	3,37	2,34	0,28	60-58	1139
	F	0,86	4,31	3,45	2,33			
17-juin	S	0,90	3,66	2,76	2,44	0,81	85-82	1134
	F	0,90	4,47	3,57	2,42			
22-juil	S	4,06	7,81	3,75	5,98	0,89	47-47	346
	F	4,03	8,70	4,67	6,24			
24-août	S	6,50	12,49	5,99	9,79	0,11	79	219
	F	6,57	12,59	6,02	9,87			
21-sept	S	7,17	13,56	6,39	10,75	0,45	70	260
	F	7,55	13,90	6,35	11,07			
21-oct	S	5,89	10,15	4,26	8,31	1,76	69-73	419
	F	6,20	11,91	5,71	8,89			
00/11/2010	S	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00		
	F	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!			
Mini S	S	0,87	3,66	2,63	2,34	0,11		
Mini F	F	0,86	4,31	2,92	2,33			
Maxi S	S	7,17	13,56	6,39	10,75	1,76		
Maxi F	F	7,55	13,90	6,35	11,07			

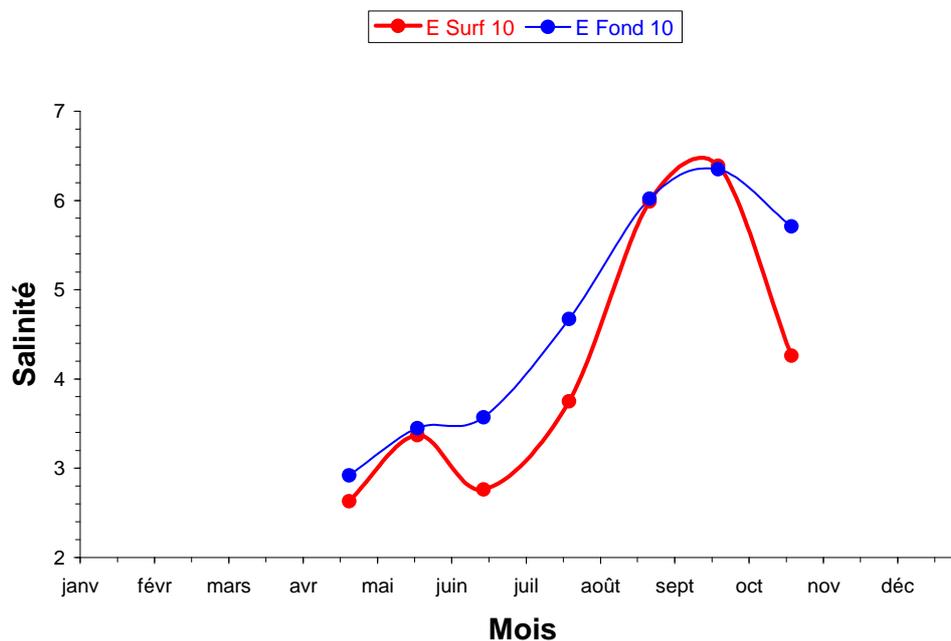


Figure 3-12 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point E (PK 52) en 2010

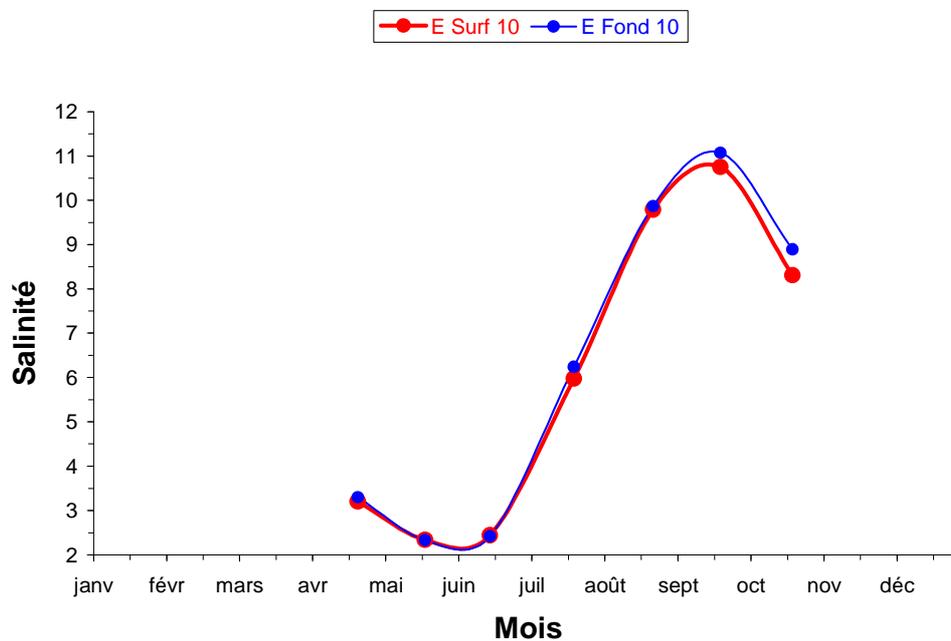


Figure 3-13 : Variations mensuelles des salinités moyennes au point E (PK 52) en 2010

Tableau 3-6 : Salinités de l'eau au point K (PK 30)

VI-6								
POINT K PK 30								
SALINITES								
ANNEE K2010								
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)
22-avr	S	0,15	0,86	0,71	0,50	0,37	49-47	808
	F	0,15	1,23	1,08	0,59			
20-mai	S	0,15	0,42	0,27	0,25	0,05	66-63	1157
	F	0,15	0,37	0,22	0,23			
16-juin	S	0,13	0,73	0,60	0,33	0,13	89-88	1058
	F	0,13	0,60	0,47	0,29			
21-juil	S	0,60	2,70	2,10	1,71	0,34	49-52	366
	F	0,74	3,04	2,30	1,79			
25-août	S	2,01	5,24	3,23	3,51	0,04	81-83	218
	F	1,97	5,23	3,26	3,50			
22-sept	S	2,50	6,48	3,98	4,54	0,20	78-81	254
	F	2,48	6,59	4,11	4,51			
20-oct	S	1,44	5,21	3,77	3,47	0,15	65	408
	F	1,59	5,12	3,53	3,46			
24-nov	S	0,12	0,72	0,60	0,37	0,11	84-83	1173
	F	0,12	0,83	0,71	0,39			
Mini S	S	0,12	0,42	0,27	0,25	0,04		
Mini F	F	0,12	0,37	0,22	0,23			
Maxi S	S	2,50	6,48	3,98	4,54	0,37		
Maxi F	F	2,48	6,59	4,11	4,51			

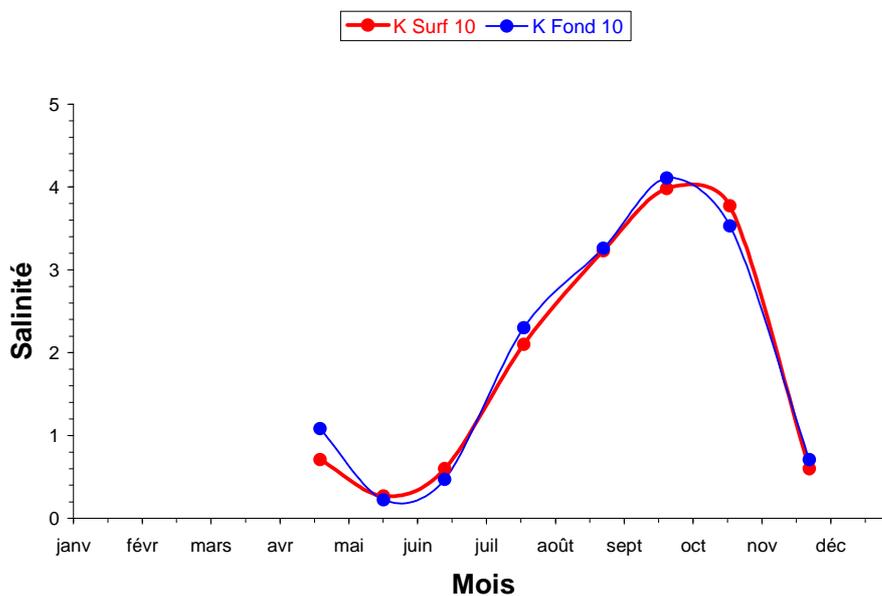


Figure 3-14 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point K (PK 30) en 2010

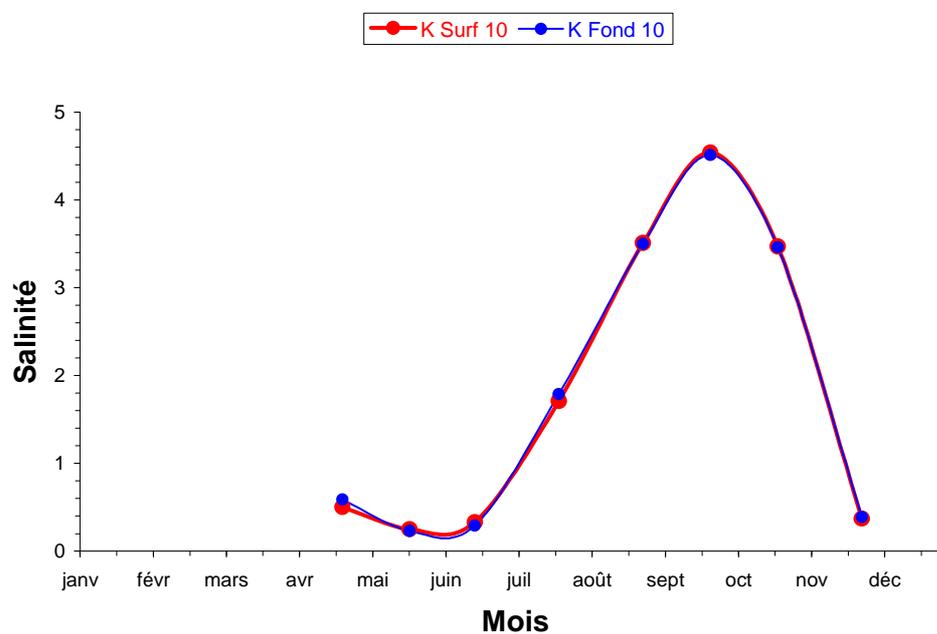


Figure 3-15 : Variations mensuelles des salinités moyennes au point K (PK 30) en 2010

3.2.2. Variations spatio-temporelles

Les salinités moyennes relevées au cours de l'année 2010 ont évolué :

Au Point F (Tableau 3 4, Figure 3 11)

en surface entre 6,29 (23 novembre) et 18,32 (20 septembre)

au fond entre 6,68 (23 novembre) et 19,38 (20 septembre)

On relève les salinités minimales absolues le 19 mai:

3,75 en surface et 3,91 au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales absolues le 20 septembre.

21,62 en surface et 23,50 au fond à pleine mer.

Au Point E (Tableau 3 5, Figure 3 13)

en surface entre 2,34 (21 mai) et 10,75 (21 septembre)

au fond entre 2,33 (21 mai) et 11,07 (21 septembre)

On relève les salinités minimales absolues le 21 mai:

0,87 en surface et 0,86 au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales absolues le 21 septembre:

13,56 en surface et 13,90 au fond à pleine mer.

Au Point K (Tableau 3 6, Figure 3 15)

en surface entre 0,25 (20 mai) et 4,54 (21 septembre)

au fond entre 0,23 (20 mai) et 4,51 (21 septembre)

On relève les salinités minimales absolues le 24 novembre:

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

On relève les salinités maximales absolues le 22 septembre:

6,48 en surface et 6,59 au fond à pleine mer.

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

En 2010, on relève aux 3 points, les grandes variations de salinités aux périodes indiquées ci-après :

Salinités	Point F	Point E	Point K
minimales	19 mai	21 mai	24 novembre
maximales	20 septembre	21 septembre	22 septembre
moyennes maxi	20 septembre	21 septembre	22 septembre

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

Tableau 3-7 : Variations pluriannuelles des salinités

		SALINITES									
ANNEE		POINT 2		POINT F		POINT E		POINT J		POINT K	
		Max abs.	Max.moy	Max abs.	Max.moy	Max abs.	Max.moy	Max abs.	Max.moy	Max abs.	Max.moy
1984	S	-	-	-	-	9,80	7,95	9,20	7,04	4,25	2,68
	F	-	-	-	-	10,10	8,38	12,90	8,62	4,42	2,82
1985	S	-	-	-	-	12,69	10,23	13,09	10,40	5,38	3,51
	F	-	-	-	-	13,39	10,58	13,89	10,93	5,40	3,47
1986	S	-	-	-	-	13,88	11,50	13,68	11,35	5,08	3,50
	F	-	-	-	-	14,85	12,15	14,94	11,75	5,52	3,73
1987	S	-	-	-	-	11,45	9,20	11,03	7,99	5,94	4,87
	F	-	-	-	-	12,37	9,44	12,86	8,88	6,97	5,11
1988	S	-	-	-	-	10,35	7,24	11,65	7,81	3,72	2,51
	F	-	-	-	-	11,62	8,00	14,86	10,03	3,85	2,57
1989	S	-	-	-	-	15,66	13,34	15,87	12,65	9,40	7,45
	F	-	-	-	-	16,23	14,22	16,75	13,55	8,90	7,51
1990	S	-	-	-	-	17,92	15,45	16,22	14,70	12,19	10,45
	F	-	-	-	-	19,08	15,75	18,27	15,09	12,72	11,01
1991	S	-	-	-	-	13,83	12,32	14,60	12,39	8,73	7,34
	F	-	-	-	-	15,30	12,80	15,49	12,93	9,64	7,90
1992	S	-	-	17,53	14,02	8,55	7,57	-	-	4,41	3,44
	F	-	-	18,69	14,78	10,03	7,99	-	-	4,90	3,53
1993	S	-	-	19,00	14,53	10,10	8,70	-	-	5,20	4,18
	F	-	-	19,60	15,03	11,60	9,28	-	-	5,90	4,43
1994	S	-	-	20,20	16,50	12,80	9,50	-	-	5,15	3,30
	F	-	-	21,50	18,00	13,50	9,90	-	-	5,15	3,50
1995	S	-	-	21,20	17,20	12,85	10,84	-	-	4,35	3,01
	F	-	-	22,30	20,33	15,20	11,80	-	-	4,40	3,14
1996	S	-	-	19,40	14,95	10,05	8,40	-	-	5,15	3,90
	F	-	-	21,50	15,53	11,30	8,84	-	-	5,15	3,85
1997	S	-	-	16,95	12,74	9,50	7,85	-	-	5,25	3,90
	F	-	-	17,50	13,88	10,30	8,08	-	-	5,25	4,00
1998	S	25,60	20,50	-	-	12,70	10,11	-	-	6,85	4,71
	F	26,50	21,15	-	-	13,85	10,48	-	-	6,80	4,94
1999	S	-	-	20,65	18,29	13,90	11,00	-	-	4,07	2,82
	F	-	-	22,35	19,68	15,20	11,37	-	-	4,12	2,99
2000	S	-	-	20,70	14,91	10,65	7,44	-	-	4,40	2,71
	F	-	-	22,40	16,58	11,43	8,03	-	-	4,30	2,90
2001	S	-	-	18,31	12,93	7,68	5,98	-	-	2,60	1,75
	F	-	-	20,04	15,49	8,53	6,36	-	-	2,90	1,82
2002	S	-	-	19,20	13,66	9,44	7,68	-	-	4,50	3,30
	F	-	-	20,75	14,84	10,41	8,15	-	-	4,37	3,22
2003	S	-	-	23,97	20,13	15,78	13,44	-	-	8,17	6,10
	F	-	-	29,98	21,77	17,11	14,02	-	-	7,85	5,95
2004	S	-	-	23,65	18,32	15,25	11,36	-	-	5,75	3,65
	F	-	-	24,45	18,74	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
2009	S	-	-	22,36	17,71	13,40	10,81	-	-	6,41	4,5
	F	-	-	23,88	18,99	14,25	11,02	-	-	7,09	4,66
2010	S	-	-	21,62	18,32	13,56	10,75	-	-	6,48	4,54
	F	-	-	23,50	19,38	13,90	11,07	-	-	6,59	4,51

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 3-16, 3-17, 3-18**).

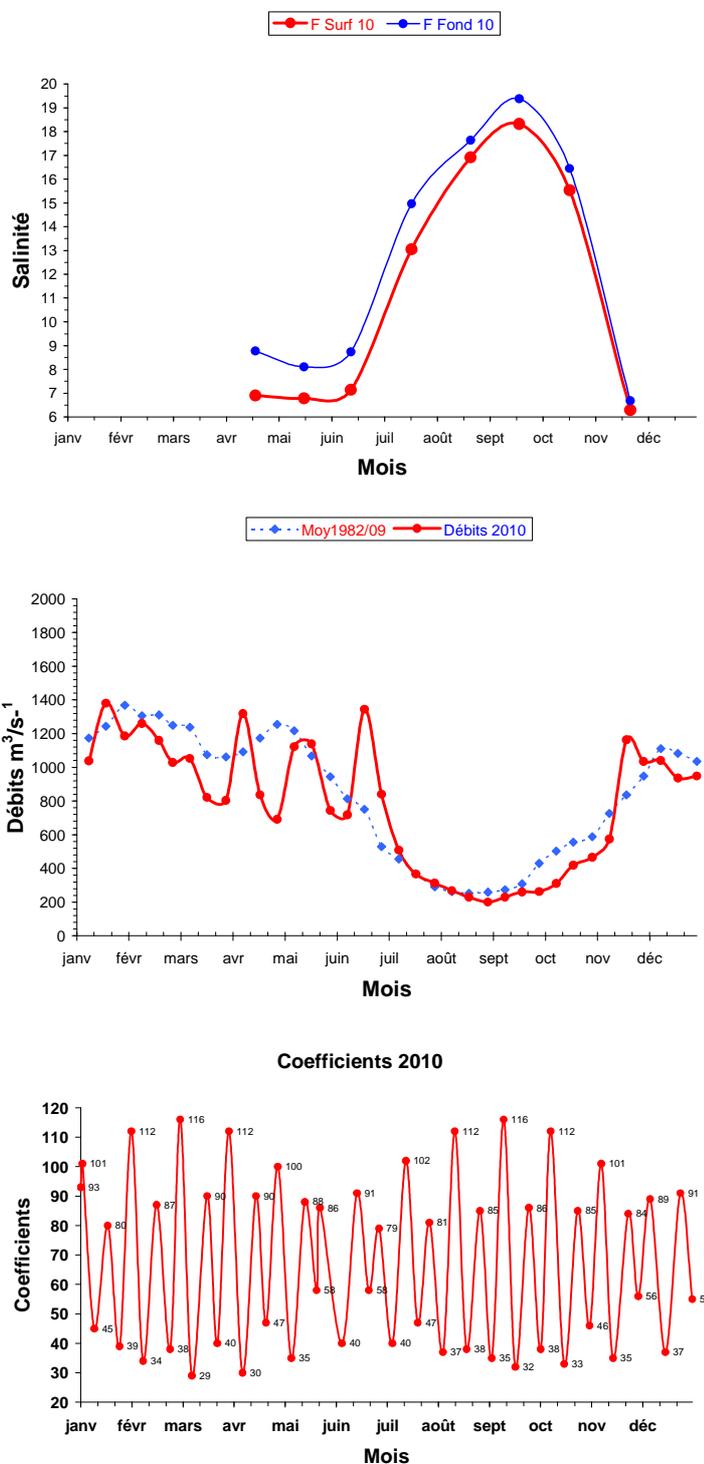


Figure 3-16 : Variations temporelles des salinités moyennes au Point F (PK 67), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2010

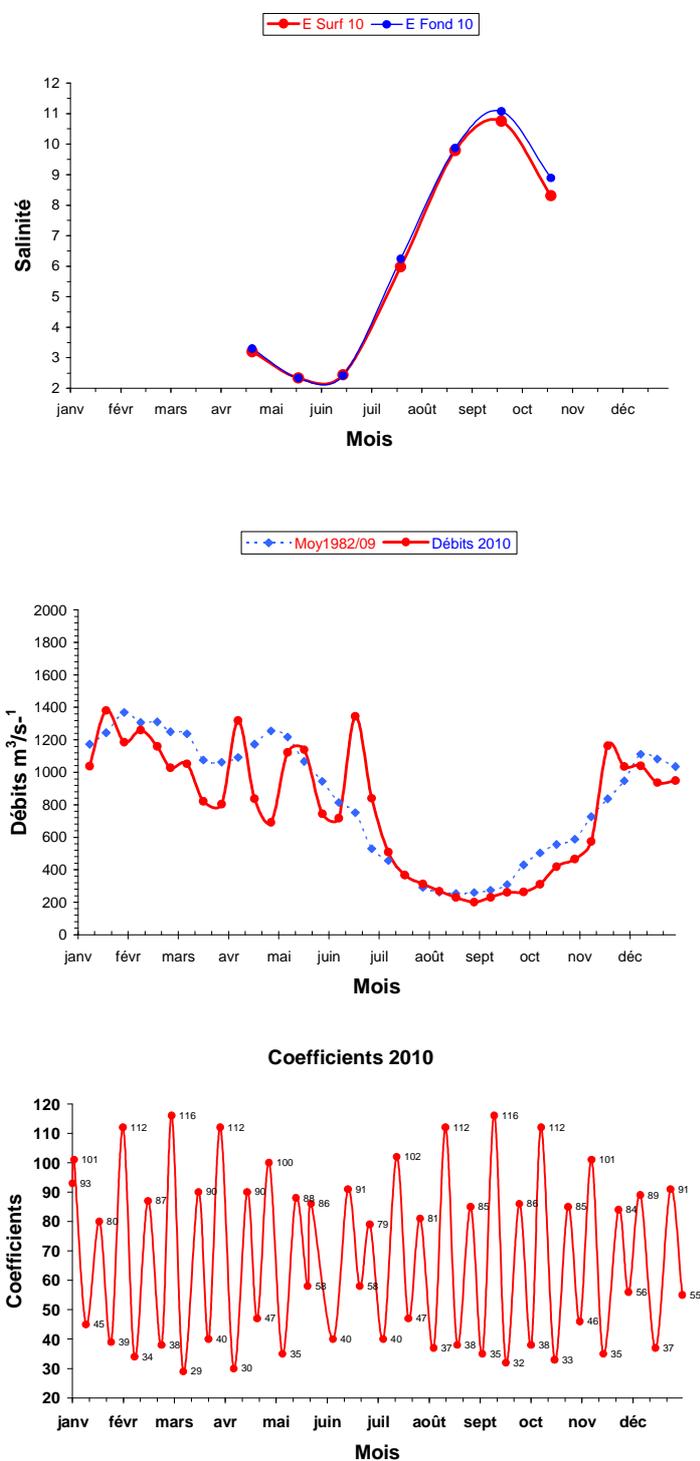


Figure 3-17 : Variations temporelles des salinités moyennes au Point E (PK 52), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2010

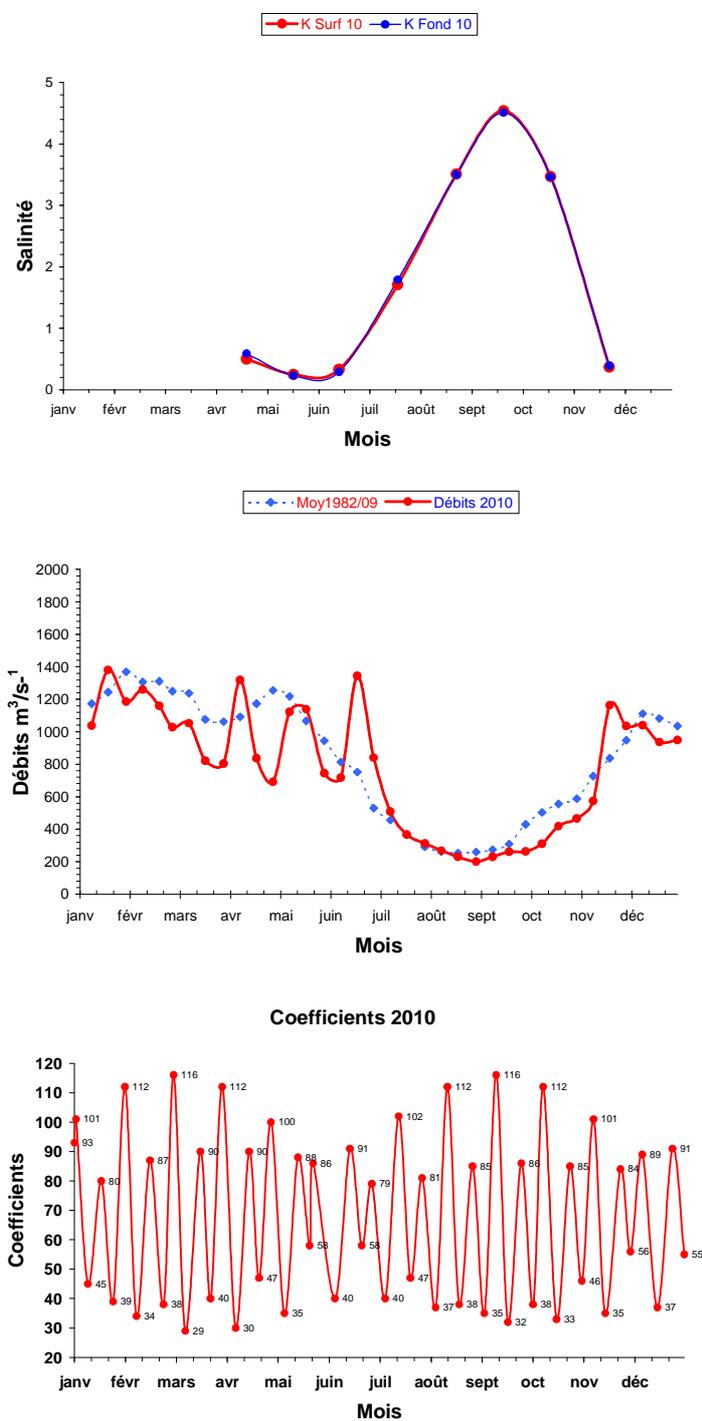


Figure 3-18 : Variations temporelles des salinités moyennes au Point K (PK 30), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2010

Synthèse :

En 2010, la moyenne annuelle des débits est légèrement inférieure à celle de 2009. De ce fait, en 2010 à toutes les stations, les salinités moyennes et maximales sont quasi-similaires à celles enregistrées en 2009.

Comme en 2009, au point F, les différences de salinité entre surface et fond montrent que les eaux y sont fréquemment stratifiées. Selon un phénomène bien connu (différence de densité entre eau douce et eau de mer), les gradients verticaux de salinités sont élevés dans la partie aval de l'estuaire, tandis qu'en amont la salinité est homogène, du fait d'un meilleur mélange vertical sur toute la tranche d'eau.

Au point F, le gradient de salinité est évidemment fort en période de débits fluviaux importants. En revanche, les salinités sont homogènes sur toute la tranche d'eau aux stations E et K situées plus en amont.

Au point K, les salinités maximales absolues au fond évoluent entre 12,72 (1990), 2,90 (2001) et 6,59 (2010). Ce point est situé dans une zone très sensible à l'influence des débits fluviaux et la corrélation est étroite entre la salinité et le débit des fleuves.

Au point E, la salinité atteint 19,08 en 1990, seulement 8,53 en 2001 et 13,90 en 2010.

Le point F est fortement influencé par les eaux océaniques : 29,98 en 2003 et 23,50 en 2010.

3.3. Vitesse de courant

Point F

En 2010 les vitesses maximales de courant ont été relevées à égalité en jusant et en flot en surface et en majorité en flot au fond (**Tableau 3 8, Figure 3 20**).

Les plus élevées ont été observées :

- en surface le 15 juin: -181 cm.s^{-1} (Qfl : $1008 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 91-91)
- et le 23 novembre: 169 cm.s^{-1} (Qfl : $1174 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 84)
- au fond le 15 juin: -128 cm.s^{-1} (Qfl : $1008 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 91-91)
- et le 23 novembre: 163 cm.s^{-1} (Qfl : $1174 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 84)

Point E

Les vitesses maximales de courant ont été relevées en majorité en flot, en surface et au fond (**Tableau 3 8, Figure 3 21**).

Les plus élevées ont été observées :

- en surface le 21 mai: -163 cm.s^{-1} (Qfl : $1139 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 60-58)
- et le 17 juin: 175 cm.s^{-1} (Qfl : $1134 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 85-82)
- au fond le 17 juin: 117 cm.s^{-1} (Qfl : $1134 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 85-82)
- et le 21 octobre: 105 cm.s^{-1} (Qfl : $419 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 69-73)

Point K

Les vitesses maximales de courant ont été relevées en majorité en flot en surface et au fond (**Tableau 3 8, Figure 3 22**).

Les plus élevées ont été observées :

- en surface le 16 juin: 146 cm.s^{-1} (Qfl $1058 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 89-88)
- le 20 octobre: 140 cm.s^{-1} (Qfl $408 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 65)
- au fond le 16 juin: 100 cm.s^{-1} (Qfl $1058 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 89-88)
- le 20 octobre: 96 cm.s^{-1} (Qfl $408 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 65)

Au point E, les vitesses maximales en surface de flot et de jusant sont inférieures à 2009. (**Tableau 3 8, Figure 3 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 3-8 : Vitesses maximales de courant en cm.s^{-1}

Année 2010		VITESSES MAXIMALES DE COURANT EN cm.s^{-1} .						
DATES	COEFFICIENTS	POINT F PK 67		POINT E PK 52		POINT K PK 30		Qfl $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$
		SURFACE	FOND	SURFACE	FOND	SURFACE	FOND	
21 avril	57-52	117	111					837
23 avril	48-52			140	-88			792
22 avril	49-47					123	94	808
19 mai	74-70	117	88					1185
21 mai	60-58			163	100			1139
20 mai	66-63					135	94	1157
15 juin	91-91	-181	-128					1008
17 juin	85-82			175	117			1134
16 juin	89-88					146	105	1058
20 juillet	53-49	-117	82					380
22 juillet	47-47			100	70			346
21 juillet	49-52					117	94	366
23 août	72-75	128	94					222
24 août	79			157	100			219
25 août	81-83					-134	111	218
20 septembre	60-65	-128	-94					263
21 septembre	70			152	100			260
22 septembre	78-81					-134	-88	254
19 octobre	55	-111	-76					412
21 octobre	69-73			123	105			419
20 octobre	65					140	96	408
23 novembre	84	169	163					1174
00/11/2010	-			ANNULE				-
24 novembre	84-83					-128	-82	1173

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

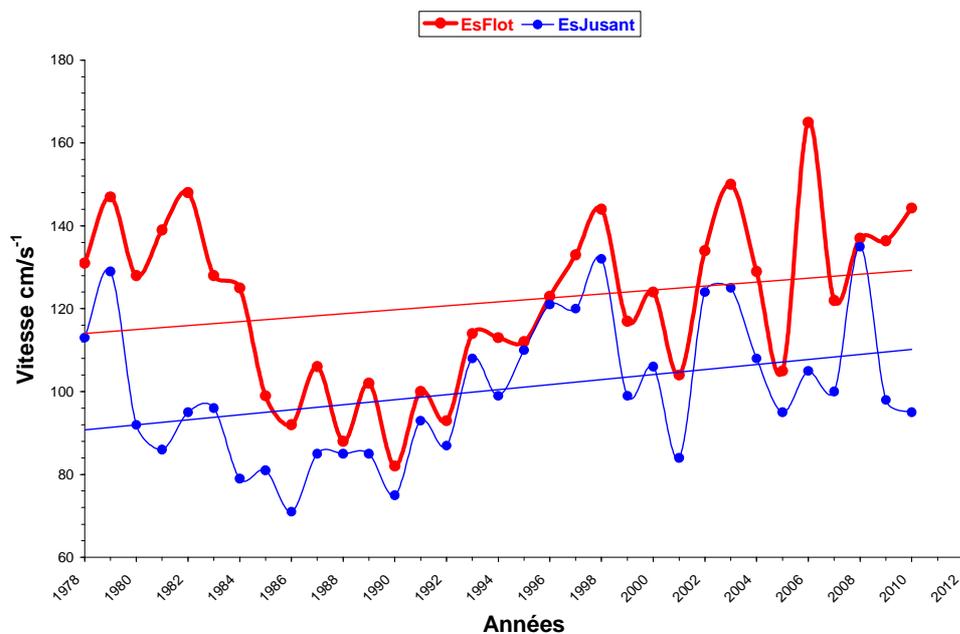


Figure 3-19 : Evolution de la vitesse maximale moyenne en surface au point E (PK52) au cours de la période 1978-2010

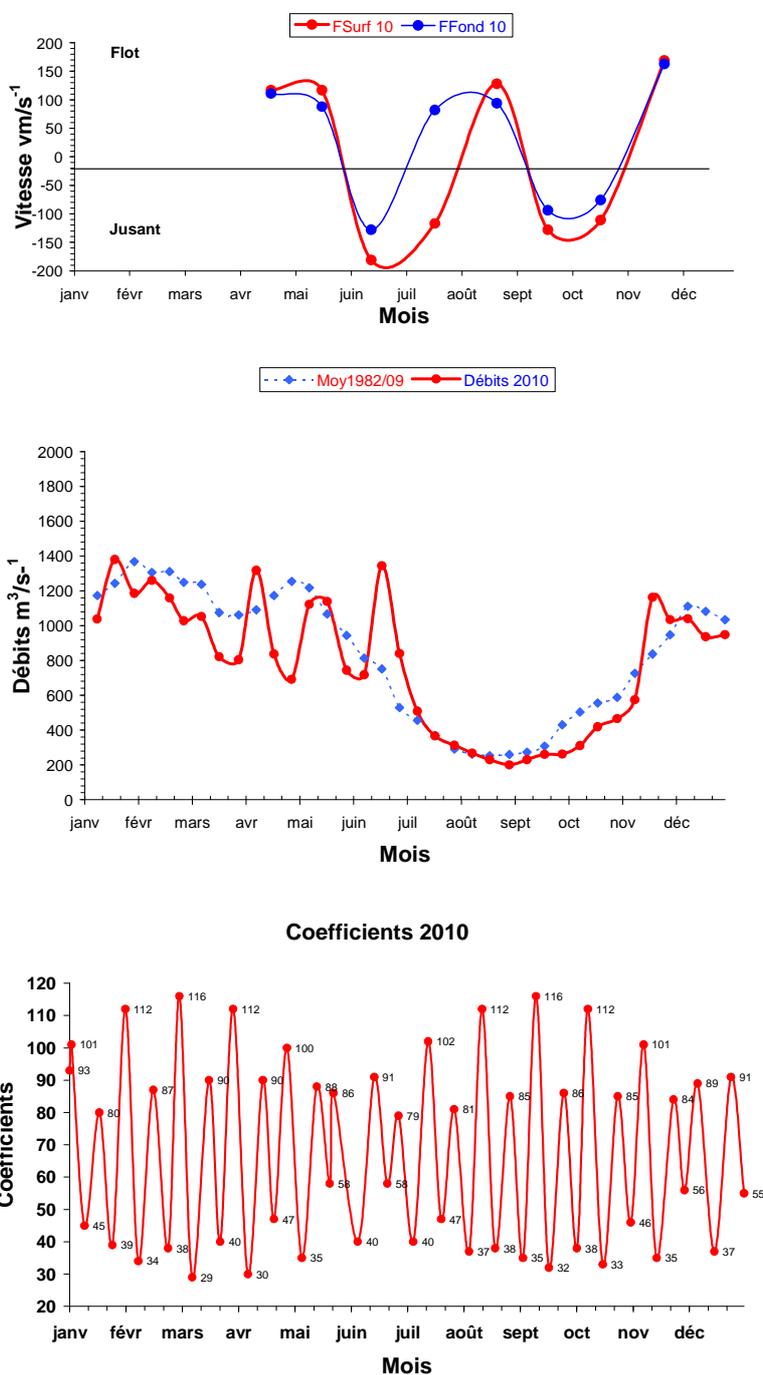


Figure 3-20 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point F (PK 67) au cours de l'année 2010, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux

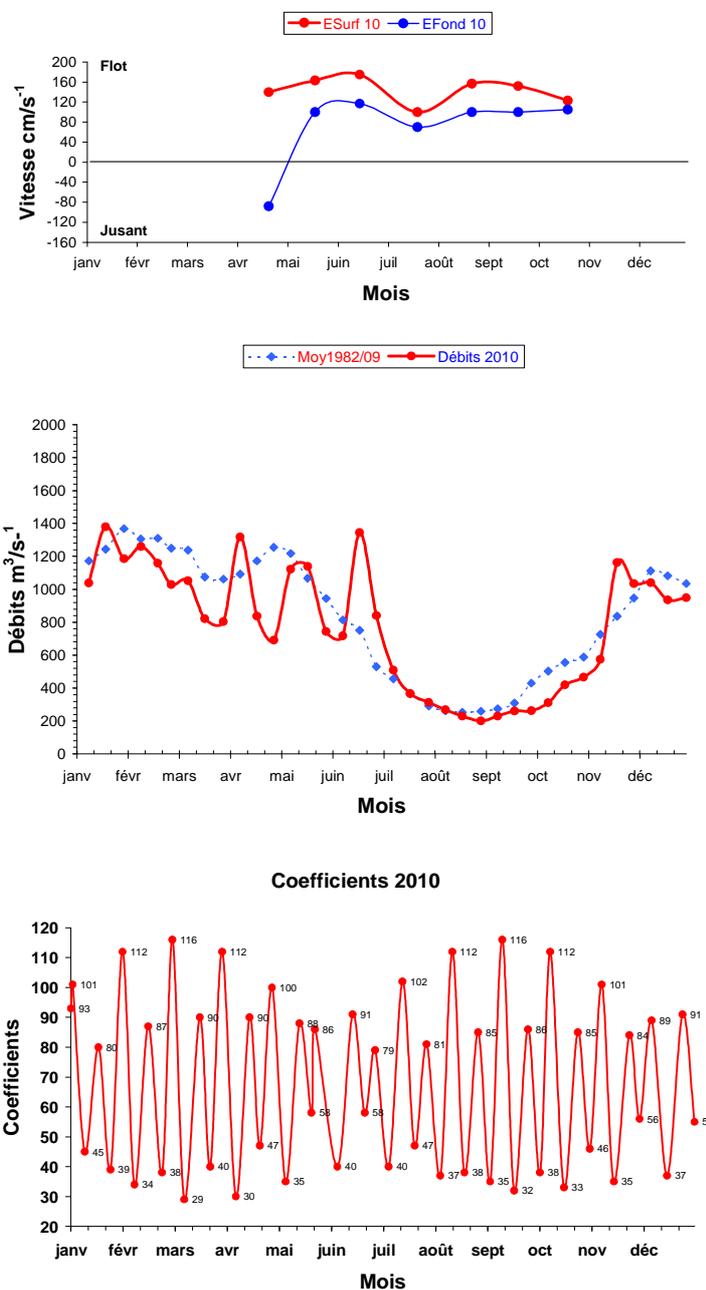


Figure 3-21 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point E (PK 52) au cours de l'année 2010, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux

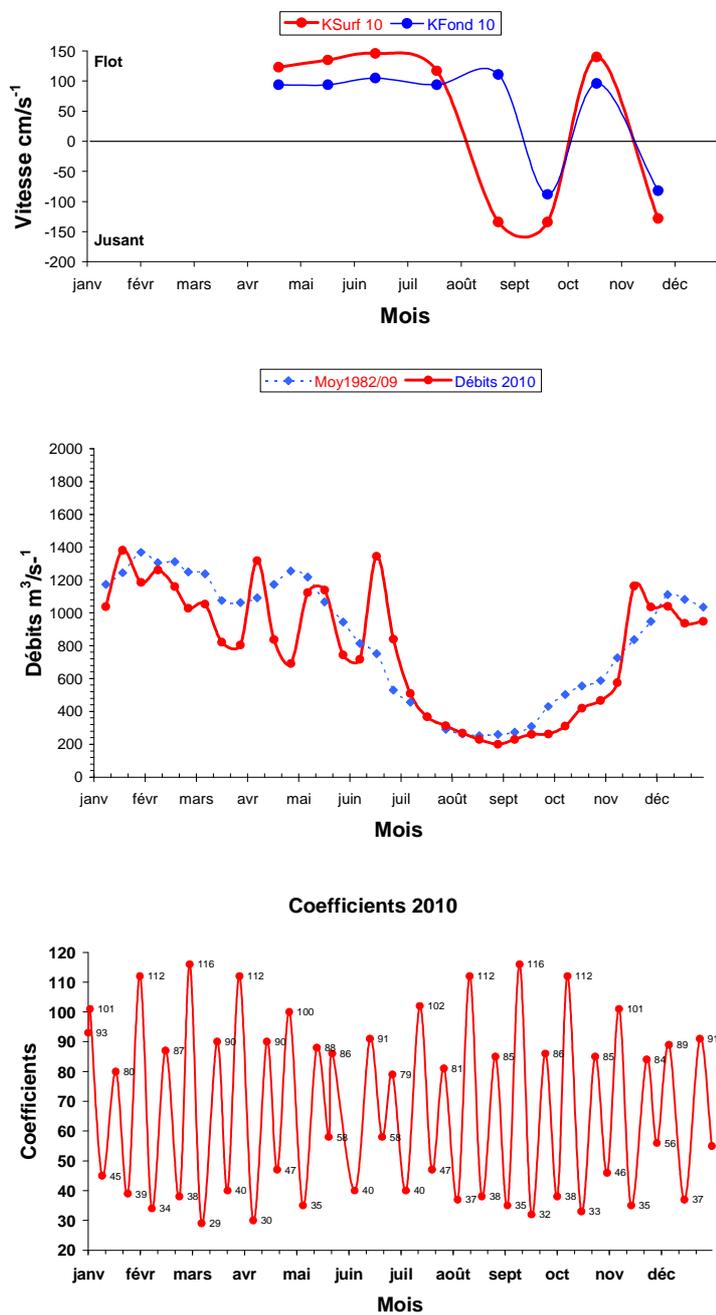


Figure 3-22 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point K (PK 30) au cours de l'année 2010, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux

Synthèse :

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. Ainsi on note que dans les années 80 et jusqu'en 1992, les vitesses maximales de flot et de jusant diminuent de moitié par suite de la modification de la bathymétrie ; il est évident que durant cette décennie, la dispersion des eaux réchauffées de la centrale a été moins efficace.

3.4. Concentration en matières en suspension (MES)

3.4.1. Variations temporelles

3.4.1.1. Variation au cours de la marée

En 2010 les écarts des valeurs de M.E.S. mesurées au cours d'une marée ont varié :

Au Point F-PK 67 (Tableau 3 9)

en surface entre 0,134 g/l le 20 juillet (Qfl : 380 m³.s⁻¹ - coef. 53-49)
 et 1,654 g/l le 15 juin (Qfl : 1008 m³.s⁻¹ - coef. 91-91)
 au fond entre 0,492 g/l le 20 septembre (Qfl : 263 m³.s⁻¹ - coef. 60-65)
 et 5,762 g/l le 15 juin (Qfl : 1008 m³.s⁻¹ - coef. 91-91)

Au Point E-PK 52 (Tableau 3 10)

en surface entre 0,128 g/l le 22 juillet (Qfl : 346 m³.s⁻¹ - coef. 47-47)
 et 0,669 g/l le 21 mai (Qfl : 1139 m³.s⁻¹ - coef. 60-58)
 au fond entre 0,353 g/l le 21 septembre (Qfl : 260 m³.s⁻¹ - coef. 70)
 et 4,670 g/l le 17 juin (Qfl : 1134 m³.s⁻¹ - coef. 85-82)

Au Point K-PK 30 (Tableau 3 11)

en surface entre 0,617 g/l le 22 avril (Qfl : 808 m³.s⁻¹ - coef. 49-47)
 et 1,841 g/l le 16 juin (Qfl : 1058 m³.s⁻¹ - coef. 89-88)
 au fond entre 0,851 g/l le 17 mai (Qfl : 218 m³.s⁻¹ - coef. 81-83)
 et 4,321 g/l le 10 nov (Qfl : 408 m³.s⁻¹ - coef. 65)

3.4.1.2. Variations mensuelles

Au Point F-PK 67 (Figure 3 23)

Les M.E.S. moyennes ont varié :

en surface de 0,095 g/l (20 juillet) à 0,642 g/l (19 mai)
 au fond de 0,549 g/l (19 octobre) à 3,616 g/l (15 juin)

Les M.E.S. minimales (Figure 3 26) ont été observées :

le 20 juillet, en surface : 0,029 g/l - Qfl : 380 m³.s⁻¹ - coef. 53-49 à mi-flot.

le 20 juillet, au fond : 0,154 g/l - Qfl : 380 m³.s⁻¹ - coef. 53-49 à la basse mer.

Les M.E.S. maximales (Figure 3 26) ont été observées :

le 15 juin, en surface : 1,735 g/l - Qfl : 1008 m³.s⁻¹ - coef. 91-91 à mi-flot.

le 15 juin, au fond : 6,450 g/l - Qfl : 1008 m³.s⁻¹ - coef. 91-91 à mi-flot.

Au Point E-PK 52 (Figure 3 24)

Les M.E.S. moyennes ont varié :

en surface de 0,209 g/l (22 juillet) à 0,645 g/l (21 mai)

au fond de 0,543 g/l (22 juillet) à 2,525 g/l (17 juin)

Les M.E.S. minimales (Figure 3 26) ont été observées :

le 21 sept en surf : 0,087 g/l - Qfl : 260 m³.s⁻¹ - coef. 70 à la pleine mer.

le 22 juillet au fond : 0,280 g/l - Qfl : 346 m³.s⁻¹ - coef. 47-47 à la pleine mer.

Les M.E.S. maximales (Figure 3 26) ont été observées :

le 21 mai, en surface : 0,938 g/l - Qfl : 1139 m³.s⁻¹ - coef. 60-58 à mi-flot

le 17 juin au fond : 5,560 g/l - Qfl : 1134 m³.s⁻¹ - coef. 85-82 à la basse mer.

Au Point K-PK 30 (Figure 3 25)

Les M.E.S. moyennes ont varié :

en surface de 0,468 g/l (21 juillet) à 1,208 g/l (24 novembre)

au fond de 0,937 g/l (21 juillet) à 3,154 g/l (20 octobre.)

Les M.E.S. minimales (Figure 3 26) ont été observées :

le 21 juillet en surf : 0,120 g/l - Qfl : 366 m³.s⁻¹ - coef. 49-52 à mi-jusant.

le 21 juillet au fond : 0,413 g/l - Qfl : 366 m³.s⁻¹ - coef. 49-52 à la basse mer.

Les M.E.S. maximales (Figure 3 26) ont été observées :

le 16 juin en surface : 2,230 g/l - Qfl : 1058 m³.s⁻¹ - coef. 89-88 à mi-flot.

le 20 oct au fond : 5,805 g/l - Qfl : 408 m³.s⁻¹ - coef. 65 à mi-flot

Les valeurs des minima et des maxima des M.E.S. de 2010 sont comparées à celles des années antérieures dans le **Tableau 3 12** et **Tableau 3 13**.

Tableau 3-9 : MES au point F (PK 67)

VI-T4								
POINT F PK 67								
CONCENTRATIONS EN M.E.S.								
En g.l ⁻¹								
ANNEE F2010								
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)
21-avr	S	0,075	0,723	0,648	0,376	3,247	57-52	837
	F	0,522	3,970	3,448	1,512			
19-mai	S	0,069	1,003	0,934	0,642	1,143	74-70	1185
	F	0,722	1,771	1,049	1,341			
15-juin	S	0,081	1,735	1,654	0,578	5,984	91-91	1008
	F	0,688	6,450	5,762	3,616			
20-juil	S	0,029	0,163	0,134	0,095	3,047	53-49	380
	F	0,154	3,180	3,026	0,982			
23-août	S	0,043	0,265	0,222	0,179	0,859	72-75	222
	F	0,338	1,124	0,786	0,573			
20-sept	S	0,091	0,338	0,247	0,171	0,561	60-65	263
	F	0,309	0,801	0,492	0,620			
19-oct	S	0,091	0,329	0,238	0,184	0,959	55	412
	F	0,243	1,154	0,911	0,549			
23-nov	S	0,166	0,880	0,714	0,508	2,996	84	1174
	F	0,569	3,876	3,307	2,161			
Mini S	S	0,029	0,163	0,134	0,095	0,561		
Mini F	F	0,154	0,801	0,492	0,549			
Maxi S	S	0,166	1,735	1,654	0,642	5,984		
Maxi F	F	0,722	6,450	5,762	3,616			

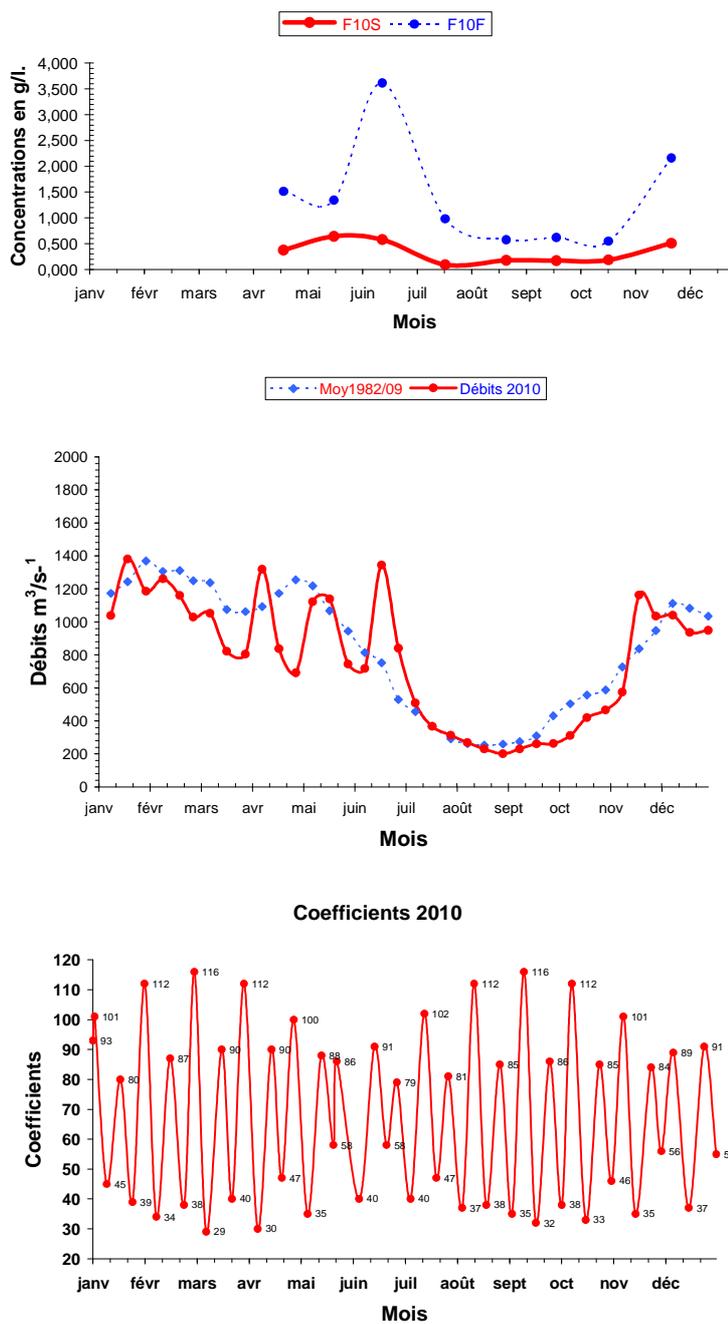


Figure 3-23 : Variations temporelles des MES moyennes au point F (PK 67) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2010

Tableau 3-10 : MES au point E (PK 52)

		VI-5						
		CONCENTRATIONS EN M.E.S.						
		En g.l ⁻¹						
ANNEE E2010								
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)
23-avr	S	0,228	0,561	0,333	0,357	2,622	48-52	792
	F	0,554	2,850	2,296	1,485			
21-mai	S	0,269	0,938	0,669	0,645	2,426	60-58	1139
	F	1,085	3,364	2,279	2,042			
17-juin	S	0,202	0,724	0,522	0,442	5,185	85-82	1134
	F	0,890	5,560	4,670	2,525			
22-juil	S	0,126	0,254	0,128	0,209	0,669	47-47	346
	F	0,280	0,923	0,643	0,543			
24-août	S	0,176	0,726	0,550	0,373	1,093	79	219
	F	0,418	1,819	1,401	1,014			
21-sept	S	0,087	0,483	0,396	0,288	0,672	70	260
	F	0,653	1,006	0,353	0,838			
21-oct	S	0,257	0,626	0,369	0,462	1,107	69-73	419
	F	0,700	1,697	0,997	1,182			
00/11/2010	S							
	F							
Mini S	S	0,087	0,254	0,128	0,209	0,669		
Mini F	F	0,280	0,923	0,353	0,543			
Maxi S	S	0,269	0,938	0,669	0,645	5,185		
Maxi F	F	1,085	5,560	4,670	2,525			

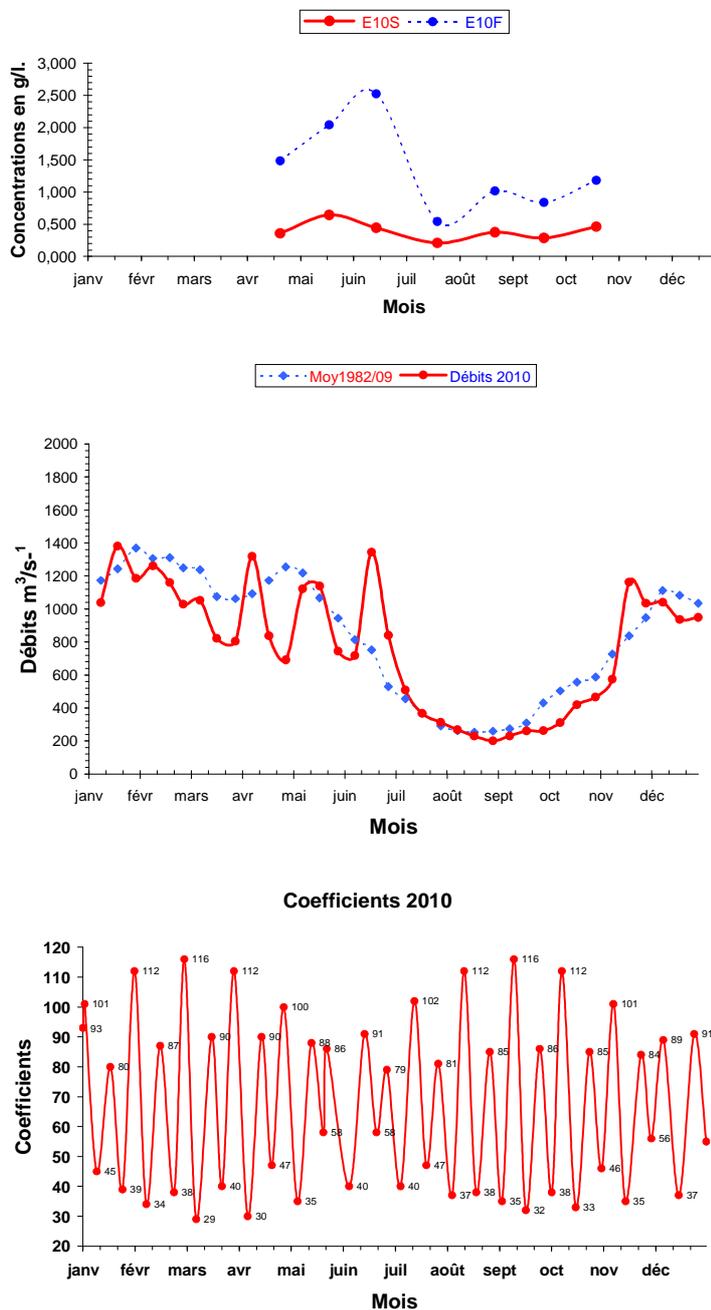


Figure 3-24 : Variations temporelles des MES moyennes au point E (PK 52) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2010

Tableau 3-11 : MES au point K (PK 30)

VI-6								
CONCENTRATIONS EN M.E.S.								
En g.l⁻¹								
ANNEE K2010								
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)
22-avr	S	0,333	0,950	0,617	0,660	1,690	49-47	808
	F	0,576	2,640	2,064	1,312			
20-mai	S	0,435	1,214	0,779	0,772	1,021	66-63	1157
	F	0,768	1,860	1,092	1,453			
16-juin	S	0,389	2,230	1,841	1,037	1,175	89-88	1058
	F	0,417	2,460	2,043	1,638			
21-juil	S	0,120	0,921	0,801	0,468	0,924	49-52	366
	F	0,413	1,446	1,033	0,937			
25-août	S	0,410	1,561	1,151	0,996	1,497	81-83	218
	F	1,103	1,954	0,851	1,644			
22-sept	S	0,248	1,901	1,653	0,907	2,814	78-81	254
	F	1,412	3,810	2,398	2,712			
20-oct	S	0,557	1,683	1,126	0,943	5,011	65	408
	F	1,484	5,805	4,321	3,154			
24-nov	S	0,486	2,162	1,676	1,208	1,215	84-83	1173
	F	0,745	3,074	2,329	1,950			
Mini S	S	0,120	0,921	0,617	0,468	0,924		
Mini F	F	0,413	1,446	0,851	0,937			
Maxi S	S	0,557	2,230	1,841	1,208	5,011		
Maxi F	F	1,484	5,805	4,321	3,154			

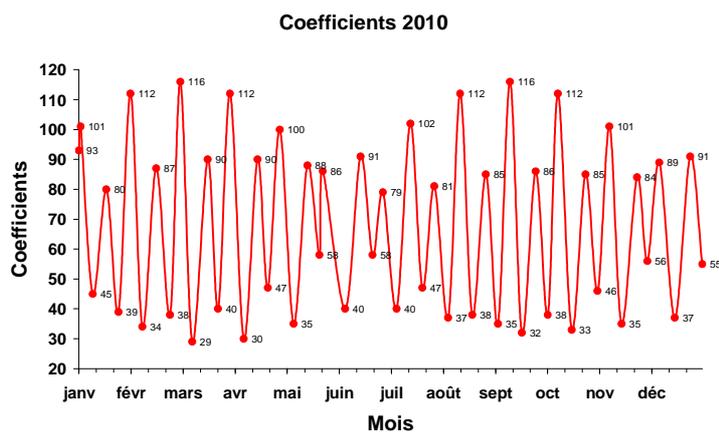
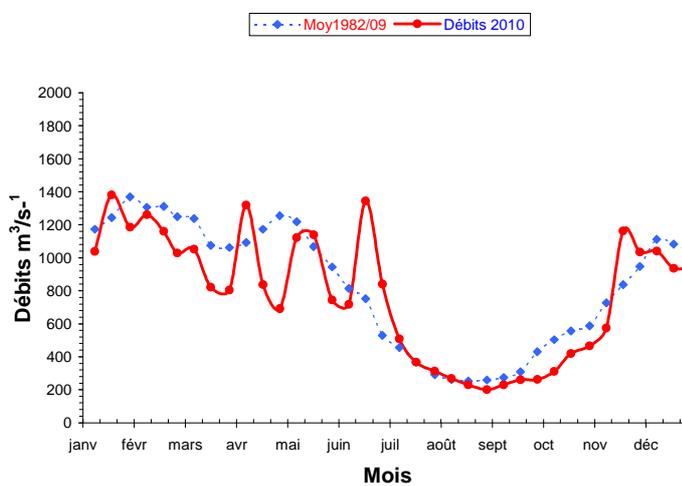
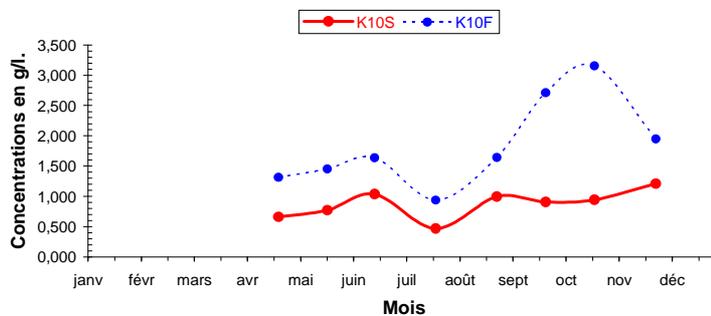


Figure 3-25 : Variations temporelles des MES moyennes au point K (PK 30) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2010

3.4.2. Variations spatiales

3.4.2.1. Variations longitudinales

(Tableau 3 9-Tableau 3 10-Tableau 3 11)

Les valeurs maximales des M.E.S. sont relevées mi-juin au PK 67, fin mai et mi-juin au PK52, mi-juin et mi-octobre au PK 30 :

au PK 67 : 1,735 g/l en surface et 6,450 g/l au fond

au PK 52 : 0,938 g/l en surface et 5,560 g/l au fond

au PK 30 : 2,230 g/l en surface et 5,805 g/l au fond

Les valeurs minimales des M.E.S. sont relevées mi-juillet au PK 67, en juillet et sept au PK 52, en juillet au PK 30 :

au PK 67 : 0,029 g/l en surface et 0,154 g/l au fond

au PK 52 : 0,087 g/l en surface et 0,280 g/l au fond

au PK 30 : 0,120 g/l en surface et 0,413 g/l au fond

3.4.2.2. variations verticales

(Tableau 3 9-Tableau 3 10-Tableau 3 11)

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

au Point F : de 0,192 g/l (16 juillet) à 7,235 g/l (23 avril)

au Point E : de 0,250 g/l (18 juillet) à 4,265 g/l (25 avril)

au Point K : de 0,101 g/l (17 mai) à 2,605 g/l (10 novembre)

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

au Point F : de 0,561 g/l (20 sept) à 5,984 g/l (15 juin)

au Point E : de 0,669 g/l (22 juillet) à 5,185 g/l (17 juin)

au Point K : de 0,924 g/l (21 juillet) à 5,011 g/l (20 octobre)

Synthèse :

Par rapport à 2009, les valeurs des concentrations en M.E.S. sont en moyenne légèrement supérieures en début d'année 2010 : les mini-crues des premiers mois (janvier à juin 2010), n'ont vraisemblablement pas pu éjecter en mer une grande partie du bouchon vaseux.

Cette année encore, le bouchon vaseux est remonté très en amont pendant la longue durée d'étiage, avec pour conséquence la présence de fortes concentration en M.E.S. observées au point K. Par opposition, 2010 se situe parmi les années où les eaux sont les moins turbides aux points E et F, du fait de cette remontée très marquée du bouchon vaseux.

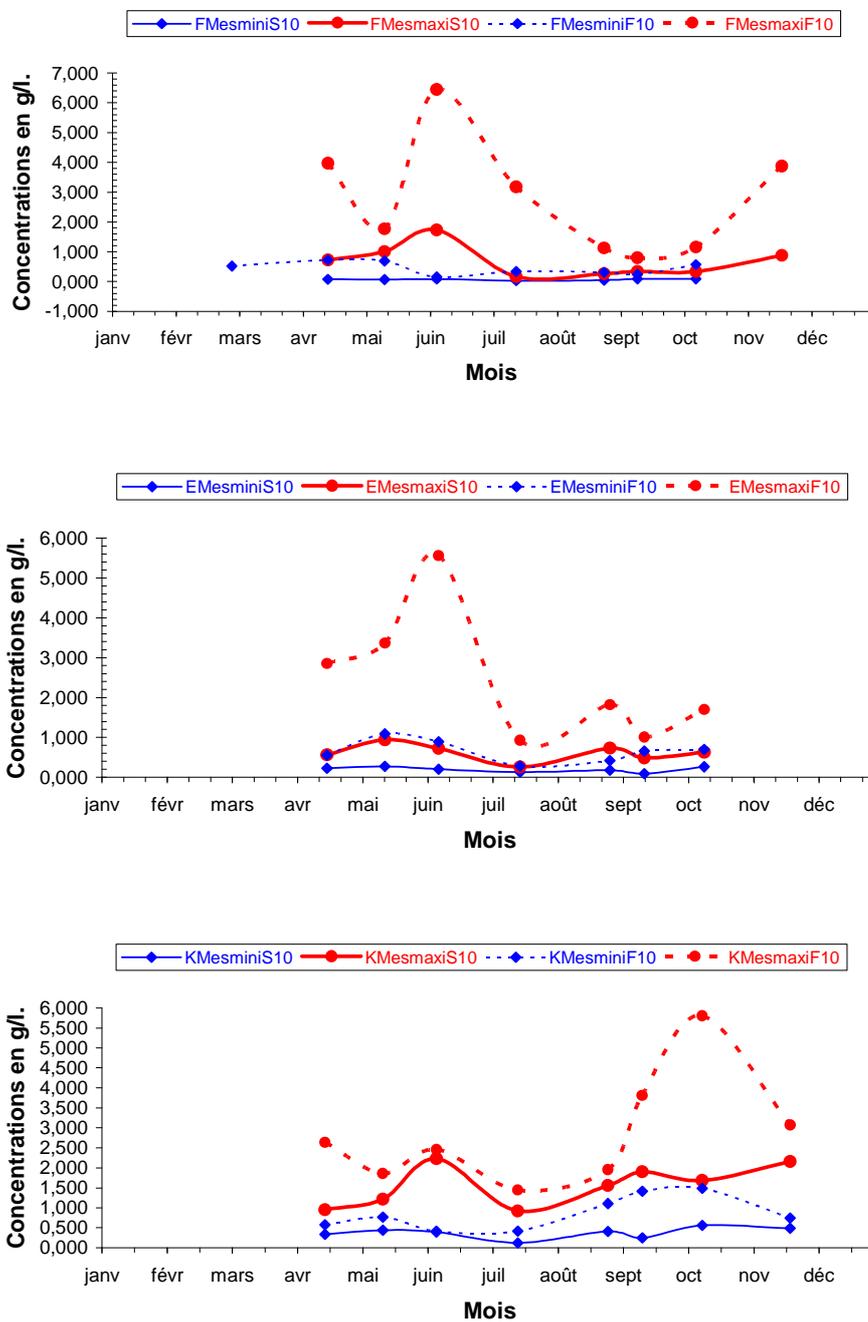


Figure 3-26 : Variations mensuelles des MES minimales et maximales aux points F-E-K en 2010

Tableau 3-12 : Maximum et minimum des MES observés au cours des années 1978 à 2010

Point E -PK 52- SURFACE

Année		g/l	Date	Débits (*)	Coefficients	Vitesses max de courant (cm.s ⁻¹)
1978	mini.	0,056	30-août	177	43-47	95
	maxi.	1,260	21-juin	840	91-96	165
1979	mini.	0,040	07-juin	1814	52-56	115
	maxi.	2,420	13-mars	685	73-77	155
1980	mini.	0,060	13-févr	1580	44-48	-85
	maxi.	1,900	18-juin	400	72-67	160
1981	mini.	0,050	12-août	263	41-44	70
	maxi.	2,470	22-avr	1276	85-84	180
1982	mini.	0,079	07-juil	372	72-73	160
	maxi.	1,682	17-mars	1548	55-49	170
1983	mini.	0,064	20-juil	442	54-52	115
	maxi.	1,220	30-nov	452	56-59	85
1984	mini.	0,152	08-août	275	49-50	85
	maxi.	2,424	08-mars	1371	79-75	133
1985	mini.	0,080	25-sept	260	41-47	-70
	maxi.	1,800	13-mars	1422	80-71	150
1986	mini.	0,072	14-mai	2146	62-58	90
	maxi.	1,760	19-nov	386	79-76	120
1987	mini.	0,108	19-août	438	33	70
	maxi.	1,780	28-janv	1034	73-66	160
1988	mini.	0,087	27-avr	1301	36-40	-75
	maxi.	1,700	24-août	327	36-40	108
1989	mini.	0,120	11-juil	205	54-50	97
	maxi.	1,902	12-avr	1030	64-56	145
1990	mini.	0,097	04-juil	487	43-44	90
	maxi.	1,768	14-nov	918	60-64	55
1991	mini.	0,037	05-juin	695	51-49	0,104
	maxi.	1,216	13-mars	838	41-47	98
1992	mini.	0,049	05-nov	1790	37-40	-78
	maxi.	1,334	09-juil	1410	57-54	94
1993	mini.	0,128	09-sept	325	51-45	Etale PM
	maxi.	1,380	04-nov	947	75-72	92
1994	mini.	0,081	07-juil	725	54-59	PM
	maxi.	0,878	10-nov	1885	66-59	120
1995	mini.	0,104	21-sept	285	39-44	Etale PM
	maxi.	0,660	13-avr	914	59-67	114
1996	mini.	0,122	25-juil	265	49-48	BM
	maxi.	1,055	10-oct	501	59-64	113
1997	mini.	0,141	16-avr	376	37-36	Etale PM
	maxi.	2,674	10-juil	485	72-69	148
1998	mini.	0,033	05-mars	626	79-70	-158
	maxi.	0,738	14-juil	268	89-87	155
1999	mini.	0,064	23-sept	397	55-62	+/-111
	maxi.	1,632	02-sept	230	82-76	143
2000	mini.	0,094	08-sept	307	31	82
	maxi.	1,209	29-sept	333	105-106	140
2001	mini.	0,072	31-août	236	50-55	106
	maxi.	0,829	04-juil	312	68-71	120
2002	mini.	0,078	17-sept	412	38-41	Etale BM
	maxi.	2,368	18-avr	692	73-68	178
2003	mini.	0,089	11-juil	173	61-65	116
	maxi.	1,965	12-sept	162	92-93	146
2004	mini.	0,082	27-juin	448	49-49	-108
	maxi.	0,212	06-nov	568	27-26	105
2005	mini.	0,126	15-juil	273	50-47	123
	maxi.	1,450	21-avr	961	48-45	157
2006	mini.	0,150	06-juil	202	40-41	111
	maxi.	1,189	09-juin	326	61-65	120
2007	mini.	0,092	23-août	226	26-27	Etale PM
	maxi.	1,300	11-juil	469	59-61	-70
2008	mini.	0,074	11-oct	242	51	Etale PM
	maxi.	1,400	18-avr	1399	69	117
2009	mini.	0,108	18-juin	645	47-50	Etale PM
	maxi.	0,295	25-avr	1563	92-95	Etale PM
2010	mini.	0,087	21-sept	260	70	Etale PM
	maxi.	0,938	21-mai	1139	60-58	Mi-flot

(*) Moyenne des 10 jours précédents.

Tableau 3-13 : Maximum et minimum des MES observés au cours des années 1978 à 2010

Point E-PK 52 FOND

Année	g/l	Date	Débits (*)	Coefficients	Vitesses max de courant (cm.s ⁻¹)	
1978	mini.	0,136	30-août	177	43-47	90
	maxi.	3,340	19-juil	524	76-82	120
1979	mini.	0,080	07-juin	1814	52-56	95
	maxi.	5,470	13-mars	685	73-77	130
1980	mini.	0,090	13-févr	1580	44-48	-65
	maxi.	2,860	23-avr	480	48-43	110
1981	mini.	0,058	12-août	263	41-44	75
	maxi.	38,810	08-juil	327	66-62	105
1982	mini.	0,408	07-juil	372	72-73	150
	maxi.	40,980	11-août	249	75-72	90
1983	mini.	0,164	08-juin	1471	56-51	-100
	maxi.	41,960	22-juin	838	63-65	-100
1984	mini.	0,324	08-août	275	49-50	85
	maxi.	31,310	11-janv	686	51-48	135
1985	mini.	0,102	25-sept	260	41-47	-55
	maxi.	7,168	13-mars	1422	80-71	145
1986	mini.	0,124	14-mai	2146	62-58	65
	maxi.	3,090	27-août	222	57-51	70
1987	mini.	0,174	19-août	438	33	50
	maxi.	8,250	20-mai	700	58-54	110
1988	mini.	0,145	27-avr	1301	36-40	-55
	maxi.	3,580	24-août	327	36-40	95
1989	mini.	0,164	11-juil	205	54-50	80
	maxi.	9,574	15-mars	1340	50-42	108
1990	mini.	0,190	04-juil	487	43-44	90
	maxi.	5,940	04-avr	474	40	82
1991	mini.	0,060	05-juin	695	51-49	86
	maxi.	3,178	14-nov	308	44-40	-79
1992	mini.	0,082	25-juin	1657	46-46	-78
	maxi.	9,956	24-avr	410	50-44	-90
1993	mini.	0,213	29-juil	456	51-45	-10
	maxi.	3,978	15-avr	650	40-37	-96
1994	mini.	0,144	19-mai	1473	51-50	BM
	maxi.	5,978	05-mai	1784	46	BM
1995	mini.	0,147	19-oct	378	33	Etale BM
	maxi.	2,453	24-mai	800	53	-82
1996	mini.	0,174	25-juil	265	49-48	BM
	maxi.	6,216	25-avr	731	52-46	86
1997	mini.	0,196	12-juin	475	58-53	BM
	maxi.	3,760	24-juil	311	104-101	-105
1998	mini.	0,046	05-mars	626	79-70	-148
	maxi.	2,032	03-juin	703	45-43	80
1999	mini.	0,102	02-sept	230	82-76	94
	maxi.	3,102	07-mai	1411	58-54	-88
2000	mini.	0,179	21-juil	408	75-73	BM
	maxi.	5,007	13-avr	1161	49	-53
2001	mini.	0,107	03-mai	1468	53	-88
	maxi.	1,314	09-nov	275	47-45	66
2002	mini.	0,292	17-sept	412	38-41	PM
	maxi.	9,111	18-avr	692	73-68	-59
2003	mini.	0,160	11-juil	173	61-65	85
	maxi.	7,398	14-nov	286	65-60	85
2004	mini.	0,242	27-juin	448	49-49	88
	maxi.	0,523	22-oct	368	42-41	76
2005	mini.	0,118	30-sept	322	44-51	85
	maxi.	2,350	21-avr	961	48-45	108
2006	mini.	0,230	06-juil	202	40-41	76
	maxi.	8,667	20-avr	1134	48-43	94
2007	mini.	0,147	23-août	226	26-27	Etale PM
	maxi.	3,950	08-juin	1163	60-58	-53
2008	mini.	0,232	09-juin	2231	73-58	Etale BM
	maxi.	6,200	18-avr	1399	69	-117
2009	mini.	0,169	18-juin	645	47-50	Etale PM
	maxi.	2,400	25-avr	1563	92-95	Etale PM
2010	mini.	0,280	22-juil	346	47-47	Etale PM
	maxi.	5,560	17-juin	1134	85-82	Etale BM

(*) Moyenne des 10 jours précédents.

3.5. Oxygène dissous

3.5.1. Variations temporelles

3.5.1.1. Variation au cours de la marée

En 2010 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 3 14)

en surface entre 0,07 ml/l (23 nov.) et 0,33 ml/l (21 avril)
au fond entre 0,11 ml/l (19 oct.) et 0,45 ml/l (21 avril)

Au Point E PK 52 (Tableau 3 15)

en surface entre 0,22 ml/l (21 sept.) et 0,57 ml/l (21 mai)
au fond entre 0,29 ml/l (21 sept.) et 0,54 ml/l (21 oct.)

Au Point K-PK 30 (Tableau 3 16)

en surface entre 0,15 ml/l (24 nov.) et 0,56 ml/l (21 juillet)
au fond entre 0,06 ml/l (21 juillet) et 0,55 ml/l (22 sept.)

3.5.1.2. Variations mensuelles

Point F-PK 67 (Figure 3 27, Figure 3 28)

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

en surface : 0,42 ml/l (7,74 %) le 20 juillet et 0,93 ml/l (15,56 %) le 15 juin.
au fond : 0,45 ml/l (8,35 %) le 20 juillet et 0,96 ml/l (16,13 %) le 15 juin.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées :

le 23 nov. en surface : 6,68 ml/l (90,65 %) (Qfl : 574 m³.s⁻¹ - coef. 52-54)

le 23 nov. au fond : 6,77 ml/l (92,24 %) (Qfl : 574 m³.s⁻¹ - coef. 52-54)

Les déficits moyens correspondants:

en surface : 0,69 ml/l (9,35 %)

au fond : 0,57 ml/l (7,76 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :
 le 23 août en surface : 4,93 ml/l (91.53 %) (Qfl : 249 m³.s⁻¹ - coef. 51-58)
 le 23 août au fond : 4,89 ml/l (90.88 %) (Qfl : 249 m³.s⁻¹ - coef. 51-58)

Les déficits moyens correspondants :
 en surface : 0,46 ml/l (8.47 %)
 au fond : 0,49 ml/l (9.12 %)

Les déficits minimum de l'année ont été relevés :
 le 20 juillet en surface : 0,30 ml/l (5.53 %) (Qfl : 258 m³.s⁻¹ - coef. 50-48)
 le 20 juillet au fond : 0,31 ml/l (5.75 %) (Qfl : 258 m³.s⁻¹ - coef. 50-48)

Les déficits maximum ont été relevés :
 le 15 juin en surface : 1,02 ml/l (16,72 %) (Qfl : 678 m³.s⁻¹ - coef. 47-46)
 le 15 juin au fond : 1,05 ml/l (17,24 %) (Qfl : 678 m³.s⁻¹ - coef. 47-46)

Les valeurs moyennes de l'année 2009 au point F évoluaient autour de 89 % du taux de saturation (5,45 ml/l). En 2010, les valeurs moyennes évoluent autour de 89,93 % (5,58 ml/l). Le déficit moyen annuel est évalué à 0,63 ml/l (10,07 %) alors qu'en 2009, il était évalué à 0,68 ml/l (11,00 %). (Tableau 3-14)(Tableau 3-17)

Tableau 3-14: Oxygène dissous au point F (PK 67)

VI-13 - OXYGENE DISSOUS														
POINT F PK 67														
ANNEE F 2010														
DATES		TAUX DE SATURATION			DEFICIT						ECART MAXI TRANCHE D'EAU		COEFFICIENT	Qfl: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents)
		ml/l	ml/l	%	Moyen ml/l	%	Minimum ml/l	%	Maximum ml/l	%	ml/l	%		
21	S	6,74	5,95	88,35	0,79	11,65%	0,61	9,25%	0,95	13,87%	0,09	1,35	77	1278
Avril 2010	F	6,72	5,97	88,88	0,75	11,12%	0,52	7,90%	0,97	14,17%				
19	S	6,63	5,98	90,25	0,65	9,75%	0,60	9,21%	0,70	10,36%	0,04	1,64	42-40	1518
Mai 2010	F	6,62	5,98	90,44	0,63	9,56%	0,49	7,57%	0,72	10,67%				
15	S	6,01	5,07	84,44	0,93	15,56%	0,88	14,87%	1,02	16,72%	0,11	0,89	47-46	678
Juin 2010	F	5,96	5,00	83,87	0,96	16,13%	0,87	14,91%	1,05	17,24%				
20	S	5,43	5,01	92,26	0,42	7,74%	0,30	5,53%	0,56	10,15%	0,11	2,18	50-48	258
Juillet 2010	F	5,42	4,97	91,65	0,45	8,35%	0,31	5,75%	0,64	11,56%				
23	S	5,39	4,93	91,53	0,46	8,47%	0,39	7,16%	0,50	9,18%	0,17	2,66	51-58	249
août 2010	F	5,38	4,89	90,88	0,49	9,12%	0,43	8,02%	0,60	11,32%				
20	S	5,75	5,19	90,35	0,55	9,65%	0,46	7,90%	0,67	11,81%	0,16	2,21	72-64	241
Sept 2010	F	5,74	5,17	90,06	0,57	9,94%	0,46	8,03%	0,79	14,02%				
19	S	6,42	5,86	91,33	0,56	8,67%	0,50	7,73%	0,64	9,87%	0,08	0,70	56-63	325
Octobre 2010	F	6,36	5,83	91,68	0,53	8,32%	0,48	7,55%	0,59	9,17%				
23	S	7,36	6,68	90,65	0,69	9,35%	0,65	8,77%	0,72	9,69%	0,12	2,41	52-54	574
Nov 2010	F	7,34	6,77	92,24	0,57	7,76%	0,51	7,17%	0,65	8,70%				
Moyennes	S	6,21	5,58	89,90	0,63	10,10%	0,55	8,80%	0,72	11,46%				
	F	6,19	5,57	89,96	0,62	10,04%	0,51	8,36%	0,75	12,11%				
	G	6,20	5,58	89,93	0,63	10,07%	0,53	8,58%	0,73	11,78%				
min Surf		5,39	4,93	84,44	0,42	7,74%	0,30	5,53%	0,50	9,18%	0,04	0,70		
min Fond		5,38	4,89	83,87	0,45	7,76%	0,31	5,75%	0,59	8,70%				
max Surf		7,36	6,68	92,26	0,93	15,56%	0,88	14,87%	1,02	16,72%	0,17	2,66		
max Fond		7,34	6,77	92,24	0,96	16,13%	0,87	14,91%	1,05	17,24%				

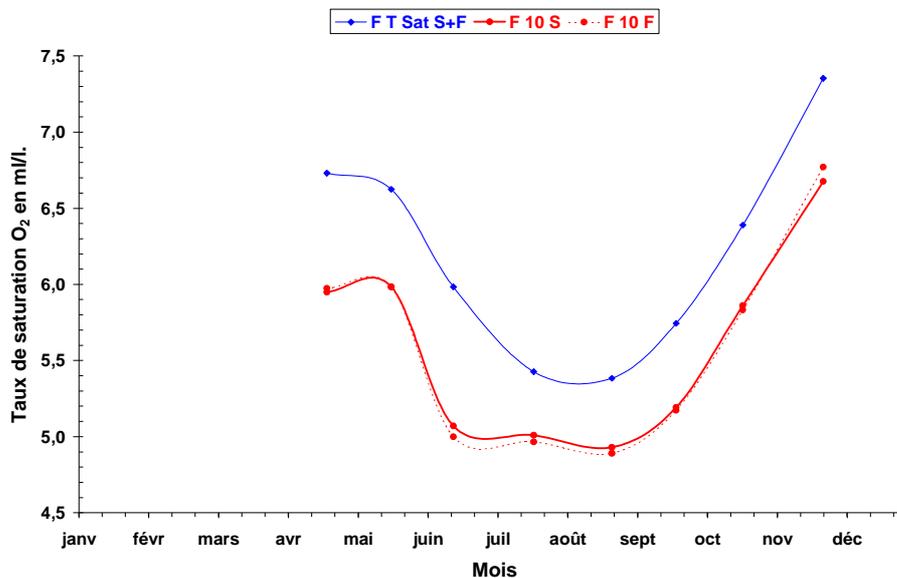


Figure 3-27 : Variations mensuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml.l¹ au Point F (PK 67) en 2010

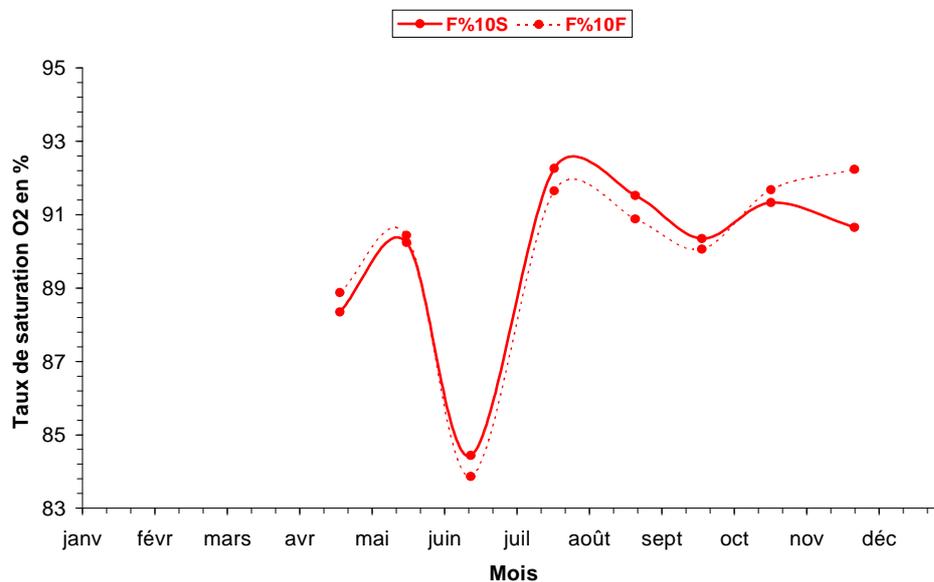


Figure 3-28 : Variations mensuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % au Point F (PK 67) en 2010

Au Point E-PK 52 (Figures 3-29 et 3-30)

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

en surface : 0,40 ml/l (6,79 %) le 21 sept. et 0,99 ml/l (15,75 %) le 17 juin.
 au fond : 0,44 ml/l (7,47 %) le 21 sept. et 1,06 ml/l (16,93 %) le 17 juin.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées

le 23 avril en surface : 5,98 ml/l (89,05 %) (Qfl : $1563 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 92-95)

le 23 avril au fond : 5,94 ml/l (87,94 %) (Qfl : $1563 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 92-95)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de:

en surface : 0,74 ml/l (10,95 %)

au fond : 0,82 ml/l (12,06 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 22 juillet en surface : 4,95 ml/l (88,28 %) (Qfl : $255 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 48-51)

le 22 juillet au fond : 4,81 ml/l (85,25 %) (Qfl : $255 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 48-51)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 0,66 ml/l (11,72 %)

au fond : 0,83 ml/l (14,75 %)

Les déficits minimum de l'année ont été observés :

le 24 août. en surface : 0,26 ml/l (4,85 %) (Qfl : $253 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 75-83)

le 21 sept. au fond : 0,29 ml/l (4,96 %) (Qfl : $239 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 87.80)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 17 juin en surface : 1,24 ml/l (19,37 %) (Qfl : $645 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 47-50)

le 17 juin au fond : 1,25 ml/l (19,58 %) (Qfl : $645 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 47-50)

Les valeurs moyennes de l'année 2009 au point E évoluaient autour de 84,20 % du taux de saturation (5,31ml/l). En 2010, les valeurs moyennes évoluent autour de 88,17 % (5,47 ml/l). Le déficit moyen annuel est évalué à 0,74 ml/l (11,83 %), alors qu'en 2009 il était évalué à 1,01 ml/l (15,80 %). (**Tableau 3-15**)

Tableau 3-15 Oxygène dissous au point E (PK 52)

VI-14 - OXYGENE DISSOUS														
POINT E PK 52														
ANNEE E 2010														
DATES		TAUX DE SATURATION ml/l	MOY DE LA MAREE		DEFICIT						ECART MAXI TRANCHE D'EAU		COEFFICIENT	Qfi: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents)
			ml/l	%	Moyen ml/l	%	Minimum ml/l	%	Maximum ml/l	%	ml/l	%		
23	S	6,72	5,98	89,05	0,74	10,95%	0,54	8,09%	0,95	13,86%	0,08	2,27	92-95	1563
Avril 2010	F	6,75	5,94	87,94	0,82	12,06%	0,64	9,52%	0,96	14,06%				
21	S	6,68	5,95	89,09	0,73	10,91%	0,45	7,03%	1,02	14,79%	0,06	2,15	37-38	1481
Mai 2010	F	6,74	5,94	88,09	0,81	11,91%	0,60	9,18%	1,00	14,39%				
17	S	6,24	5,25	84,25	0,99	15,75%	0,70	11,54%	1,24	19,37%	0,07	2,70	47-50	645
Juin 2010	F	6,27	5,21	83,07	1,06	16,93%	0,88	14,24%	1,25	19,58%				
22	S	5,61	4,95	88,28	0,66	11,72%	0,49	9,00%	0,88	15,34%	0,49	10,91	48-51	255
Juillet 2010	F	5,64	4,81	85,25	0,83	14,75%	0,67	11,82%	1,11	19,91%				
24	S	5,55	4,99	89,96	0,56	10,04%	0,26	4,85%	0,78	13,71%	0,10	1,81	75-83	253
Août 2010	F	5,57	4,92	88,36	0,65	11,64%	0,36	6,67%	0,88	15,47%				
21	S	5,89	5,49	93,21	0,40	6,79%	0,29	4,89%	0,50	8,43%	0,18	2,23	87-80	239
Sept 2010	F	5,87	5,43	92,53	0,44	7,47%	0,29	4,96%	0,58	9,85%				
21	S	6,68	5,87	87,98	0,81	12,02%	0,60	9,26%	1,16	16,96%	0,14	2,35	44-43	324
Octobre 2010	F	6,68	5,83	87,27	0,85	12,73%	0,69	10,33%	1,23	17,98%				
25	S	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!	0,00	#DIV/0!	0,00	#DIV/0!	0,00	#DIV/0!	0,00	#DIV/0!		
Nov 2010	F	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!	0,00	#DIV/0!	0,00	#DIV/0!	0,00	#DIV/0!				
Moyennes	S	5,42	5,50	88,83	0,70	11,17%	0,48	7,81%	0,93	14,64%				
	F	5,44	5,44	87,50	0,78	12,50%	0,59	9,53%	1,00	15,89%				
	G	5,43	5,47	88,17	0,74	11,83%	0,53	8,67%	0,97	15,26%				
min Surf		5,55	4,95	84,25	0,40	6,79%	0,26	4,85%	0,50	8,43%	0,06	1,81		
min Fond		5,57	4,81	83,07	0,44	7,47%	0,29	4,96%	0,58	9,85%				
max Surf		6,72	5,98	93,21	0,99	15,75%	0,70	11,54%	1,24	19,37%	0,49	10,91		
max Fond		6,75	5,94	92,53	1,06	16,93%	0,88	14,24%	1,25	19,91%				

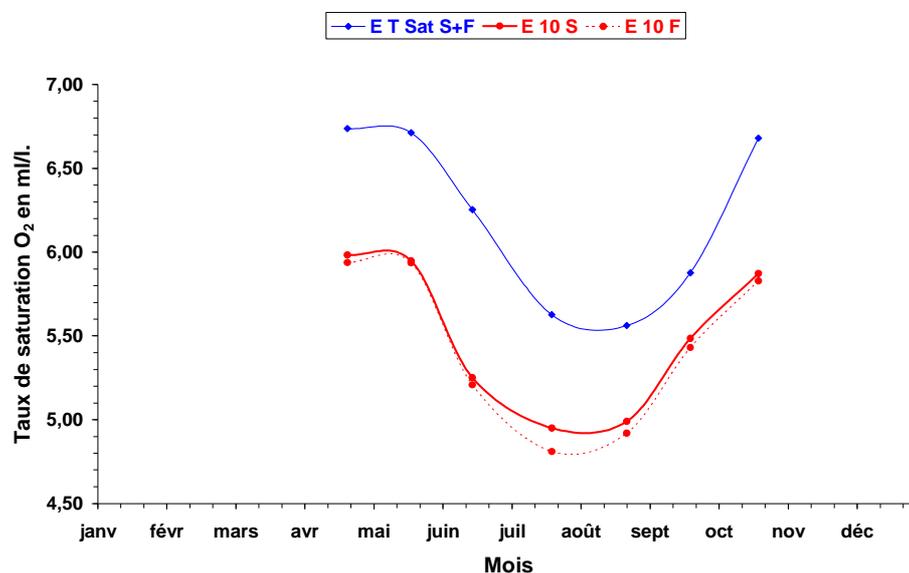


Figure 3-29 : Variations mensuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml.l⁻¹ au Point E (PK 52) en 2010

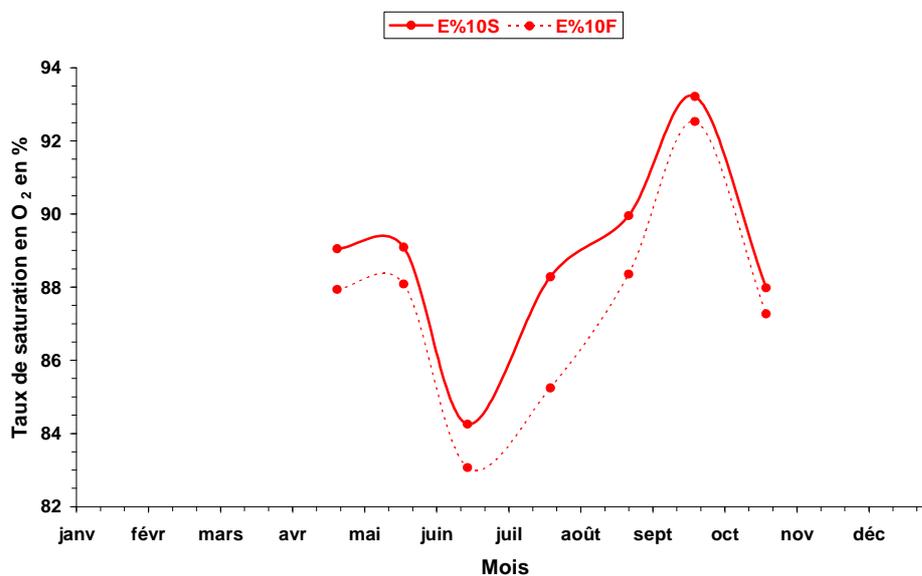


Figure 3-30 : Variations mensuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % au Point E (PK 52) en 2010

Point K-PK 30 (Figures 3-31 et 3-32)

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

en surface : 0,82 ml/l (13,83 %) le 25 août et 1.48 ml/l (23,82 %) le 22 sept.
 au fond : 0,92 ml/l (15,52 %) le 25 août et 1.46 ml/l (21,36 %) le 16 juin.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées

le 24 nov. en surface : 6,83 ml/l (86,45 %) (Qfl : 516 m³.s-1 - coef. 52-52)

le 24 nov. au fond : 6,77 ml/l (85,82 %) (Qfl : 516 m³.s-1 - coef. 52-52)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de:

en surface : 1,07 ml/l (13,55 %)

au fond : 1,12 ml/l (14,18 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 21 juillet en surface : 4,54 ml/l (79,37 %) (Qfl : 257 m³.s-1 - coef. 47-46)

le 21 juillet au fond : 4,61 ml/l (80,62 %) (Qfl : 257 m³.s-1 - coef. 47-46)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 1,18 ml/l (20,63 %)

au fond : 1,11 ml/l (19,38 %)

Les déficits minimum de l'année ont été observés :

le 25 août en surface : 0,71 ml/l (12,08 %) (Qfl : 250 m³.s-1 - coef. 66)

le 25 août au fond : 0,83 ml/l (14,01 %) (Qfl : 250 m³.s-1 - coef. 66)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 22 sept. en surface : 1,71 ml/l (27,40 %) (Qfl : 234 m³.s-1 - coef. 99-93)

le 16 juin au fond : 1,74 ml/l (26,98 %) (Qfl : 667 m³.s-1 - coef. 45-46)

Les valeurs moyennes de l'année 2009 au point K évoluaient autour de 78,46 % du taux de saturation (5,12 ml/l). En 2010 les valeurs moyennes évoluent autour de 82,88 % (5,52 ml/l). Le déficit moyen annuel est évalué à 1,13 ml/l (17,12 %) alors qu'en 2008 il était évalué à 1.39 ml/l (21,54 %).(**Tableau 3 16**)(**Tableau 3 18**).

La comparaison des années 2009 et 2010, dites sèches, met en évidence des oxygénations relativement élevées. Le bouchon vaseux se situe plus en amont en 2010 qu'en 2009, d'où un déficit moins important au point K pK 30..

Tableau 3-16 : Oxygène dissous au point K (PK 30)

VI-15 - OXYGENE DISSOUS														
POINT K PK 30														
ANNEE K 2010														
DATES		TAUX DE SATURATION		MOY DE LA MAREE		DEFICIT				ECART MAXI TRANCHE D'EAU		COEFFICIENT	Qfi: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents)	
		ml/l	%	ml/l	%	Moyen	Minimum	Maximum	ml/l	%				
22 Avril 2010	S	6,87	5,78	84,15	1,09	15,85%	0,89	12,74%	1,21	17,82%	0,07	0,91	87	1616
	F	6,87	5,76	83,84	1,11	16,16%	0,89	12,74%	1,27	18,73%				
20 Mai 2010	S	7,03	6,02	85,57	1,01	14,43%	0,91	13,07%	1,13	16,09%	0,01	0,56	40-38	1499
	F	7,04	6,02	85,51	1,02	14,49%	0,91	13,07%	1,17	16,65%				
16 Juin 2010	S	6,42	5,04	79,44	1,38	20,56%	1,21	19,18%	1,56	24,16%	0,18	2,81	45-46	667
	F	6,42	4,95	78,64	1,46	21,36%	1,28	20,29%	1,74	26,98%				
21 Juillet 2010	S	5,72	4,54	79,37	1,18	20,63%	1,00	17,60%	1,57	27,26%	0,43	7,56	47-46	257
	F	5,72	4,61	80,62	1,11	19,38%	1,07	18,90%	1,13	19,71%				
25 Août 2010	S	5,90	5,08	86,17	0,82	13,83%	0,71	12,08%	0,95	16,08%	0,13	2,15	66	250
	F	5,90	4,98	84,48	0,92	15,52%	0,83	14,01%	1,07	18,12%				
22 Sept 2010	S	6,20	4,73	76,18	1,48	23,82%	1,28	20,87%	1,71	27,40%	0,13	2,45	99-93	234
	F	6,19	4,77	77,05	1,42	22,95%	1,13	18,42%	1,68	27,05%				
20 Octobre 2010	S	6,91	5,71	82,65	1,20	17,35%	1,12	16,28%	1,38	19,69%	0,04	0,69	45-49	330
	F	6,91	5,70	82,48	1,21	17,52%	1,12	16,23%	1,43	20,36%				
24 Nov 2010	S	7,90	6,83	86,45	1,07	13,55%	1,12	14,18%	1,27	15,98%	0,21	2,40	52-52	516
	F	7,88	6,77	85,82	1,12	14,18%	1,07	13,55%	1,21	15,28%				
Moyennes	S	6,65	5,53	82,93	1,12	17,07%	1,00	15,26%	1,32	20,05%				
	F	6,64	5,51	82,83	1,13	17,17%	1,00	15,27%	1,28	19,41%				
	G	6,65	5,52	82,88	1,13	17,12%	1,00	15,27%	1,30	19,73%				
min Surf		5,72	4,54	76,18	0,82	13,55%	0,71	12,08%	0,95	15,98%	0,01	0,56		
min Fond		5,72	4,61	77,05	0,92	14,18%	0,83	12,74%	1,07	15,28%				
max Surf		7,90	6,83	86,45	1,48	23,82%	1,28	20,87%	1,71	27,40%	0,43	7,56		
max Fond		7,88	6,77	85,82	1,46	22,95%	1,28	20,29%	1,74	27,05%				

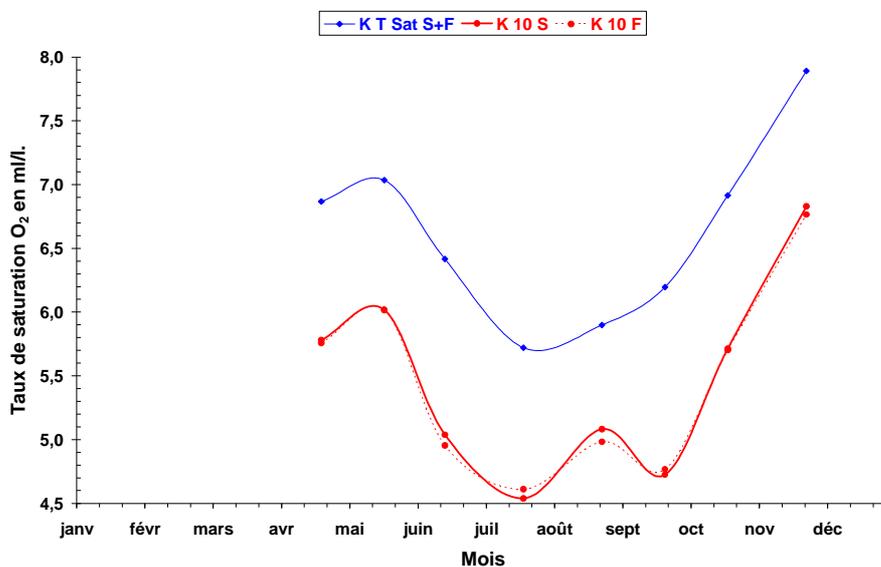


Figure 3-31 : Variations mensuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml.l⁻¹ au Point K (PK 30) en 2010

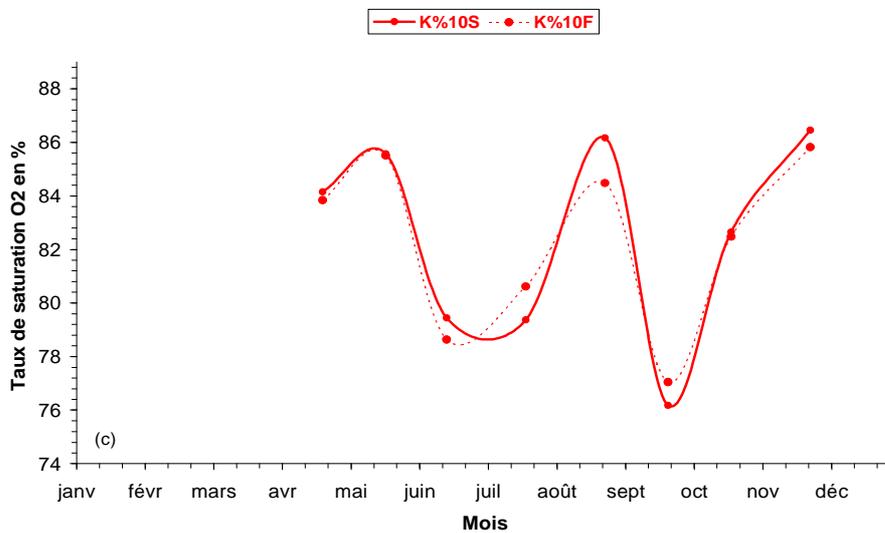


Figure 3-32 : Variations mensuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % au Point K (PK 30) en 2010

3.5.1.3. Variations pluriannuelles

Tableau 3-17 : Moyenne des déficits annuels aux points F (PK 67) et E (PK 52) Intervalle de confiance Tn-1

	ANNEE	Nombre de valeurs	Moyenne des déficits annuels : ml/l	Intervalle de confiance	n-1
Point F	1992	62	1,110	0,0582	0,275
	1993	60	1,238	0,0610	0,284
	1994	64	1,107	0,0790	0,380
	1995	64	0,800	0,0645	0,310
	1996	64	0,937	0,0634	0,305
	1997	64	0,990	0,0355	0,171
	1998	64	0,873	0,0507	0,243
	1999	64	1,040	0,0534	0,256
	2000	64	1,201	0,0560	0,268
	2001	64	0,997	0,0617	0,295
	2002	64	1,010	0,0619	0,296
	2003	64	0,842	0,0752	0,360
	2004	64	0,786	0,1045	0,496
	2005	64	0,448	0,0842	0,400
	2006	58	0,584	0,0690	0,330
	2007	48	0,415	0,0650	0,311
	2008	64	0,670	0,0600	0,285
	2009	64	0,667	0,0501	0,238
2010	64	0,625	0,0389	0,185	
Point E	1978	124	0,499	0,1766	1,186
	1979	157	0,420	0,0611	0,463
	1980	163	0,496	0,0599	0,462
	1981	168	0,820	0,0526	0,412
	1982	162	0,843	0,0499	0,384
	1983	168	1,165	0,0444	0,348
	1984	100	1,337	0,0461	0,278
	1985	90	1,312	0,0599	0,342
	1986	90	1,175	0,0536	0,306
	1987	90	1,301	0,0554	0,316
	1988	90	1,362	0,0496	0,283
	1989	90	1,254	0,0782	0,446
	1990	86	1,186	0,0513	0,286
	1991	88	1,199	0,0531	0,300
	1992	64	1,259	0,0630	0,303
	1993	64	1,420	0,0535	0,257
	1994	64	1,097	0,1081	0,520
	1995	64	1,000	0,0730	0,351
	1996	64	1,047	0,0552	0,266
	1997	64	1,064	0,0435	0,209
	1998	64	1,147	0,0573	0,274
1999	64	1,154	0,0558	0,267	
2000	64	1,456	0,0598	0,286	
2001	64	0,939	0,0845	0,405	
2002	64	1,170	0,0687	0,329	
2003	64	1,111	0,0851	0,408	
2004	64	1,039	0,0836	0,397	
2005	64	0,817	0,0670	0,318	
2006	64	0,819	0,0655	0,314	
2007	64	0,590	0,0495	0,237	
2008	64	0,768	0,0445	0,211	
2009	64	0,899	0,0504	0,240	
2010	56	0,646	0,0706	0,335	

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

Tableau 3-18 : Moyenne des déficits annuels aux points J (PK 52) et K (PK 30) Intervalle de confiance Tn-1

	ANNEE	Nombre de valeurs	Moyenne des déficits annuels : ml/l	Intervalle de confiance	n-1
Point J	1984	86	1,387	0,0698	0,390
	1985	90	1,294	0,0397	0,227
	1986	90	1,025	0,0576	0,329
	1987	90	1,470	0,0631	0,360
	1988	90	1,518	0,0503	0,287
	1989	90	1,422	0,0751	0,428
	1990	90	1,328	0,0524	0,299
	1991	88	1,338	0,0597	0,337
Point K	1984	90	1,511	0,0678	0,387
	1985	90	1,419	0,0708	0,474
	1986	90	1,241	0,0736	0,420
	1987	90	1,800	0,0790	0,451
	1988	90	1,361	0,0710	0,405
	1989	90	1,517	0,0644	0,368
	1990	90	1,628	0,0634	0,362
	1991	88	1,600	0,0620	0,350
	1992	64	1,592	0,0850	0,409
	1993	64	1,896	0,0746	0,359
	1994	64	1,132	0,1556	0,749
	1995	64	1,470	0,1522	0,732
	1996	64	1,553	0,0645	0,310
	1997	64	1,674	0,0658	0,317
	1998	64	1,516	0,0580	0,277
	1999	64	1,539	0,0642	0,307
	2000	64	1,709	0,0711	0,340
	2001	64	1,119	0,1103	0,528
	2002	64	1,710	0,0509	0,244
	2003	64	1,605	0,0927	0,444
	2004	64	1,542	0,1229	0,584
	2005	64	1,242	0,0682	0,324
2006	64	1,219	0,0834	0,399	
2007	56	0,823	0,0972	0,466	
2008	64	0,946	0,0847	0,402	
2009	64	1,338	0,1166	0,554	
2010	64	1,162	0,0484	0,230	

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

3.5.2. 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.

3.5.2.1. Variations longitudinales (Tableaux 3-14 à 3-16)

La moyenne des teneurs annuelles 2010 est de :

En surface :

Au Point F :

5,58 ml/l (89,90 %) pour une valeur de saturation de 6,21 ml/l, d'où un déficit de 0,63 ml/l (10,10 %).

Au Point E :

5,50 ml/l (88,83 %) pour une valeur de saturation de 5,42 ml/l, d'où un déficit de 0,70 ml/l (11,17 %).

Au Point K :

5,53 ml/l (82,93 %) pour une valeur de saturation de 6,65 ml/l, d'où un déficit de 1,12 ml/l (17,07 %).

Au fond :

Au point F :

5,57 ml/l (89,96 %) pour une valeur de saturation de 6,19 ml/l, d'où un déficit de 0,62 ml/l (10,04 %).

Au point E :

5,44 ml/l (87,5 %) pour une valeur de saturation de 5,44 ml/l, d'où un déficit de 0,78 ml/l (12,50 %).

Au Point K :

5,51 ml/l (82,83 %) pour une valeur de saturation de 6,64 ml/l, d'où un déficit de 1,13 ml/l (17,17 %).

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

Au Point F :

entre 0,44 ml/l (8,04 %) le 20 juillet et 0,95 ml/l (15,85 %) le 15 juin.

Au Point E :

entre 0,42 ml/l (7,13 %) le 21 sept. et 1,02 ml/l (16,34 %) le 17 juin.

Au Point K :

entre 0,87 ml/l (14,67 %) le 25 août et 1,47 ml/l (22,59 %) le 22 sept. et 16 juin.

Pour l'année 2010, la comparaison des déficits aux trois points est représentée sur la **Figure 3-36**.

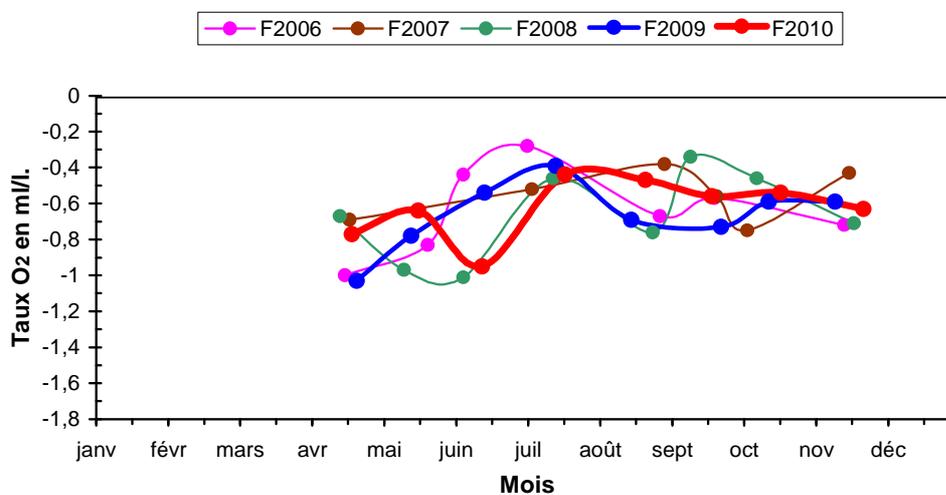


Figure 3-33 : Variations du déficit en oxygène dissous au point F (PK 67) (valeurs moyennes) de 2006 à 2010

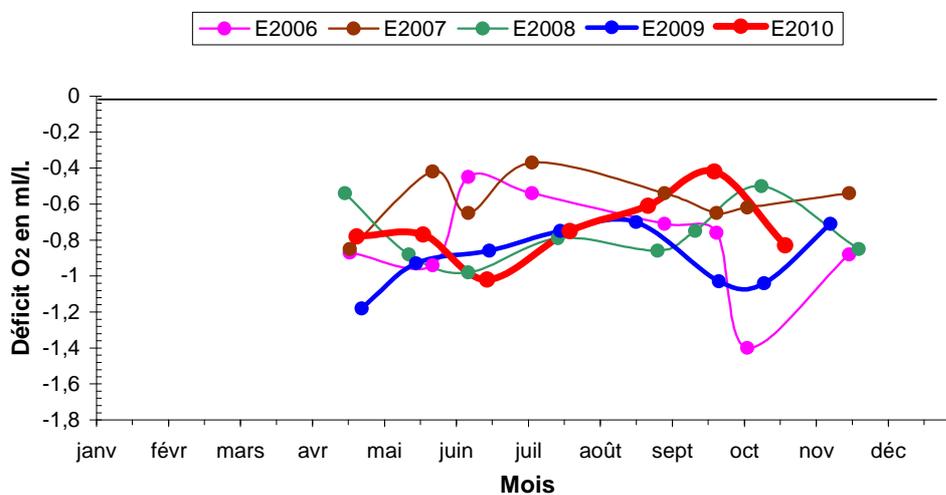


Figure 3-34 : Variations du déficit en oxygène dissous au point E (PK 52) (valeurs moyennes) de 2006 à 2010

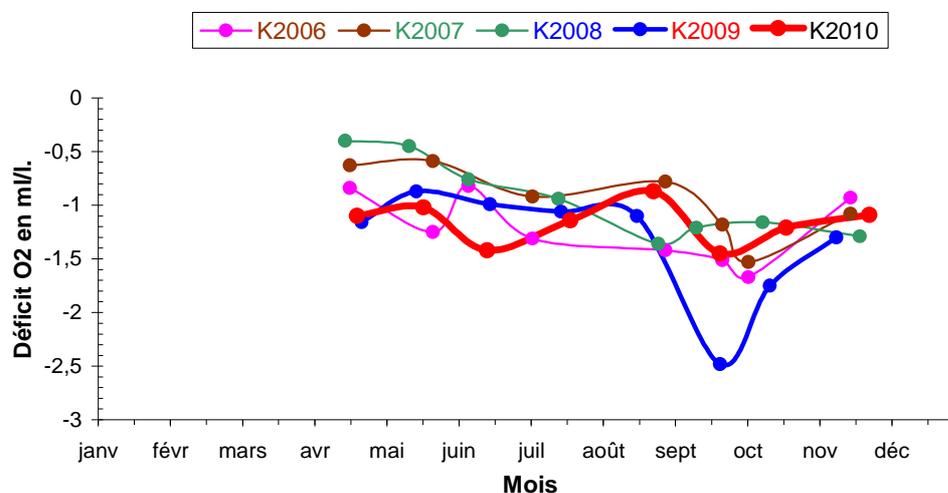


Figure 3-35 : Variations du déficit en oxygène dissous au point K (PK 30) (valeurs moyennes) de 2006 à 2010

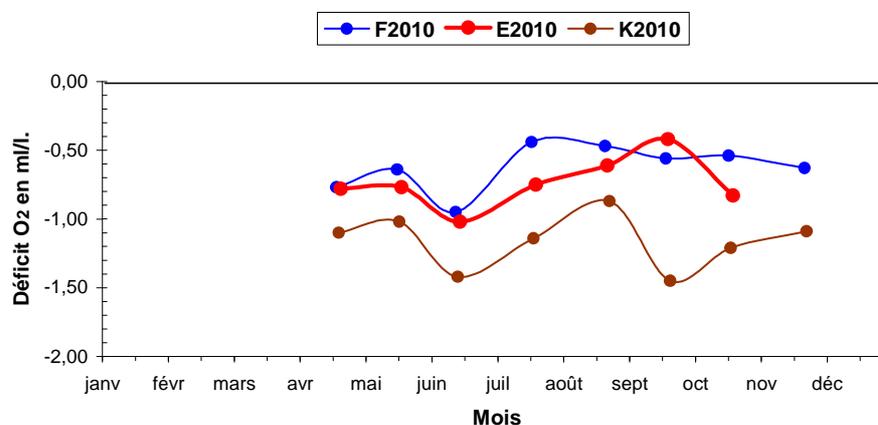


Figure 3-36 : Variations du déficit en oxygène dissous au point F, E, et K (valeurs moyennes) en 2010

3.5.2.2. 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 3-14)

Entre 0,04 ml/l (1,64 %) le 19 mai et 0,17 ml/l (2,66 %) le 23 août. Cette dernière valeur a été observée à la P.M. et correspond à des eaux ayant une température de 22,27° C en surface et 21,97 ° C au fond, et de turbidité : 0,043 g/l en surface et 0,358 g/l au fond.

Au Point E-PK 52 (Tableau 3-15)

Entre 0,06 ml/l (2,15%) le 21 mai et 0,49 ml/l (10,91 %) le 22 juillet. Cette dernière valeur a été observée à la P.M. et correspond à des eaux ayant une température de 25,32° C en surface et 23,90°C au fond, et de turbidité : 0,126 g/l en surface et 0,280 g/l au fond.

Au Point K-PK 30 (Tableau 3-16)

Entre 0,01 ml/l (0,56 %) le 20 mai et 0,43 ml/l (7,56 %) le 21 juillet. Cette dernière valeur a été observée à la B.M. et correspond à des eaux ayant une température de 24,35° C en surface et 24,36°C au fond, et de turbidité : 0,310 g/l en surface et 0,413 g/l au fond.

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

Synthèse :

Depuis le début des mesures (1978 pour le point E), on n'observe pas de diminution avérée de la teneur en oxygène dissous des eaux. Les fluctuations observées sont influencées par la température, la concentration en M.E.S., et à un moindre degré par la salinité des eaux de l'estuaire. En conséquence la position moyenne du bouchon vaseux au cours de l'année a une influence sur la teneur en oxygène des eaux estuariennes. Ces dernières années, le bouchon vaseux se localise très en amont au cours de la période estivale, d'où des teneurs en oxygène dissous relativement élevées pour l'estuaire. L'influence du CNPE sur la variabilité de ce paramètre est mineure par rapport aux facteurs « forçants²³ » cités ci-dessus.

²³ Facteurs forçants = facteurs majeurs influençant la variabilité d'un paramètre donné.

3.6. Mesure électrochimique du pH

3.6.1. Variations spatio-temporelles

Le pH moyen relevé au cours de l'année 2010 a évolué :

Au point F (Figure 3-37)

en surface entre 7,97 (20 septembre) et 8,05 (23 août)

au fond entre 7,96 (20 septembre) et 7,99 (23 août)

Au point E (Figure 3-37)

en surface entre 8,07 (21 mai) et 8,14 (24 août)

au fond entre 8,07 (21 mai) et 8,07 (22 juillet)

Au point K (Figure 3-37)

en surface entre 7,93 (20 mai) et 8,30 (24 novembre)

au fond entre 7,73 (20 mai) et 8,32 (24 novembre)

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.

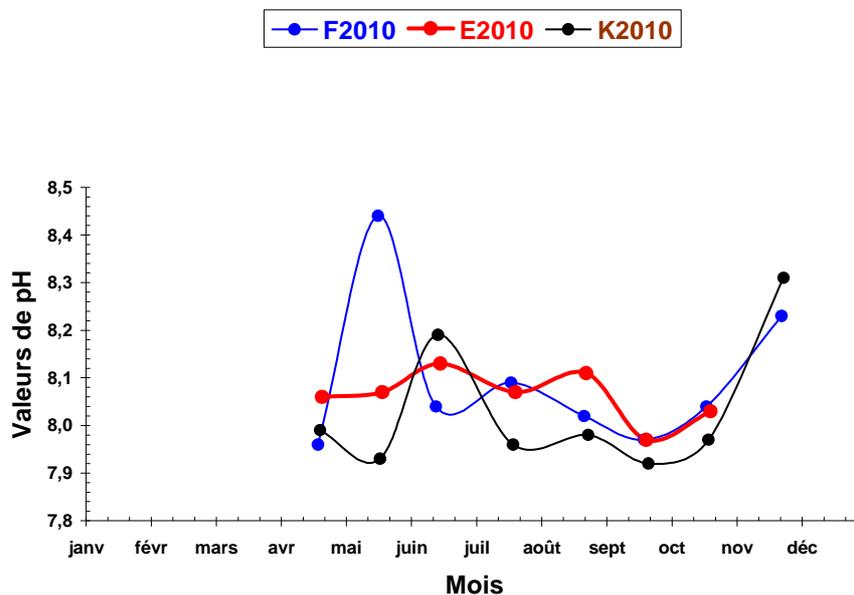


Figure 3-37 : Evolution du pH moyen (fond+surface) aux points F E K en 2010

La **Figure 3-38** montre l'évolution du taux de saturation en oxygène dissous et du pH aux stations.

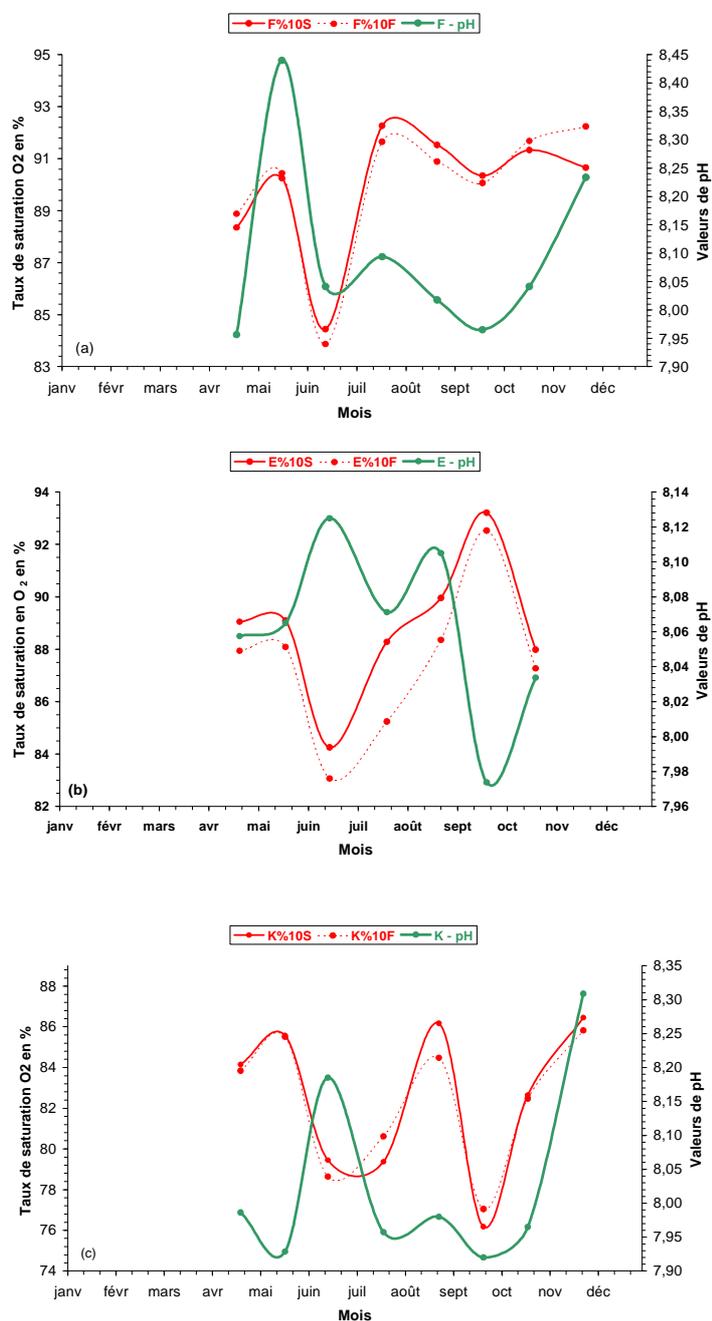


Figure 3-38 : Variations moyennes du pH (fond, surface) et du taux de saturation en oxygène aux points F (a), E (b), K (c) en 2010

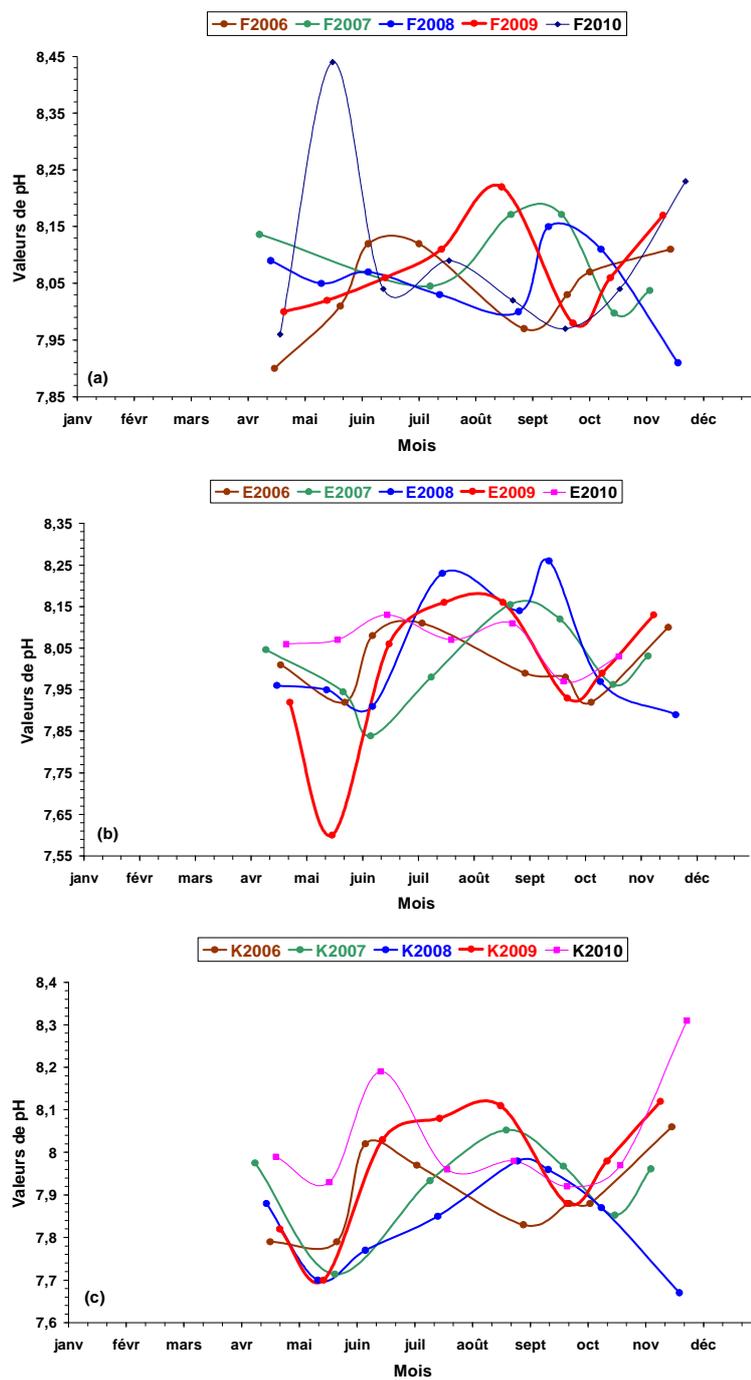


Figure 3-39 : Comparaison des valeurs moyennes de pH aux points F (a), E (b), K (c) de 2006 à 2010

Synthèse :

La gamme de variation des pH est étroite.

Si on compare les 5 années, on note que le pH est très sensible au débit fluvial. Une augmentation brusque du débit fluvial (même minime), provoque une diminution du pH.

Au cours de l'été, on observe souvent une diminution progressive et lente du pH. Ceci indique une " stagnation " des eaux estuariennes et ce sont les petites augmentations de débit du début de l'automne qui y mettent fin.

4. Paramètres hydrobiologiques et contaminants chimiques²⁴

4.1. 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 décidé²⁵ de réaliser le dosage du carbone organique dissous ; la teneur en carbone organique total est alors obtenue par sommation des fractions particulières et dissoutes.

4.1.1. Variations spatio-temporelle

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 les trois stations (**Figures 4-1 à 4-4**). Néanmoins, des variations des concentrations sont observées selon les périodes de prélèvement : d'avril à juin, les valeurs présentent peu de fluctuation pour les 3 stations puis chutent brutalement au mois de juillet. Pour K, les valeurs remontent progressivement pour atteindre leur maximum au mois d'octobre. En revanche, pour la station F, les concentrations en COT poursuivent leur diminution jusqu'au mois d'octobre puis augmentent brutalement au mois de novembre. Pour les stations F et K, les teneurs les plus élevées en COT, COP et COD sont enregistrées pour les campagnes d'avril et novembre.

²⁴ Il est à noter qu'aucune valeur n'est disponible en novembre pour la station E et qu'il est fort probable que les concentrations des différents paramètres recherchés suivent la même tendance que la station aval.

²⁵ Réunion annuelle de suivi du 18 décembre 2003 au CNPE du Blayais

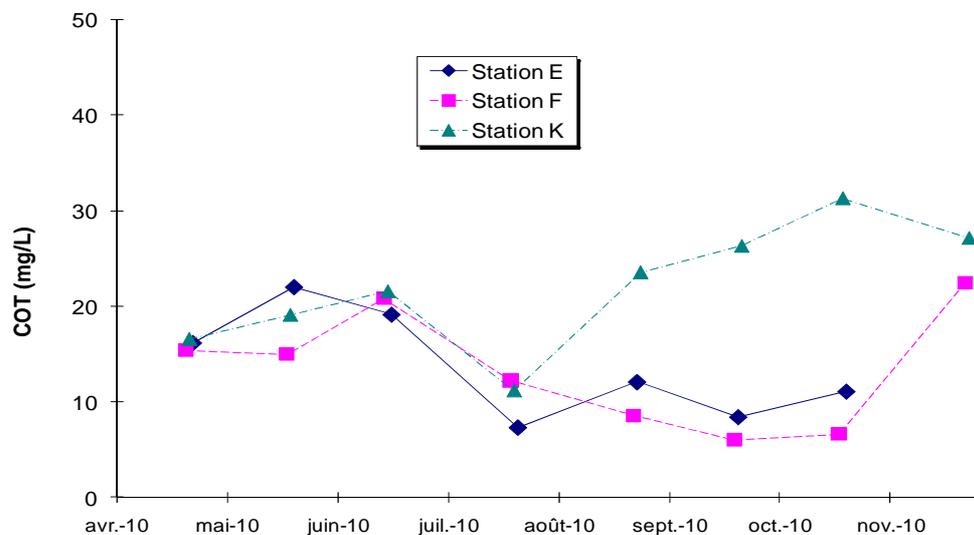


Figure 4-1 : Variations mensuelles des teneurs en carbone organique total, moyenne par mission, station E, F et K

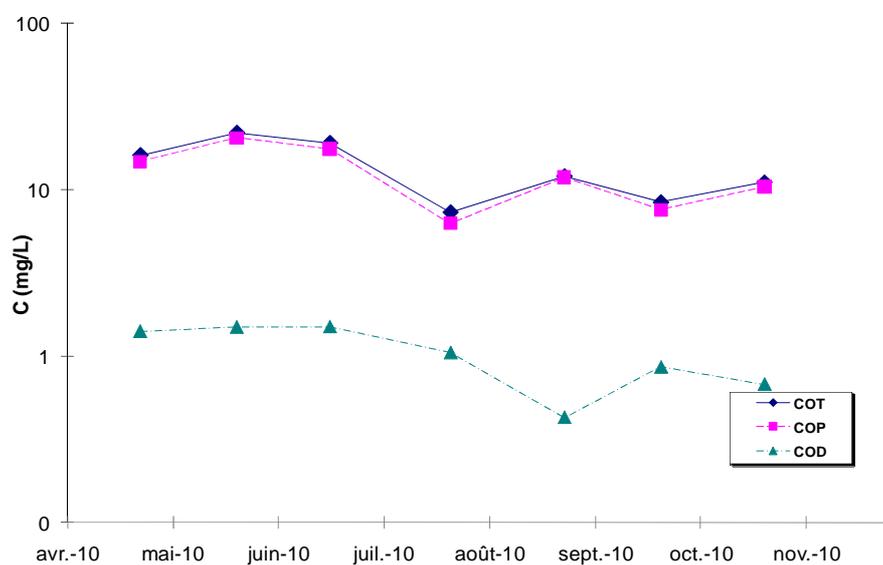


Figure 4-2 : Variations mensuelles des teneurs en carbone organique, en moyenne par mission, station E

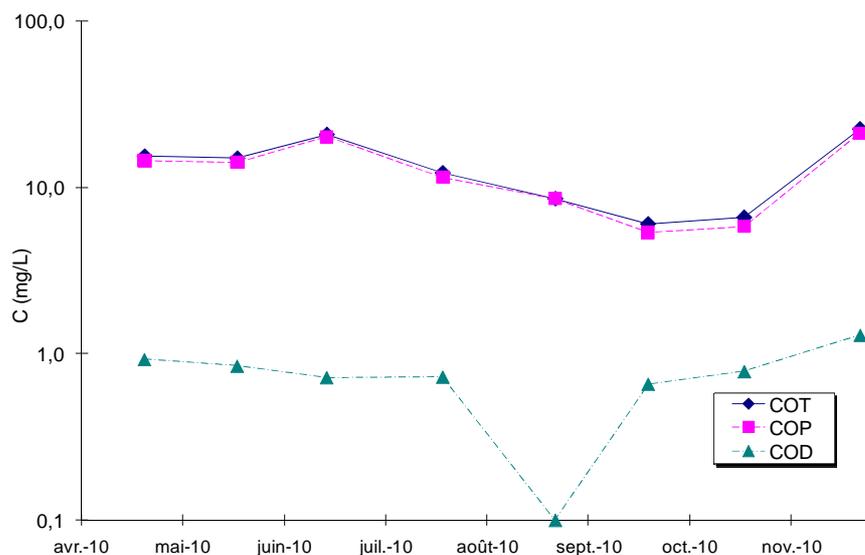


Figure 4-3 : Variations mensuelles des teneurs en carbone organique, en moyenne par mission, station F.

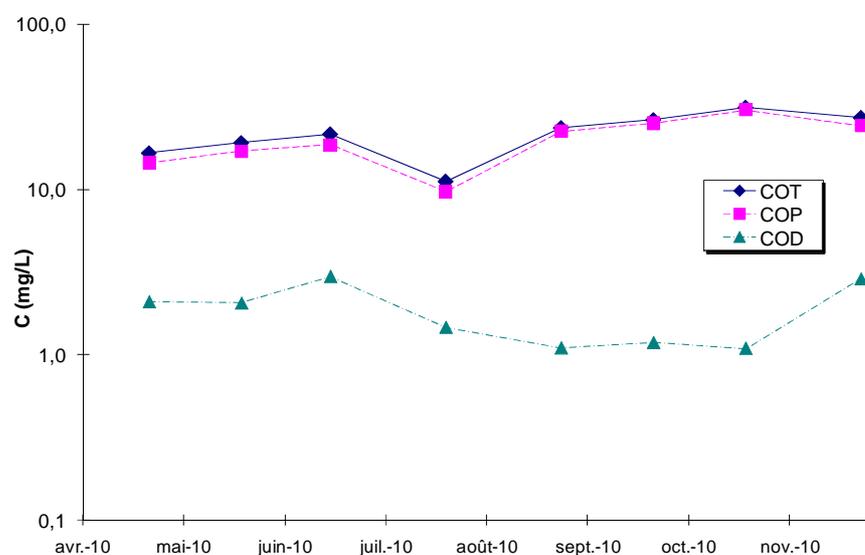


Figure 4-4 : Variations mensuelles des teneurs en carbone organique, moyenne par mission, station K

La fraction dissoute, bien que comparativement plus faible présente néanmoins des variations mensuelles intéressantes. Ainsi, pour 2010, une évolution amont - aval des teneurs en carbone organique dissous se dégage de façon significative, et plus particulièrement au mois d'août (**Figure 4-5**). 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. § 4.3), la station E constitue une situation intermédiaire, en raison de sa localisation dans l'Estuaire.

Les teneurs enregistrées en aval sont globalement faibles au printemps et chutent brutalement au mois d'août : en F, les concentrations en COD sont notamment inférieures à la limite de quantification de 0,1 mg/L pour les 8 échantillons constitués. Pour la station K, une augmentation des concentrations est observée au mois de juin, induite par un apport fluvial plus important durant cette période de l'année.

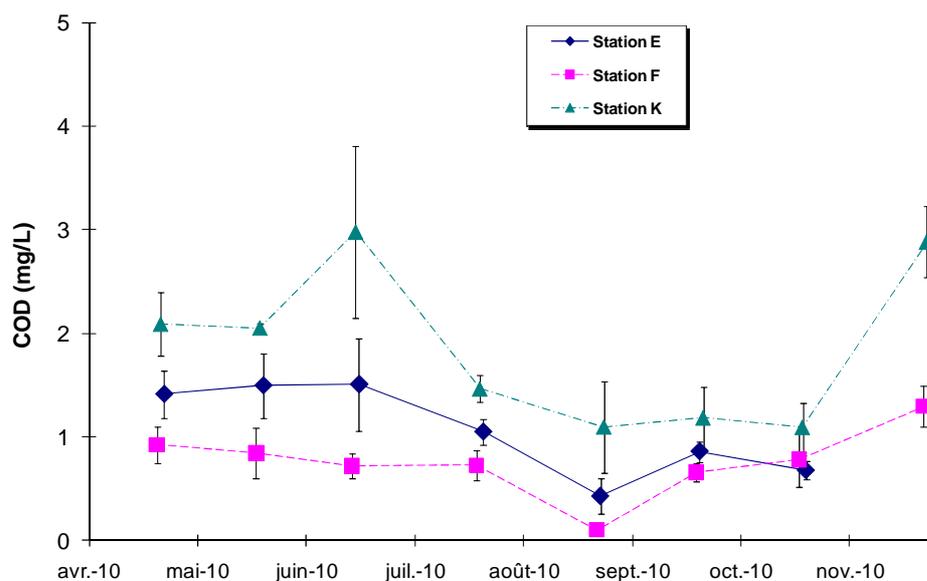


Figure 4-5 : Variations mensuelles des teneurs en carbone organique dissous, en moyenne par mission

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 mensuelles des teneurs en MES et en COP (**Figures 4-6 et 4-7**). 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 4-8**).

Trois périodes se distinguent avec une corrélation linéaire des valeurs en MES et en COP pour les trois stations étudiées. Au mois de novembre, les eaux présentent des concentrations plus élevées en MES et en COP pour toutes les stations prélevées. A la différence de 2008 et 2009, la diminution des teneurs en MES et COP n'est pas observée au printemps mais au mois de juillet marquant une inversion des profils : au printemps, les valeurs présentent peu de variations spatiales. En revanche, de juillet à octobre, un gradient décroissant de concentrations est observé de l'amont vers l'aval.

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.

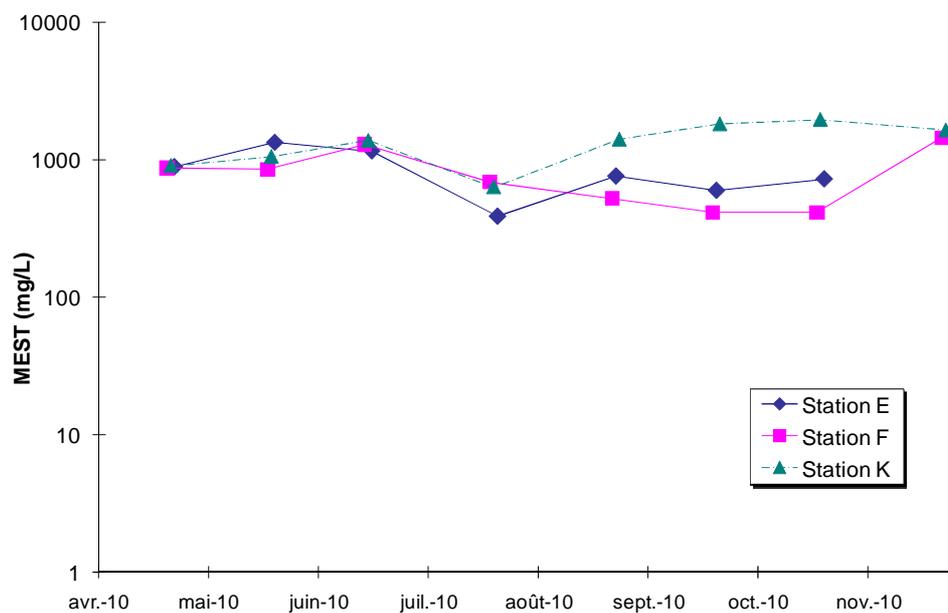


Figure 4-6 : Variations mensuelles des teneurs en matières en suspension, en moyenne par mission

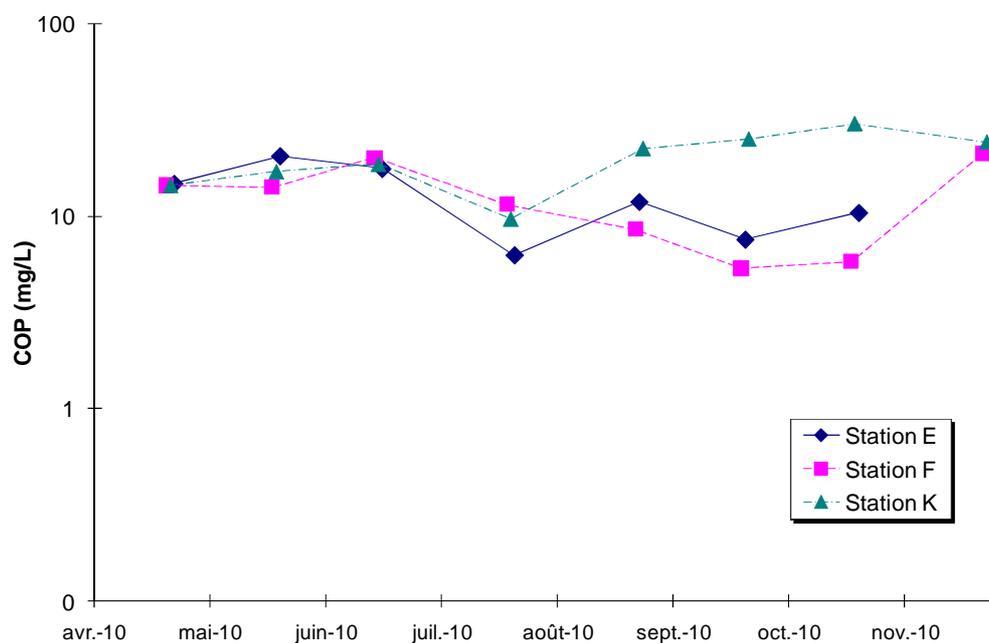


Figure 4-7 : Variations mensuelles des teneurs en carbone organique particulaire, en moyenne par mission

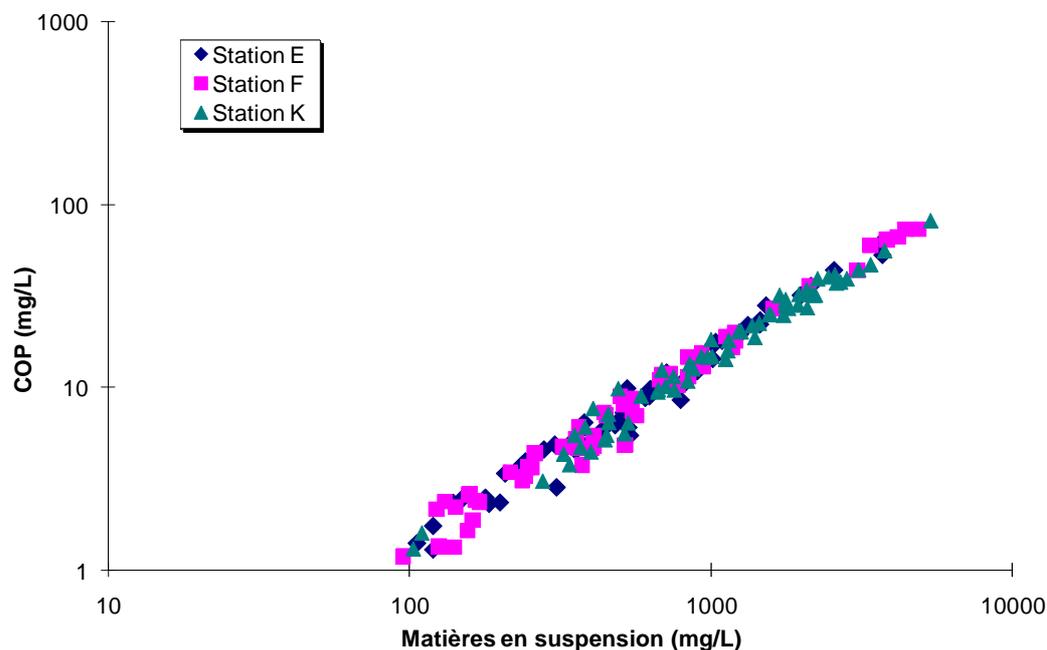


Figure 4-8 : répartitions des teneurs en COP par rapport à celles des matières en suspension, niveaux et missions confondus par station

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 4-9** et **4.10**). Les valeurs du ratio varient peu en fond ; néanmoins, des variations intéressantes sont observées en surface, nettement plus marquée en aval qu'en amont : ratio les plus élevés en juillet et les plus bas en juin et septembre.

Tous niveaux confondus, elles restent proches de la moyenne des mesures réalisées : 1,60%²⁶).

²⁶ Moyenne des mesures réalisées depuis 1993, toutes stations, temps de marée et niveaux confondus

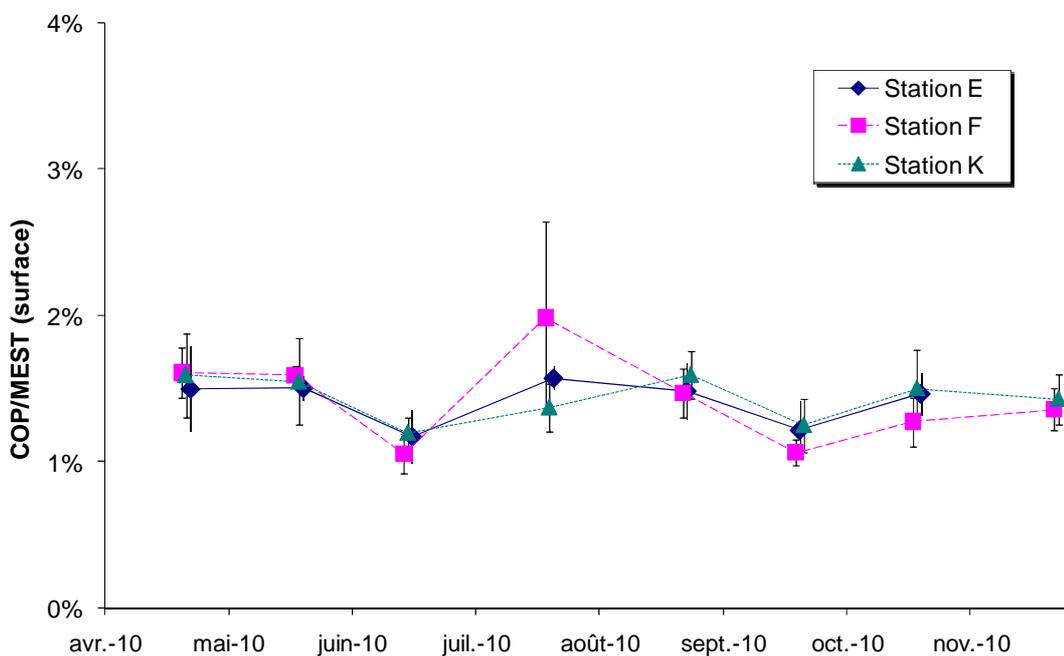


Figure 4-9 : Variations mensuelles du rapport COP/MES au niveau de la surface, en moyenne par station et mission

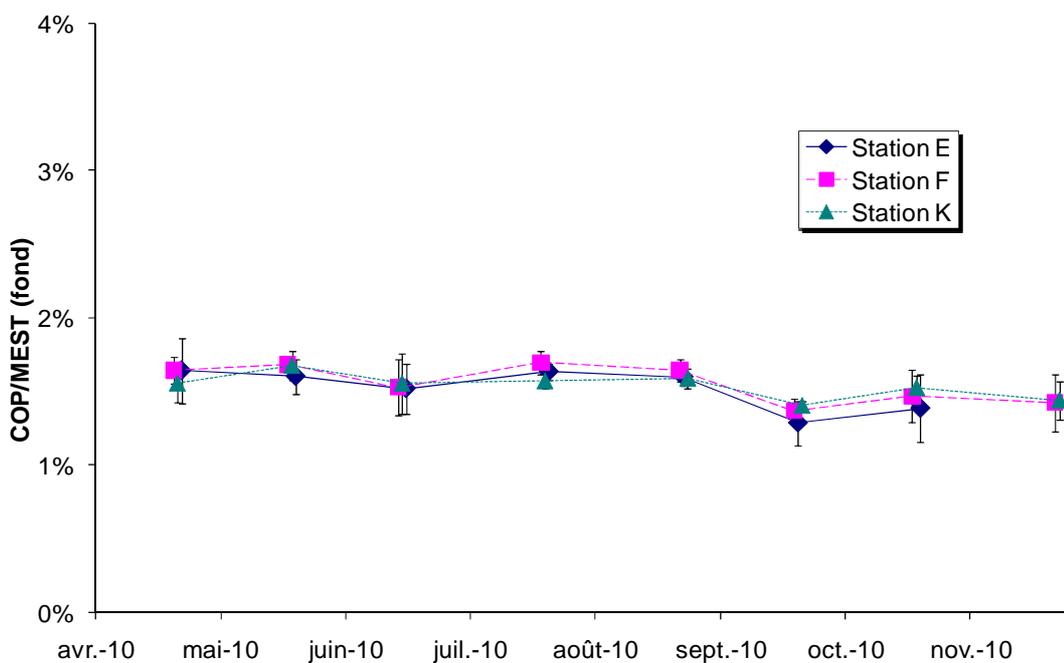


Figure 4-10 : Variations mensuelles du rapport COP/MES au niveau du fond, en moyenne par station et mission

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

4.1.2.1. 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, habituellement, majoritairement inférieur à cette valeur (**Figure 4-11**).

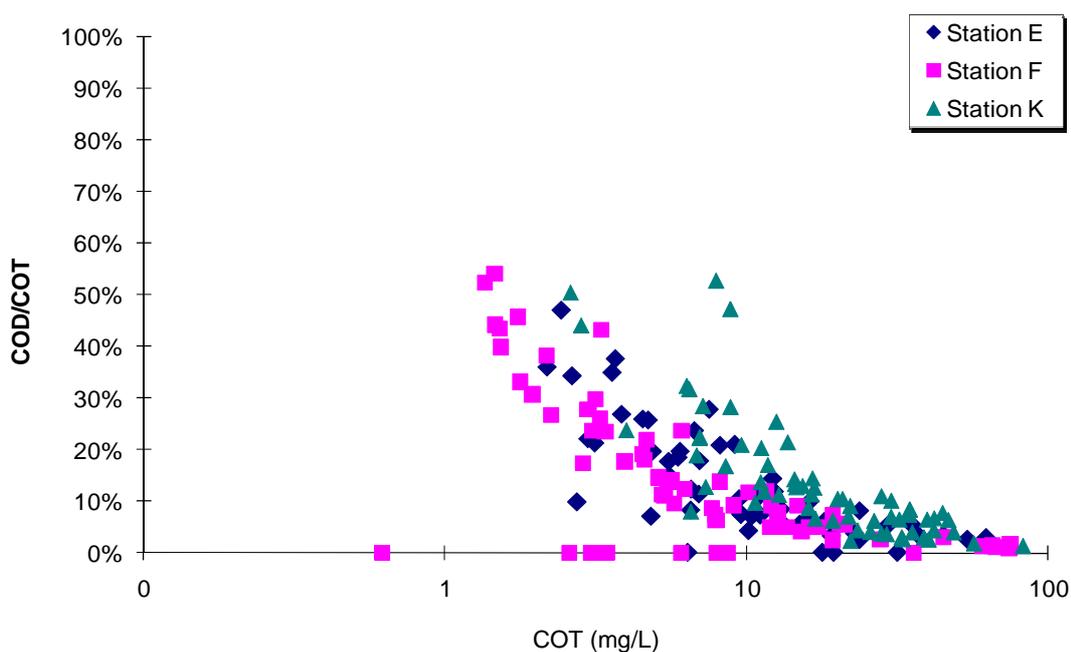


Figure 4-11 : Répartition du carbone organique, toutes stations, niveaux et temps de marée confondus.

Ainsi, pour les 184 mesures réalisées en 2010, 22 d'entre elles ont une teneur en carbone organique dissous (COD) représentant plus de 30% de la teneur en COT. Comparativement en 2009, 38 sur 192 points de mesures présentaient une teneur en carbone organique dissous représentant plus de 30% de la teneur en COT, 76 pour 2008, 19 sur 191 pour 2007 et 40 pour 183 enregistrements en 2006. En 2010, les teneurs en COD confirment la tendance à la baisse observée en 2009 et se rapprochent des valeurs enregistrées en 2007.

Cette année, les ratios COD/COT supérieurs à 30 % sont répartis de façon homogène entre les 3 stations de mesure :

- 5 pour la station E,
- 6 pour la station K (amont),
- 11 pour la station F (aval).

Il est également à noter que 95% des mesures de COD supérieures à 30% du COT sont enregistrés pour les points prélevés en surface. Un seul prélèvement réalisé en fond présente un ratio de 47% (station K - basse mer - mois de juin).

Les concentrations en COD du mois d'août correspondent aux valeurs les plus basses enregistrées notamment au droit des stations les plus aval. Pour F, les 8 mesures sont inférieures à la limite de quantification de 0,1mg/L

4.1.2.2. Relation avec les paramètres hydro biologiques

4.1.2.2.1 Rapport COP/MES et matières en suspension

Cette représentation montre une constance du rapport COP/MES, proche de la valeur de référence (moyenne pluriannuelle : 1,60 %), pour les 3 stations, tous niveaux et toutes périodes confondues, indépendamment de la concentration en MES (**Figure 4-12**).

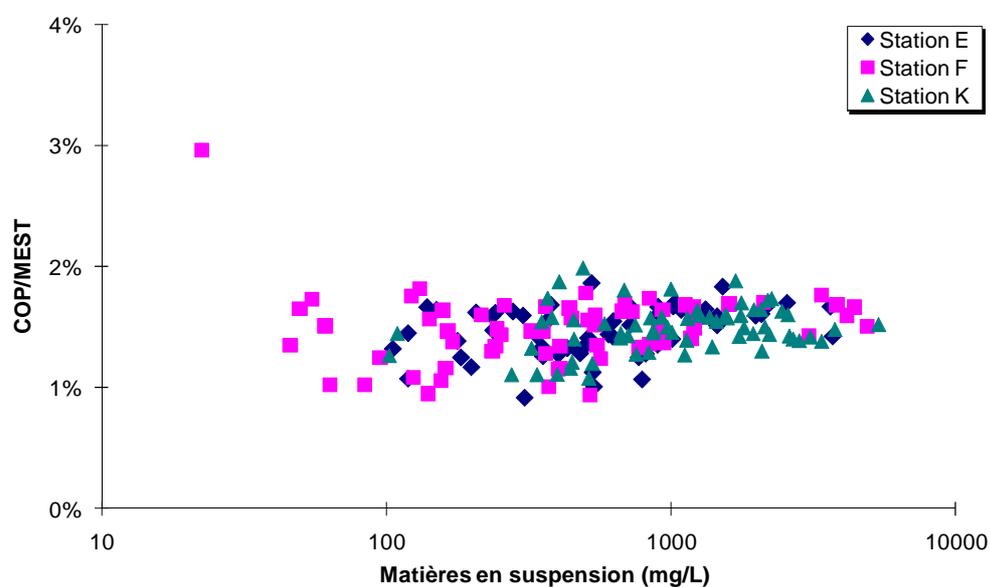


Figure 4-12 : Répartition des valeurs du rapport COP/MES (y) avec les teneurs en MES (x), par station.

Le rapport COP/MES le plus élevé est enregistré pour les stations F (2,96%). Uniquement cette mesure sur les 184 réalisées est supérieure à 2%. (**Tableau 4-1**).

Tableau 4-1 : ratio COP/MES supérieur à 2% (extrait de la base de données)

Station	Niv	Date	S ‰	Déficit ml/l	COD mg/L	MES mg/l	COP mg/l	COP/MES	COT mg/L	COD/COT	Période
F	S	20-juil-10	13,19	0,36	0,79	22,6	0,67	2,96%	1,46	54%	Mi-Jusant

4.1.3. Evolution des moyennes annuelles

4.1.3.1. Carbone organique total et dissous

La tendance observée depuis 2007 se confirme en 2010 ; après l'augmentation des moyennes annuelles enregistrée au cours de l'année 2006²⁷, pour l'ensemble des stations de mesures, les valeurs retrouvent un niveau proche de ceux enregistrés au cours des années 2004 et 2005 (**Figure 4-13**). 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. D'autre part, globalement, les concentrations moyennes annuelles de COT sont plus élevées en amont qu'en aval, en raison de fluctuations saisonnières plus importantes enregistrées à la station F. Cette tendance reste plus marquée sur les prélèvements de surface.

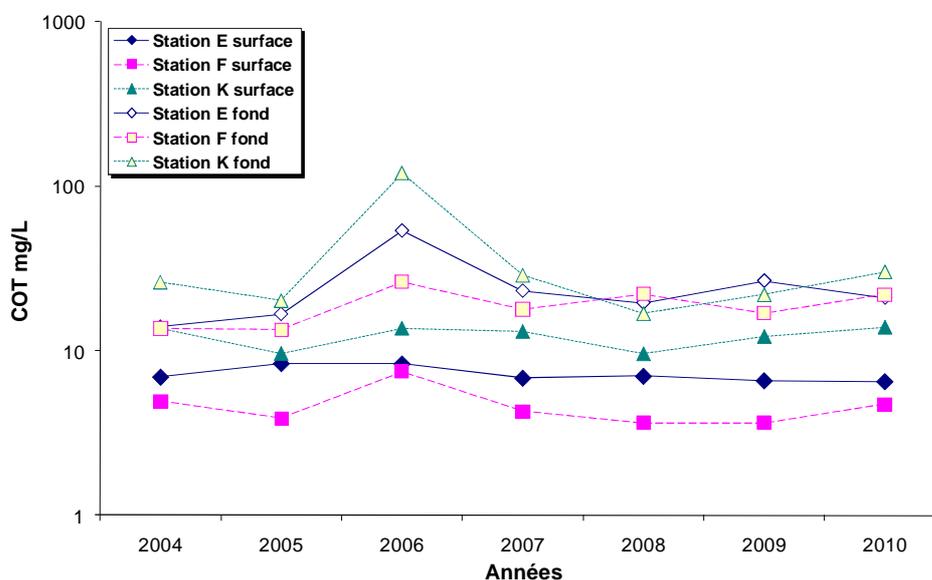


Figure 4-13 : évolution des moyennes annuelles des concentrations en COT, par station et niveau

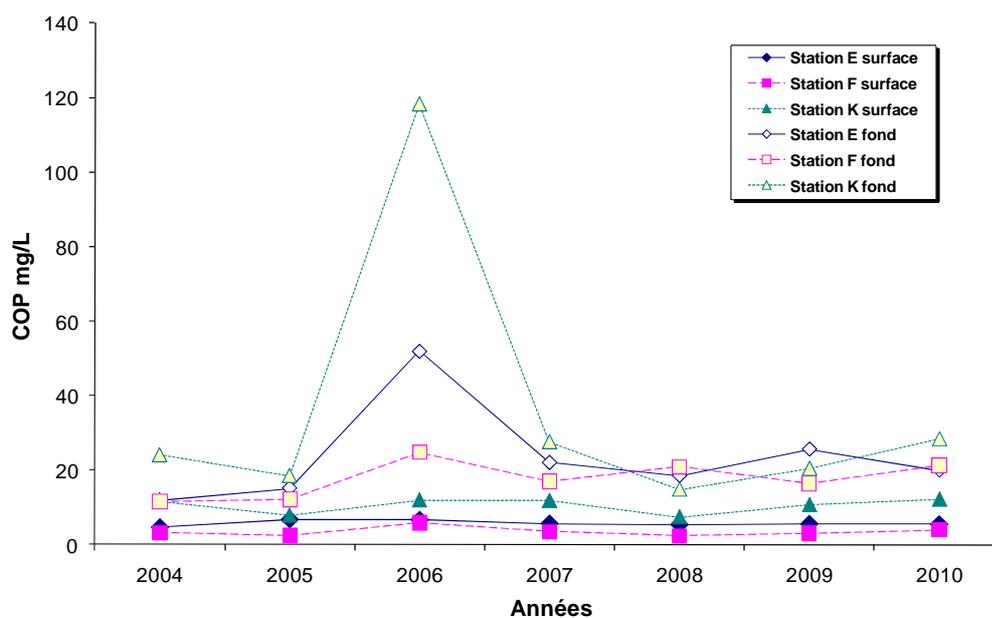
Le carbone organique total étant principalement composé de carbone organique particulaire ; les évolutions annuelles du COP (**Figure 4-14a**) suivent celles du COT (**Figure 4-13**).

En ce qui concerne le carbone organique dissous, les teneurs moyennes annuelles se rapprochent des résultats obtenus en 2007 ; on note toutefois une légère augmentation des concentrations en 2010 pour les stations K et F (**Figure 4-13b**). Pour la station E, la moyenne annuelle reste proche des données 2009 ; néanmoins, il est noter que la moyenne 2010 est incomplète par l'absence de données au mois de novembre, campagne présentant les teneurs les plus élevées en carbone organique au niveau des 2 autres stations.

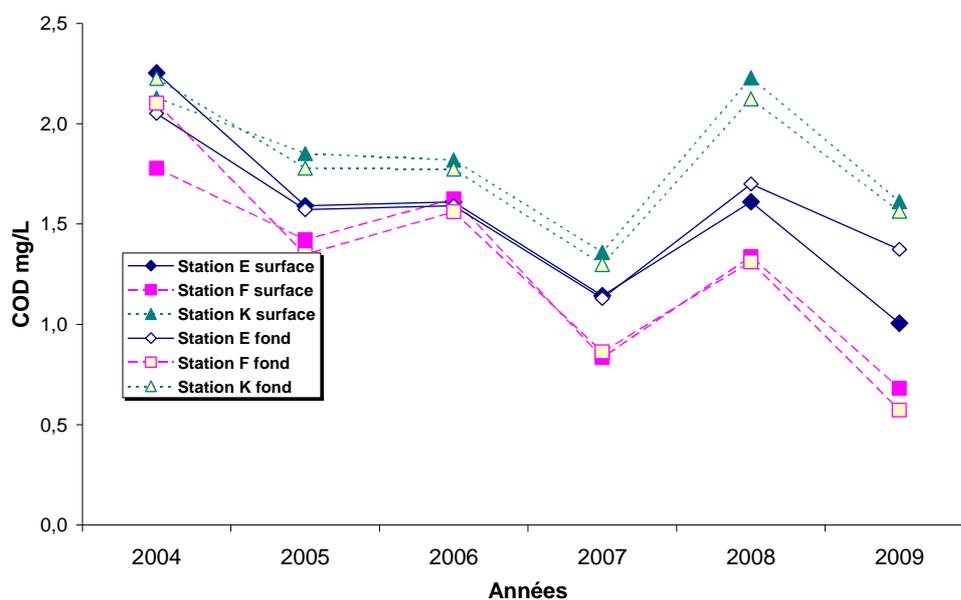
Les moyennes les plus faibles sont, depuis 2004, enregistrées à la station la plus en aval (F) et les plus élevées à la station la plus amont (K) ; la station E présente une situation

²⁷ Etude de surveillance écologique du site du CNPE « Le Blayais », année 2006

intermédiaire entre ces deux stations en raison de sa localisation dans l'Estuaire de la Gironde. Le carbone organique dissous a pour principale source les eaux douces. Aussi, la station K, située la plus en amont, est plus impactée par les apports fluviaux comparativement aux 2 autres stations. L'influence fluviale s'atténue progressivement vers aval, d'où un gradient de concentrations décroissant de la station K vers la station F.



a



b

Figure 4-14 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en COP (a) et COD (b), par station et niveau

4.1.3.2. 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 4-15 à 4-17**).

Pour la station E, les valeurs des moyennes annuelles des teneurs en carbone organique particulaire et en matières en suspension sont en légère diminution au fond et tendent vers la moyenne enregistrée en 2008. En surface, les variations sont moins marquées ; aucune évolution notable n'est observée depuis 2007.

Comme pour le COD, aucune valeur n'est disponible pour le mois de novembre induisant un biais sur les moyennes annuelles au droit de cette station.

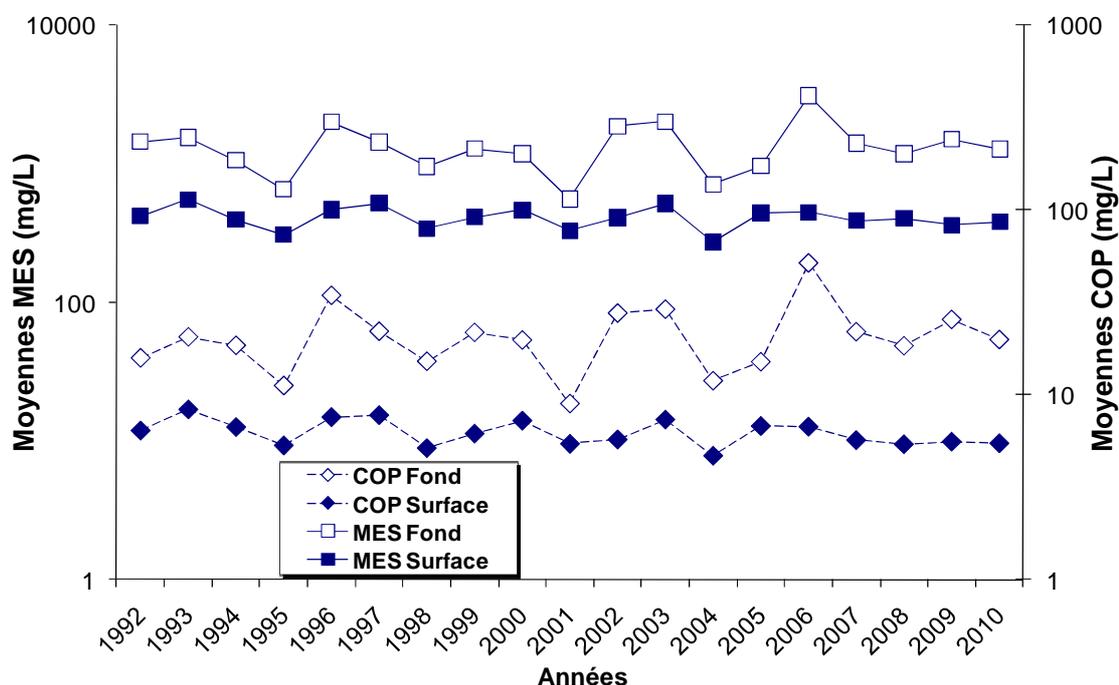


Figure 4-15 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et en COP à la station E, par niveau.

Pour les stations aval (F) et amont (K), les enregistrements des teneurs en carbone organique particulaire et en matières en suspension, de fond et de surface, augmentent en comparaison avec 2009, tout en restant dans la gamme des variations naturelles observées depuis 1992.

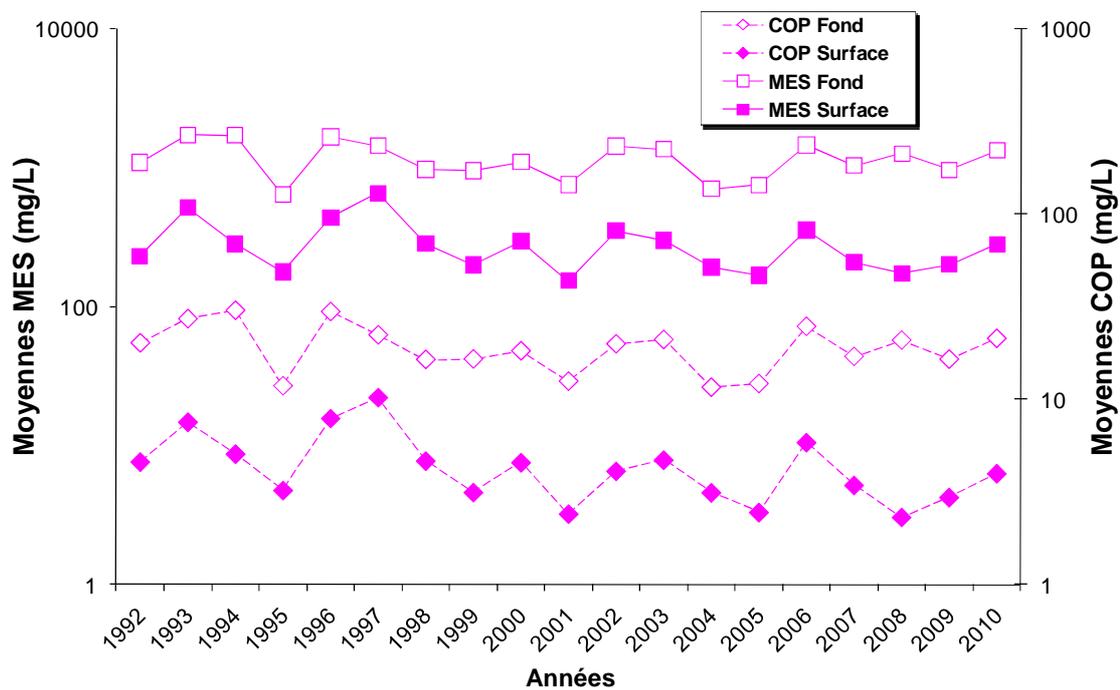


Figure 4-16 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et en COP à la station F, par niveau

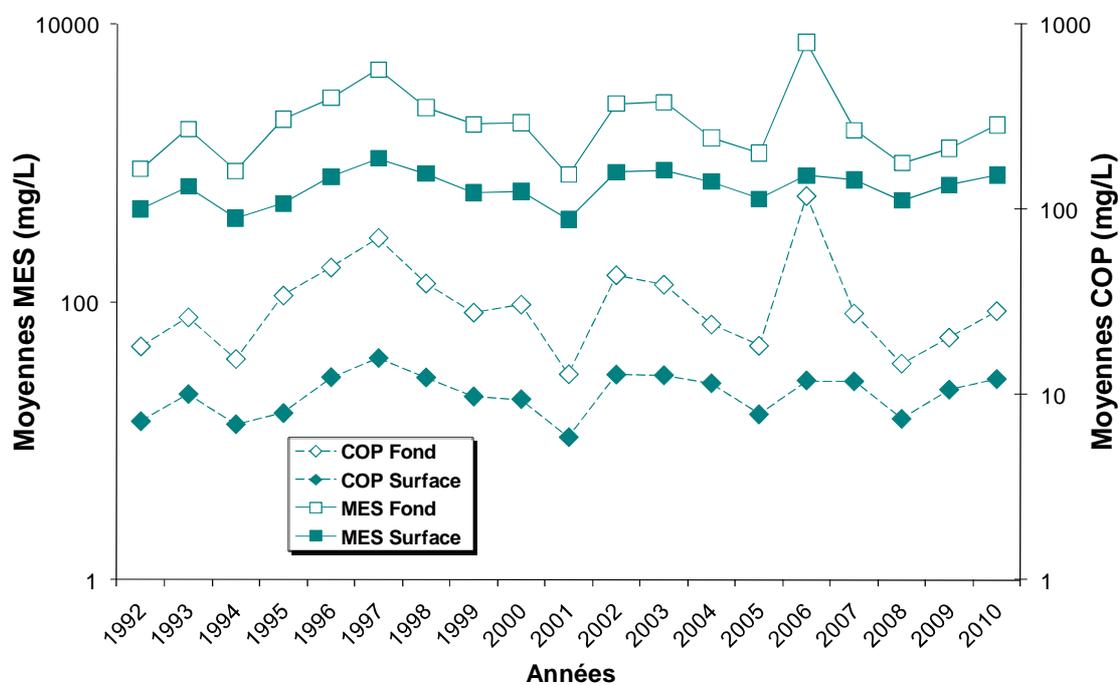


Figure 4-17 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et en COP à la station K, par niveau

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 4-2**). La moyenne annuelle (1,48%), toutes stations et niveaux confondus, est inférieure à la valeur de la moyenne pluriannuelle 1993 – 2010 (1,60%).

Tableau 4-2 : 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 2010.

	Nb	Pente	Ord.	R	α^{28}	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%
2009	192	1,75%	-1,07	0,99	9.10^{-170}	1,58%
2010	184	1,57%	-0,43	0,99	7.10^{-172}	1,48%

A la station E, pour 2010, au niveau du fond comme en surface, la valeur de la moyenne du rapport COP/MES est en diminution par rapport à 2009 et se rapproche des valeurs enregistrées en 2008 (**Figure 4-18** ; moyenne annuelle 2010 : 1,52% au fond et 1,41% en surface ; moyenne pluriannuelle 1993 – 2010 : 1,58% au fond et 1,55% en surface).

A la station F, les valeurs des moyennes annuelles des rapports COP/MES sont également en légère diminution cette année (moyennes annuelles 2010 : 1,56% au fond et 1,42% en surface ; moyennes pluriannuelles 1993 – 2010 : 1,66% au fond et 1,68% en surface ; **Figure 4-19**).

²⁸ Risque α selon la loi de Snédécov (Loi F) pour $u_1 = 1$ et $u_2 = N - 2$ degrés de liberté.

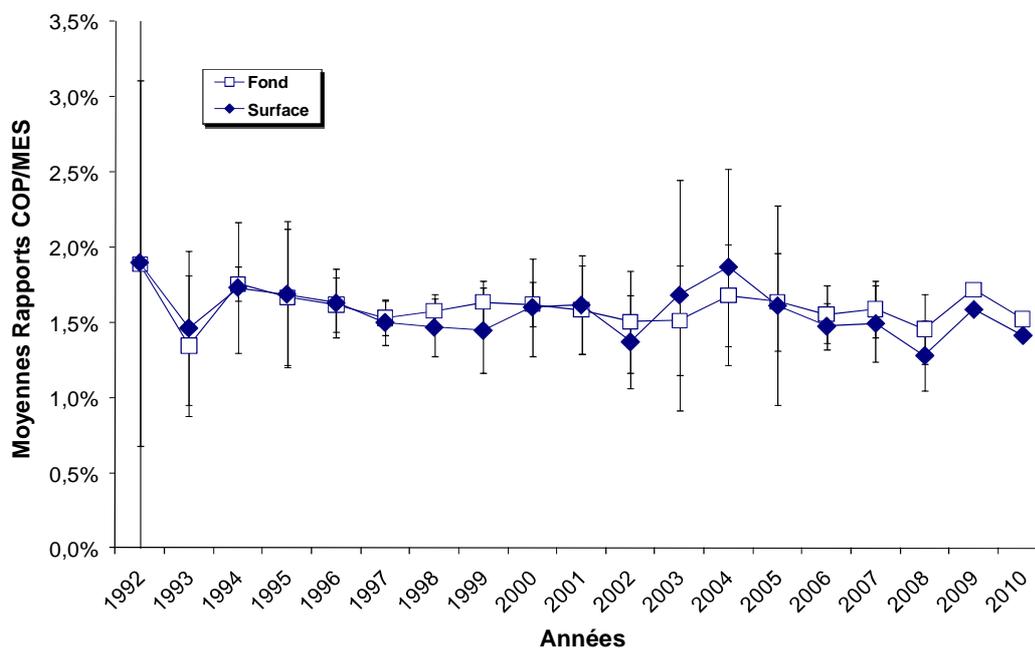


Figure 4-18 : Evolution des moyennes annuelles des rapports COP/MES à la station E, par niveau

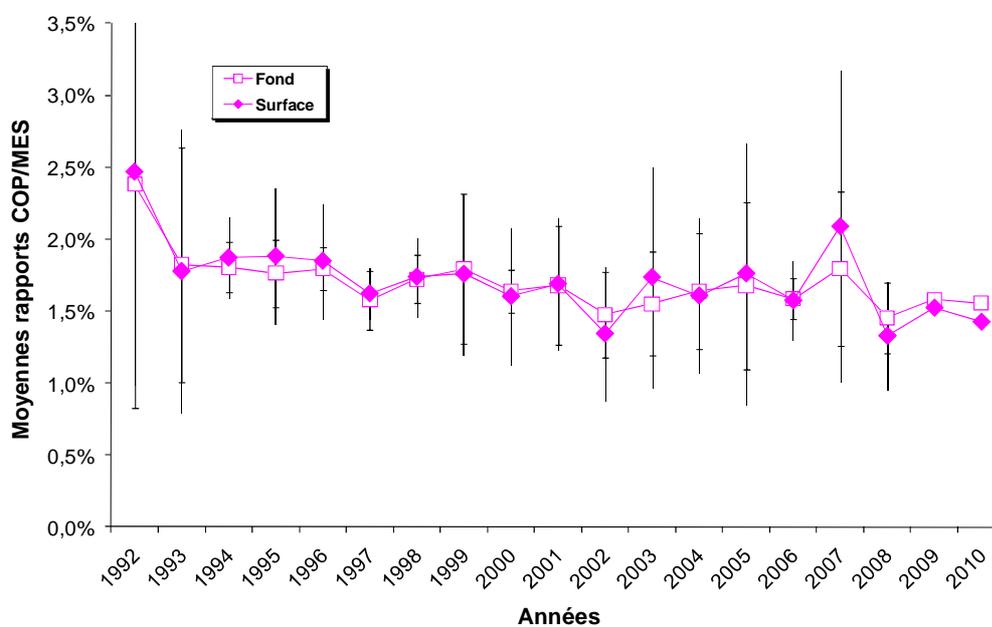


Figure 4-19 : Evolution des moyennes annuelles des rapports COP/MES à la station F, par niveau.

A la station K, pour 2010, la moyenne annuelle du rapport COP/MES en fond reste proche de la moyenne 2009 (moyennes annuelles 2010 : 1,54% au fond et 1,43% en surface ; moyennes pluriannuelles 1993 – 2010 : 1,61% au fond et 1,51% en surface) (**Figure 4-20**)

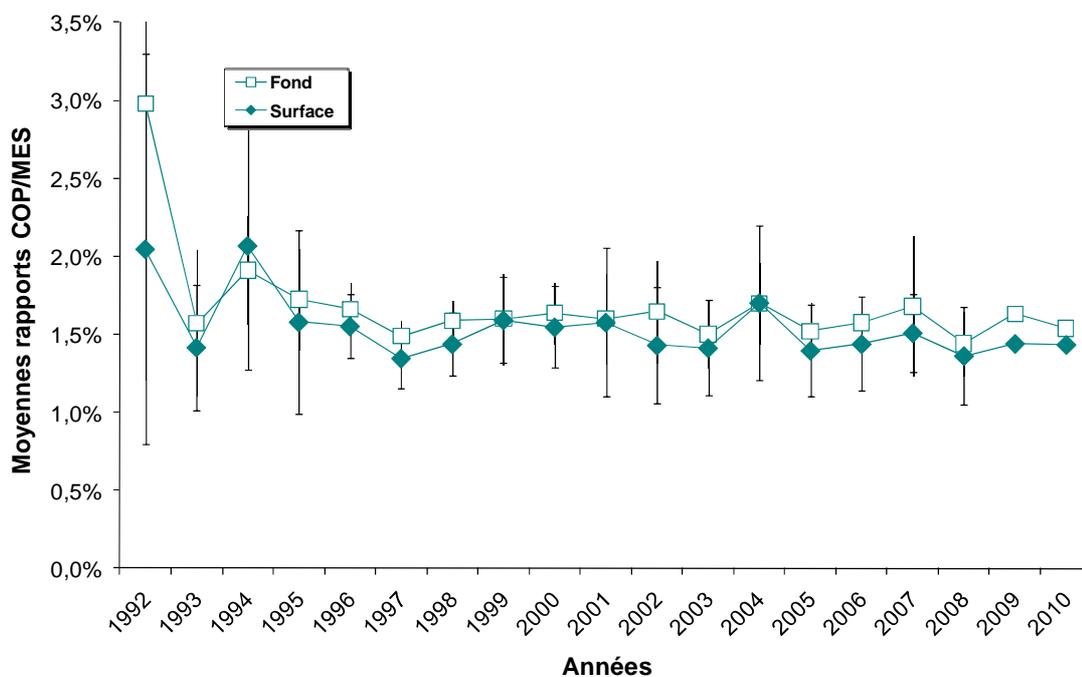


Figure 4-20 : Evolution des moyennes annuelles des rapports COP/MES à la station K, par niveau.

4.2. Chlorophylle (a) et phéopigments

4.2.1. Variations spatio-temporelle

4.2.1.1. Concentration en chlorophylle (a)

D'une manière générale, à la station E, les concentrations en pleine mer sont supérieures à celles de basse mer, plus particulièrement au printemps (**Figure 4-21**). Une très faible production primaire est enregistrée au mois de mai pour les 2 périodes de marée. Les plus fortes concentrations sont observées pour les mois de juin et d'août. Cette année, les valeurs sont toutefois plus élevées comparativement à 2009.

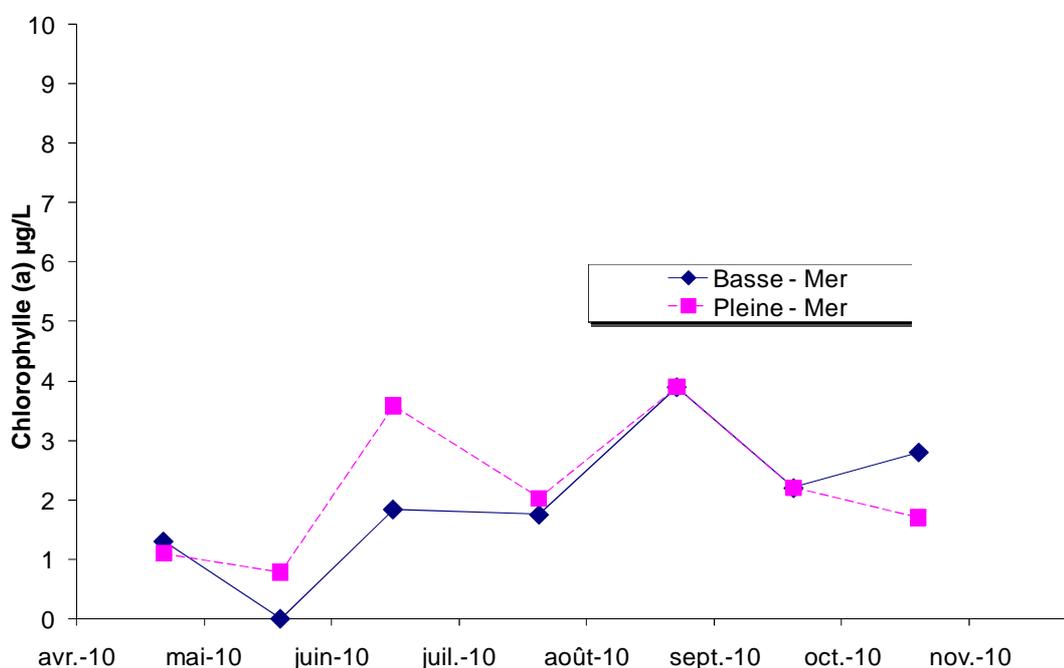


Figure 4-21 : Variations mensuelles des teneurs en chlorophylle (a) à la station E

A la station F, les teneurs en chlorophylle (a) présentent un profil similaire à celui de la station E d'avril à juillet : production primaire au printemps plus marquée en pleine mer qu'en basse mer et très faible concentration au mois de mai (**Figure 4-22**). De juillet à octobre, les courbes s'inversent : les concentrations en chlorophylle sont plus élevées en basse mer. A partir du mois d'octobre, les concentrations diminuent progressivement, en périodes de basse mer et pleine mer, pour atteindre les valeurs les plus basses en novembre.

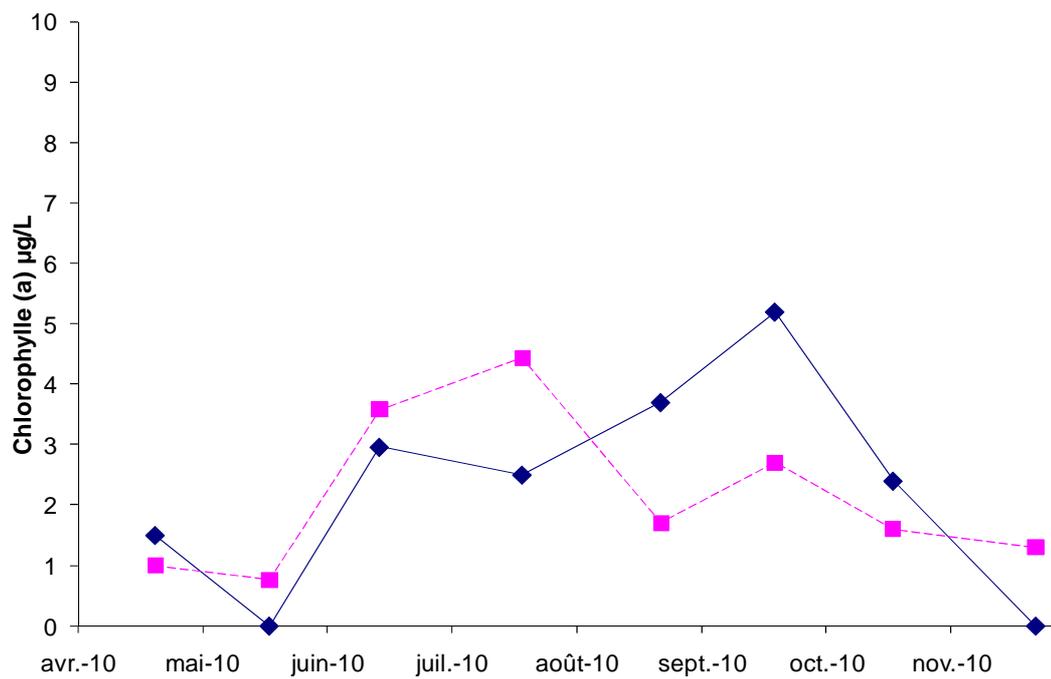


Figure 4-22 : Variations mensuelles des teneurs en chlorophylle (a) à la station F

Pour la station K, durant la période d'étude, les teneurs en chlorophylle (a) restent basses, en moyenne de 1,5 µg/L et présentent peu de fluctuation saisonnière (Figure 4-23).

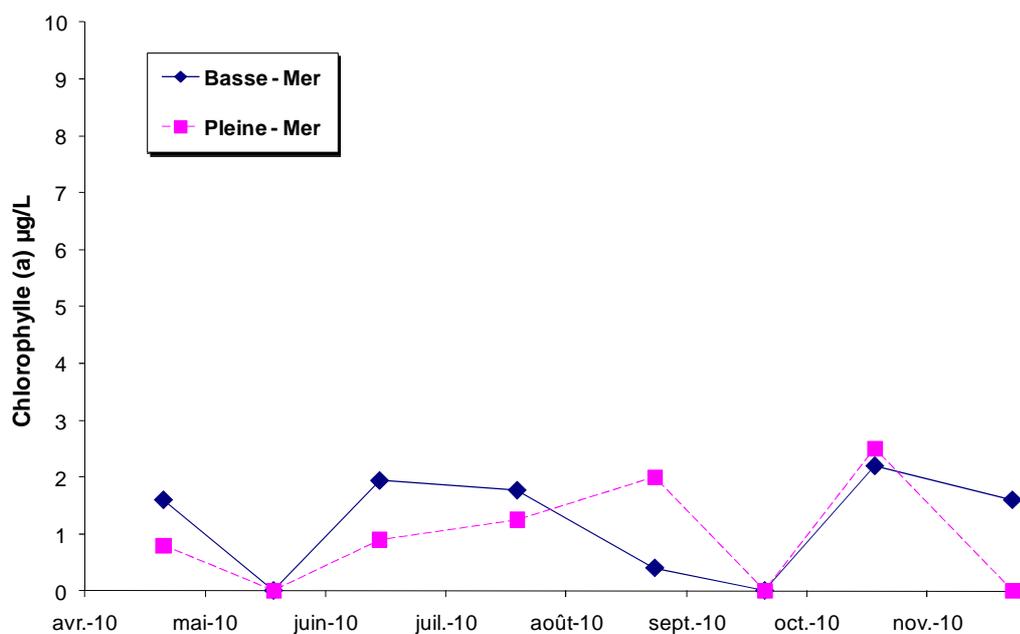


Figure 4-23 : Variations mensuelles des teneurs en chlorophylle (a) à la station K

4.2.1.2. 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 les stations E, cette normalisation n'apporte pas d'information complémentaire quant à l'évolution saisonnière de la biomasse algale (**Figure 4-24**). En effet, les variations mensuelles du rapport Chlorophylle (a) / carbone organique particulaire sont proches de celles des concentrations brutes.

Pour la station F, cette normalisation permet de marquer les 2 augmentations significatives de la biomasse algale enregistrées au mois de juillet en période de pleine mer et en septembre pour la période de basse mer. Globalement, les rapports chlorophylle (a) / carbone organique particulaire, enregistrées à la station F sont plus importants comparativement aux 2 autres stations et restent corrélées avec les concentrations en chlorophylle a (**Figure 4-25**).

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 4-26**).

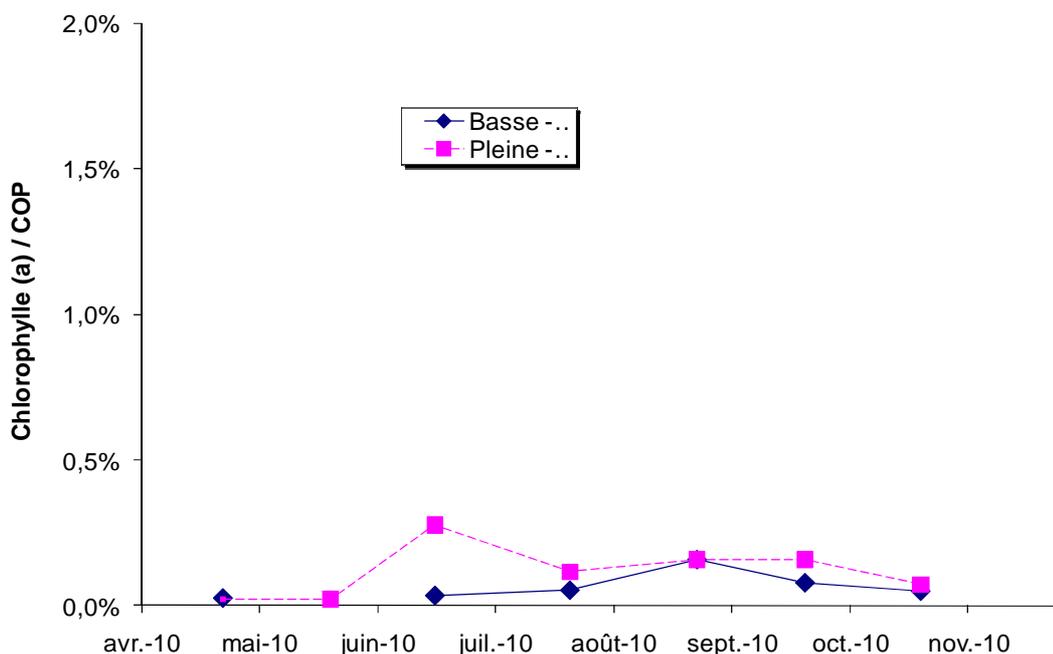


Figure 4-24 : Variations mensuelles du rapport entre la chlorophylle (a) et le COP à la station E

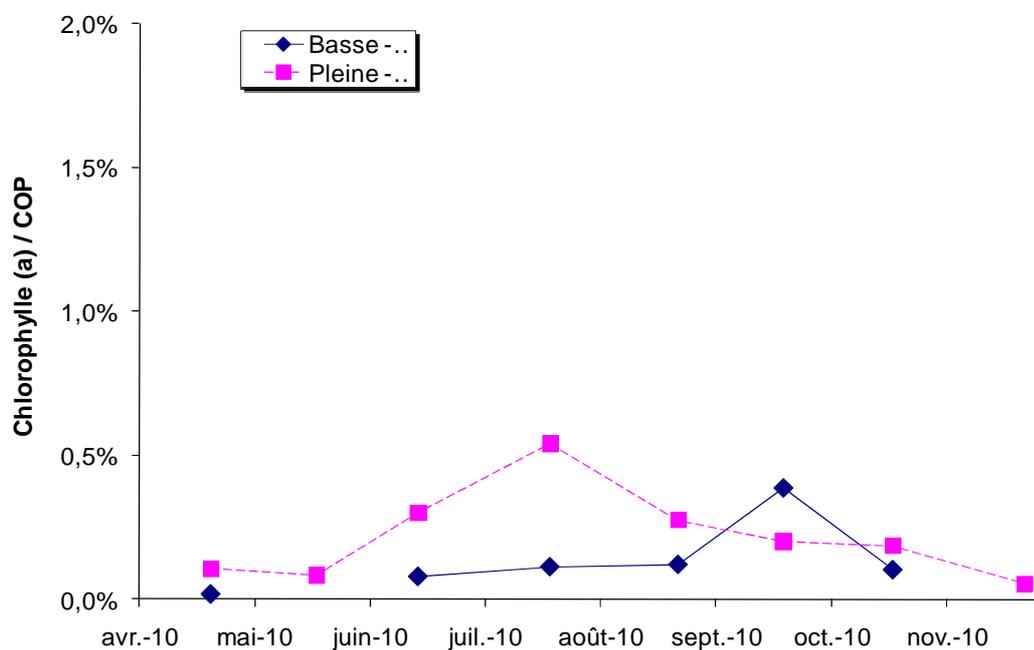


Figure 4-25 : Variations mensuelles du rapport entre la chlorophylle (a) et le COP à la station F

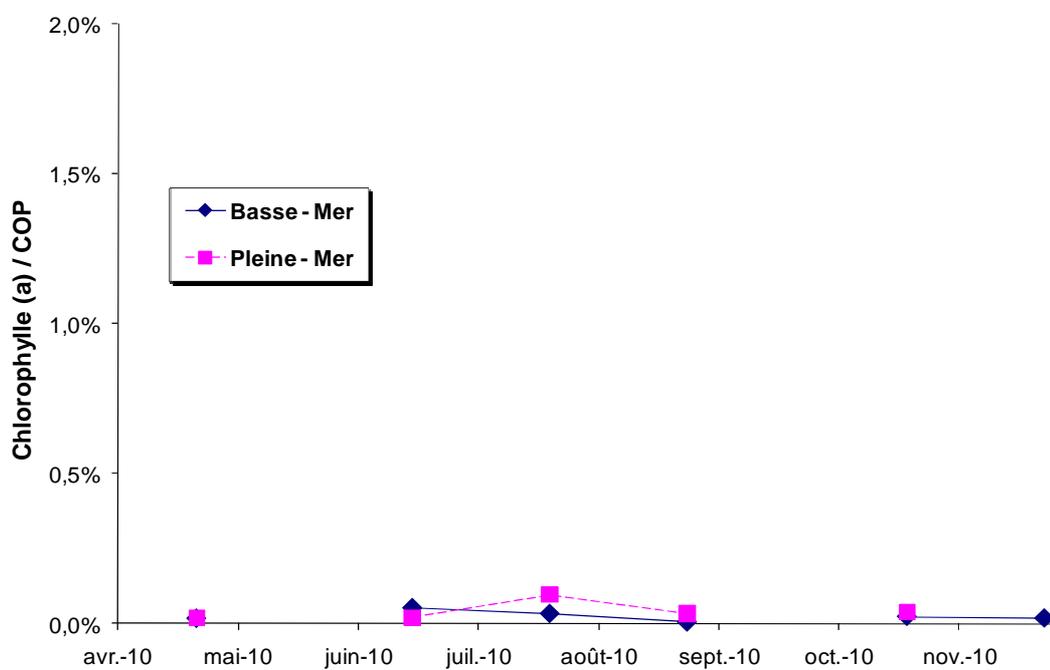


Figure 4-26 : Variations mensuelles du rapport entre la chlorophylle (a) et le COP à la station K

4.2.2. 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 valeurs plus faibles, enregistrées depuis 2007 comparativement aux années précédentes (**Figure 4-27**). Depuis 2008, une augmentation des concentrations est enregistrée et cette tendance se confirme en 2010 pour les stations E et F.

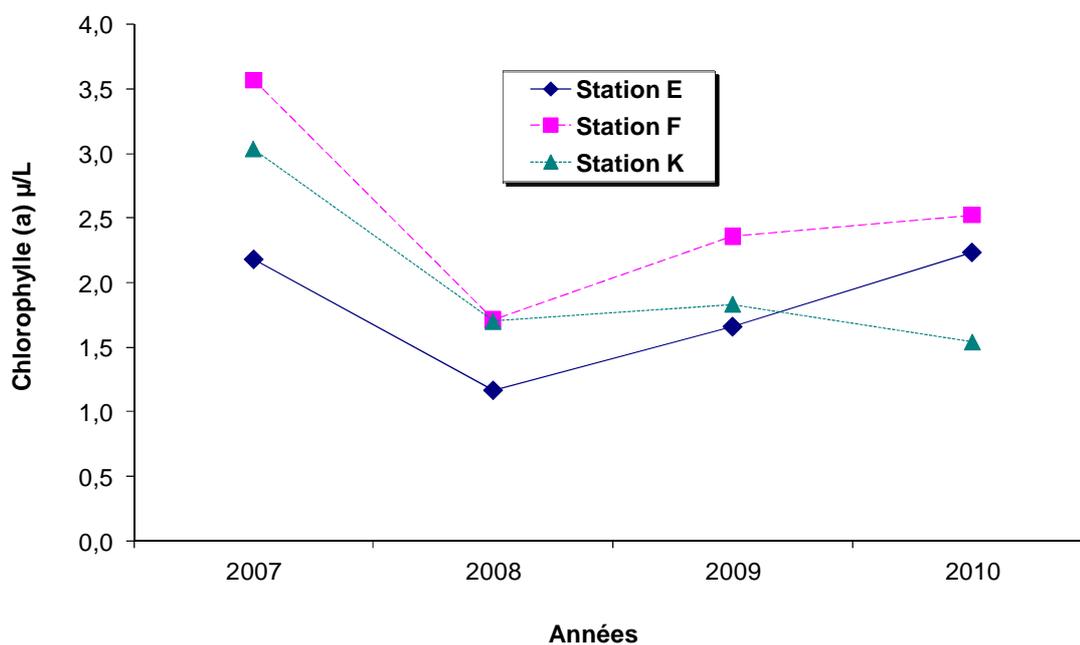


Figure 4-27 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en chlorophylle (a), par station

4.3. 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 et de l'ammonium sont venus 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 également été demandée par l'arrêté ministériel. Compte tenu de sa présence naturelle dans le milieu marin, nous n'avons pas considéré cet élément comme un polluant.

4.3.1. Variations spatio-temporelle

4.3.1.1. Sels azotés

4.3.1.1.1 Ammonium

Sur les quarante six mesures réalisées au cours de l'année 2010 seulement 11 ont présenté des concentrations en ammonium très légèrement supérieures à la limite de quantification ($0,28 \mu\text{mol/L}$), avec une majorité au droit de la station K (**Figure 4-28 à 4-30**). Les concentrations sont très faibles voire nulles d'avril à septembre pour les stations E et F et ne dépassent pas, toutes stations confondues, le $1 \mu\text{mol/L}$.

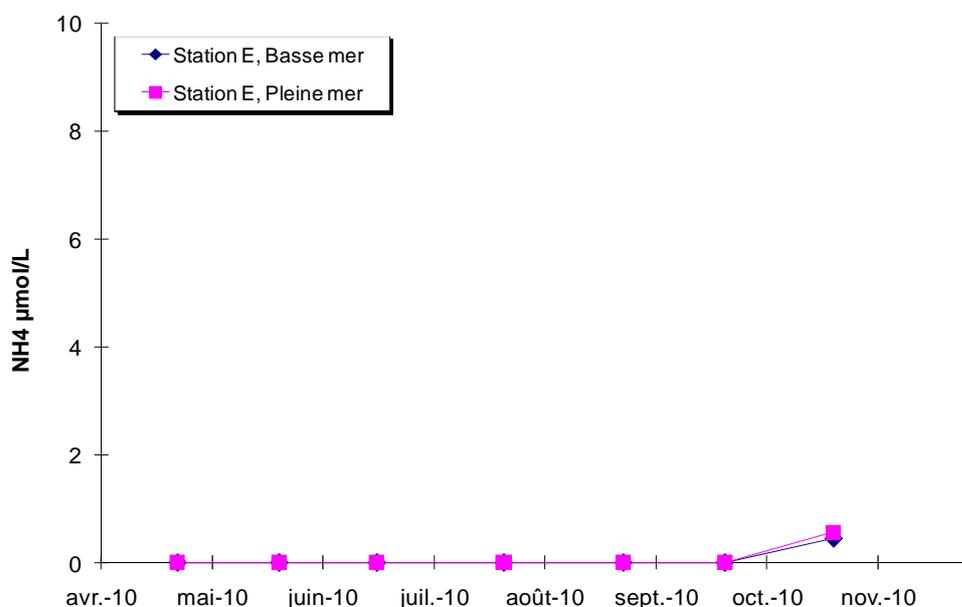


Figure 4-28 : Variations mensuelles des teneurs en ammonium à la station E

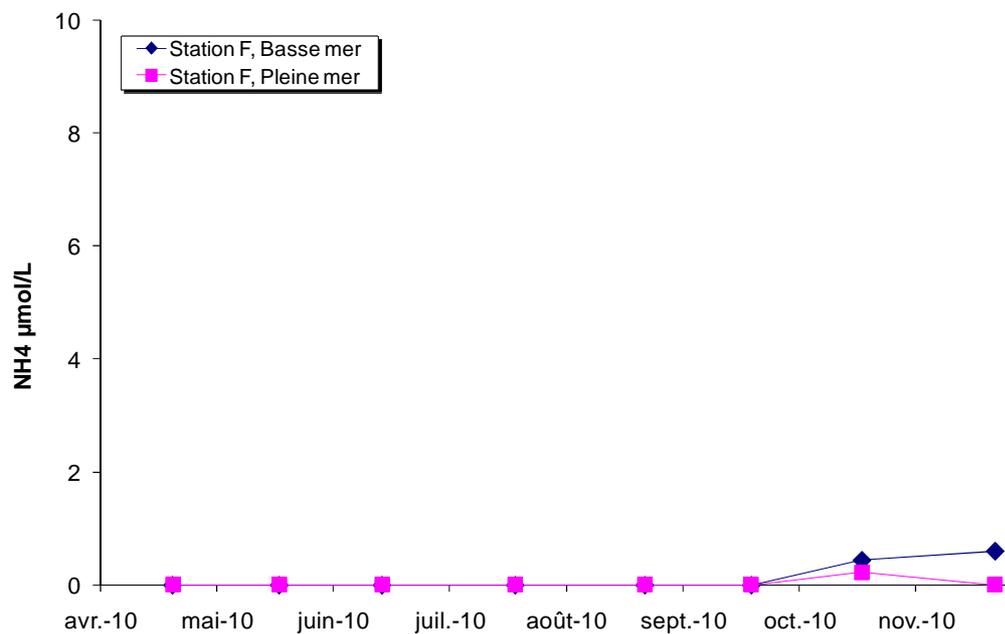


Figure 4-29 : Variations mensuelles des teneurs en ammonium à la station F

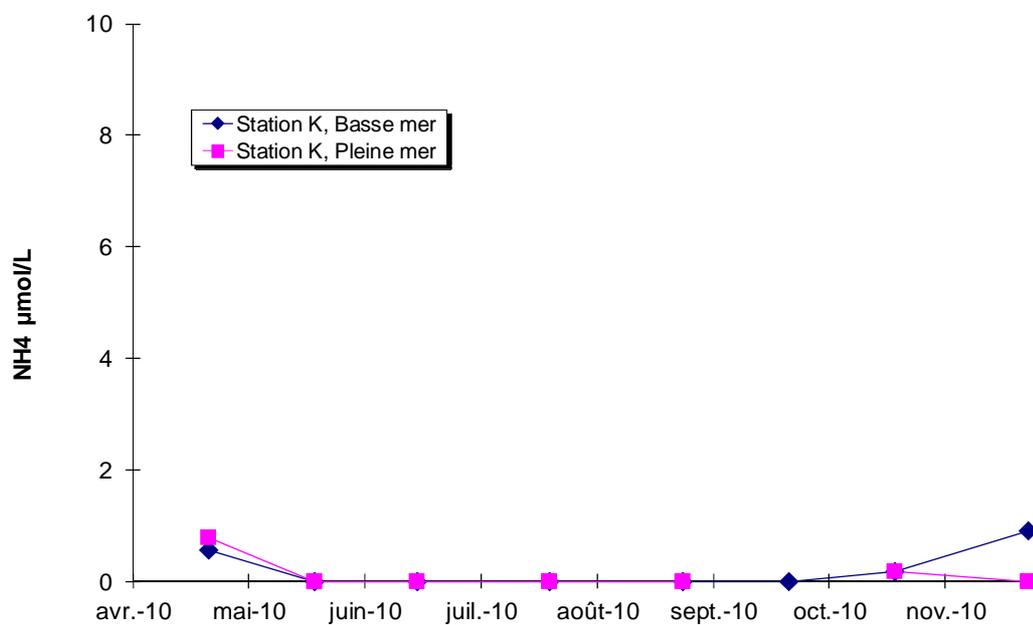


Figure 4-30 : Variations mensuelles des teneurs en ammonium à la station K

4.3.1.1.2 Nitrate et nitrite

Le profil saisonnier est identique entre les 3 stations en période printanière avec un pic de concentration au mois de mai. Les valeurs de concentration évoluent de façon croissante de l'aval de l'estuaire (station F) vers l'amont (stations E puis K) (**Figures 4-31 et 4-33**).

La station E présente après la période printanière une globale stabilité des valeurs jusqu'à la fin de la période d'étude. Les concentrations relevées en Basse mer sont supérieures à celles en Pleine mer avec une amplitude entre les deux temps de marée plus prononcée en période estivale.

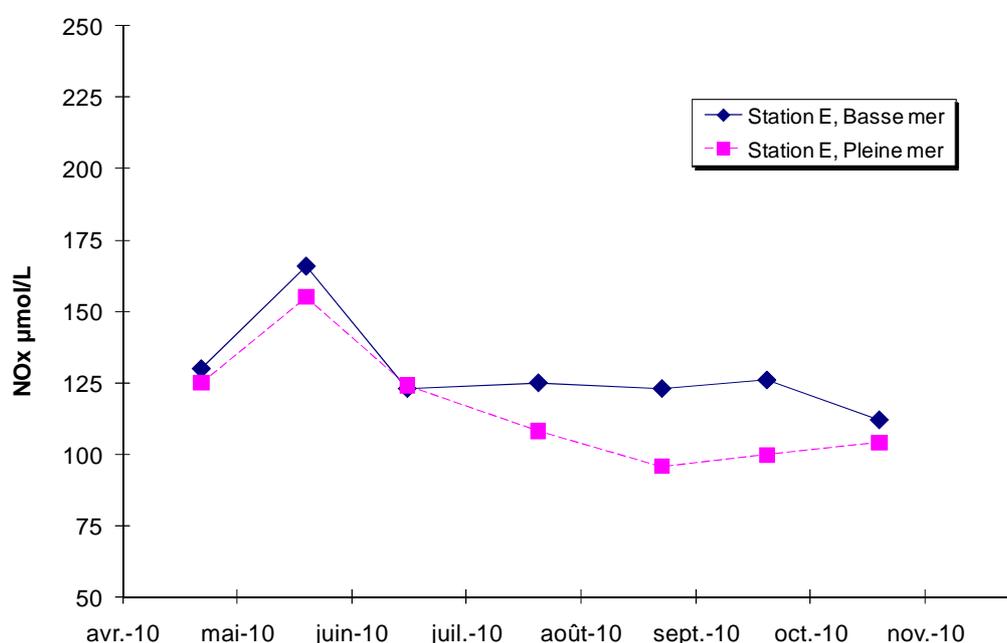


Figure 4-31 : Variations mensuelles des teneurs en nitrates – nitrites à la station E

Au droit de la station F, les variations postérieure la période printanière présentent une légère diminution des concentrations à l'exception d'un pic au mois d'août en période de Pleine mer (non confirmé en Basse mer). Les teneurs sont toujours supérieures en période de Basse mer, avec pour 2010 des teneurs plus élevées en période de Pleine mer par rapport à 2009, atténuant ainsi l'amplitude entre les deux temps de marée.

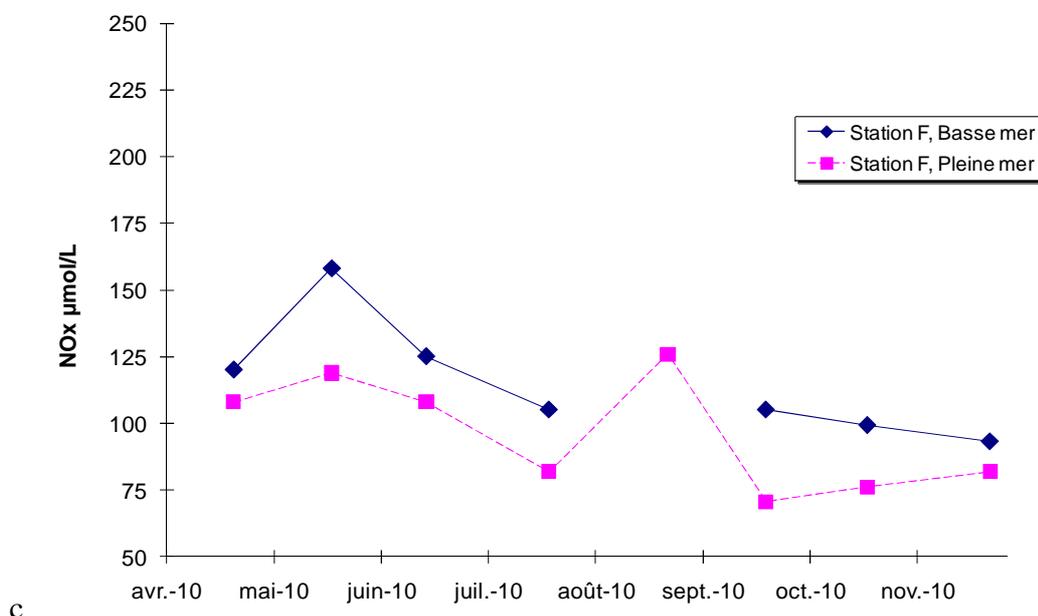


Figure 4-32 : Variations mensuelles des teneurs en nitrates – nitrites à la station F

Au droit de la station K, le profil saisonnier est assez comparable à celui observé à la station E, avec toutefois une augmentation des concentrations en période estivale suivi d'une baisse en période automnale, ceci étant bien marqué en période de Basse mer. Par rapport à la station F, les amplitudes sont inversées entre les deux temps de marée, les teneurs sont de fait toujours supérieures ou quasi identiques en période de Pleine mer par rapport à la Basse mer

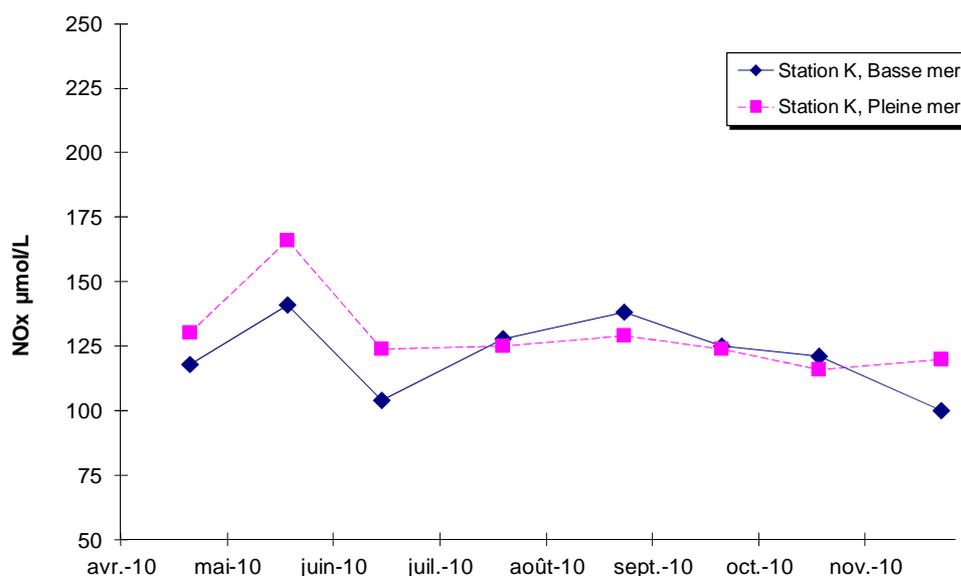


Figure 4-33 : Variations mensuelles des teneurs en nitrates – nitrites à la station K

Le gradient de concentration observé est caractéristique de l'apport d'origine fluvial de ces éléments, apport à priori peu prononcé pour l'année 2010. Le profil intermédiaire observé au niveau de la station E est la conséquence du fonctionnement naturel de l'estuaire et est « intermédiaire » de part sa position géographique.

4.3.1.2. Orthophosphates et rapport N/P

D'une manière générale, comme indiqué pour les nitrates-nitrites, les valeurs des concentrations en orthophosphates évoluent de façon croissante de l'aval de l'estuaire vers l'amont (**Figures 4-34 à 4-36**). Les profils des sels phosphorés peuvent être mis en parallèle avec ceux de la chlorophylle, les graphes étant assez comparables.

Pour l'ensemble des 3 stations, le profil saisonnier est identique en période printanière et est l'exact opposé de celui observé pour les nitrates et les nitrites : au mois de mai les concentrations en orthophosphates sont toutes inférieures à la limite de quantification. Lorsqu'elles sont positives, elles sont globalement toujours supérieures en période de basse mer.

Au niveau de la station E, le profil est marqué par une augmentation des concentrations par palier en juillet et octobre. L'évolution est représentative d'une situation intermédiaire entre celles des stations F et K.

Au niveau de la station F, les concentrations mesurées en période estivale présentent des variations en dent de scie en période de Basse mer alors qu'en période de Pleine mer elles augmentent progressivement. Elles diminuent ensuite légèrement jusqu'en novembre.

Au niveau de la station K, le profil est nettement marqué par une augmentation des concentrations en période de Basse mer jusqu'en août suivi d'une diminution en période automnale, alors que les concentrations restent plutôt stables voire en légère baisse en période de Pleine mer.

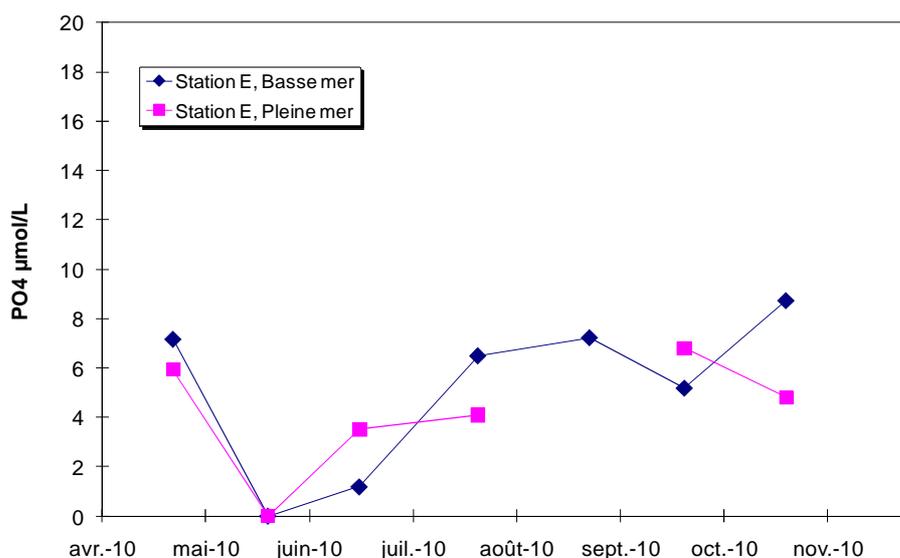


Figure 4-34 : Variations mensuelles des teneurs en orthophosphates à la station E

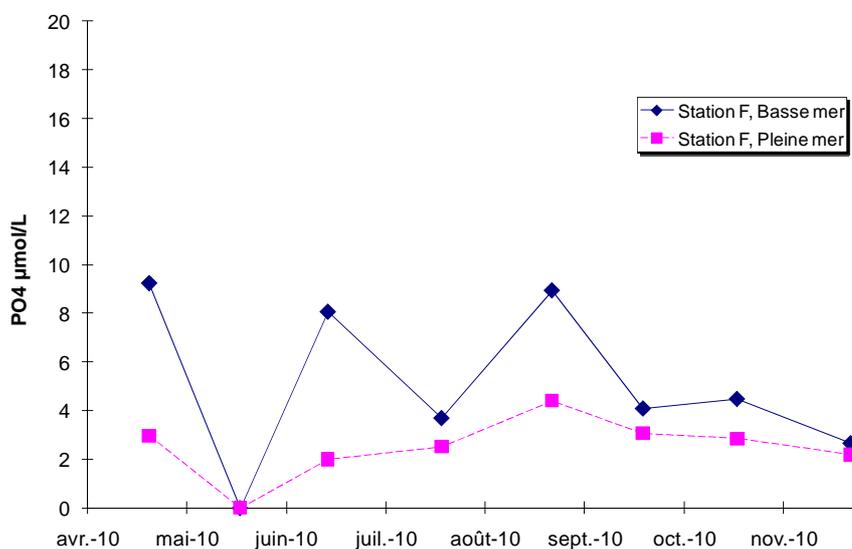


Figure 4-35 : Variations mensuelles des teneurs en orthophosphates à la station F

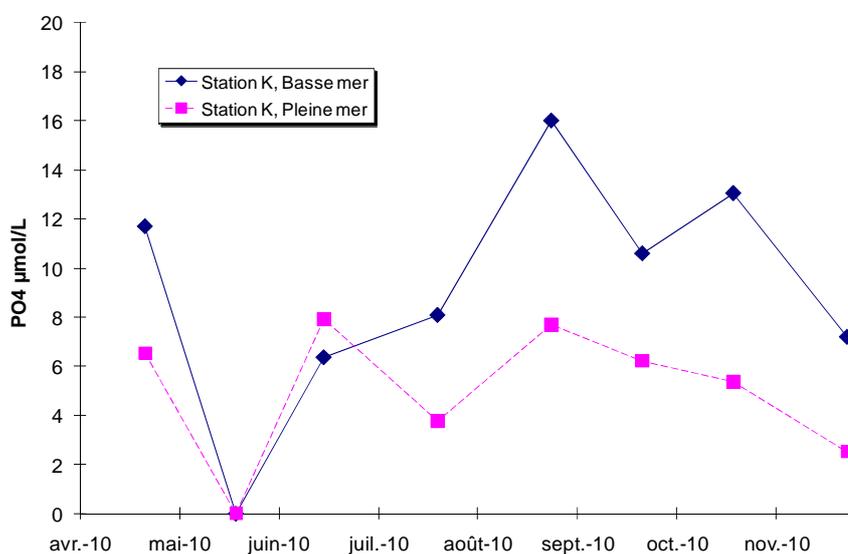


Figure 4-36 : Variations mensuelles des teneurs en orthophosphates à la station K

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 *et al*, 1963). Pour 2010, la valeur de ce rapport est très inégale selon la saison considérée et directement impactée par les évolutions des concentrations orthophosphates. Les valeurs sont comprises entre 18 et 64 pour

l'ensemble des stations avec une moyenne pour l'ensemble des stations à 25, à l'exception de la valeur de 104 au droit de la station E au mois de juin.

Comme observé pour le profil des sels nutritifs azotés au droit de la station de mesure intermédiaire E, les évolutions des sels phosphorés mesurés sont le reflet du fonctionnement naturel de l'estuaire, sans impact direct du fonctionnement de la centrale..

4.3.1.3. Silicates et bore

Comme l'ont montrées les études de surveillances écologiques antérieures à 1992, la Dordogne présente des concentrations en silicates nettement supérieures à celles de la Garonne (environ 2/3, 1/3). Sur l'estuaire, il y a donc un gradient de concentration croissant de l'aval vers l'amont (**Figure 4-37 à 4-39**). La station E représentant une situation intermédiaire entre la station F en aval où les teneurs sont plus faibles et la station K en amont où les teneurs sont plus élevées. D'une manière générale, les teneurs à pleine mer sont plus faibles que celles de basse mer.

Les concentrations sont relativement stables d'avril à septembre avec une légère augmentation en période estivale, puis diminuent en octobre pour remonter en novembre (en l'absence de valeur, ce phénomène ne peut être que supposé au droit de la station). Le phénomène observé en 2009, à savoir la poursuite de la chute des concentrations pour le mois de novembre pour atteindre un niveau quasi nul, n'est pas reproduit en 2010.

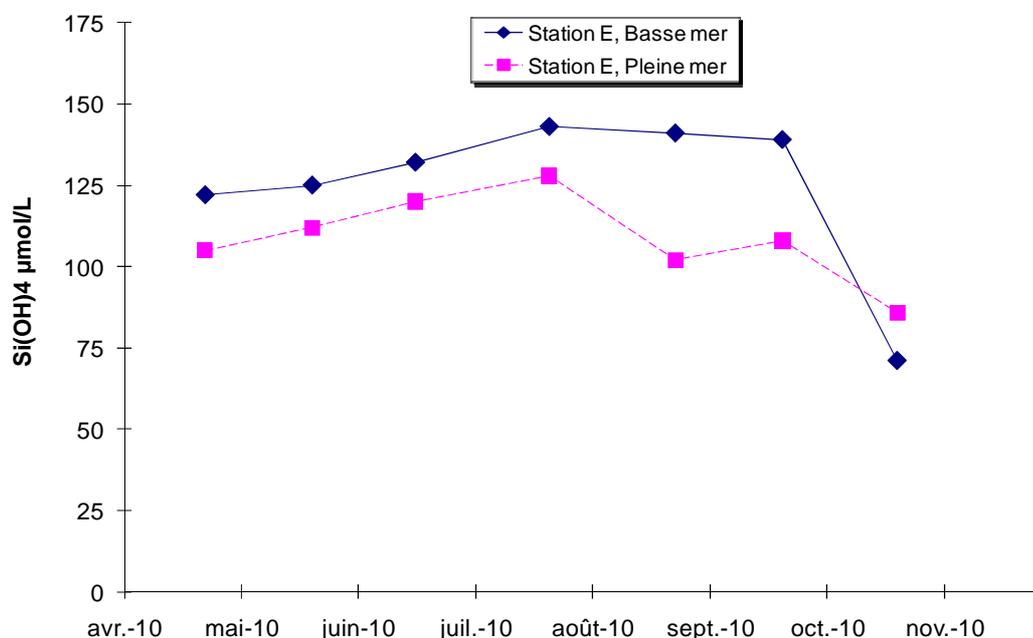


Figure 4-37 : Variations mensuelles des teneurs en silicates, station E

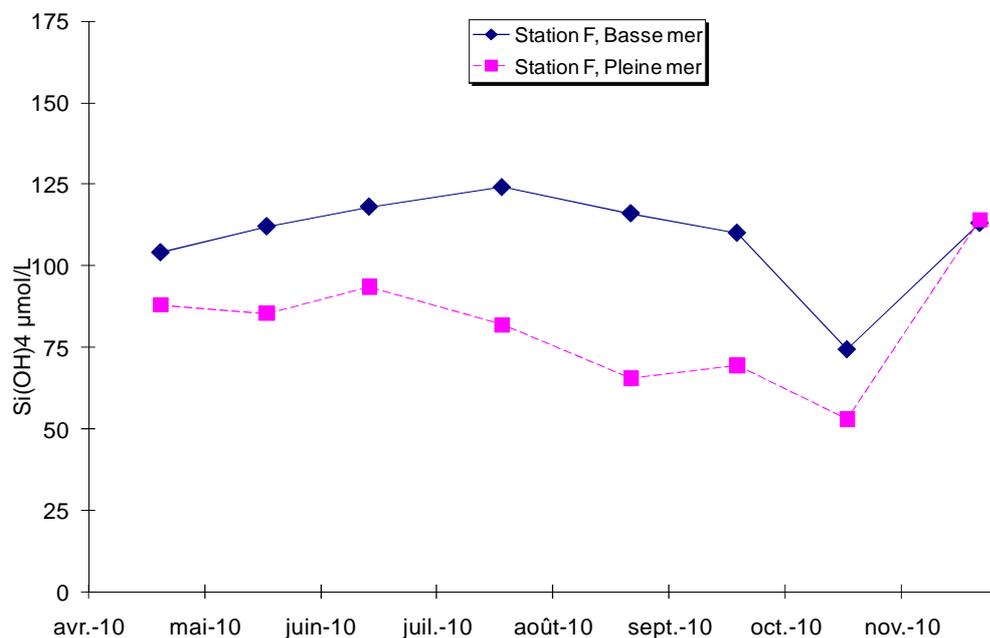


Figure 4-38 : Variations mensuelles des teneurs en silicates, station F

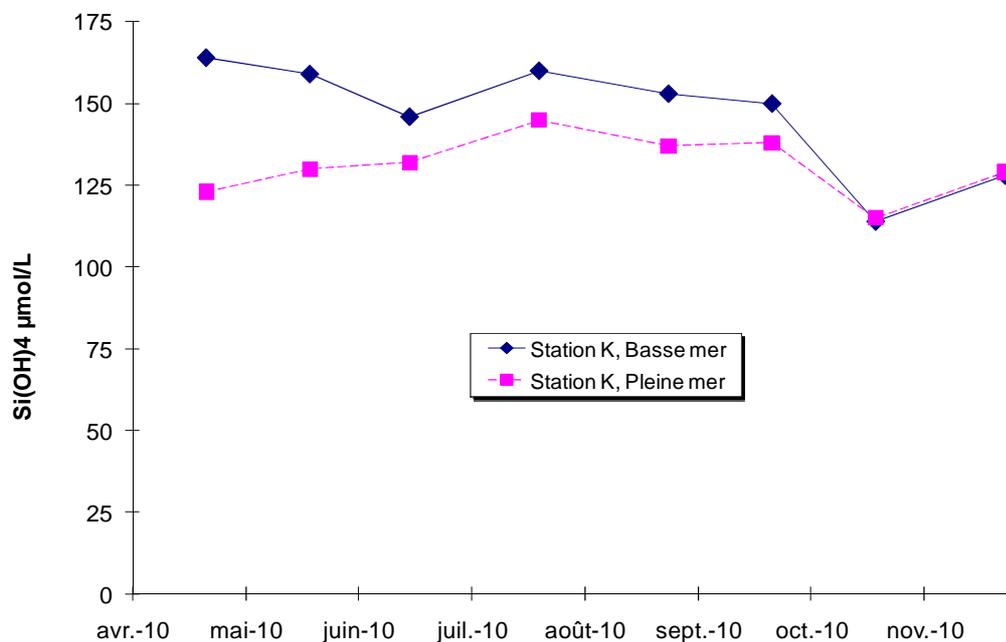


Figure 4-39 : Variations mensuelles des teneurs en silicates, station K

Pour les trois stations de l'estuaire, sur la période d'étude, les variations mensuelles des teneurs en bore sont étroitement corrélées avec celles de la salinité. Elles sont stables en période printanière, augmentent de façon très nette au cours de la période d'étiage et diminuent par la suite. Ces variations sont d'autant plus marquées au droit de la station K. Les teneurs de pleine mer sont toujours supérieures à celles de basse mer (**Figures 4-40 à 4-42**). Bien entendu, les teneurs les plus élevées sont toujours enregistrées à la station F, la station K amont présentant les taux les plus bas. Les variations mensuelles enregistrées à la station E présentent une situation intermédiaire en termes de concentrations et sont toutefois nettement influencées par les comportements observés en aval.

Enfin, à la station E, aucun « artefact », traduisant le rejet éventuel d'acide borique par la centrale, n'a été décelé.

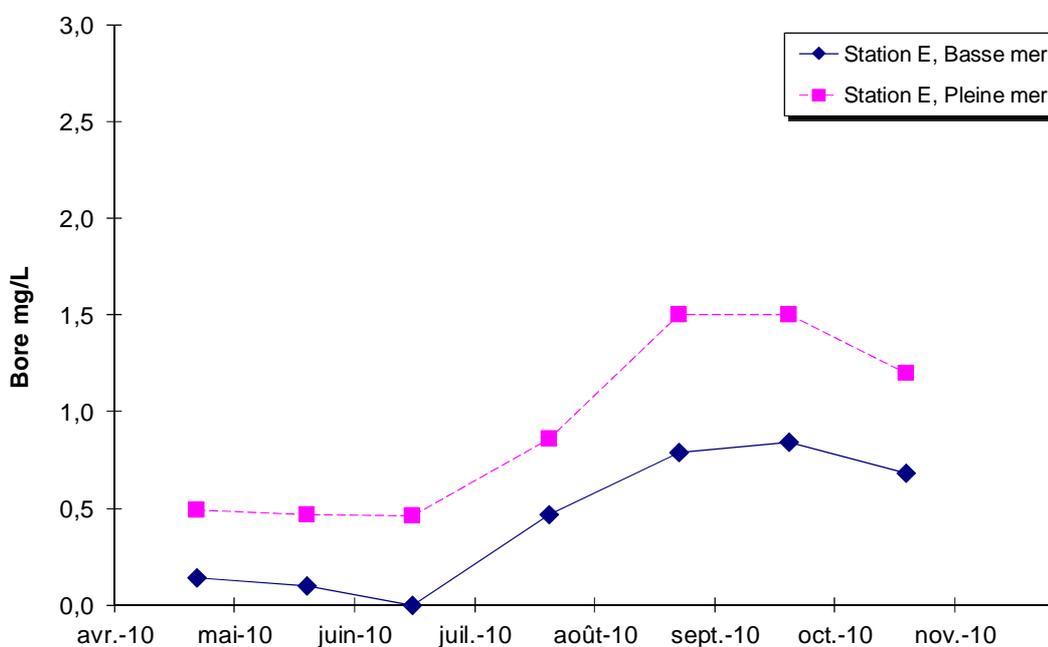


Figure 4-40 : Variations mensuelles des teneurs en bore, station E.

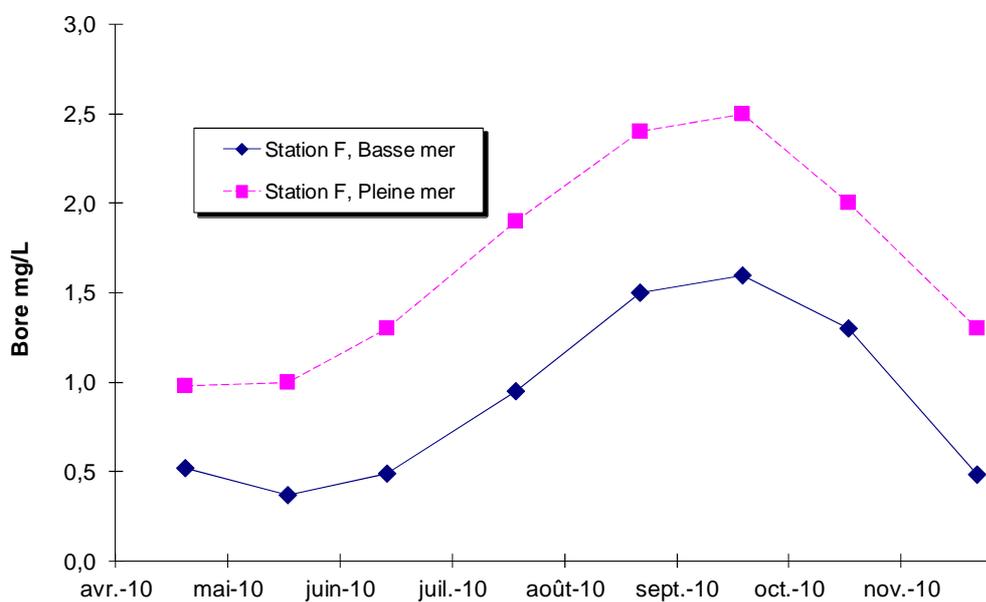


Figure 4-41 : Variations mensuelles des teneurs en bore, station F

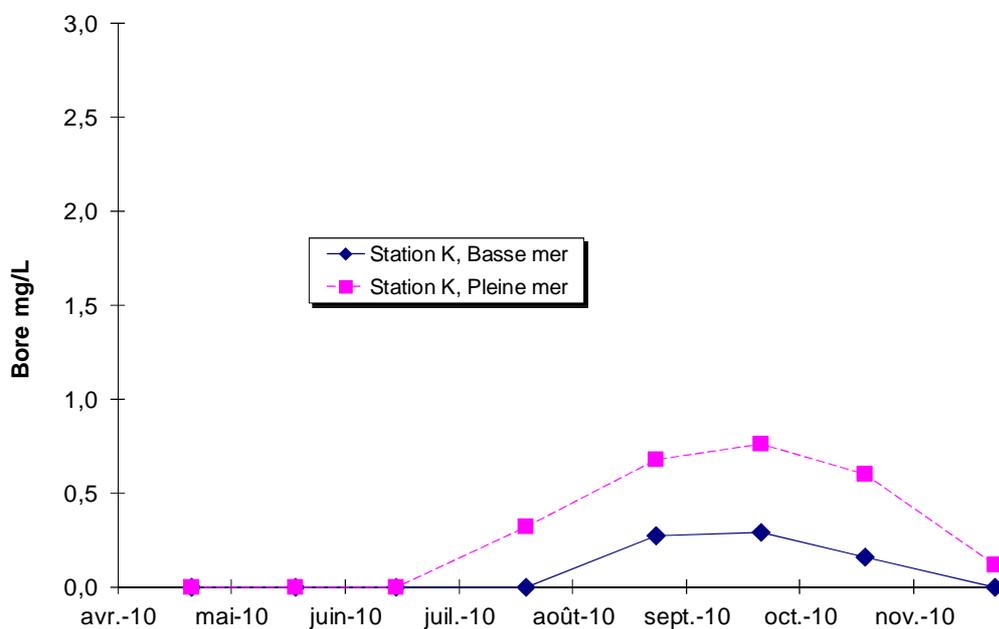


Figure 4-42 : Variations mensuelles des teneurs en bore, station K

4.3.2. Relation avec les paramètres hydro biologiques

4.3.2.1. Bore et salinité

Le bore étant présent de façon naturelle dans l'eau de mer, il est attendu d'avoir une droite de régression de pente positive entre les teneurs en bore enregistrées sur l'estuaire et la salinité des eaux (**Figure 4-43**). Pour l'année 2010, les paramètres de la droite de régression sont loin de ceux obtenus pour les précédents exercices (0,71 au lieu de 0,95). Cette dispersion pourrait résulter d'une entrée maritime plus marquée en 2010 de par les faibles débits fluviaux, entraînant des concentrations plus variables en bore au droit des stations les plus en amont.

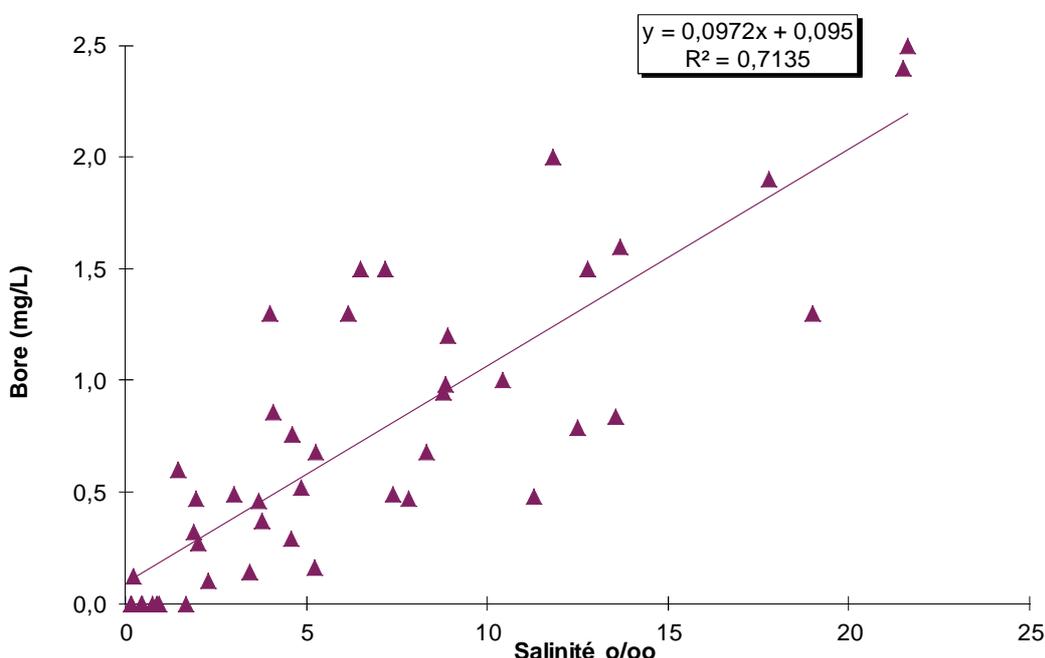


Figure 4-43 : Répartition des teneurs en bore avec la salinité, toutes stations et temps de marée

En particulier, à la station E, aucune déviation de cette relation n'est observée du fait d'un rejet éventuel d'acide borique de la part du CNPE du Blayais (**Figure 4-44**). Aucun impact du fonctionnement de la centrale n'est à considérer.

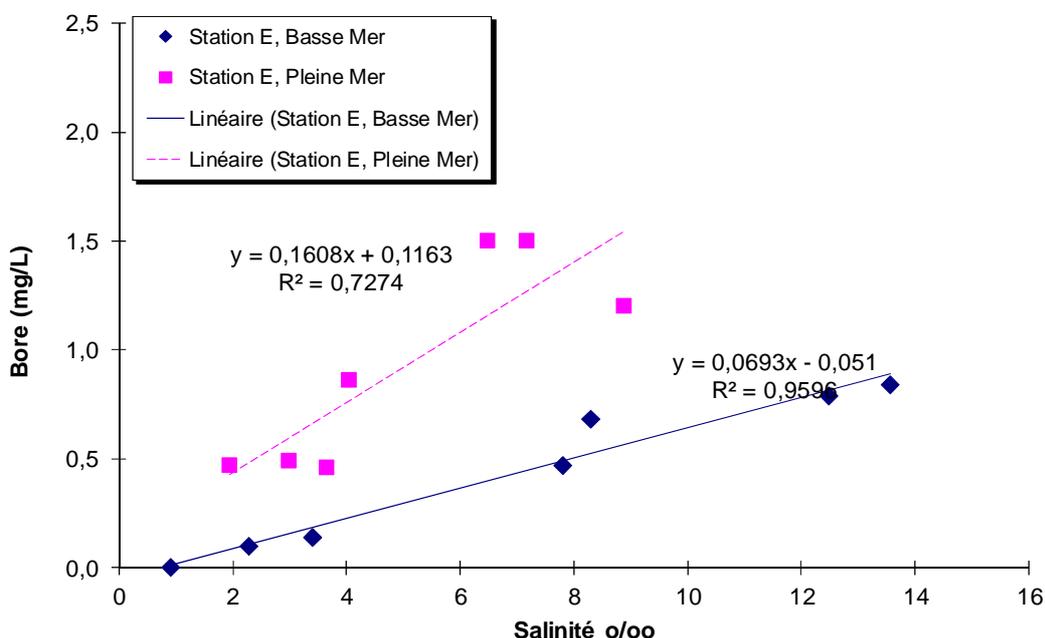


Figure 4-44 : Répartition des teneurs en bore avec la salinité, station E

4.3.3. Evolution des moyennes annuelles

4.3.3.1. Sels azotés

Les moyennes annuelles des teneurs en ammonium sont dans les niveaux les plus bas, en forte diminution par rapport aux années précédentes, avec un niveau de concentration au droit des stations K et E inférieur à celui de F (**Figure 4-45**). Selon les années, le gradient de concentration croissant de l'aval vers l'amont n'est pas forcément mis en évidence sur cette représentation graphique. Pour la station E, la valeur obtenue en 2010 (0,5 µmol/L) est nettement inférieure à la moyenne pluriannuelle 1992-2010 (1,5 µmol/L).

Les moyennes annuelles des teneurs en nitrates – nitrites sont comparables à 2009, année également avec de faibles apports fluviaux (**Figure 4-46**). Les niveaux de concentrations sont parmi les plus bas au droit des stations E et K, et restent dans la moyenne au droit de la station F. Pour la station E, la valeur obtenue en 2010 (122,6 µmol/L) est légèrement inférieure à la moyenne pluriannuelle 1992-1009 (137,7 µmol/L). Le gradient de concentration croissant de l'aval vers l'amont est bien visible, comme pour les sels phosphorés d'ailleurs.

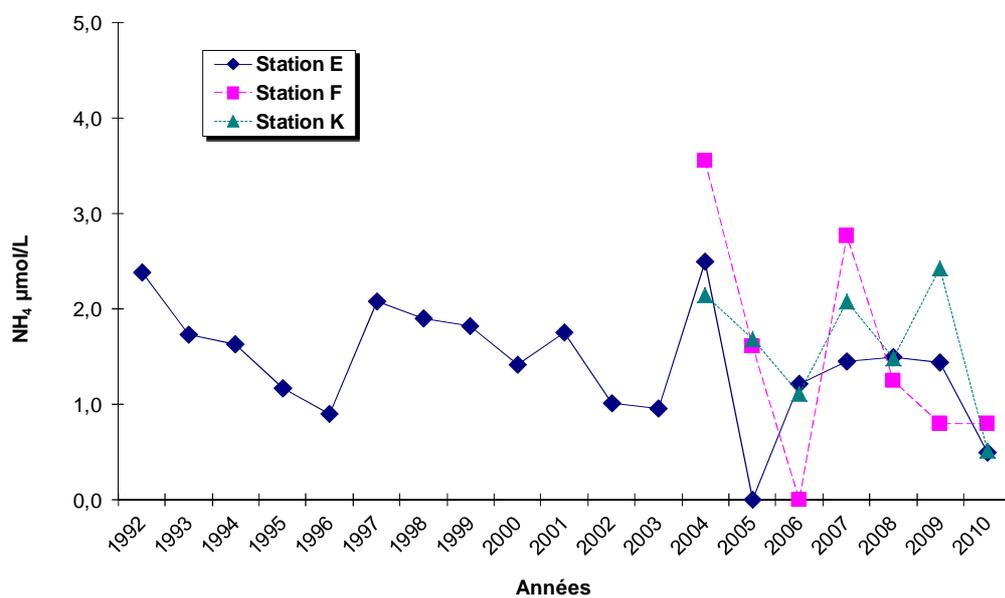


Figure 4-45 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en nitrates – nitrites

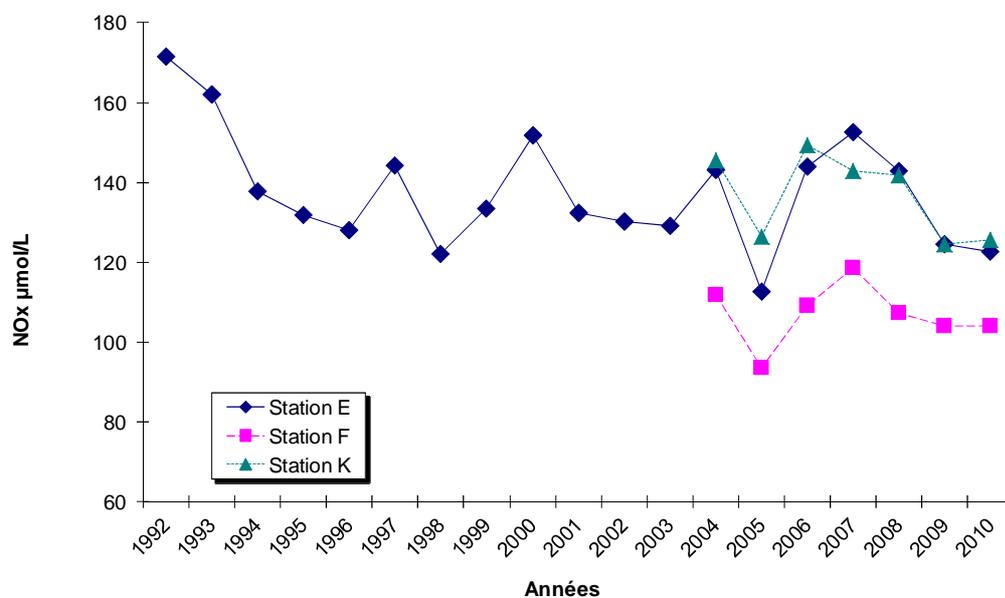


Figure 4-46 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en nitrates – nitrites

4.3.3.2. Orthophosphates et rapport N/P

Pour les stations d'influence fluviales, celles les plus en amont, les valeurs des moyennes annuelles des teneurs en orthophosphates sont encore en nette augmentation et sont les plus hautes jamais observées pour les stations E et K (**Figure 4-47**). La valeur moyenne à la station F est stable par rapport à 2009. A la station E, la valeur obtenue en 2010 (5,6 $\mu\text{mol/L}$) est très supérieure à la moyenne pluriannuelle 1992 – 2010 (3,2 $\mu\text{mol/L}$).

La diminution des apports fluviaux en sels nutritifs azotés n'est pas observée sur les apports phosphorés, comme en 2009. La moyenne du rapport N/P est de fait très faible pour E et K, respectivement 26 et 19.

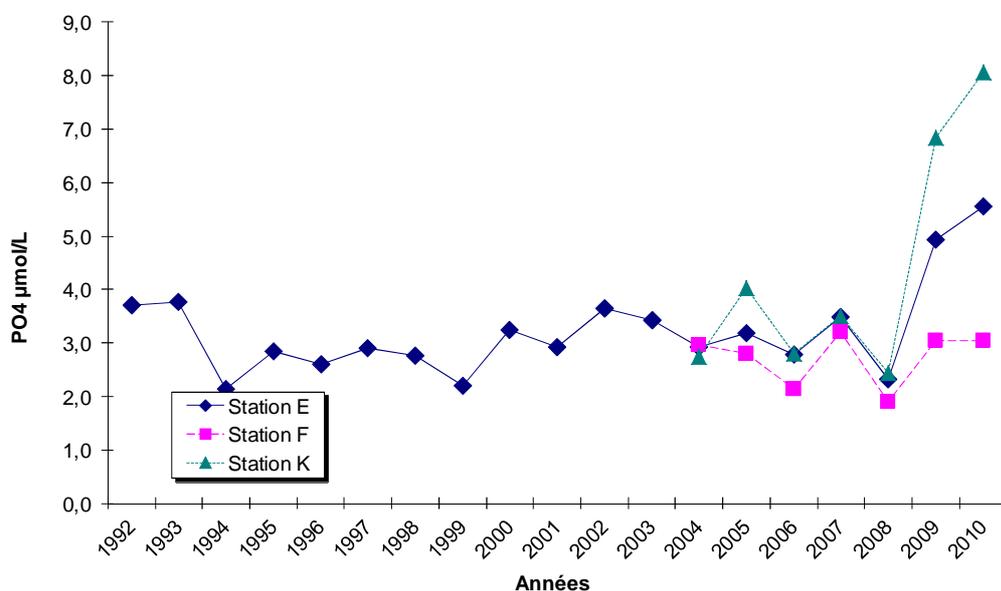


Figure 4-47 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en orthophosphates

4.3.3.3. Silicates et bore

Pour les trois stations considérées, les valeurs des moyennes annuelles des teneurs en silicates obtenues au cours de l'année 2010 restent parmi les plus faibles obtenues depuis les précédents exercices, avec légère tendance à la hausse pour les stations E et K (**Figure 4-48**).

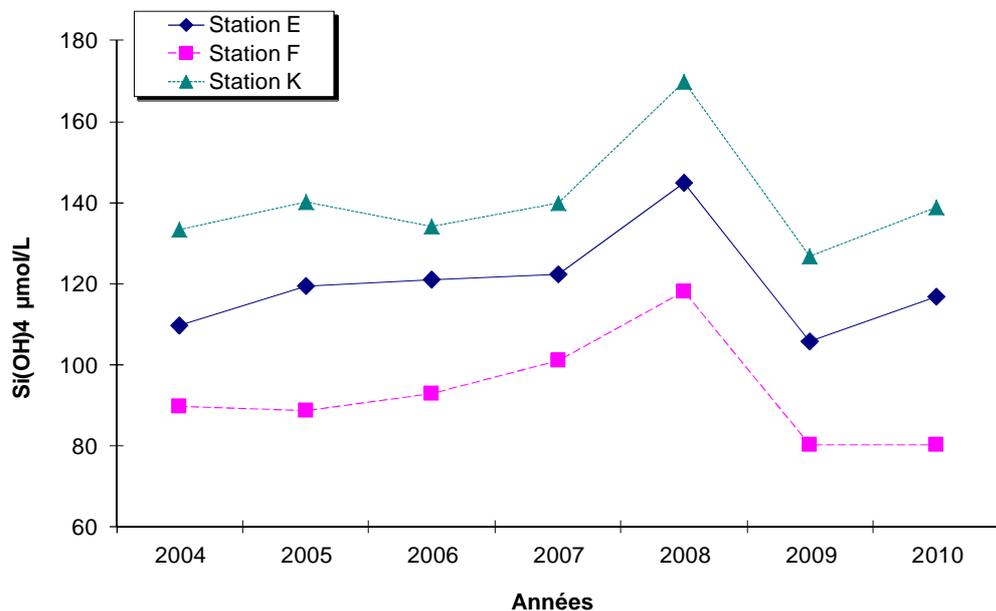


Figure 4-48 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en silicates

Pour les 3 stations, les valeurs des moyennes annuelles en bore sont comparables à celles obtenues les années précédentes, l'historique reste stable (**Figure 4-49**).

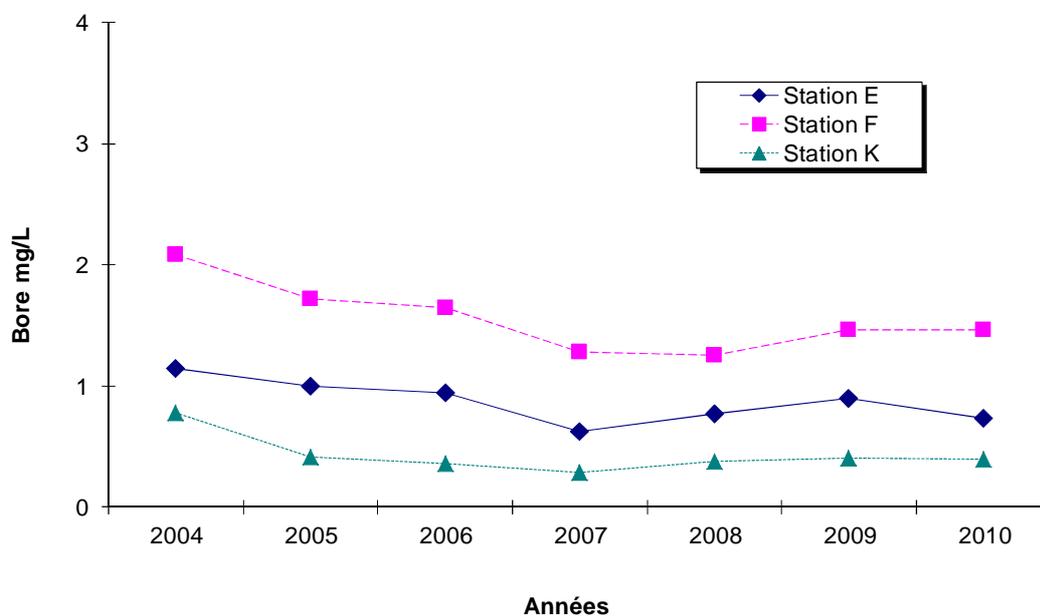


Figure 4-49 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en bore

4.4. Contaminants

4.4.1. 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, n'ont révélé aucune teneur supérieure aux limites de quantification ($0,1 \text{ mg.l}^{-1}$) tout au long de la période d'étude.

4.4.2. Agents de surface anioniques

Sur les 46 mesures réalisées au cours de l'année 2010, 20 d'entre elles se sont révélées positives, avec une majorité au droit de la station F, soit une occurrence nettement plus marquée par rapport aux années précédentes²⁹, les concentrations restant toutefois à l'état de trace :

- Station F : juin, juillet, août, septembre et octobre, aux deux temps de marées, pour des concentrations variant de 30 à 50 $\mu\text{g/L}$.
- Station E : juin, juillet, août (PM uniquement) et septembre, pour des concentrations comprises entre 20 et 50 $\mu\text{g/L}$.
- Station K : juin, juillet (PM uniquement) pour de concentrations de 30 $\mu\text{g/L}$.

Synthèse :

Aucun impact avéré de la centrale n'a été mis en évidence pour l'ensemble des paramètres (carbone organique, chlorophylle, sels nutritifs, bore et contaminants). Les variations spatiales et temporelles enregistrées en 2010 sont principalement induites par le fonctionnement naturel de l'Estuaire de la Gironde.

²⁹ Paramètre introduit dans le programme de surveillance dès 2004 (cf. arrêté inter-ministériel du 18 septembre 2003)

5. *Vibrio* halophiles

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

5.1. Dénombrement

5.1.1. Variations spatio-temporelle

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

Sur l'ensemble des 3 stations, compte tenu du bel étiage, les *Vibrio* ne sont présents qu'à partir du mois d'avril sur une période s'étalant jusqu'à la fin de la période d'étude et avec des abondances moyennes par rapport à celles des années précédentes.

Les abondances les plus importantes sont observées au droit de la station E au mois d'août, les plus faibles étant au niveau de la station la plus en amont (**Figure 5.1 à 5-3**).

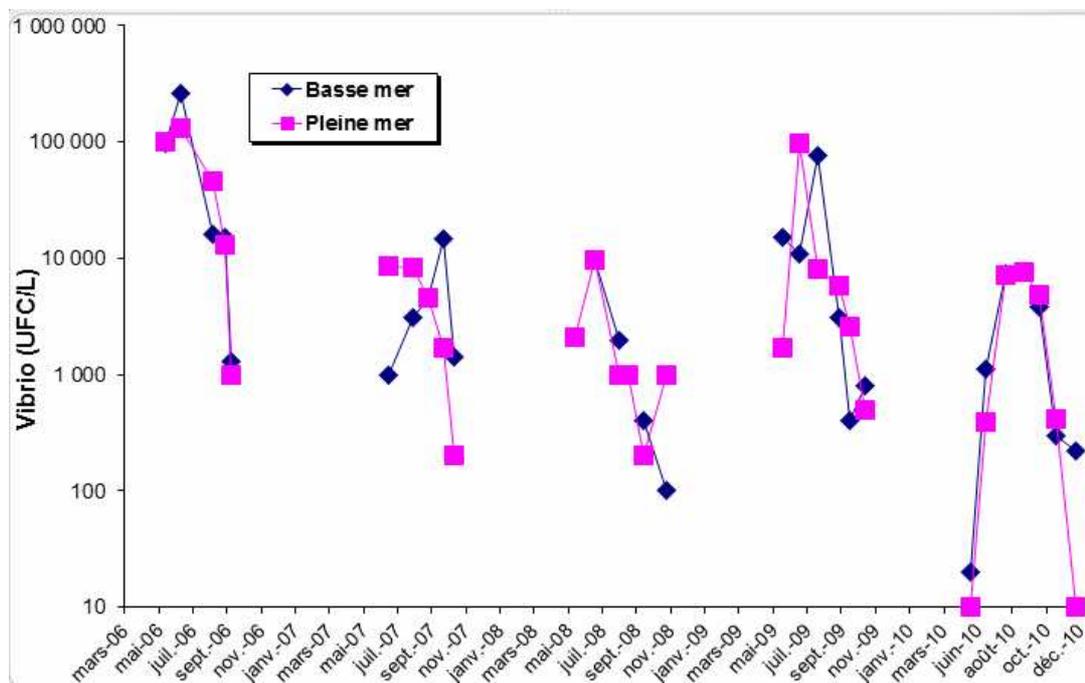


Figure 5-1. : Variations mensuelles des dénombrements de *Vibrio halophiles* à la station F (aval)

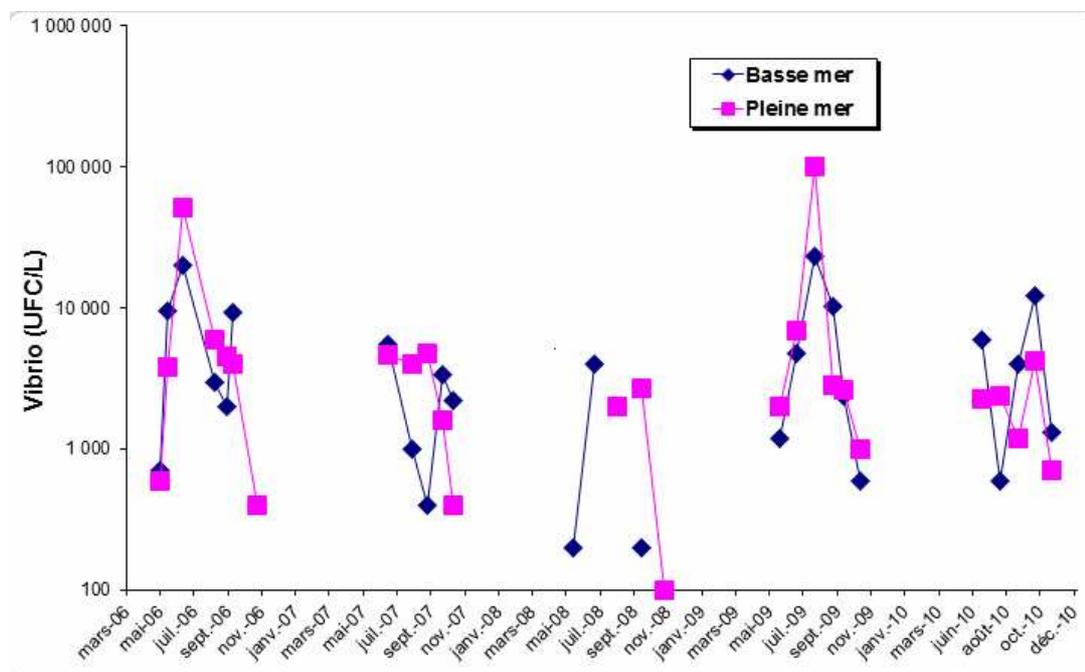


Figure 5-2. : Variations mensuelles des dénombrements de *Vibrio halophiles* à la station E (médian)

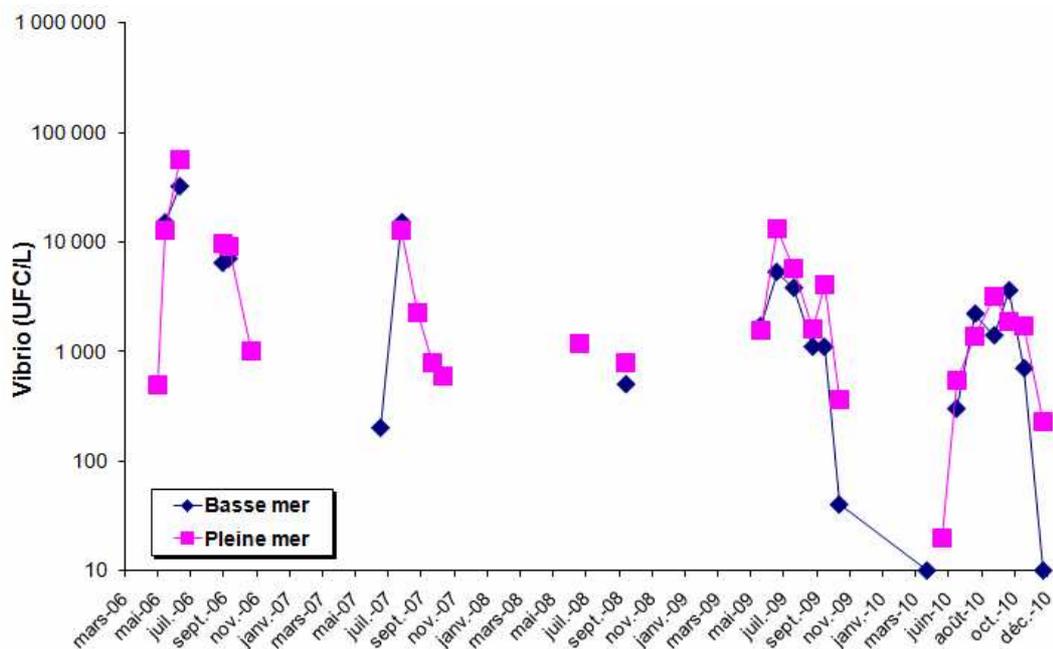


Figure 5-3. : Variations mensuelles des dénombrements de *Vibrio halophiles* à la station K (amont)

5.1.2. Relation avec la salinité et la température

Les *Vibrio* halophiles, en milieu halin, sont surtout sensibles à la température. Les figures ci-après résument cette sensibilité à partir des recherches effectuées depuis 2006.

5.1.2.1. 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 5-4**) aucune station n'est préférentiellement impactée de part sa position sur l'estuaire en terme de présence de *Vibrio*.

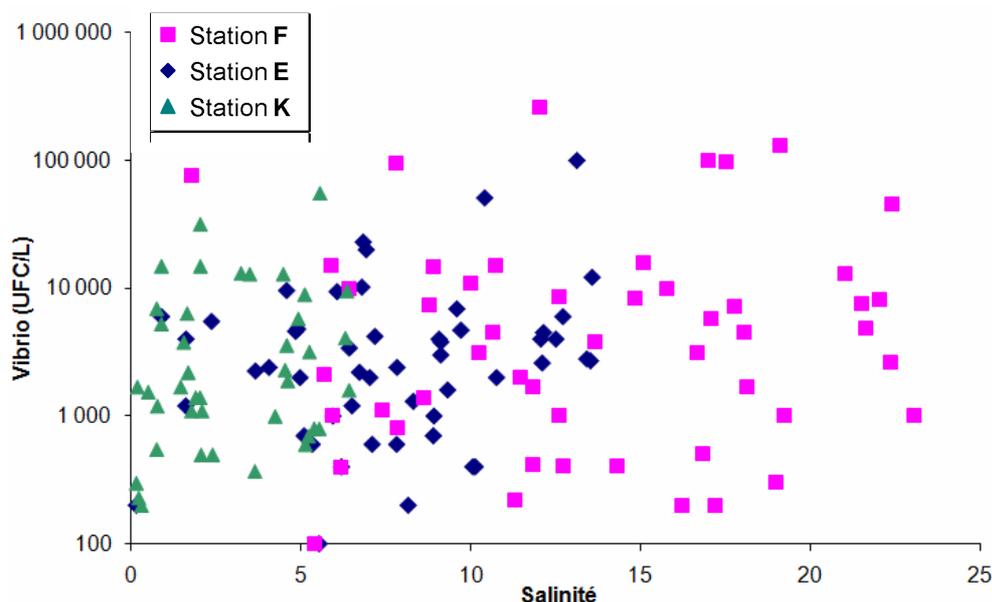


Figure 5-4. : Répartition des dénombrements des *Vibrio* avec la salinité

5.1.2.2. Abondance des *Vibrio* avec la température

Les *Vibrio* halophiles semblent plus sensible à la température qu'à la salinité . (Figure 5-5). En effet il semble que l'abondance augmente avec la température, en particulier pour les stations E et F.

Les températures plus élevées mesurées au droit de la station de mesure E peuvent contribuer au potentiel de développement de ces espèces.

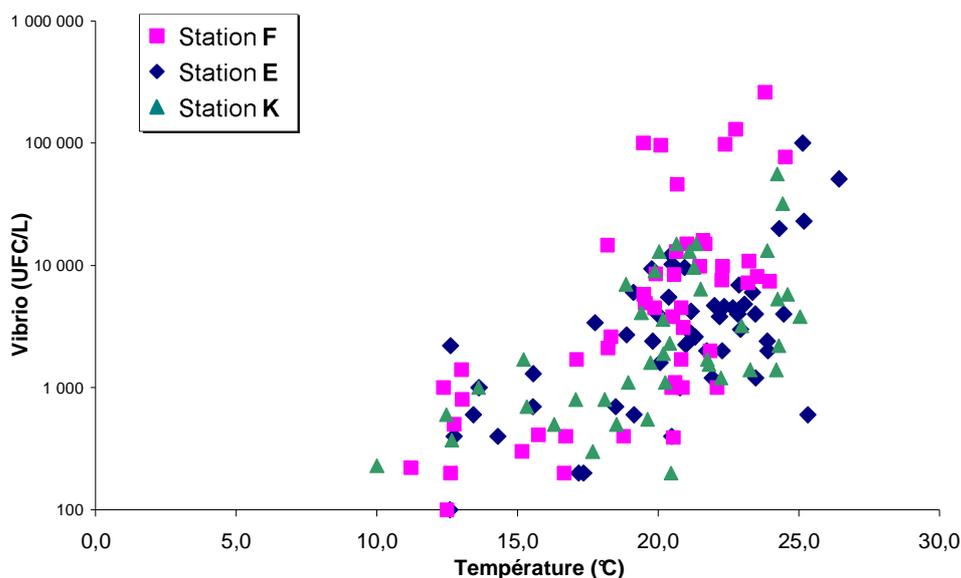


Figure 5-5. : Répartition des dénombrements des *Vibrio* avec la température

5.2. Spéciation

5.2.1. 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 2010, 188 souches de *Vibrio* halophiles ont été détectées. La répartition des espèces, représentée par l'occurrence des espèces identifiées comme *Vibrio*, montre que :

- 46 % des souches sont des *Vibrio parahaemolyticus* ;
- 26 % des souches sont des *Vibrio alginolyticus* ;
- 34 % des souches sont des *Vibrio vulnificus* ;
- 15 % des souches sont des *Vibrio mimicus* ;
- 12 % des souches sont des *Vibrio fluvialis* ;
- 13 % des souches sont des *Vibrio cholerae*.

5.2.2. 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 :

- 60,6 % de l'abondance est due à *Vibrio parahaemolyticus* ;
- 4,4 % de l'abondance est due à *Vibrio alginolyticus* ;
- 21,4 % de l'abondance est due à *Vibrio vulnificus* ;
- 4,2 % de l'abondance est due à *Vibrio mimicus*.
- 1,4 % des souches sont des *Vibrio fluvialis* ;
- 1,9 % des souches sont des *Vibrio cholerae*.

Synthèse :

Les *Vibrio* halophiles, comme leur nom l'indique, se développent de façon naturelle en milieu halin (relatif à la salinité marine), et sont des espèces couramment présentes en milieu marin. Leur forte sensibilité au facteur thermique justifie d'étudier ce compartiment biologique au même titre que les autres compartiments biologiques de l'estuaire. Si cette année, l'abondance augmente avec la température en particulier pour les stations E et F, les plus halines, les températures plus élevées mesurées au droit de la station de mesure E peuvent contribuer au potentiel de développement de ces espèces, dont les principales sont *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio alginolyticus* et *Vibrio vulnificus*.

6. Zooplancton

6.1. 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

6.1.1. Variations des densités du Copépode *Eurytemora affinis*

Les résultats portent sur les observations effectuées au point E (**Figure 6-1**) entre Janvier et Octobre 2010 (l'échantillonnage n'a pu être réalisé en Novembre). 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 2010 l'abondance relative de cette espèce est élevée : de l'ordre de 75% 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 2010 au point E ($5513 \pm 925 \text{ ind./m}^3$) est du même ordre de grandeur que celle observée en 2009 et faible par rapport à la moyenne générale calculée sur 32 ans ($6968 \pm 564 \text{ ind./m}^3$).

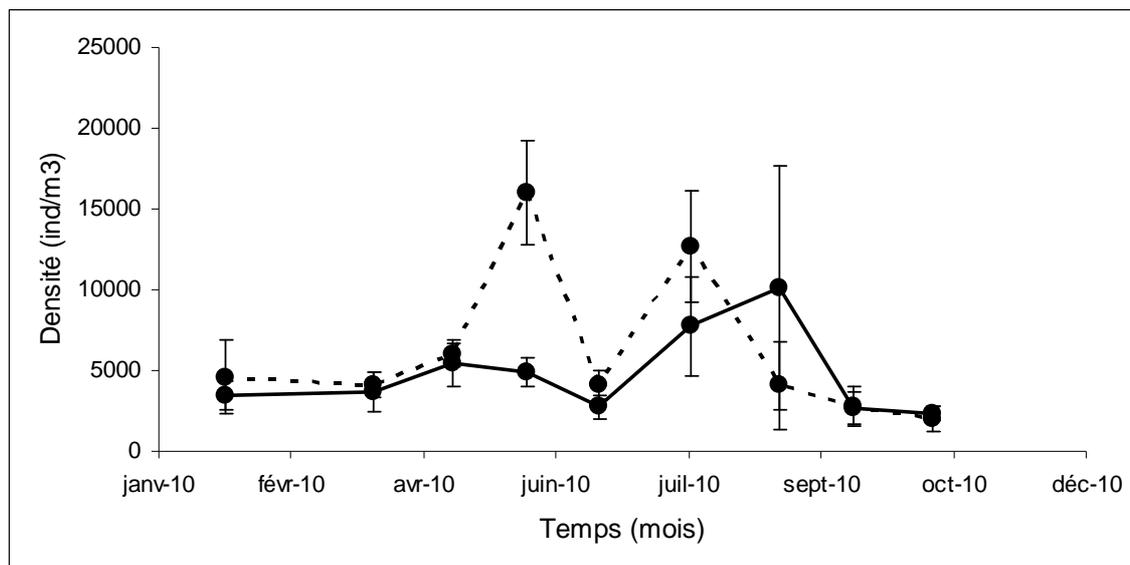


Figure 6-1 : Evolution mensuelle de la densité du copépode *Eurytemora affinis* en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au point E (pk 52) en 2010. Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée.

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 2010 (comme 2005, 2006, 2008 et 2009) présente un schéma temporel légèrement décalé avec un pic d'abondances un peu plus tardif qu'observé habituellement (habituellement : Mars ; en 2010 : Mai-Juin ; abondances maximales au fond : 16019 ± 3246 ind./m³). L'originalité essentielle de l'année 2010 se situe dans les fortes abondances observées aussi en été : le maximum moyen (surface/fond) de densité en 2010 est observé le 22 juillet (10439 ± 2461 ind./m³) ; il est caractérisé par des abondances fortes en surface et au fond (respectivement : 7748 ± 3049 ind./m³ et 12624 ± 3457 ind./m³). Après cette période de production s'étalant pratiquement du printemps à l'été, les abondances diminuent à partir du mois de Septembre (minimum Surface/Fond en Octobre : 2168 ± 452 ind./m³). La reprise de production modérée habituellement observée en automne n'est pas visible cette année (prélèvement non réalisé). Cette dynamique saisonnière s'écarter des observations faites habituellement : elle est caractérisée par des effectifs maximaux au printemps, puis une décroissance très ponctuelle en fin de printemps avant une reprise estivale.

L'étude de la variabilité interannuelle des fluctuations de densité (**Figure 6-2**) montre en effet une bonne reproductibilité globale des cycles saisonniers marqués par un pic annuel de densité sauf en 2010 (2 pics dont un estival). 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.

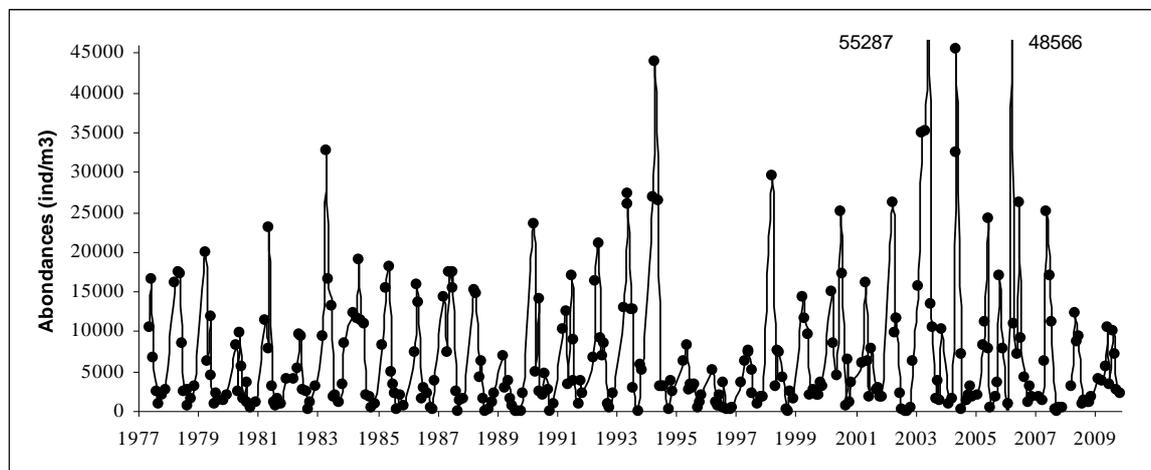


Figure 6-2 : Variation mensuelle des densités du copépode *Eurytemora affinis* au point E entre les années 1978 et 2010. Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond).

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 2010 (comme en 2009), se distinguent, pour le point E, des données acquises les années précédentes (situation caractérisée par de fortes abondances, observées depuis 1998), avec des abondances annuelles moyennes faibles par rapport à la moyenne de la série (11^{ème} rang dans les valeurs basses : 5513 ± 925 ind./m³ – le maxima observé en 2010 correspond à la 7^{ème} valeur minimale observée depuis le début du suivi : 10439 ± 2591 ind./m³).

6.1.2. 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* (Figures 6-3 et 6-4).

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 6-3).

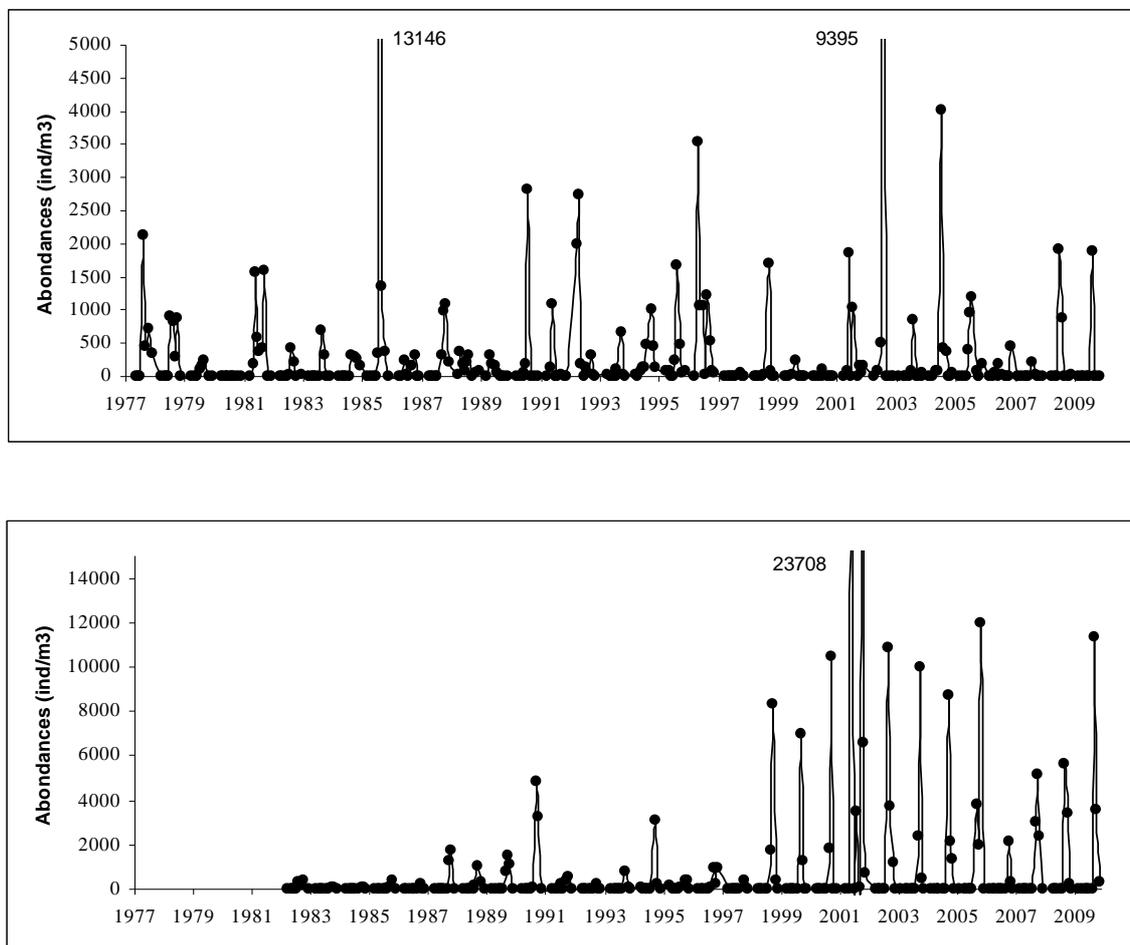


Figure 6-3 : Variations mensuelles de densités du copépode *Acartia bifilosa* (en haut) et *Acartia tonsa* (en bas) au point E entre 1978 et 2010 (densités mensuelles moyennes entre surface et fond) - Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond)

La densité annuelle moyenne observée en 2010 au point E (211 ± 189 ind./m³, e.g. même ordre de grandeur que ce qui avait été observé en 2006 ou 2009) fait partie des valeurs moyennes de la série établie sur les 31 précédentes années de prélèvements (moyenne sur les 31 ans : 298 ± 61 ind./m³). C'est aussi la 16^{ème} plus forte valeur d'abondance moyenne sur l'ensemble de la série et 9^{ème} plus forte valeur sur l'ensemble de la série - pic d'abondance de l'espèce : 1897 ± 527 ind./m³). Cette hétérogénéité confirme la forte variabilité interannuelle des abondances de l'espèce. Le maximum de densité au point E est observé en Juillet (1897 ± 527 ind./m³), en décalage avec la période classique d'abondance maximale de l'espèce (Avril-Mai). La période de production habituelle de l'espèce en Gironde (Avril à Juillet/Août) est caractérisée en

2010 par des effectifs nuls en début de période, l'espèce n'étant présente cette année, dans cette zone de l'estuaire, que durant 1 mois : Juillet (période réduite comme en 2008 : Juillet et Août ou 2009 : Juin et Juillet). Les moyennes des abondances en surface et au fond ne sont pas significativement différentes pendant le maximum d'abondance de l'espèce, bien que beaucoup plus élevées au fond cette année (**Figures 6-3 et 6-4**).

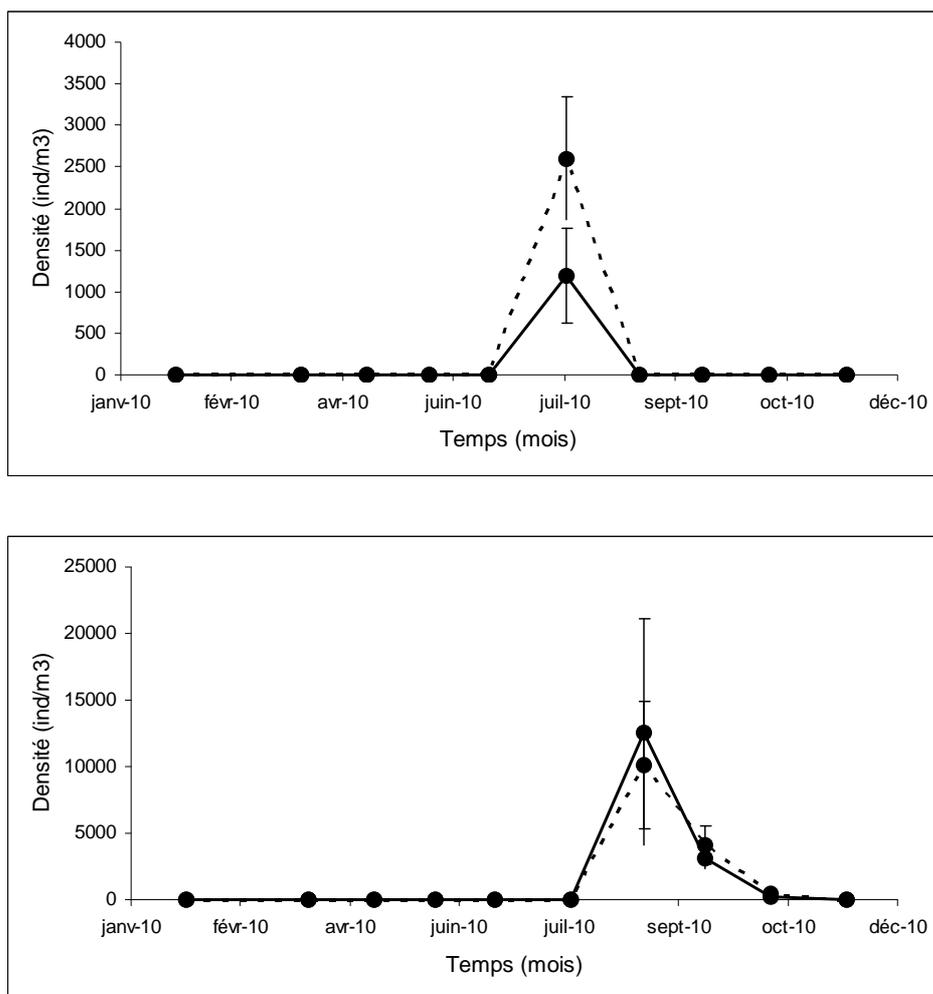


Figure 6-4 : Evolution mensuelle de la densité des copépodes *Acartia bifilosa* (en haut) et *Acartia tonsa* (en bas) en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au point E (pk 52) en 2010 - Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée.

Acartia tonsa, est une espèce introduite dans l'estuaire. C'est une espèce thermo-halophile pouvant vivre à des salinités comprises entre $8-10 \cdot 10^{-3}$ mais qui préfère un régime de salinité de type polyhalin ($>18 \cdot 10^{-3}$). La densité annuelle moyenne observée au point E ($1700 \pm 1135 \text{ ind./m}^3$) est supérieure à la moyenne des années suivant son apparition en Gironde (1983-2010 : $831 \pm 239 \text{ ind./m}^3$). L'année 2010 se situe donc dans la continuité des forts effectifs observés depuis 1999 (exception en 2007). En

2010, l'espèce apparaît relativement « tardivement » (Août, comme en 2009) et présente un maximum de densité « classique » en période estivale : Août (11354 ± 4899 ind./m³) (**Figure 6-3**), conforme aux observations habituelles (Août à début Octobre selon les années). Le maximum observé en 2010 (respectivement en surface et au fond : 12607 ± 8483 ind./m³, 10101 ± 4823 ind./m³) est supérieur à la moyenne des maxima enregistrés depuis 1978 (4047 ± 955 ind./m³) 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 2009 s'observe encore cette année.

6.1.3. 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 $22,0 \cdot 10^{-3}$.

Les deux Mysidacés *N. integer* et *M. slabberi* sont habituellement récoltés d'avril à octobre au point E (**Figures 6-5 à 6-7**).

La densité moyenne annuelle de *Neomysis integer*, en 2010 (57 ± 28 ind./m³), fait partie des valeurs moyennes à fortes de la série (9^{ème} rang), elle est proche de la moyenne générale des densités observées depuis 1978 (42 ± 5 ind./m³). Généralement, *N. integer* est l'espèce la plus abondante à la fin du printemps, ce qui est le cas cette année jusqu'en Mai, mois à partir duquel *M. slabberi* est mieux représentée (période estivale - **Figure 6-7**).

En 2010, *N. integer* a été récoltée essentiellement pendant presque toute la période de prélèvement (Mai à Août). Le maximum mensuel de densité s'observe en Mai (**Figure 6-7**). La valeur du pic (moyenne mensuelle en Septembre : 291 ± 196 ind./m³) est parmi les plus fortes abondances observées : 5^{ème} rang des valeurs maximales de la série pour ce secteur de l'estuaire (moyenne des maxima : 171 ± 22 ind./m³). La plus forte valeur est observée au fond (564 ± 342 ind./m³ pour 17 ± 9 ind./m³ en surface et en Mai), 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 (191 ± 70 ind./m³). En 2009 sa densité moyenne annuelle est du même ordre de grandeur que la moyenne générale des observations effectuées depuis 1978 (178 ± 22 ind./m³). *M. slabberi* a été récolté au point E essentiellement à partir du mois de Juin (elle est trouvée dès le mois de Mars, sans que ses effectifs ne dépassent 13 ind./m³ avant Juin).

Le maximum de densité s'observe cette année en Juillet (moyenne mensuelle : 588 ± 174 ind./m³ - **Figure 6-6**) avec une distribution des organismes hétérogène dans la colonne d'eau : maximum en surface : 832 ± 285 ind./m³ (fond : 343 ± 99 ind./m³), ce qui est habituel en Gironde pour cette espèce meilleure nageuse que la précédente et que l'on trouve souvent répartie de manière homogène dans la colonne d'eau ou avec des abondances supérieures en surface. Ces abondances maximales moyennes restent importantes pendant toute la période estivale. Elles sont 4 fois plus élevées que celles de *Neomysis* ce qui correspond au schéma classique annuel moyen (facteur 4 sur l'ensemble de la série - **Figure 6-5 et 6-6**).

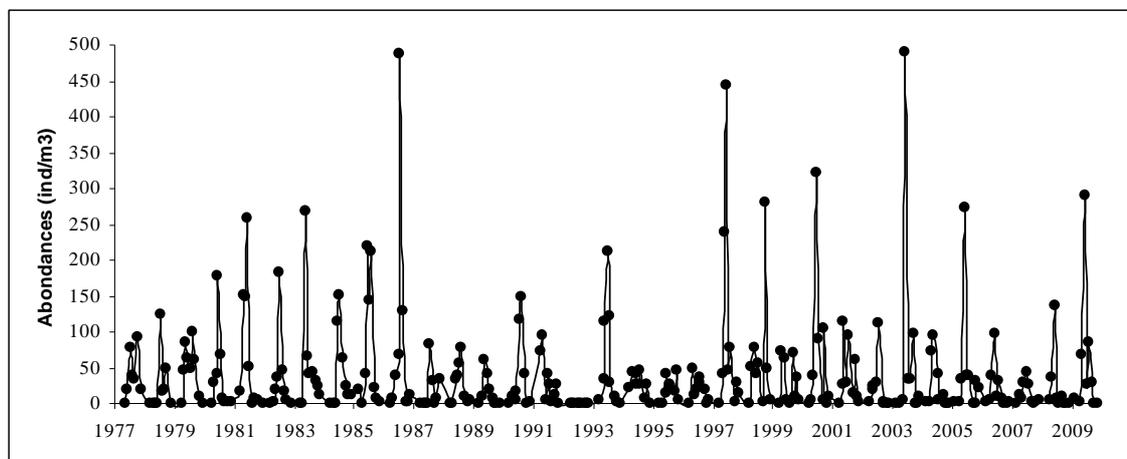


Figure 6-5 : Variations mensuelles de densités du Mysidacé *Neomysis integer* au point E entre 1978 et 2010 - Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond)

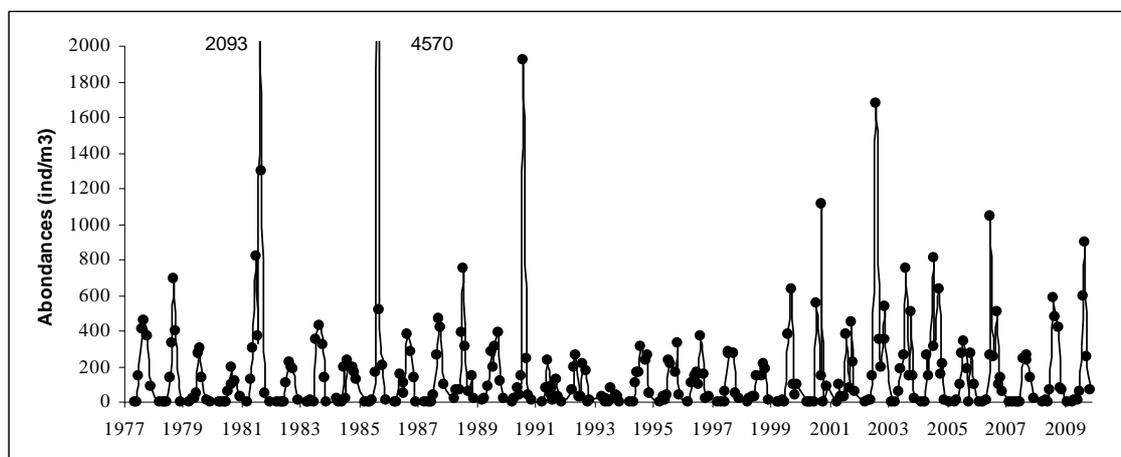


Figure 6-6 : Variations mensuelles de densités du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* au point E entre 1978 et 2010 - Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond)

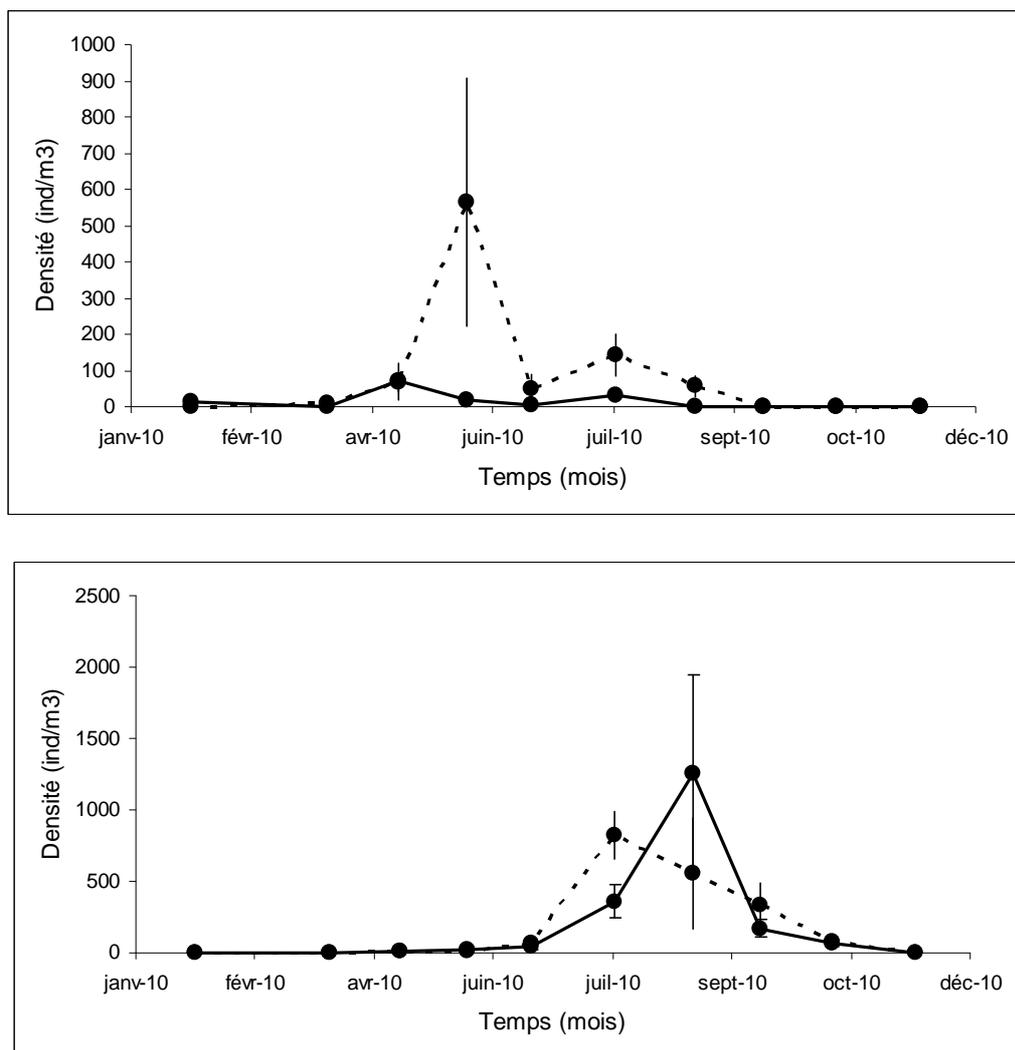


Figure 6-7 : Evolution mensuelle de la densité des Mysidacés *Neomysis integer* (en haut) et *Mesopodopsis slabberi* (en bas) au point E (pk 52), en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au cours de l'année 2010 - Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée

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

6.2.1. 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 2010 (**Figure 6-8**) sont conformes aux observations habituelles : les valeurs les plus importantes sont observées cette année durant (ou juste avant) la période de développement printanier de la population (on ne note cependant pas d'augmentation des valeurs avant ou pendant la hausse d'abondances estivales). Les valeurs supérieures à la moyenne (moyenne 2010, point E : $2,94 \pm 0,75$ œufs par sac ovigère) sont observées au printemps (Mars à Mai, mois durant lequel le maximum est observé : $3,51 \pm 0,93$ œufs par sac ovigère).

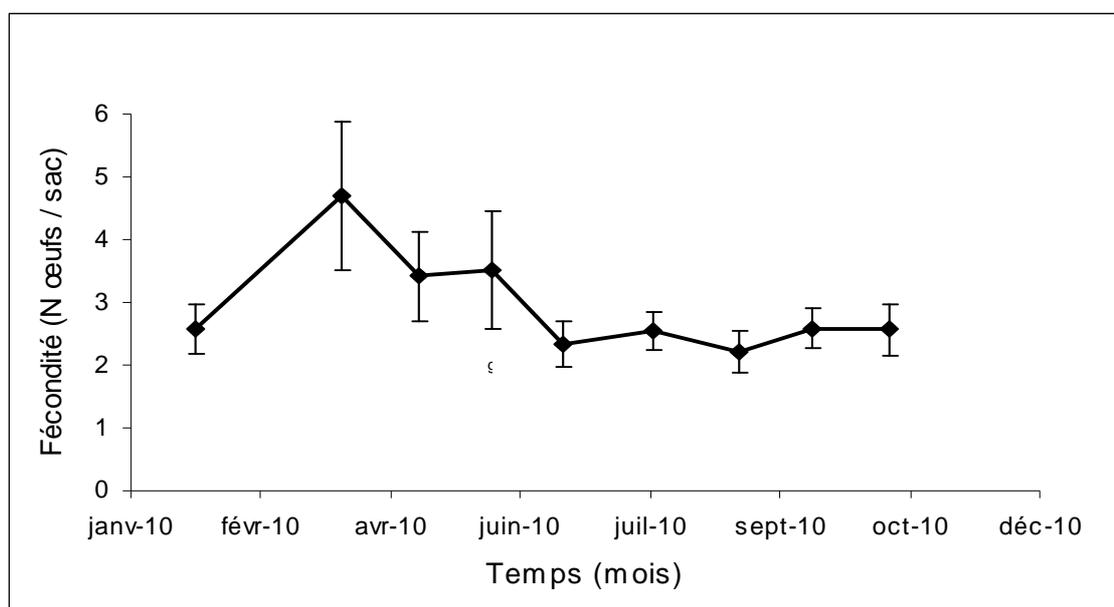


Figure 6-8 : Evolution du nombre moyen d'œufs par sac ovigère chez *Eurytemora affinis* au point E au cours de l'année 2010 -Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs observées au cours d'un demi-cycle de marée

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 6-9**). En 2010, la fécondité moyenne ($2,94 \pm 0,75$ 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) ; dans cette hypothèse, la stabilisation à un niveau bas des fécondités depuis 1994 reste inexplicée.

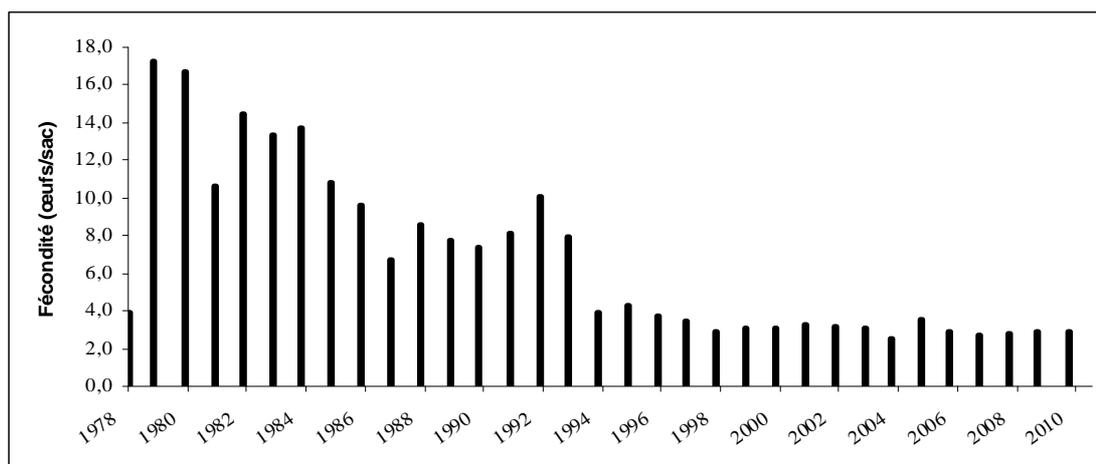


Figure 6-9: Evolution annuelle de la fécondité (nombre moyen d'œufs par sac ovigère/an) du copépode *Eurytemora affinis* au point E entre 1978 et 2010 - Chaque point représente la moyenne des valeurs mensuelles calculée entre avril et novembre

6.2.2. 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 se vérifie en 2010 (54 ± 2 % de mâles en moyenne). De même les variations de sex ratio étaient relativement stables en 2010 avec une néanmoins une hausse du pourcentage de mâles en période estivale (notamment en surface : **Figure 6-10**). Le déséquilibre observé en fin d'été (maximum moyen en Août : 64 %) se rapproche de ce qui a été observé en 2008. En général, le pourcentage de mâles est essentiellement un peu plus élevé en surface qu'au fond. En 2010, cette caractéristique est en moyenne observée sur l'année (ce schéma n'était plus visible en 2008 et 2009).

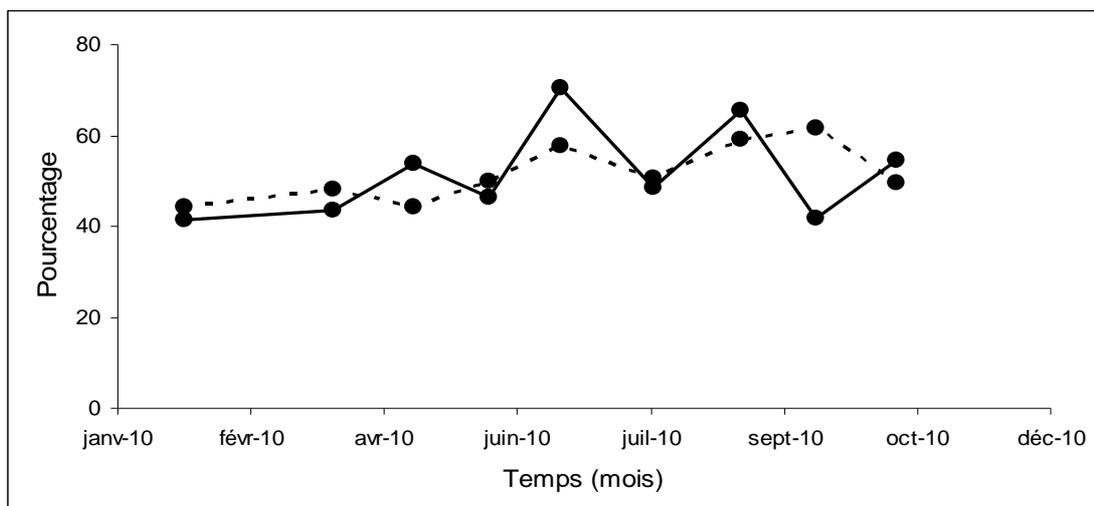


Figure 6-10 : Evolution mensuelle du pourcentage de mâles dans la population adulte du copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au cours de l'année 2010 - Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours 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 6-11**) sont observées au printemps et en été (Avril/Mai et Août), soit pendant les périodes de production de l'espèce de cette année 2010. Le pourcentage moyen de l'année 2010 (29,4 %) est très proche de la moyenne calculée à partir des valeurs de données de l'ensemble des années de surveillance (29,3 %) et se situe dans la gamme de valeurs observées avant 1999 (valeurs plus faibles et proches de 20,0 % de 1999 à 2009).

La proportion moyenne de copépodites (copépodites 1 à 5 = stades juvéniles) en 2010 est plus importante en surface qu'au fond pendant la période de production printanière (**Figure 6-12**), ce qui traduit, à ce moment, une distribution préférentielle des jeunes stades en surface (phénomène classiquement observé quelle que soit la période). La moyenne annuelle (58,7 %) est très proche de la moyenne des observations sur l'ensemble de la série (59,3 %). Comme souvent, les plus forts pourcentages sont notés de Mars à Juin (pendant le pic d'abondance de l'espèce), mais aussi en fin de période estivale (période durant laquelle les effectifs sont très faibles). Les valeurs élevées, observées en Septembre, ne semblent pas pouvoir être attribuées à la légère reprise de production automnale (non enregistrée cette année au point E (absence de prélèvement en Novembre), mais non visible sur les autres points (K et F) échantillonnées en Novembre).

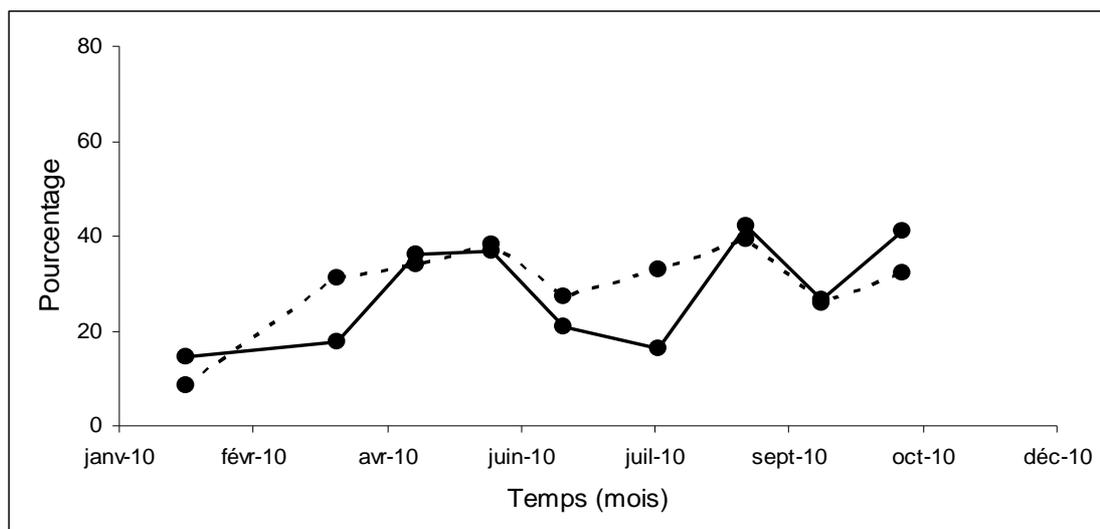


Figure 6-11 : Evolution mensuelle du pourcentage de femelles ovigères chez le copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au cours de l'année 2010 - Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée

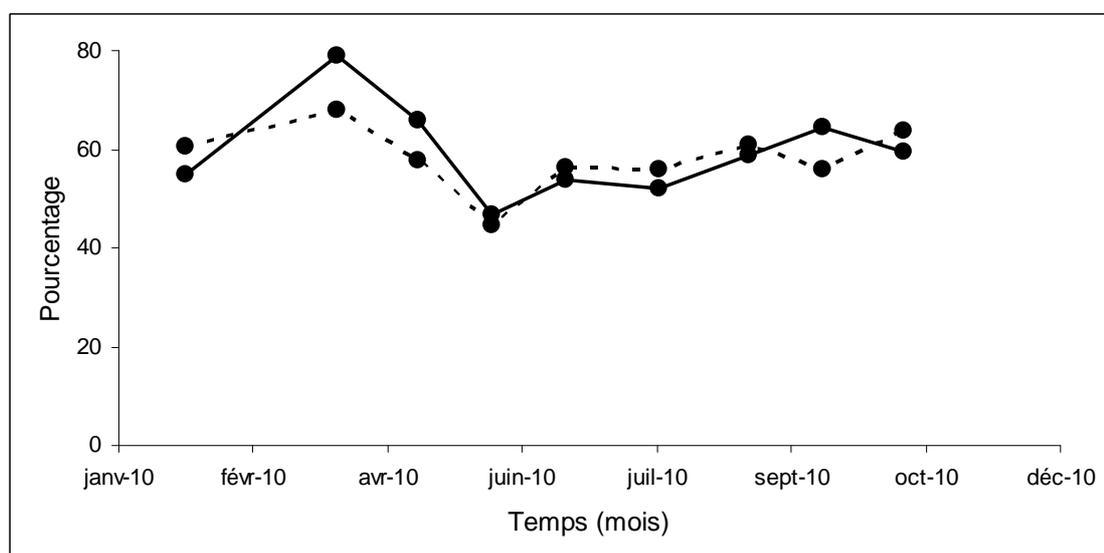


Figure 6-12 : Evolution mensuelle du pourcentage de copépodites dans la population totale du Copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface (trait plein) et au fond (pointillés) au cours de l'année 2010 - Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée

6.2.3. Mortalité

Les résultats sont présentés en pourcentages de mortalité, tous stades confondus. Les fluctuations temporelles observées au cours du cycle annuel en 2010 (**Figure 6-13**) sont faibles quelle que soit la période de l'année.

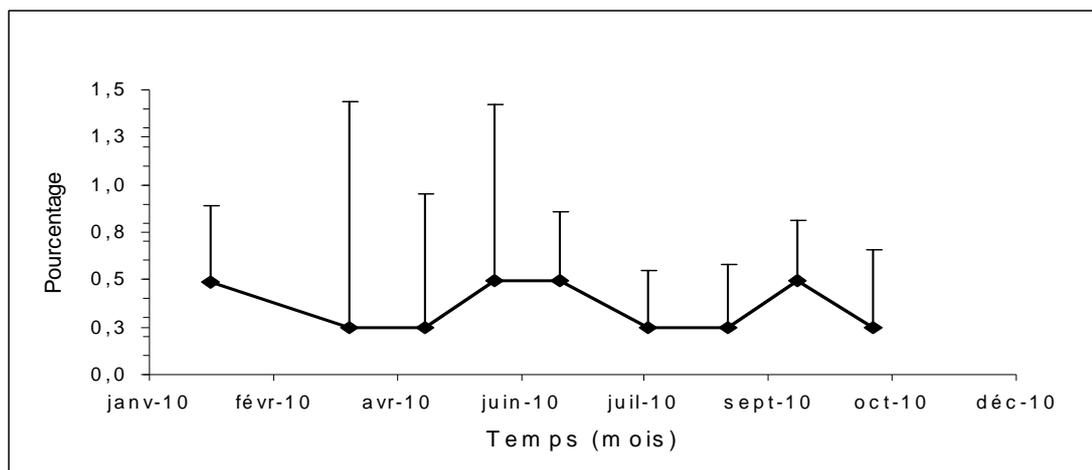


Figure 6-13 : Evolution mensuelle du pourcentage de mortalité du copépode *Eurytemora affinis* au point E, au cours de l'année 2010 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne (\pm erreur standard) calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée (2 en surface et 2 au fond)

La mortalité annuelle moyenne en 2010 ($0,4 \pm 0,1$ %) 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 (2^o valeur la plus faible sur l'ensemble de la série).

La moyenne annuelle observée en 2010 concorde avec la diminution de la mortalité observée depuis 1999. La tendance observée au cours des 12 dernières années (**Figure 6-14**) est proche de celle des années 1984 à 1988

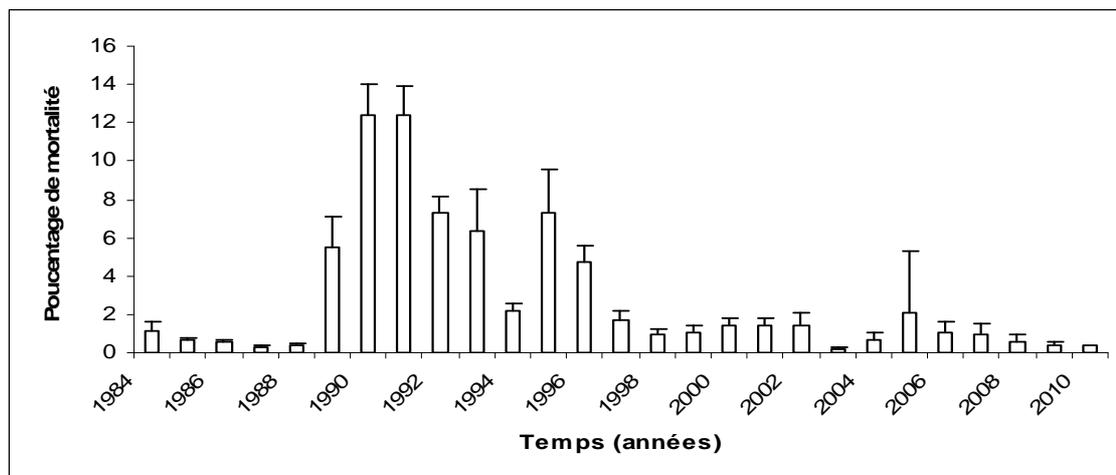


Figure 6-14 : Evolution du pourcentage de mortalité du Copépode *Eurytemora affinis* au point E, entre 1984 et 2010 - Chaque point sur le graphique représente la valeur moyenne annuelle (\pm erreur standard) calculée sur l'ensemble des prélèvements

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

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

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

6.3.1. Variations des densités du Copépode *Eurytemora affinis*

En 2010, *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 (point F) est *A. tonsa*). La densité moyenne annuelle d'*E. affinis* au point F (2777 ± 640 ind./m³) est la plus faible observée. Dans la zone médiane de l'estuaire (au point E) les effectifs sont intermédiaires (5513 ± 925 ind./m³). L'abondance de l'espèce est beaucoup plus forte en amont K (8290 ± 2146 ind./m³, **Figure 6-15**). La localisation aval de l'espèce, déjà observée en 2005 et 2006, n'est pas observée cette année (comme depuis 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 deux stations amont : Mai à Juillet, semble être plus précoce en amont (effectifs les plus importants notés en 2010 : point K en Juillet : 24527 ± 10304 ind./m³, **Figure 6-15**). Le pic d'abondances en aval (point F) est décalé en Juin et de faible amplitude : 6769 ± 1844 ind./m³ (station aval non échantillonnée en Mars).

L'année 2010 se distingue donc, comme cela a pu être observé les années précédentes, par des périodes d'abondances maximales différentes en amont (K et E) et en aval de l'estuaire (F). 2010 est aussi marquée par une augmentation atypique des abondances estivales qui concerne l'ensemble de la zone amont (points K et E).

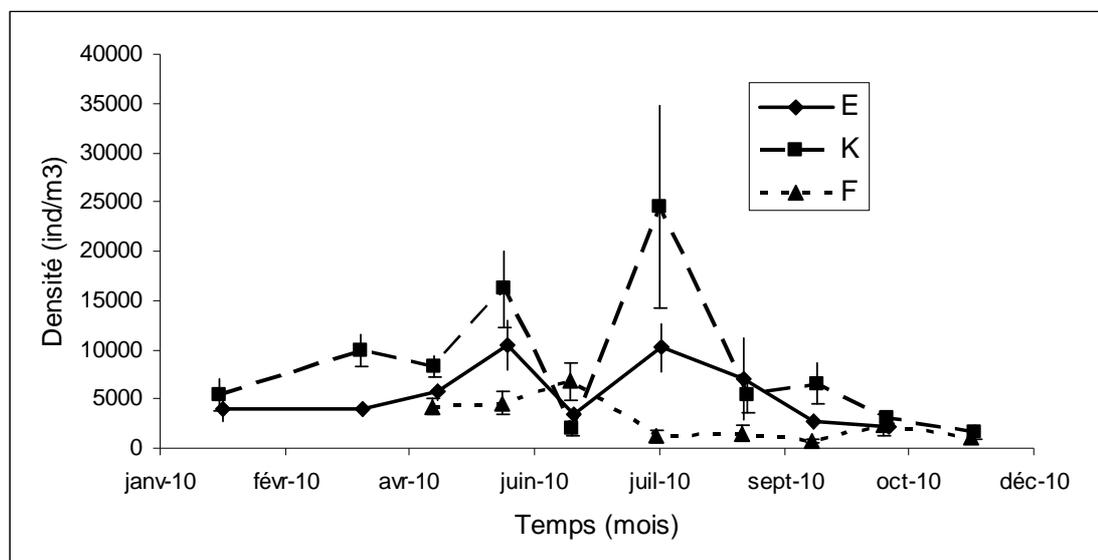


Figure 6-15 : Evolution mensuelle de la densité du copépeode *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52) et K (pk 30) au cours de l'année 2010 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

La comparaison des densités moyennes interannuelles (**Tableau 6-1**) entre 1984 et 2010 montre que les années caractérisées par une absence de crues³⁰ (notamment printanières) ou par une forte turbidité (sècheresse printano-estivale) sont des années pour lesquelles la densité du copépeode est plus élevée au point K qu'au point E ; la situation étant inversée les années caractérisées par des crues. Le schéma observé en 2010 correspond à une situation classique « hors crue » pour laquelle la population du copépeode *E. affinis* est principalement répartie sur la zone amont de l'estuaire (les apports d'eau douce ont été très modérés en 2010).

³⁰ 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-

Tableau 6-1 : Evolution des densités moyennes annuelles (ind./m³) du copépode *Eurytemora affinis* observées au cours de la période 1984-2010 - 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
2009	3815	4456		10111
2010	2777	5513		8290

6.3.2. 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 (cf. **Figure 6-4**).

Les densités moyennes du copépode *Acartia bifilosa* (**Tableau 6.2** et **Figure 6.16**) sont maximales au point F (1208 ± 863 ind./m³) et décroissent vers l'amont de l'estuaire (maximum au point E : 211 ± 189 ind./m³ et maximum au point K : 4 ± 4 ind./m³).

Le début de production de l'espèce est observé en Avril dans la zone aval. 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: 8396 ± 5436 ind./m³ ;

en zone médiane, maximum annuel au point E : 1897 ± 527 ind./m³; maximum annuel au point K : 44 ± 24 ind./m³). Un seul pic d'abondance est observé en 2010. La présence de ce pic estival, observé certaines années, est une caractéristique des années : 1979, 1982, 1987, 1993, 1997, 2002, 2005, 2008 ; 2010 ne rentre dans ce schéma saisonnier.

Ceci correspond à un schéma classique de la distribution spatio-temporelle de l'espèce dans l'estuaire : le caractère polyhalin d'*A. bifilosa* s'illustre souvent par une distribution dans la partie aval de la Gironde, l'espèce ne colonisant l'estuaire amont qu'à la faveur de la remontée de l'intrusion saline.

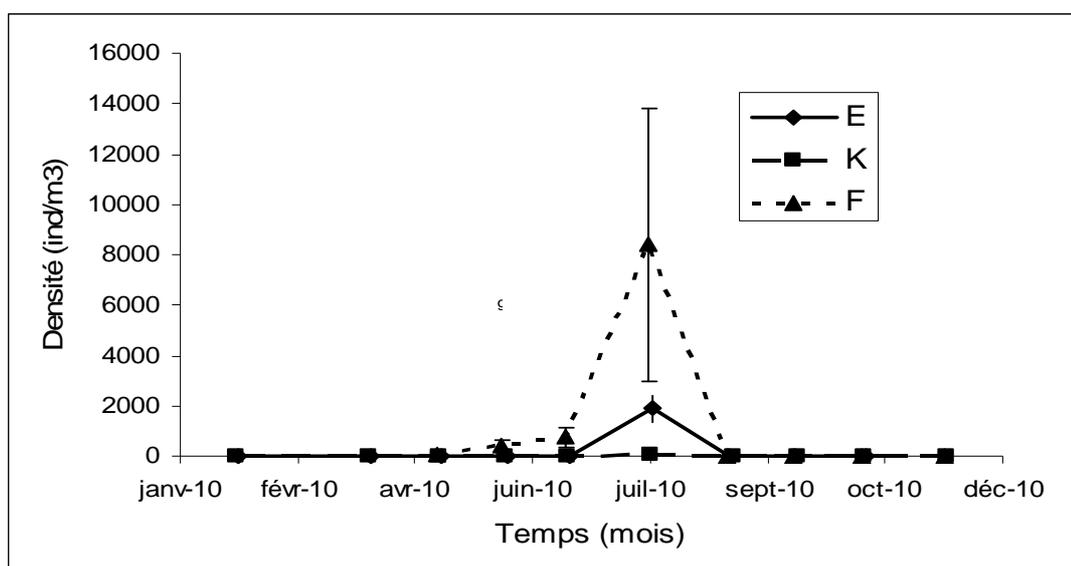


Figure 6-16 : Evolution mensuelle de la densité du Copépode *Acartia bifilosa* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2010 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

Tableau 6-2 : Evolution des densités moyennes annuelles (ind./m³) du copépode *Acartia bifilosa* au cours de la période 1984-2010 - 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
2009	128	310		5
2010	8396	1897		44

Le copépode *Acartia tonsa* est une espèce polyhaline : il présente en 2010 un gradient décroissant d'abondance des stations aval vers les stations amont (**Tableau 6-3**). Les plus fortes abondances sont observées au point F (moyenne annuelle : 3343 ± 1759 ind./m³), elles sont intermédiaires au point E (moyenne annuelle : 1700 ± 1135 ind./m³), l'espèce étant très peu représentée au point K (moyenne annuelle : 167 ± 107 ind./m³). 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 2010 (**Figure 6-17**) un pic de densité en Août au point E (11354 ± 3293 ind./m³) et un pic décalé en Septembre en aval (15322 ± 4899 ind./m³). La période d'abondance maximale est identique en amont (point K) et en aval (point F), mais les densités observées dans la zone oligo-haline sont, comme observé classiquement, très faibles (1000 ± 600 ind./m³).

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*).

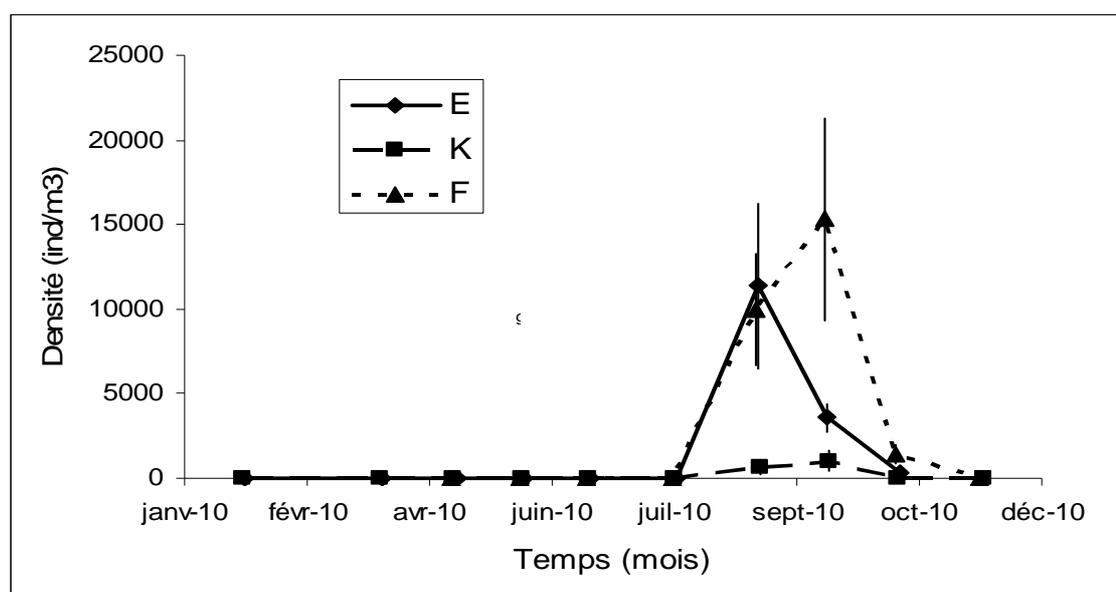


Figure 6-17 : Evolution mensuelle des densités du copépode *Acartia tonsa* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2010 - Chaque point du graphique représente la moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

Tableau 6-3 : Evolution des densités moyennes annuelles (ind./m³) du copépode *Acartia tonsa* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de la période 1984-2010 - 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
2009	4829	1032		169
2010	3343	1700		167

6.3.3. Variation des densités de Mysidacés

En 2010, les effectifs de *Neomysis integer* sont globalement moyennes à fortes par rapport à ce qui a pu être observé sur l'ensemble de la série ; en moyenne l'espèce est essentiellement peu représentée dans la station amont (**Tableau 6-4** : moyennes annuelles : point K : 12 ± 7 ind./m³ - point E : 57 ± 28 ind./m³ - point F : 33 ± 15 ind./m³).

Les densités maximales de l'espèce s'observent classiquement en 2010 dans la zone aval de l'estuaire (aux points F ou E). Cette année les pics sont simultanés (Juin) dans les 2 stations aval (**Figure 6-18**) avec des abondances plus importantes dans la partie médiane de l'estuaire : 141 ± 66 ind./m³ au point F, 291 ± 196 ind./m³ au point E. La période d'abondances maximales est décalée vers la fin de période estivale dans la zone amont de l'estuaire (point K, Septembre : 76 ± 61 ind./m³). La présence plus constante à la station E (effectifs parfois faibles), interprétée comme une localisation de l'aire de distribution de l'espèce principalement dans la zone médiane de l'estuaire, est observée cette année, les pics de développement de l'espèce étant relativement localisés dans le temps en 2010.

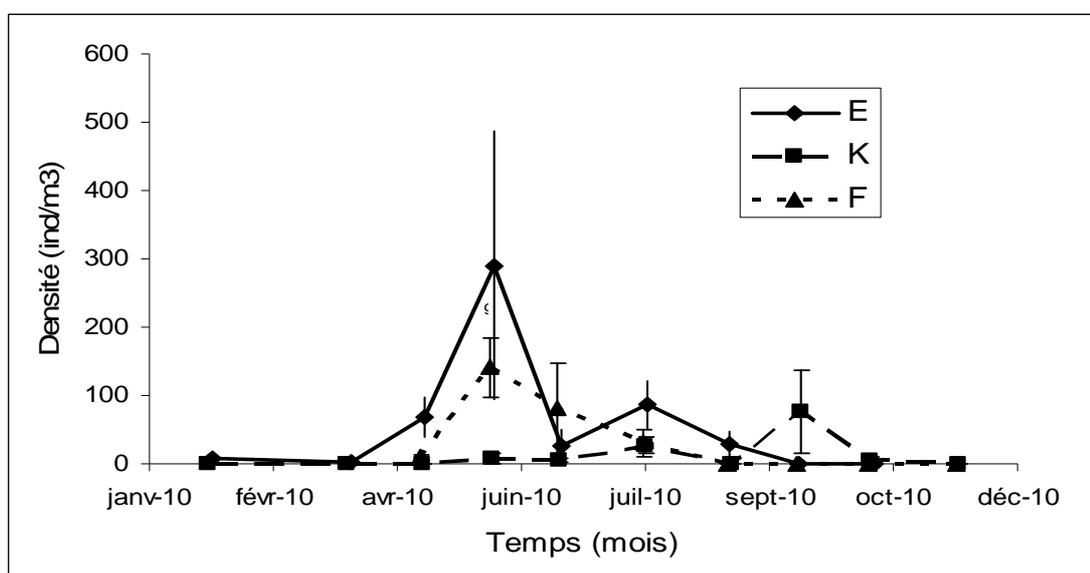


Figure 6-18 : Evolution mensuelle de la densité du Mysidacé *Neomysis integer* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30), au cours de l'année 2010 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) au cours d'un demi-cycle de marée (\pm erreur standard)

Tableau 6-4 : Evolution des densités moyennes annuelles (ind./m³) du Mysidacé *Neomysis integer* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de la période 1984-2010 - 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
2009	18	22		10
2010	33	57		12

La seconde espèce dominante, *Mesopodopsis slabberi* (**Figure 6-19**) présente, point de vue des abondances moyennes, un schéma de distribution classique (gradient décroissant de l'aval vers l'amont, **Tableau 6-5.**): abondances très proches et importantes aux points F ($291 \pm 49 \text{ ind./m}^3$), et E (moyenne annuelle : $211 \pm 96 \text{ ind./m}^3$) par rapport au point K ($41 \pm 20 \text{ ind./m}^3$). 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 période estivale (Août) aussi bien en aval qu'en amont (point F : $485 \pm 211 \text{ ind./m}^3$ - point E : $901 \pm 414 \text{ ind./m}^3$ - point K : $163 \pm 84 \text{ ind./m}^3$). Bien que le caractère polyhalin de l'espèce soit illustré par son positionnement moyen au cours de l'année dans la partie aval de l'estuaire, le maximum de densité est observé cette année dans la zone médiane (point E).

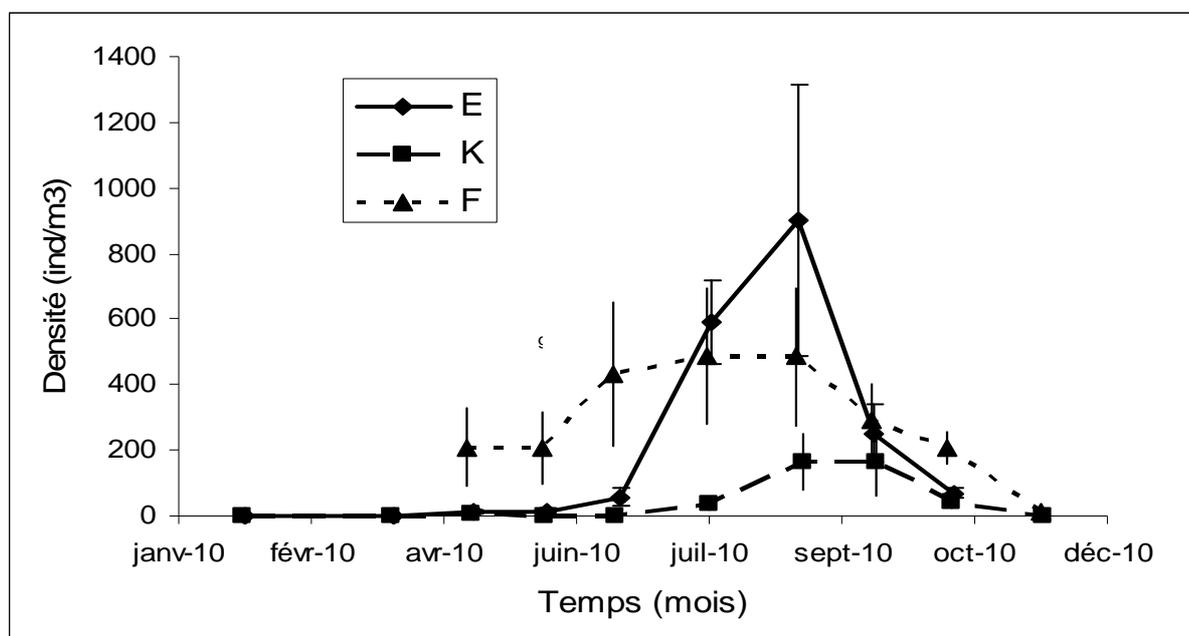


Figure 6-19 : Evolution mensuelle de la densité du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30), au cours de l'année 2010 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 8 prélèvements au cours d'un demi cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) au cours d'un demi-cycle de marée (\pm erreur standard)

Tableau 6-5 : Evolution des densités moyennes annuelles (ind./m³) du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de la période 1984-2010 - 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
2009	167	191		72
2010	291	211		41

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

6.4.1. Paramètres de population

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

Tableau 6-6 : Principaux paramètres démographiques de *Eurytemora affinis* au cours de la période 1984-2010 - 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
2009	54	18	48	46	19	60	42	10	61
2010	54	27	52	52	29	59	42	8	65

L'évolution saisonnière du sex-ratio (**Figure 6-20**) est assez différente d'une station à l'autre. Dans la zone médiane et aval (points E et F), on observe globalement un équilibre (proche mais supérieur à 50%) du sex ratio sur la période d'étude avec, en moyenne, une prédominance de mâles (point F : 54 %, point E : 52 %). Ceci représente pour la partie médiane (E) une différence avec les données récentes mais correspondant au schéma observé au début de l'étude : dominance de mâles. Ce schéma est classique pour la zone aval. La situation pour la zone amont est différente : la variabilité du sex ratio est importante et en moyenne les femelles sont dominantes (en moyenne : 42% de mâles). Cette dominance de femelles a été fréquemment observée ces dernières années essentiellement dans les parties médiane et amont, présentant un schéma inverse à ce qui était observé en début d'étude (dominance de mâles). L'année 2010 se caractérise donc par un « retour » au schéma initial (dominance de mâles) en zones aval et médiane et un maintien du schéma récent (dominance de femelles) dans la zone amont.

L'année 2010 est marquée dans la zone amont (point K), comme c'était le cas des dernières années d'observation (e.g. 2005-2006-2007-2009), par une faible représentation moyenne des femelles ovigères : 8% (17% sur l'ensemble de la série). Cette situation n'est cependant pas observée plus en aval (points E et F) où les pourcentages de femelles ovigères retrouvent des valeurs plus élevées et donc plus classiques : 29% au point E (26% sur la série) et 27% au point K (22% sur la série). Le pourcentage de femelles ovigères est globalement plus élevé lors de la période de forte abondance de l'espèce principalement en zones médiane et aval..

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 2010 est par ailleurs marquée par une meilleure représentativité des jeunes stades en amont (point K : 65%) et en zone médiane (point E : 59%) qu'en aval (52%) et par des pourcentages moyens très proches des valeurs moyennes observées sur la série pour l'ensemble des zones (F : 54% - E : 59% ; K : 62%).

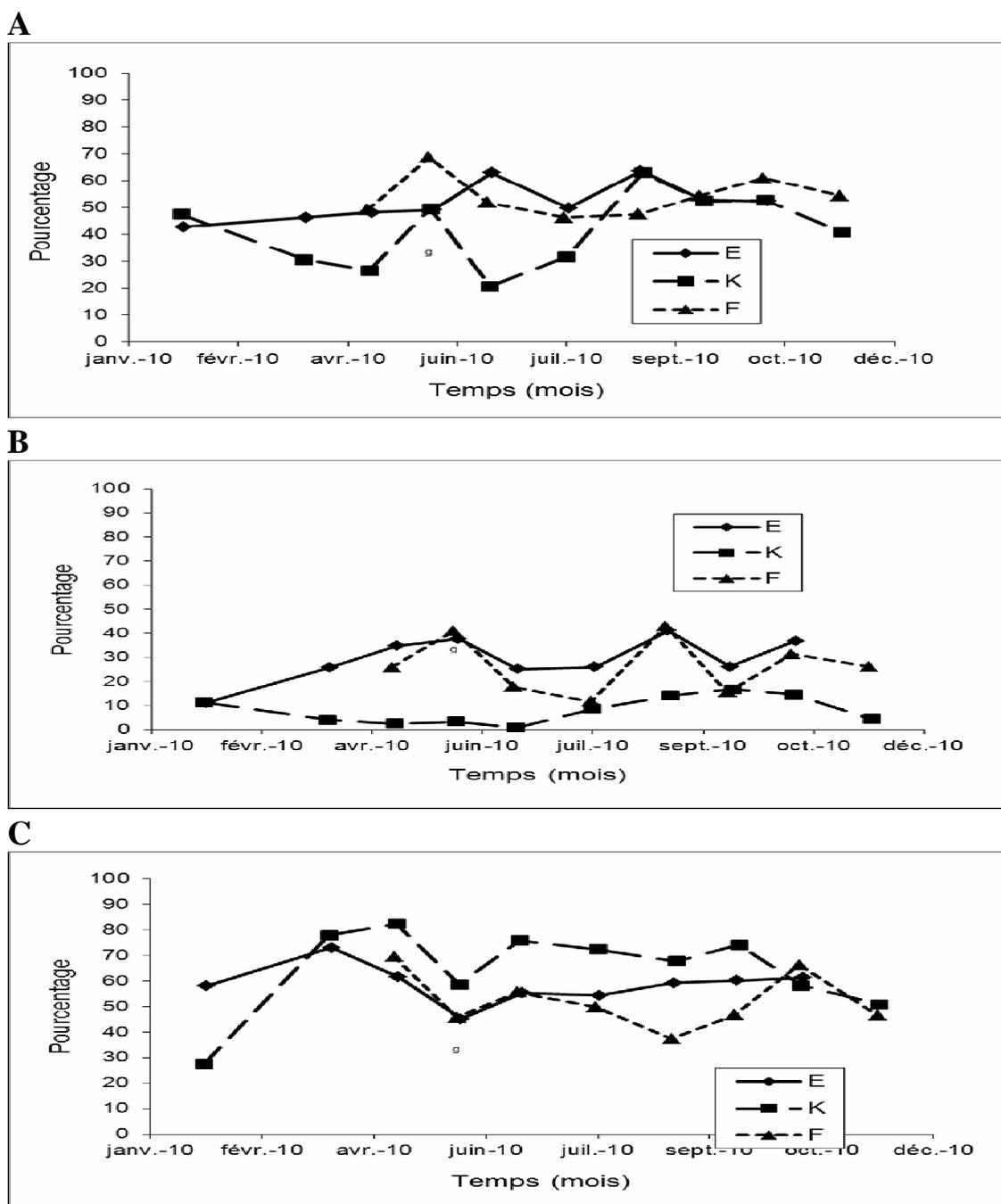


Figure 6-20 : Evolution mensuelle de la structure démographique du copépo­de *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2010 - % mâles/adultes (A), % femelles ovigères (B), % de copépodites (C), calculés sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond)

6.4.2. Fécondité

En 2010, les fécondités enregistrées aux points K, E et F (**Figure 6.21**) 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 ($2,8 \pm 0,5$ œufs/femelle au point F, $2,9 \pm 0,8$ en E et $2,3 \pm 0,3$ en K).

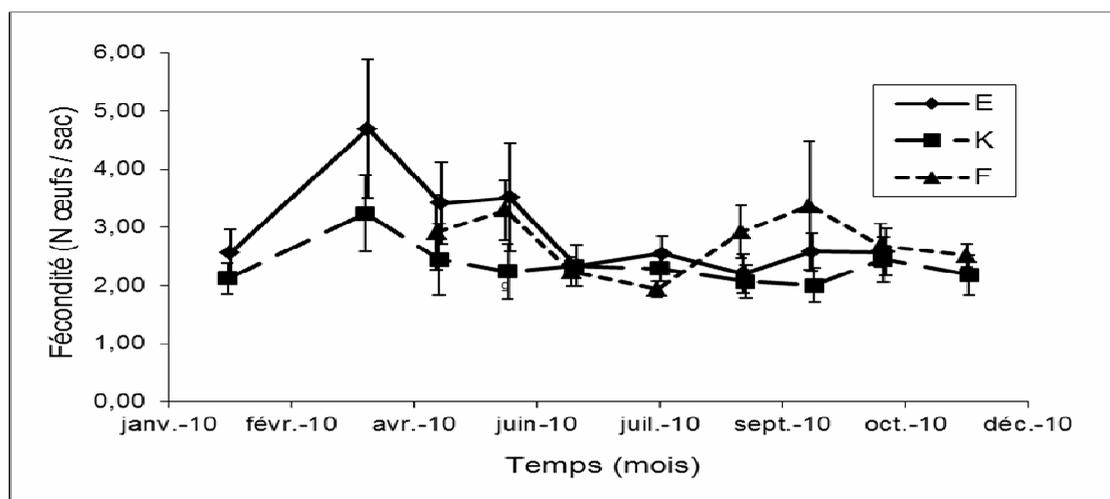


Figure 6-21 : Evolution mensuelle de la fécondité (nombre d'œufs moyen/sac ovigère) des femelles du copépode *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2010 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

En 2010 pour les trois points, la fécondité est à nouveau particulièrement faible par rapport à l'ensemble des précédentes années (**Tableau 6-7**).

Tableau 6-7 : 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 1984-2010 - 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
2009	2,8 \pm 0,1	2,9 \pm 0,3		3,1 \pm 0,5
2010	2,8 \pm 0,5	2,9 \pm 0,8		2,3 \pm 0,3

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

6.4.3. 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 6-22**) : $0,3 \pm 0,2\%$ au point F, $0,4 \pm 0,1$ en E et $0,6 \pm 0,3$ en K.

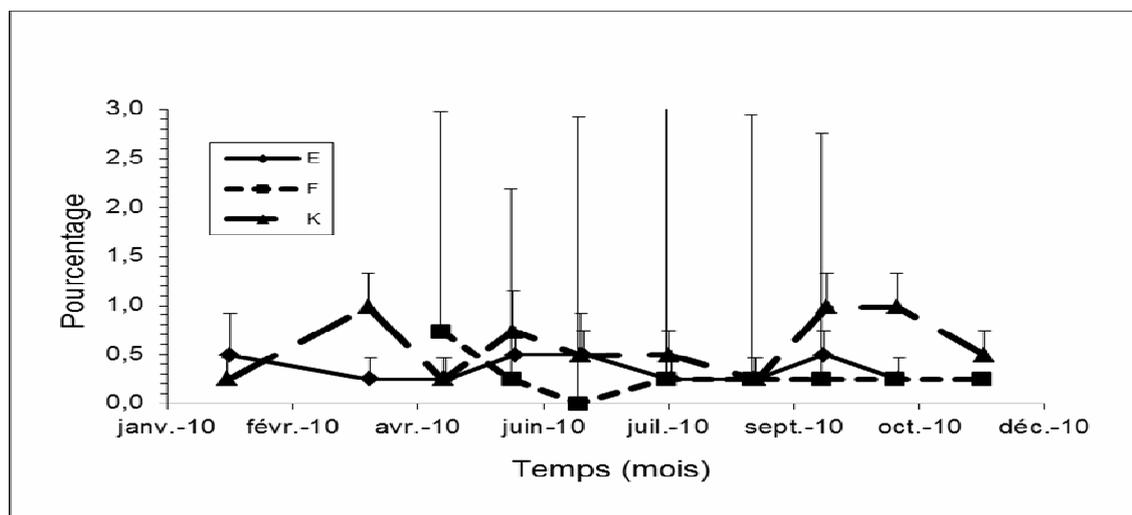


Figure 6-22 : Evolution mensuelle de la mortalité du copépode *Eurytemora affinis* aux points E (pk 52, rejet), F (pk 67) et K (pk 30) au cours de l'année 2010 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 4 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface 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 6-8**). La stratégie d'échantillonnage utilisée n'est pas en mesure de vérifier si les rejets thermiques de la centrale engendrent un phénomène de surmortalité.

Synthèse :

L'espèce dominante du zooplancton, *Eurytemora affinis*, a supporté des conditions d'étiage défavorables en 2010. Sa dominance, de l'ordre de 75% du zooplancton total, reste cependant élevée, et l'espèce présente une bonne reproductibilité globale de son cycle saisonnier, marqué cette année par deux pics d'abondance : le premier est printanier et tardif (mai-juin) par rapport au schéma classique (mars) ; le second est estival. L'espèce présente sa meilleure répartition en amont (point K), ce qui est caractéristique d'une année sèche sans forte crue. Les mesures réalisées à différents moments de marée ne mettent pas évidence d'impact avéré des rejets échauffés de la centrale sur le milieu

Tableau 6-8 : 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 1984-2010 - Le point J est situé au 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		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
2009	0,3 \pm 0,0	0,4 \pm 0,1		0,4 \pm 0,1
2010	0,3 \pm 0,2	0,4 \pm 0,1		0,6 \pm 0,3

7. 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). La position géographique de ces stations est indiquée sur la **Figure 7-1**.

7.1. 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.

7.1.1. Sédiments intertidaux (**Figure 7-2**)

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) : 82-93% de grains < 63 μm (« vases ») ;
- à St-Estèphe (PK 55) : 80-91% de vases ;
- à Lamarque (PK 35) : 92-97% de vases.

La constance de la composition granulométrique du sédiment au cours de l'année n'implique pas nécessairement une stabilité temporelle du sédiment. Les observations de terrain montrent en effet, au cours de l'année, une alternance de périodes de sédimentation et d'érosion liées à l'hydrodynamisme du milieu (périodes de crue et

d'été, dépôts lors de la présence du bouchon vaseux, agitation par les vagues, etc.). Il semble en outre que, depuis le début du suivi du macrobenthos (2004), la tendance générale soit à l'érosion pour l'ensemble des trois stations intertidales (en particulier dans les deux stations les plus en aval).

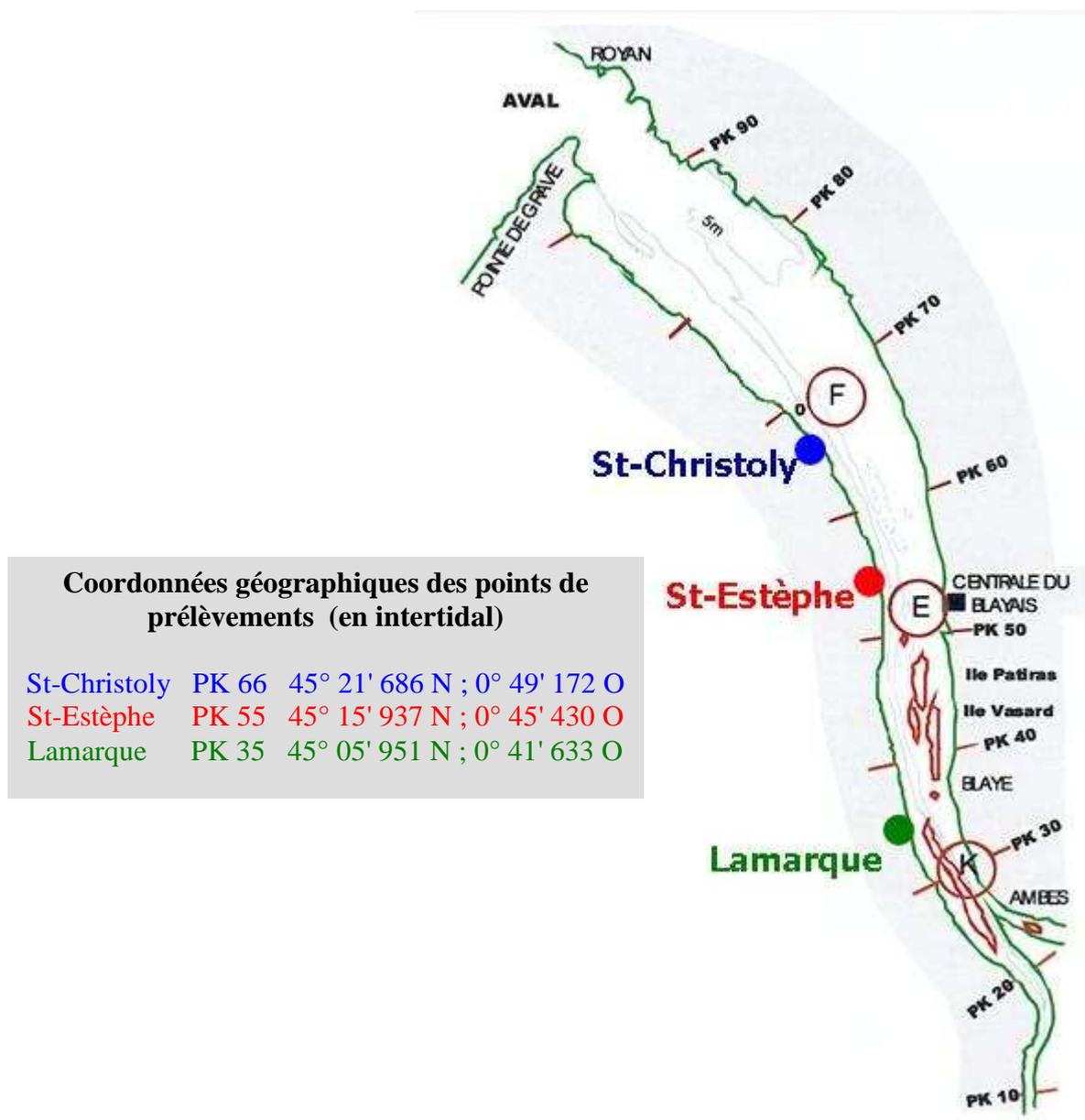


Figure 7-1 : Localisation des stations de prélèvements de la macrofaune benthique intertidale

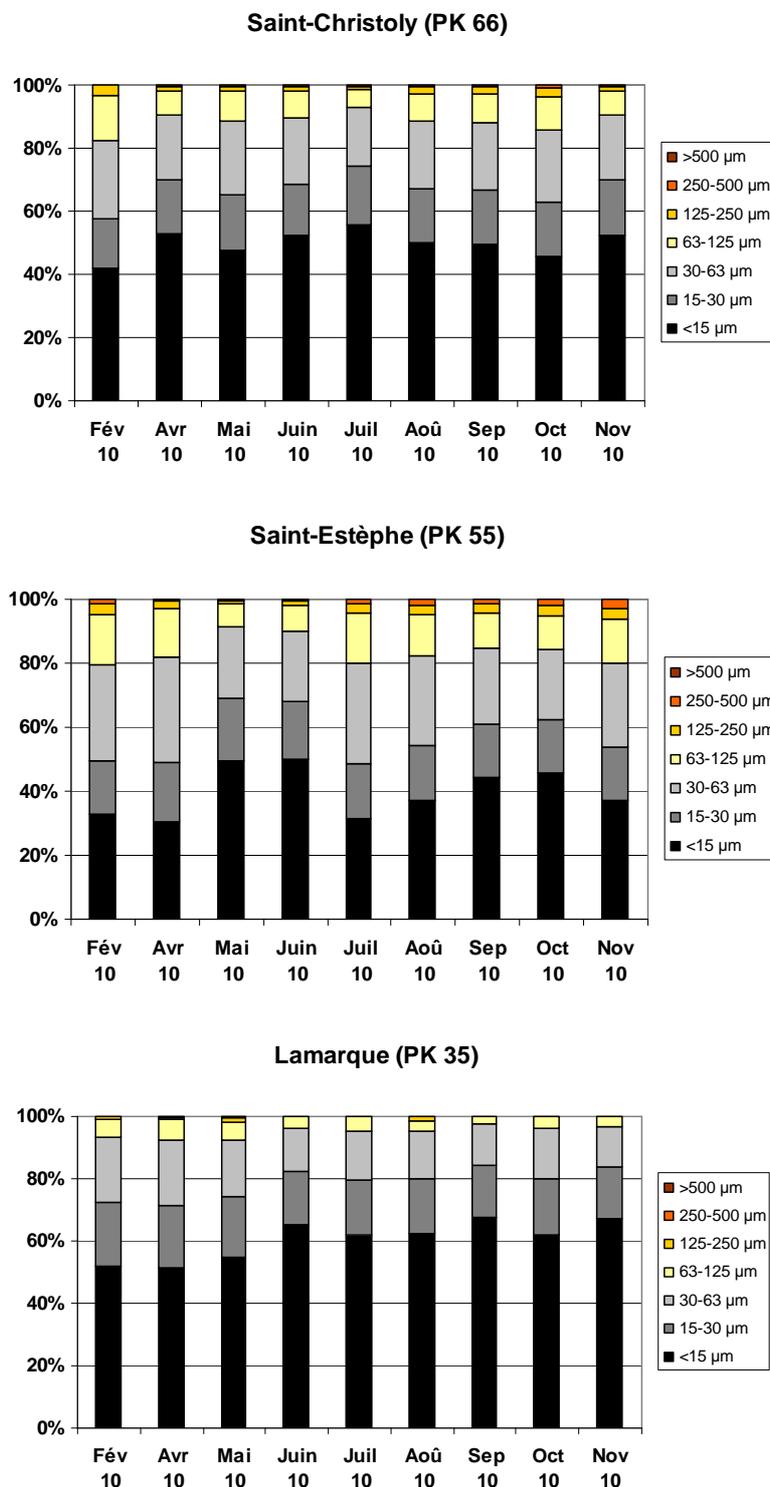


Figure 7-2 : Composition granulométrique du sédiment des stations intertidales en 2010

7.1.2. Sédiments subtidiaux (**Figure 7-3**)

La composition granulométrique du sédiment aux trois stations subtidales présente une forte variabilité au cours de l'année :

- au Point F (PK 67), le sédiment est à dominante vaseuse (76-94% de particules < 63 µm) ;
- au Point E (PK 52), le sédiment est constitué essentiellement de vases en juin (69%) et octobre (93%) ; en revanche, en mai, juillet et août, le sédiment est essentiellement sableux, contenant alors seulement 3-27% de vases ;
- au Point K (PK 30), le sédiment est majoritairement sableux en mai, juillet et octobre (6-16% de vases), et majoritairement vaseux en juin et août (52-70% de vases).

Ces variations temporelles de la composition granulométrique du sédiment aux trois stations subtidales ont déjà été observées les années précédentes. Les causes de cette forte variabilité temporelle peuvent avoir plusieurs origines : lien avec les crues (érosion du sédiment superficiel ou apports sédimentaires), lien avec les activités de dragage du Grand Port Maritime de Bordeaux, sédiment en mosaïque, etc. Aucune corrélation directe avec les débits fluviaux ne peut cependant être mise en évidence. Etant donné l'étroite dépendance de la faune benthique vis-à-vis de la texture sédimentaire, la variabilité de la composition granulométrique n'est certainement pas sans conséquence sur la dynamique des peuplements benthiques.

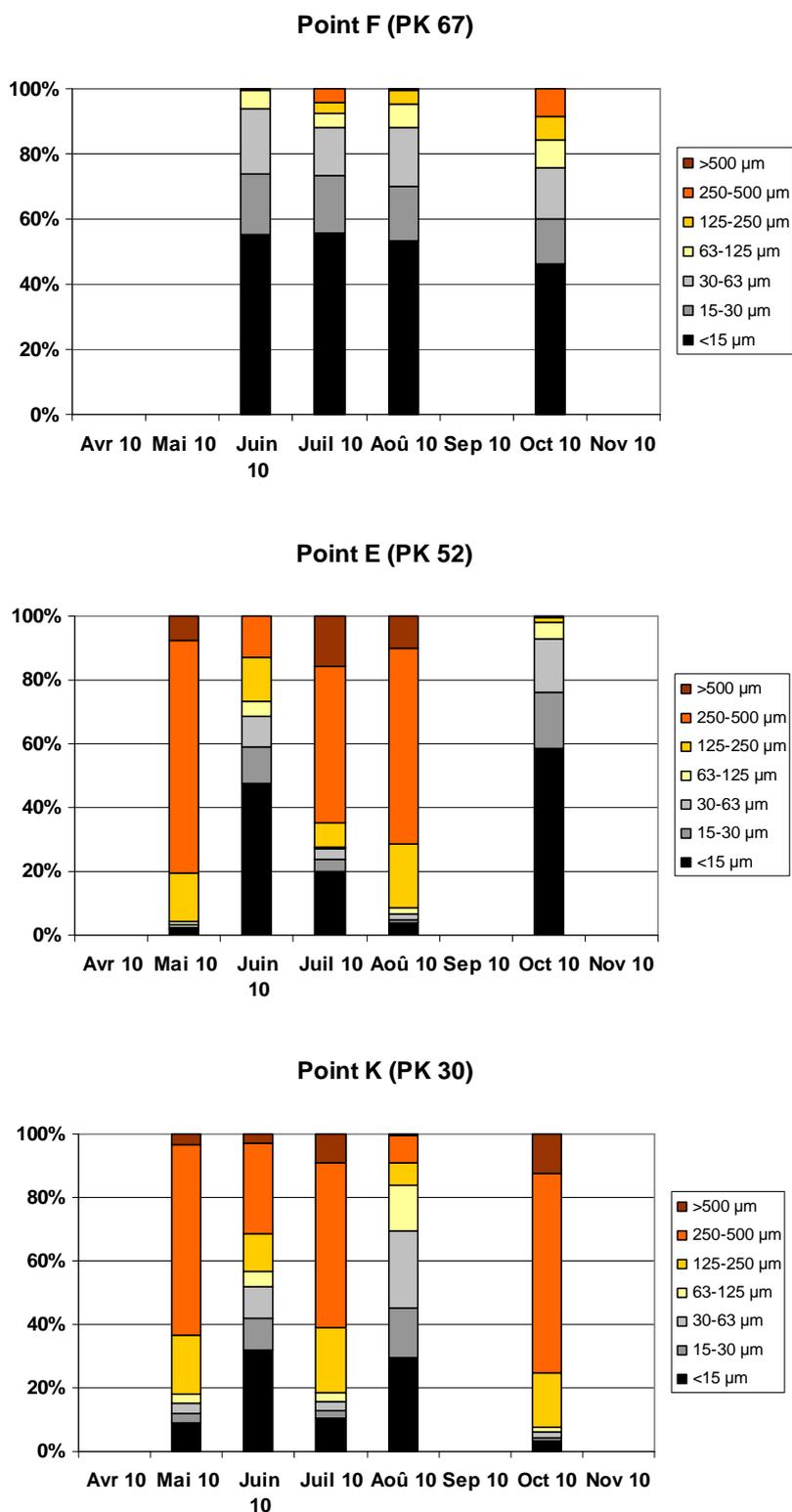


Figure 7-2 : Composition granulométrique du sédiment des stations subtidales en 2010

7.2. Evolution temporelle de la richesse spécifique des peuplements macrobenthiques

La richesse spécifique (RS) 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.

La richesse spécifique mensuelle (nombre d'espèces échantillonnées par date) moyennée sur l'année indique un gradient décroissant du nombre d'espèces vers l'amont et, pour un PK donné, un nombre d'espèces plus important en intertidal qu'en subtidal. Les mêmes tendances, quoique moins nettes, peuvent être déduites de la richesse spécifique annuelle (nombre total d'espèces échantillonnées au cours de l'année) (**Tableau 7-1**).

Tableau 7-1 : Richesse spécifique de la macrofaune benthique au cours de l'année 2010

Stations	Nombre total d'espèces échantillonnées au cours de l'année	Nombre d'espèces échantillonnées par date	
		Valeurs extrêmes	Moyenne annuelle (\pm écart-type)
Point F (PK 67)	6	1 – 4	2,5 \pm 1,0
Point E (PK 52)	9	0 – 4	2,1 \pm 1,9
Point K (PK 30)	5	0 – 4	1,3 \pm 1,6
St-Christoly (PK 66)	10	1 – 9	6,0 \pm 2,2
St-Estèphe (PK 55)	6	1 – 6	4,2 \pm 1,4
Lamarque (PK 35)	4	1 – 2	1,4 \pm 0,5

La comparaison inter-annuelle de la RS aux 6 stations du suivi (**Figure 7-4**) permet de mettre en évidence :

- un gradient croissant de RS vers l'aval, tant au niveau subtidal qu'intertidal ;
- une nette tendance pluri-annuelle à la diminution de la RS en domaine subtidal depuis 2004 ; en domaine intertidal, par contre, la RS reste relativement stable sur l'ensemble du suivi ;
- une inversion du maximum de RS entre domaine subtidal et domaine intertidal : plus élevée en subtidal sur la période 2004-2006, la RS tend maintenant à être plus élevée en domaine intertidal.

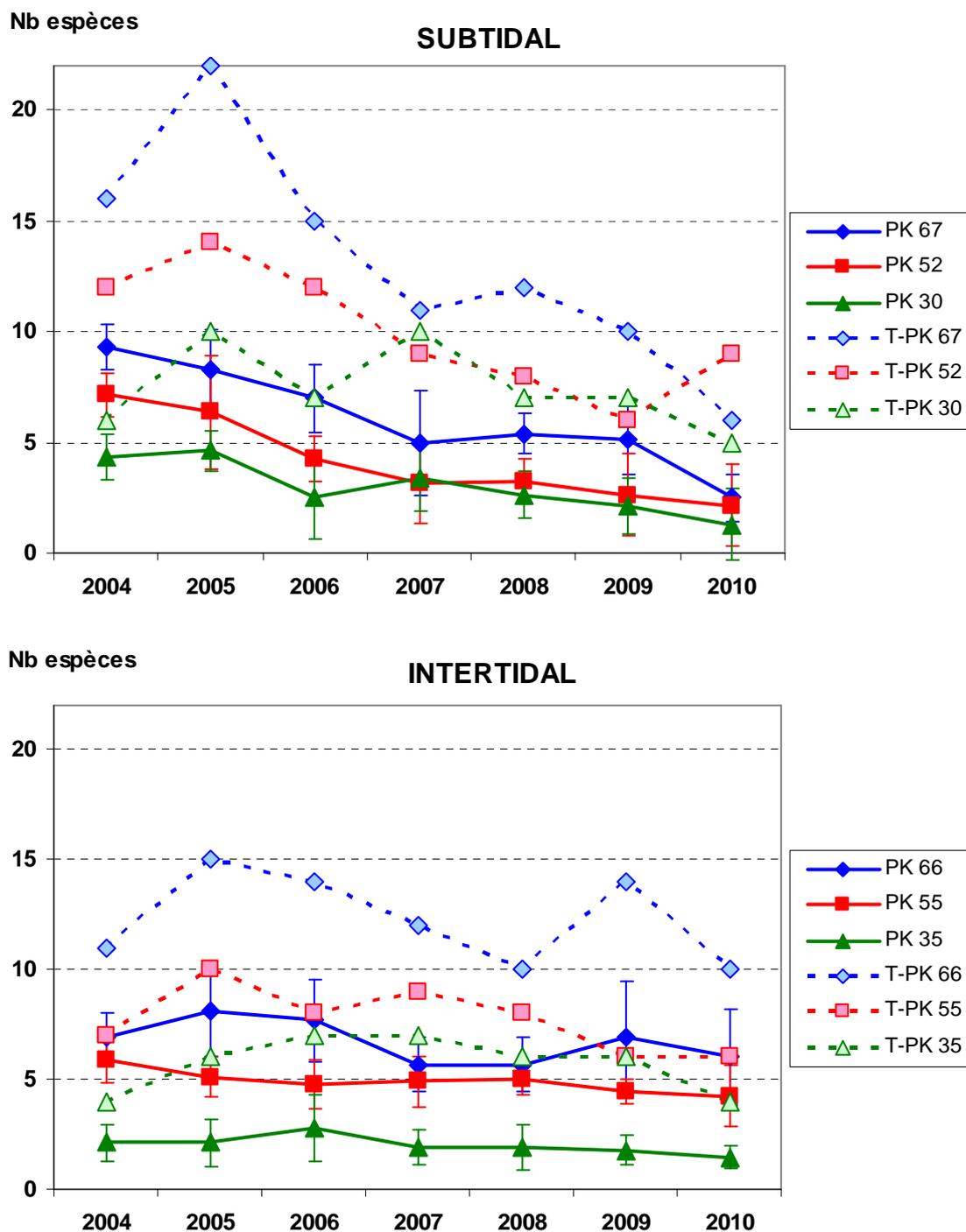


Figure 7-4 : Evolution annuelle de la richesse spécifique du macrobenthos des stations subtidales et intertidales de 2004 à 2010. En traits continus et symboles pleins : nombre moyen (\pm écart-type) d'espèces par date d'échantillonnage. En traits hachurés et symboles estompés : nombre total d'espèces échantillonnées au cours de l'année.

7.3. Evolution temporelle des peuplements macrobenthiques subtidiaux

Le détail des variations mensuelles des densités de l'ensemble des espèces dans chaque station subtidale est donné dans le **Tableau 7-2**. A noter l'absence d'échantillonnage, pour des raisons logistiques, au Point F en mai et aux trois stations subtidales en novembre (benne indisponible).

7.3.1. Point F (PK 67) (Figure 7-5)

Les abondances dans cette station sont relativement faibles. Les densités maximales et minimales sont observées respectivement en avril (248 ± 58 ind./m²) et en juillet (6 ± 4 ind./m²). Les plus fortes abondances (avril) sont dues aux annélides polychètes *Heteromastus filiformis* et *Streblospio shrubsolii*, et au mysidacé *Mesopodopsis slabberi* (ces trois espèces représentant respectivement 27, 19 et 52% de l'abondance totale).

7.3.2. Point E (PK 52) (Figure 7-6)

Les densités totales sont extrêmement faibles. Les abondances maximales et minimales sont observées respectivement en avril (22 ± 9 ind./m²) et en juin et juillet (0 ind./m²). Le peuplement est composé presque exclusivement de crustacés nageurs, essentiellement des mysidacés, aux effectifs faibles.

7.3.3. Point K (PK 30) (Figure 7-7)

Les densités totales sont, ici également, extrêmement faibles (les plus faibles des 6 stations échantillonnées), comprises entre 0 ind./m² en avril, mai et août et 12 ind./m² en juin, juillet et octobre. Aucune saisonnalité ne peut être mise en évidence. Le peuplement est constitué uniquement par des formes nageuses de Crustacés (amphipodes et mysidacés) et par des larves d'Insectes.

7.3.4. Comparaison avec les années antérieures (Figure 7-8)

D'une manière générale, les peuplements subtidiaux présentent toujours des abondances faibles et une saisonnalité peu marquée. En 2010, les densités de macrobenthos sont très faibles, voire nulles pour certains couples dates/stations, mais surtout les plus faibles depuis le début du suivi (2004) :

- au Point F, densité maximale de 248 ind./m² en 2010 [du même ordre de grandeur que celles observées en 2006 (182 ind./m²) et 2007 (242 ind./m²)], à comparer avec 2036 ind./m² en 2005 ;
- au Point E, densité maximale de 22 ind./m² en 2010 [du même ordre de grandeur que celle observée en 2006 (62 ind./m²)], à comparer avec 1384 ind./m² en 2005 (et 9500 ind./m² en 2004, avec une prolifération automnale de *Boccardiella ligERICA*) ;
- au Point K, densité maximale de 12 ind./m² en 2010 [du même ordre de grandeur que celle observée en 2006 (56 ind./m²)], à comparer avec 608 ind./m² en 2004.

Tableau 7-2 : Evolution mensuelle des densités (nombres moyens d'individus par m²) des diverses espèces macrobenthiques subtidales au cours de l'année 2010. Entre parenthèses, erreur standard de la moyenne. Les phylums auxquels appartiennent les différents taxons sont indiqués dans la colonne de gauche : O = Annélides Oligochètes, P = Annélides Polychètes, C = Crustacés, I = Insectes.

	Taxons	19/04/10	17/05/10	15/06/10	20/07/10	24/08/10	21/09/10	19/10/10	23/11/10
Point F (PK 67)									
O	<i>Oligochaeta</i> spp.	2 (2)		-	-	-	-	-	
P	<i>Heteromastus filiformis</i>	68 (16)		-	-	10 (4)	-	18 (16)	
	<i>Streblospio shrubsolii</i>	48 (28)		18 (11)	-	10 (5)	-	2 (2)	
C	<i>Corophium volutator</i>	-		-	2 (2)	-	-	-	
	<i>Cyathura carinata</i>	-		10 (6)	4 (2)	6 (2)	30 (3)	-	
	<i>Mesopodopsis slabberi</i>	130 (51)		-	-	-	-	4 (2)	
Point E (PK 52)									
O	<i>Oligochaeta</i> spp.	-	-	-	-	-	-	2 (2)	
P	<i>Streblospio shrubsolii</i>	-	-	-	-	-	-	2 (2)	
C	<i>Bathyporeia</i> sp.	-	2 (2)	-	-	-	-	-	
	<i>Crangon crangon</i>	2 (2)	2 (2)	-	-	-	2 (2)	-	
	<i>Eurydice</i> cf. <i>spinigera</i>	-	-	-	-	6 (4)	2 (2)	-	
	<i>Gammarus salinus</i>	2 (2)	4 (2)	-	-	-	-	-	
	<i>Mesopodopsis slabberi</i>	16 (5)	-	-	-	-	-	6 (2)	
	<i>Neomysis integer</i>	2 (2)	2 (2)	-	-	-	-	-	
	<i>Synidotea laticauda</i>	-	-	-	-	-	-	6 (6)	
Point K (PK 30)									
C	<i>Bathyporeia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	8 (4)	
	<i>Cyathura carinata</i>	-	-	2 (2)	-	-	-	-	
	<i>Gammarus zaddachi</i>	-	-	2 (2)	12 (10)	-	-	-	
	<i>Mesopodopsis slabberi</i>	-	-	2 (2)	-	-	2 (2)	2 (2)	
I	Larves Insectes indét.	-	-	6 (6)	-	-	-	2 (2)	

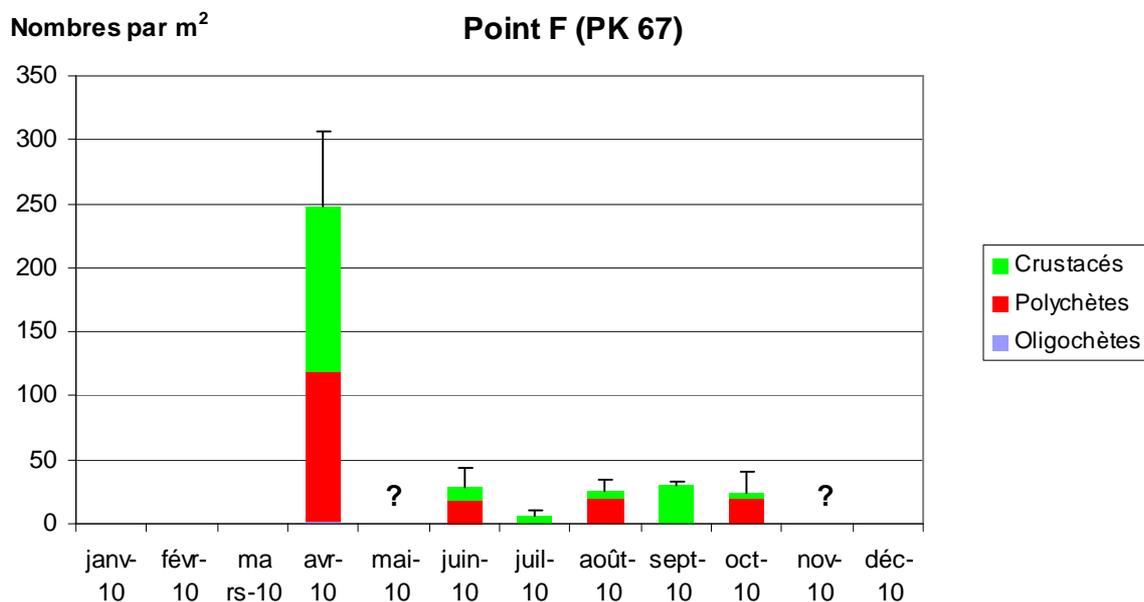


Figure 7-5 : Evolution mensuelle de la densité (moyenne + ES) du macrobenthos au Point F (PK 67) en 2010 (? = absence d'échantillonnage).

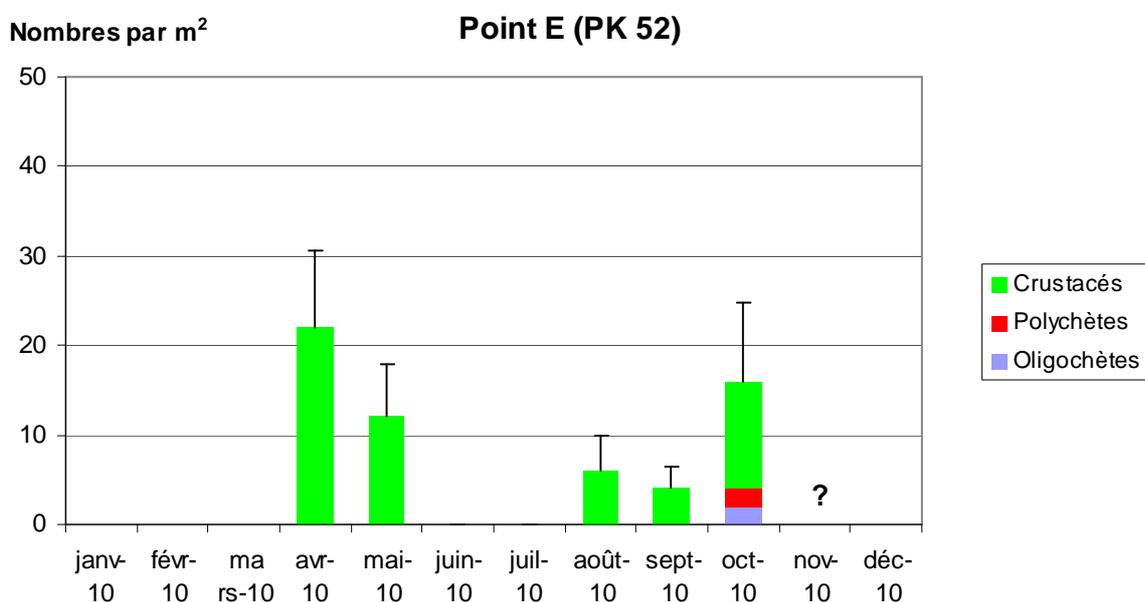


Figure 7-6 : Evolution mensuelle de la densité (moyenne + ES) du macrobenthos au Point E (PK 52) en 2010 (? = absence d'échantillonnage).

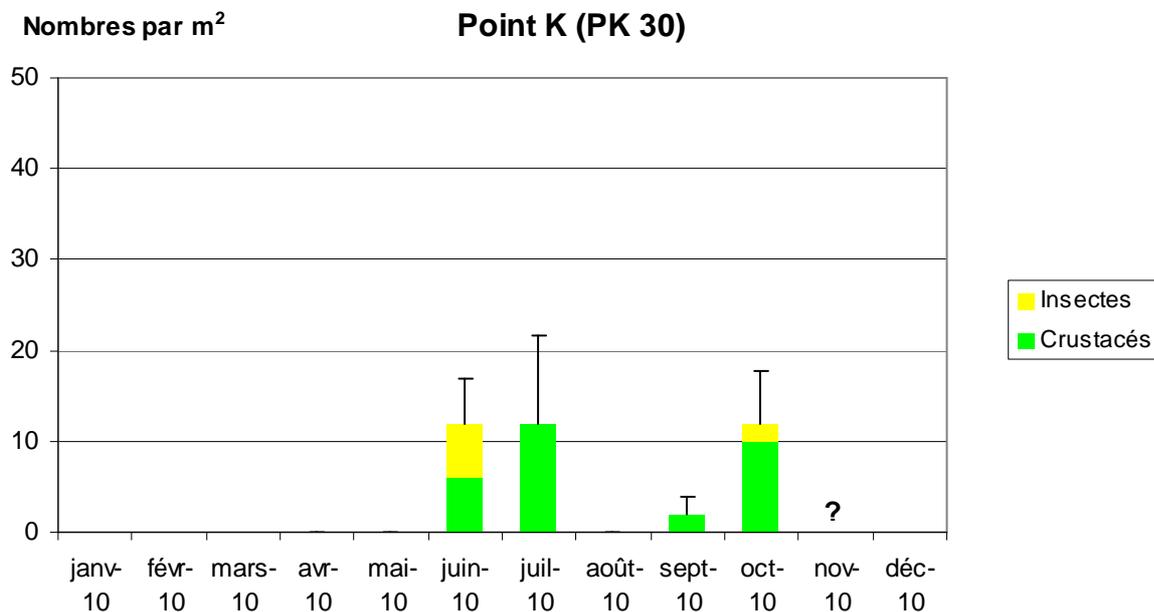


Figure 7-7 : Evolution mensuelle de la densité (moyenne + ES) du macrobenthos au Point K (PK 30) en 2010 (? = absence d'échantillonnage).

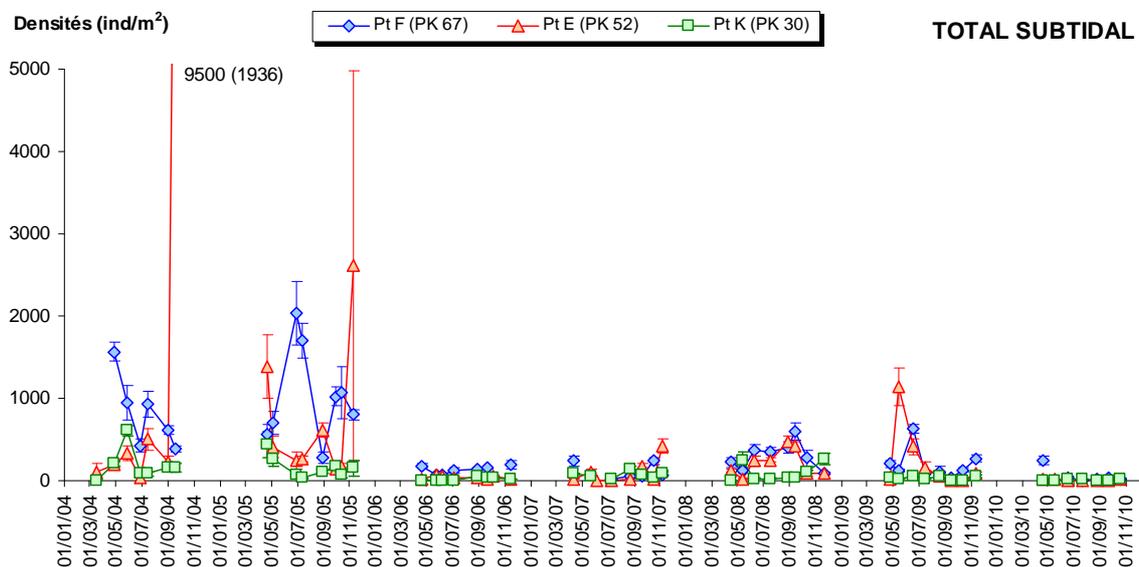


Figure 7-8 : Evolution mensuelle de la densité (moyenne ± ES) du macrobenthos des stations subtidales de 2004 à 2010.

7.4. Variations de densités des principales espèces subtidales

7.4.1. Annélides Oligochètes (Figure 7-9)

Un seul individu de ce groupe, particulièrement abondant en estuaire et constitué d'espèces à forte préférence pour les vases, a été échantillonné dans chacune des stations F et E. Des abondances supérieures à 1000 ind./m² ont pourtant été notées lors de précédentes années au Point E.

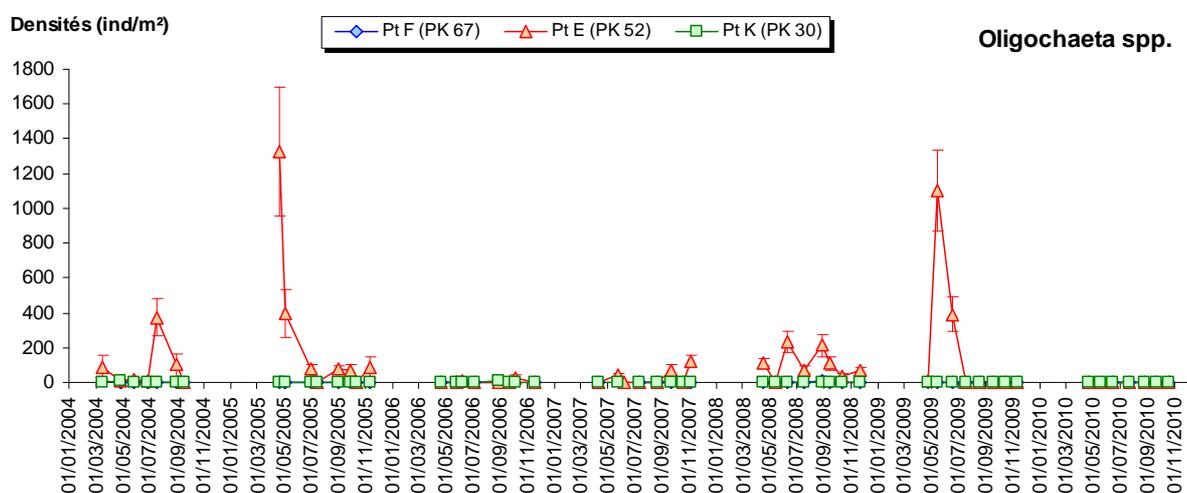


Figure 7-9 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des Annélides Oligochètes dans les stations subtidales de 2004 à 2010.

7.4.2. Annélides Polychètes (Figure 7-10)

Deux espèces sont habituellement 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 extrêmement faibles en 2010 (maximum de densité de 68 ± 16 ind./m² en avril), tout comme celles de *S. shrubsolii* (48 ± 28 ind./m² en avril).

Aucun individu de *Nephtys hombergii* n'a été prélevé en 2010.

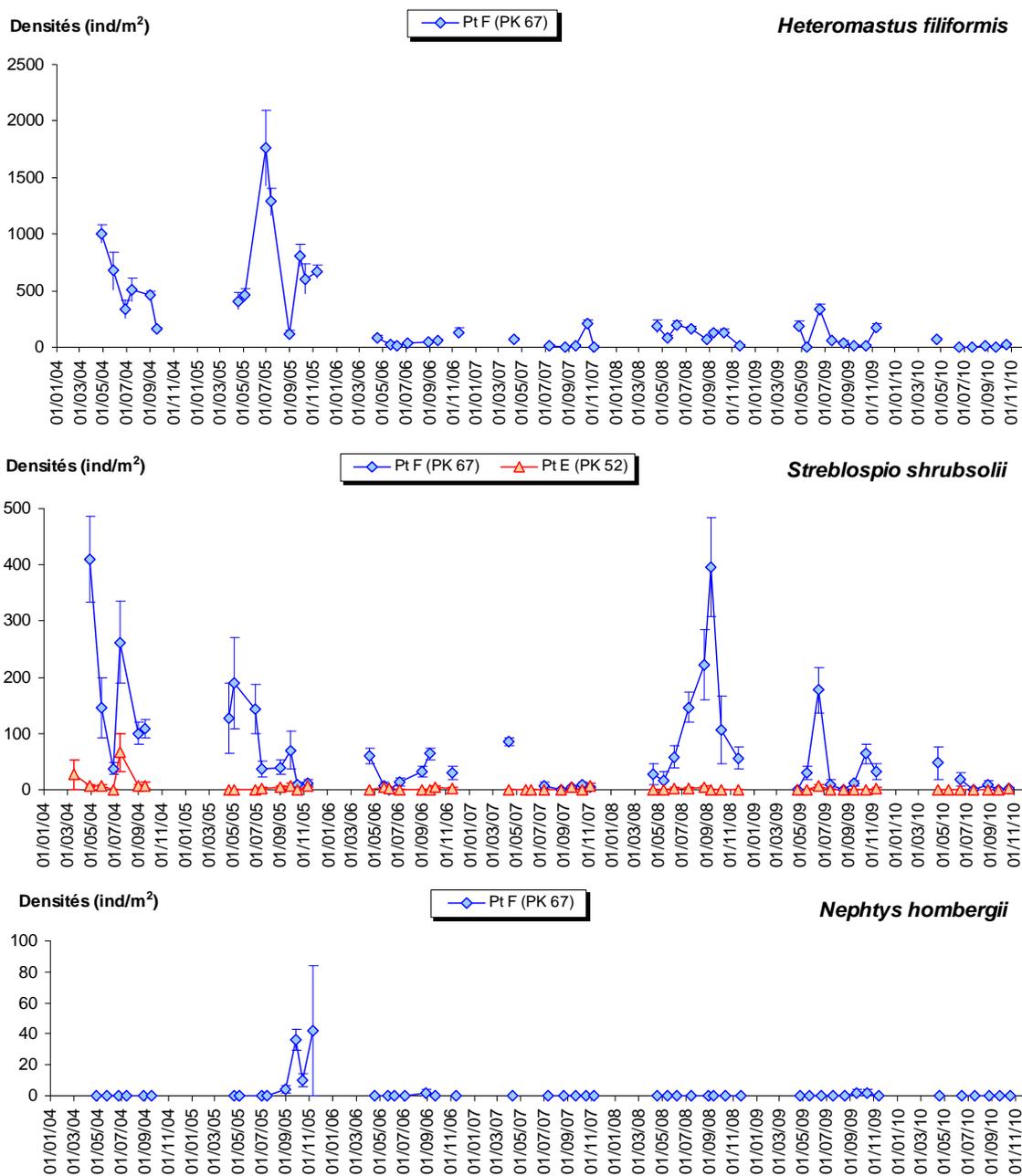


Figure 7-10 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des principales espèces d'Annélides Polychètes dans les stations subtidales de 2004 à 2010.

7.4.3. Crustacés Amphipodes et Isopodes (Figure 7-11)

L'amphipode *Bathyporeia* sp., bien représenté en 2004 au Point K et à un degré moindre au Point E, a depuis lors disparu presque totalement de toutes les stations (quelques individus échantillonnés en mai 2010 au Point E et en octobre au Point K).

Les amphipodes *Gammarus salinus* au Point E (maximum : 4 ± 2 ind./m² en mai) et *G. zaddachi* au Point K (maximum : 12 ± 10 ind./m² en juillet) présentent en 2010 des abondances voisines de celles de 2005-2009, très inférieures à celles de 2004.

Plus fréquent en domaine intertidal, l'isopode *Cyathura carinata* est aussi présent en domaine subtidal. En 2010, il n'est échantillonné qu'au Point F, avec un maximum de 30 ± 3 ind./m² en septembre. C'est la seule espèce subtidale qui se maintient au même niveau d'abondance que lors des années précédentes.

L'espèce introduite *Synidotea laticauda* (isopode) n'a été récoltée qu'en octobre 2010 au Point E.

7.4.4. Crustacés Mysidacés (Figure 7-12)

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. *M. slabberi* n'est bien représenté en 2010 qu'au Point F, et encore très ponctuellement (130 ± 51 ind./m² en avril). *N. integer* est, quant à lui, quasiment absent des échantillons en 2010.

7.4.5. Larves d'Insectes (Figure 7-13)

Les larves d'Insectes (appartenant aux familles des Chironomidae et Ceratopogonidae) sont présentes exclusivement au Point K. Elles y sont extrêmement rares en 2010, tout comme en 2006 et 2009.

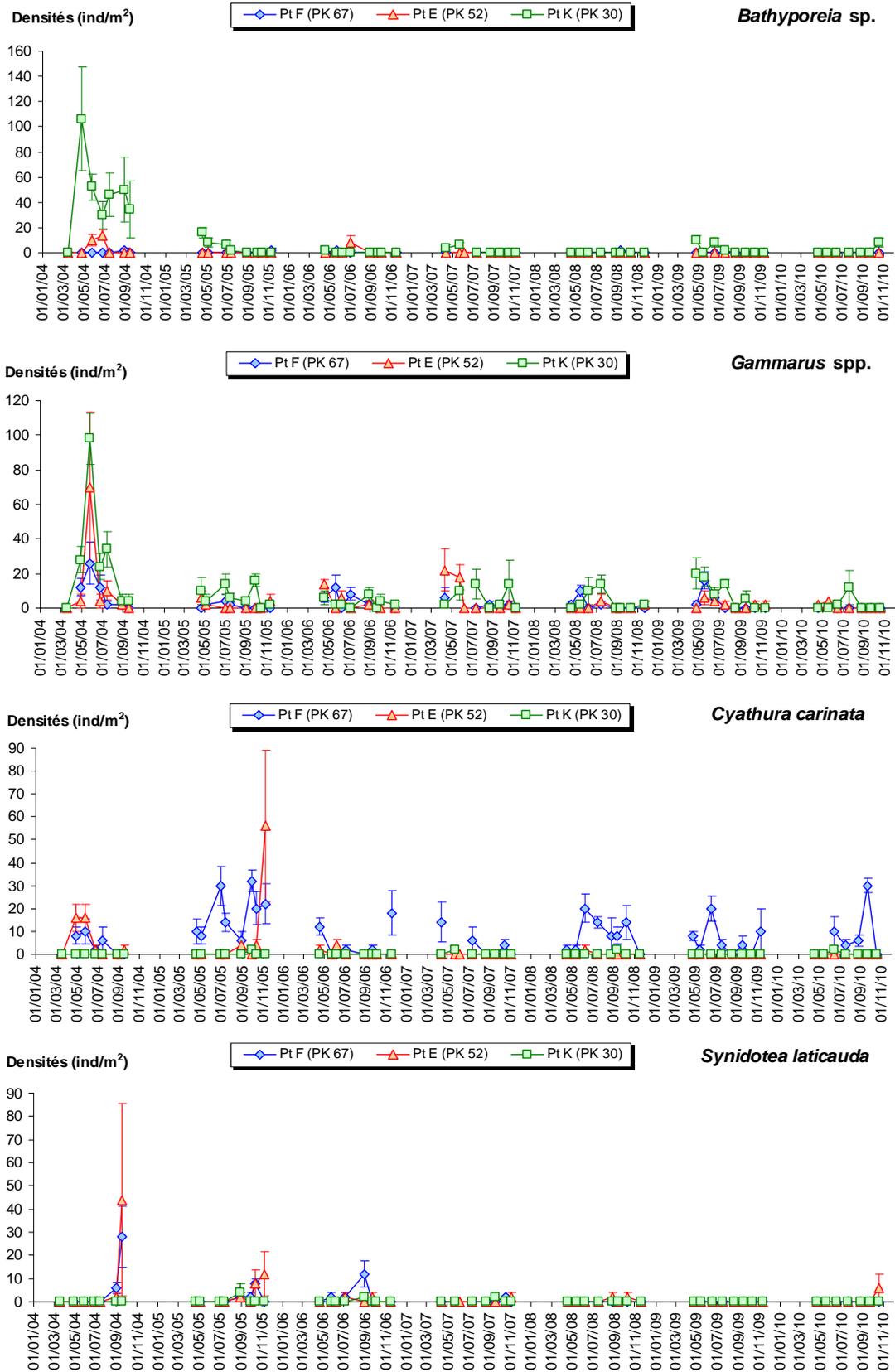


Figure 7-11 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne ± ES) des principales espèces de Crustacés Amphipodes (*Bathyporeia* sp. et *Gammarus* spp.) et Isopodes (*Cyathura carinata* et *Synidotea laticauda*) dans les stations subtidales de 2004 à 2010.

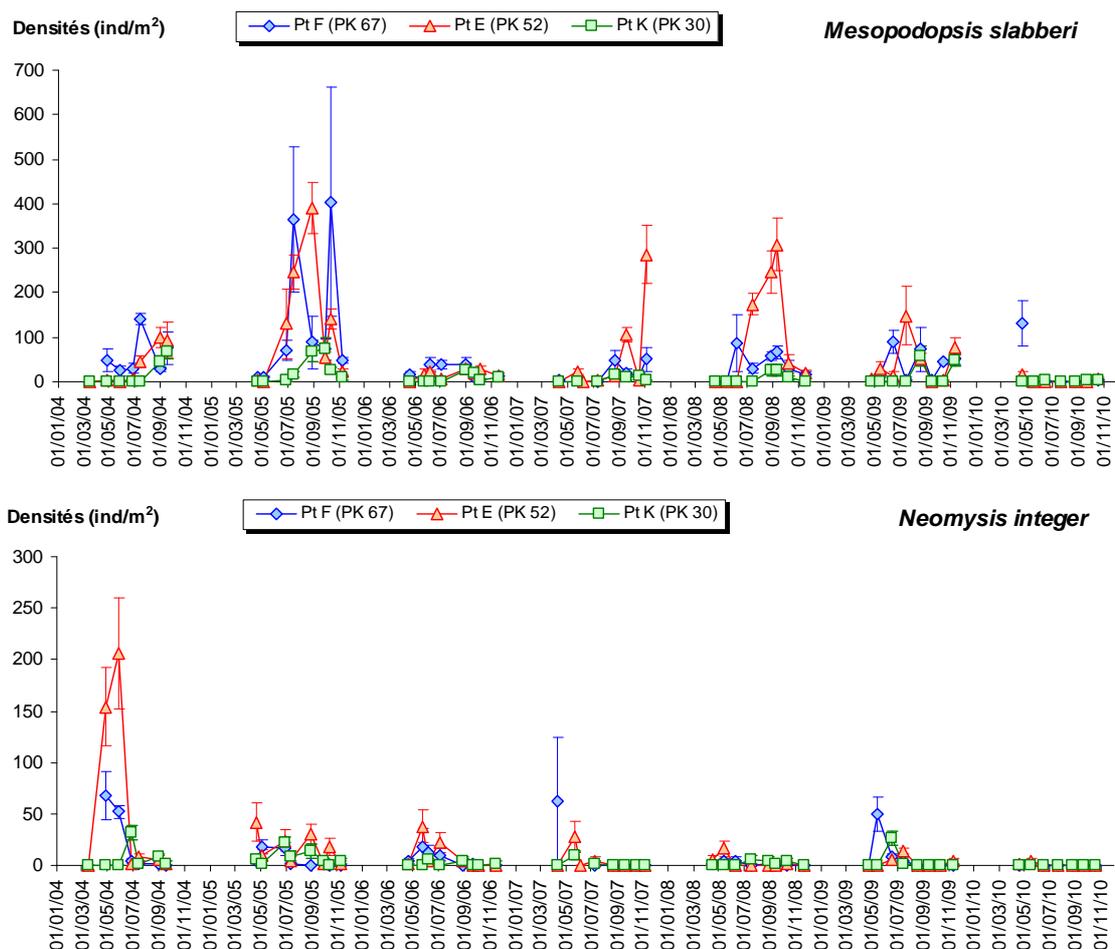


Figure 7-12 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des principales espèces de Crustacés Mysidacés dans les stations subtidales de 2004 à 2010.

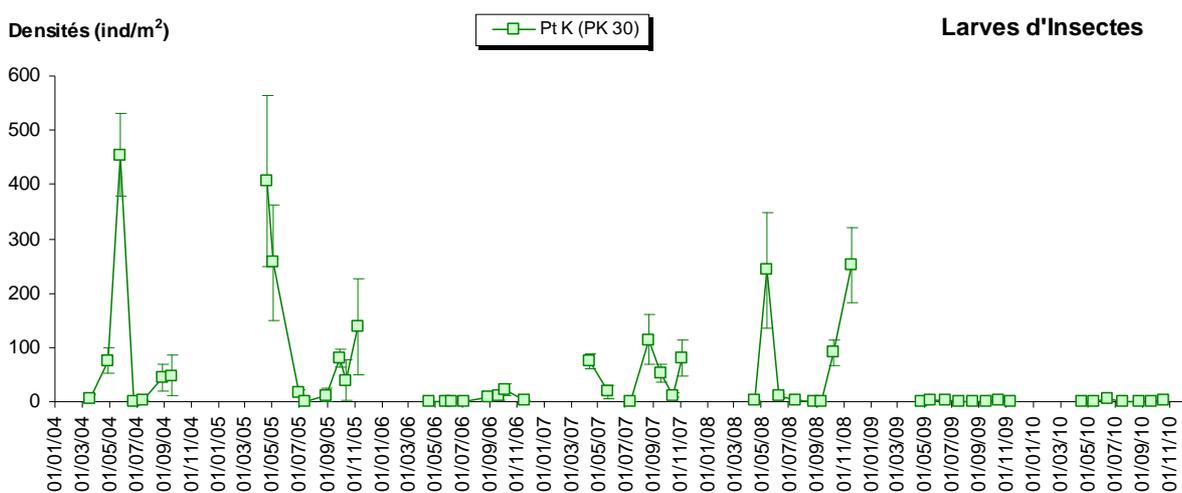


Figure 7-13 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des larves d'Insectes dans les stations subtidales de 2004 à 2010.

7.5. Evolution temporelle des peuplements macrobenthiques intertidaux

Le détail des variations mensuelles des densités de l'ensemble des espèces dans chaque station intertidale est donné dans le **Tableau 7-3**.

7.5.1. St-Christoly (PK 66) (Figure 7-14)

Les densités totales fluctuent au cours de l'année 2010 entre un minimum à 61 ± 46 ind./m² en février et un premier maximum à 1470 ± 531 ind./m² en juin et un second maximum à 2894 ± 688 ind./m² en octobre.

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 83% de l'abondance totale en octobre. Le premier pic d'abondance de juin est dû à l'amphipode *Corophium volutator*, qui représente alors 61% de l'abondance totale. A noter que le peuplement de cette station en février est constitué par une seule espèce, l'isopode *Cyathura carinata*.

7.5.2. St-Estèphe (PK 55) (Figure 7-15)

Dans cette station, l'évolution annuelle des densités montre une saisonnalité marquée, depuis un minimum d'abondance en février (212 ± 40 ind./m²) jusqu'à un maximum en septembre (9939 ± 1707 ind./m²).

Deux composantes déterminent la dynamique du peuplement dans cette station :

- les annélides oligochètes, qui représentent 70-74% de l'abondance totale en mai-juin ;
- l'amphipode *Corophium volutator*, avec 68-95% de l'abondance totale d'août à octobre.

7.5.3. Lamarque (PK 35) (Figure 7-16)

Le peuplement est ici dominé à 99-100% par les annélides oligochètes. Les densités totales dans cette station se situent entre 5394 ± 1070 ind./m² (mai) et 9636 ± 1306 ind./m² (novembre).

7.5.4. Comparaison avec les années antérieures (Figure 7-17)

Les peuplements benthiques intertidaux présentent des abondances beaucoup plus élevées qu'en domaine subtidal, avec des maxima de l'ordre de 10^4 ind./m², contre 10^2 ind./m² en subtidal.

A St-Christoly, les abondances observées en 2010 sont faibles (maximum : 2894 ind./m²), voisines de celles de 2007 (maximum : 2242 ind./m²), mais très inférieures aux abondances de 2004-2005 (maxima > 20000 ind./m²). Cette station est, depuis 2007, celle aux abondances les plus faibles parmi les trois stations intertidales suivies, alors qu'en 2004 y avaient été relevées les abondances les plus élevées.

A St-Estèphe, l'abondance du peuplement en 2010 (maximum : 9939 ind./m²) peut être qualifiée de moyenne, similaire à celle des années 2007-2009 (maxima : 8667-15030 ind./m²), mais inférieures à celle des années 2004-2006 (maxima \geq 20000 ind./m²).

A Lamarque, également, les abondances (maximum : 9636 ind./m²) se situent à un niveau intermédiaire entre les années 2006-2007 (maxima : 5000-6000 ind./m²) et les années 2005 et 2009 (maxima > 20000 ind./m²).

Tableau 7-3 : Evolution mensuelle des densités (nombres moyens d'individus par m²) des diverses espèces macrobenthiques intertidales au cours de l'année 2010. 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	10/02/10	12/04/10	11/05/10	15/06/10	8/07/10	24/08/10	9/09/10	11/10/10	8/11/10
St-Christoly (PK 66)										
O	<i>Oligochaeta</i> spp.	-	15 (15)	15 (15)	-	30 (20)	-	15 (15)	46 (32)	-
P	<i>Boccardiella ligERICA</i>	-	-	-	-	-	-	15 (15)	-	-
	<i>Hediste diversicolor</i>	-	15 (15)	-	-	15 (15)	15 (15)	-	-	61 (33)
	<i>Heteromastus filiformis</i>	-	30 (20)	-	-	-	-	30 (20)	-	-
	<i>Streblospio shrubsolii</i>	-	409 (75)	273 (148)	303 (126)	530 (143)	318 (127)	379 (122)	2409 (620)	939 (153)
G	<i>Hydrobia ulvae</i>	-	258 (141)	-	-	15 (15)	30 (20)	-	151 (93)	182 (74)
B	<i>Macoma balthica</i>	-	15 (15)	15 (15)	15 (15)	-	-	15 (15)	15 (15)	30 (30)
	<i>Scrobicularia plana</i>	-	121 (63)	121 (33)	30 (20)	182 (38)	182 (63)	167 (42)	182 (44)	303 (45)
C	<i>Corophium volutator</i>	-	15 (15)	45 (23)	894 (520)	15 (15)	30 (20)	-	-	15 (15)
	<i>Cyathura carinata</i>	61 (46)	227 (52)	258 (60)	227 (52)	242 (61)	106 (45)	106 (32)	91 (46)	409 (99)
St-Estèphe (PK 55)										
O	<i>Oligochaeta</i> spp.	-	712 (313)	1954 (484)	1742 (291)	288 (66)	576 (173)	258 (82)	682 (181)	1061 (333)
P	<i>Boccardiella ligERICA</i>	-	-	-	-	-	-	-	15 (15)	-
	<i>Hediste diversicolor</i>	-	15 (15)	-	-	15 (15)	-	15 (15)	45 (23)	76 (25)
	<i>Streblospio shrubsolii</i>	-	258 (88)	515 (140)	576 (142)	121 (59)	61 (33)	106 (51)	333 (71)	470 (142)
C	<i>Corophium volutator</i>	-	-	15 (15)	45 (23)	167 (118)	4091 (913)	9409 (1705)	2470 (817)	61 (33)
	<i>Cyathura carinata</i>	212 (40)	530 (61)	167 (53)	136 (48)	91 (33)	91 (51)	151 (60)	91 (25)	197 (45)
Lamarque (PK 35)										
O	<i>Oligochaeta</i> spp.	7439 (1734)	8439 (1718)	5394 (1070)	5591 (519)	8303 (1457)	9015 (1312)	8379 (2151)	6667 (968)	9621 (1311)
P	<i>Hediste diversicolor</i>	-	-	-	15 (15)	-	-	-	-	-
C	<i>Cyathura carinata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	15 (15)
I	Larves Insectes indé.	-	-	-	-	61 (25)	15 (15)	-	-	-

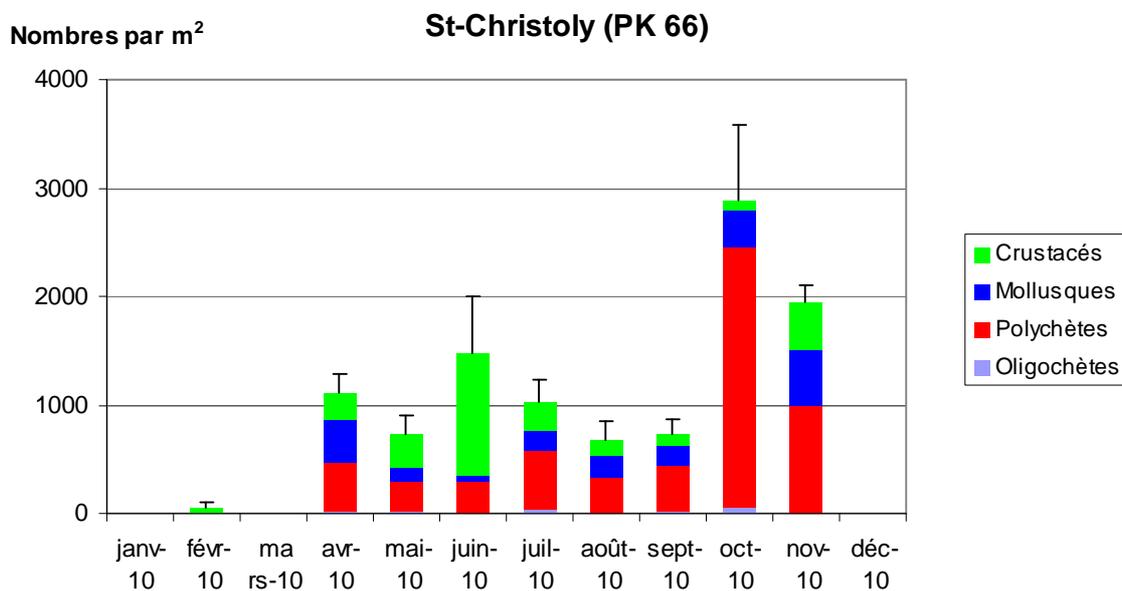


Figure 7-14 : Evolution mensuelle de la densité (moyenne + ES) du macrobenthos à St-Christoly (PK 66) en 2010.

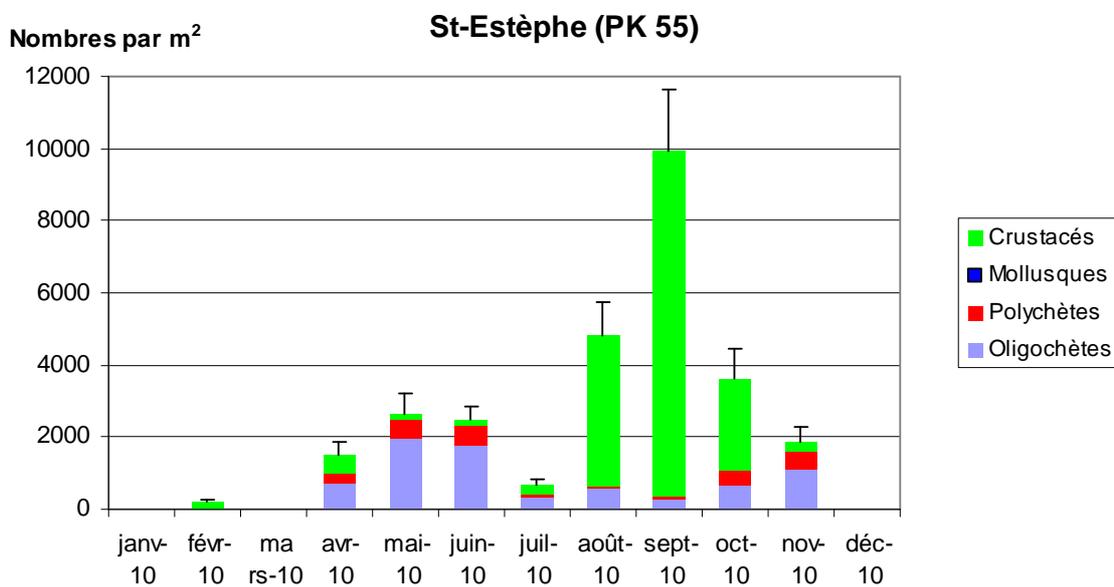


Figure 7-15 : Evolution mensuelle de la densité (moyenne + ES) du macrobenthos à St-Estèphe (PK 55) en 2010.

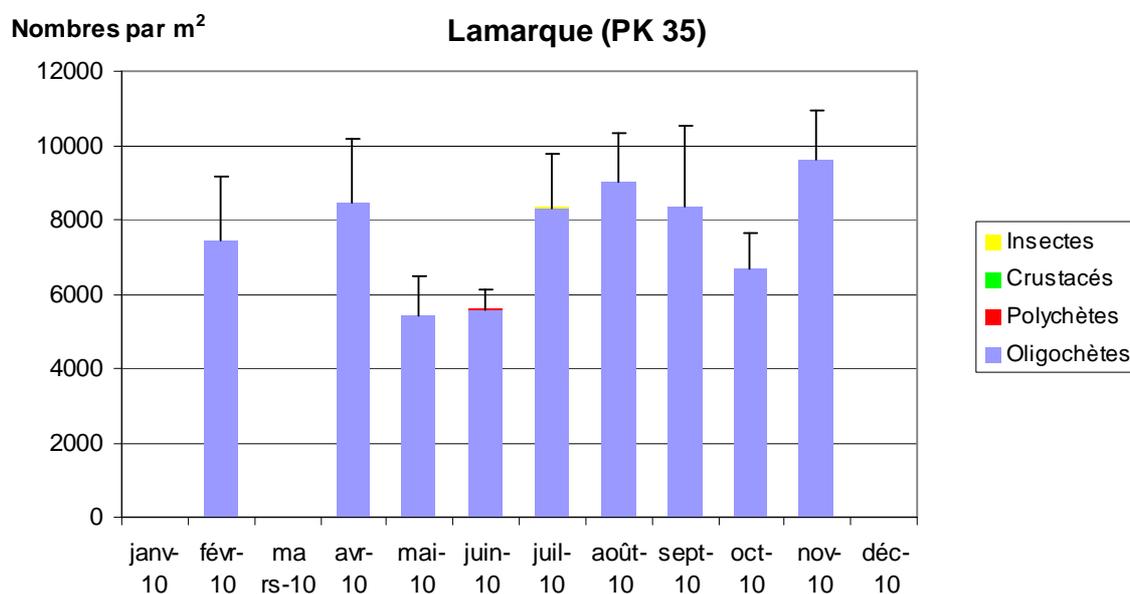


Figure 7-16 : Evolution mensuelle de la densité (moyenne + ES) du macrobenthos à Lamarque (PK 35) en 2010.

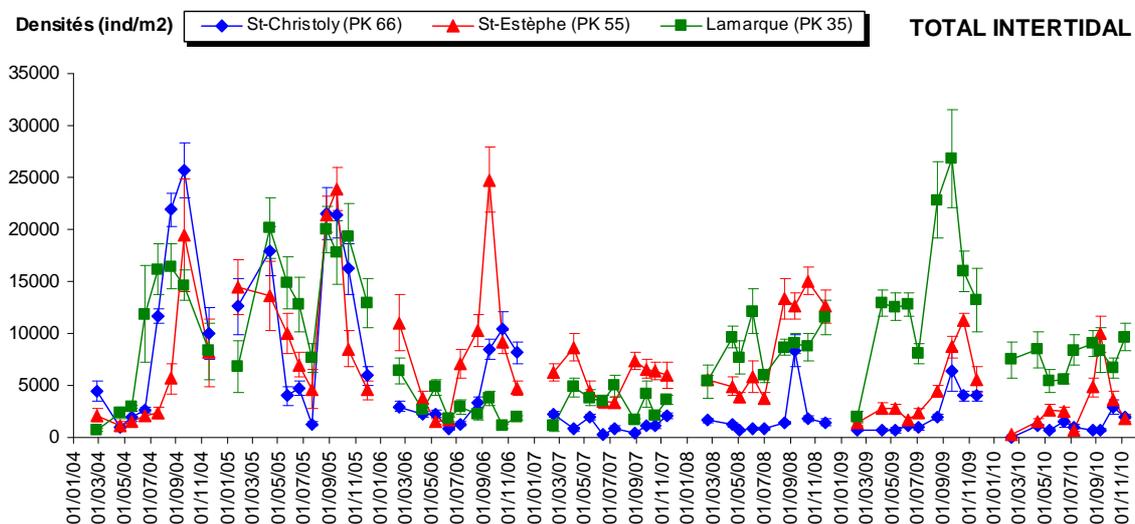


Figure 7-17 : Evolution mensuelle de la densité (moyenne ± ES) du macrobenthos des stations intertidales de 2004 à 2010.

7.6. Variations de densités des principales espèces intertidales

7.6.1. Annélides Oligochètes (Figure 7-18)

Composante quasiment unique du peuplement de la station Lamarque (domaine oligohalin), les abondances de ce groupe restent stables durant toute l'année 2010 (entre 5394 ± 1070 ind./m² en mai et 9621 ± 1311 ind./m² en mai), à un niveau intermédiaire entre les minima des années 2006-2007 et le maximum de 2009.

Inversement, à la station St-Estèphe, les densités de 2010, nulles en février et maximales en mai (1954 ± 484 ind./m²), sont les plus faibles valeurs depuis le début du suivi.

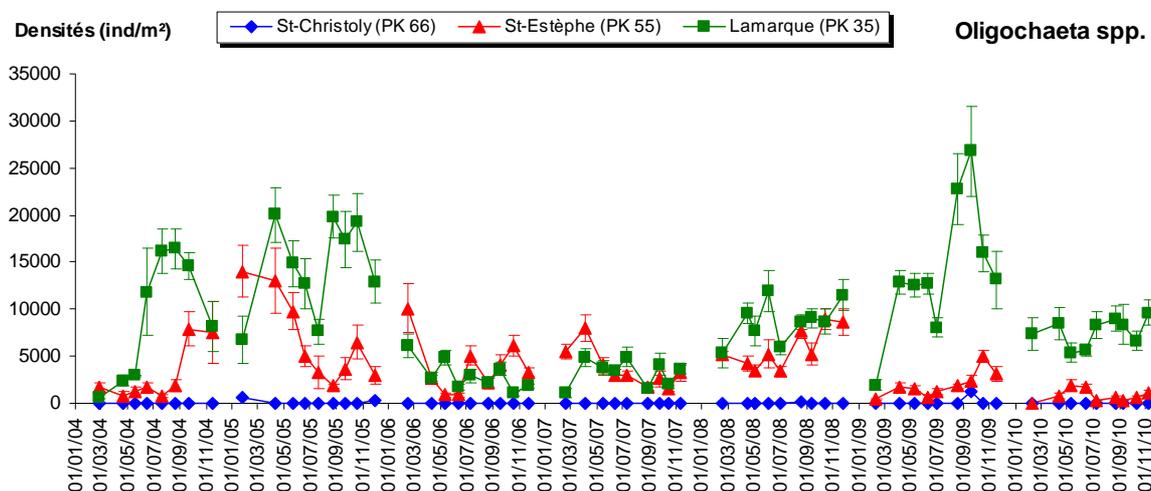


Figure 7-18 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des Annélides Oligochètes dans les stations intertidales de 2004 à 2010

7.6.2. Annélides Polychètes

Hediste (= *Nereis*) *diversicolor*, espèce galéricole et omnivore de grande taille, est très faiblement représenté à St-Estèphe en fin d'année (maximum : 76 ± 25 ind./m² en novembre), après avoir connu de fortes abondances en 2008-2009 (Figure 7-19). A St-Christoly, cette espèce, typique des milieux estuariens et lagunaires, a pratiquement disparu depuis 2005.

Les densités du capitellidé *Heteromastus filiformis* sont faibles en 2010 à la station St-Christoly, où les abondances les plus élevées ont été observées entre 2006 et 2008 (Figure 7-19).

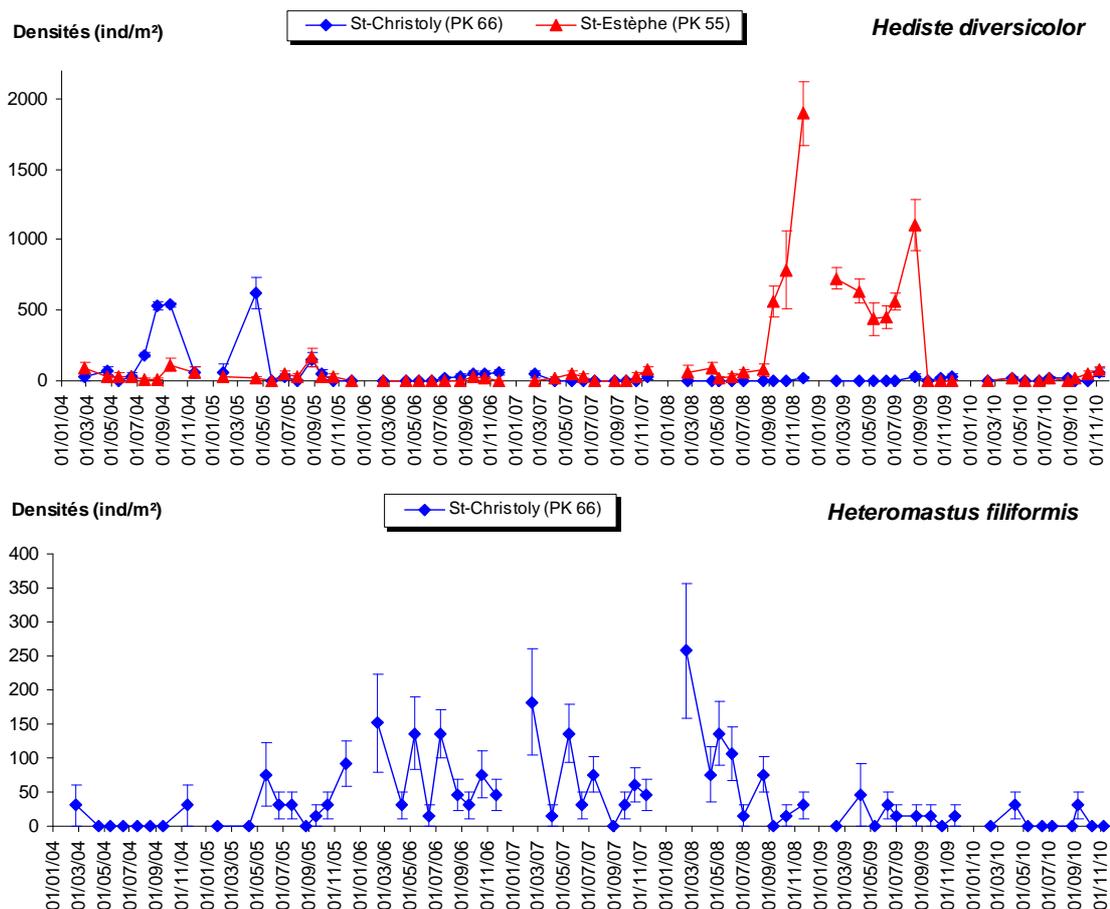


Figure 7-19 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des Annélides Polychètes *Hediste diversicolor* et *Heteromastus filiformis* dans les stations intertidales de 2004 à 2010.

Le spionidé *Streblospio shrubsolii*, fortement représenté à St-Christoly de 2004 à 2006 avec des densités maximales de 10 à 15000 ind./m², a vu ses abondances chuter fortement depuis 2006, atteignant un maximum de seulement 2409 \pm 620 ind./m² en octobre 2010. A St-Estèphe, l'abondance de cette espèce est aussi très faible en 2010 (576 \pm 142 ind./m² en juin) (**Figure 7-20**).

Un autre polychète spionidé, *Pseudopolydora pulchra*, présent en densité notable à St-Christoly de 2004 à 2006, a quant à lui disparu presque totalement depuis 2006 (**Figure 7-20**).

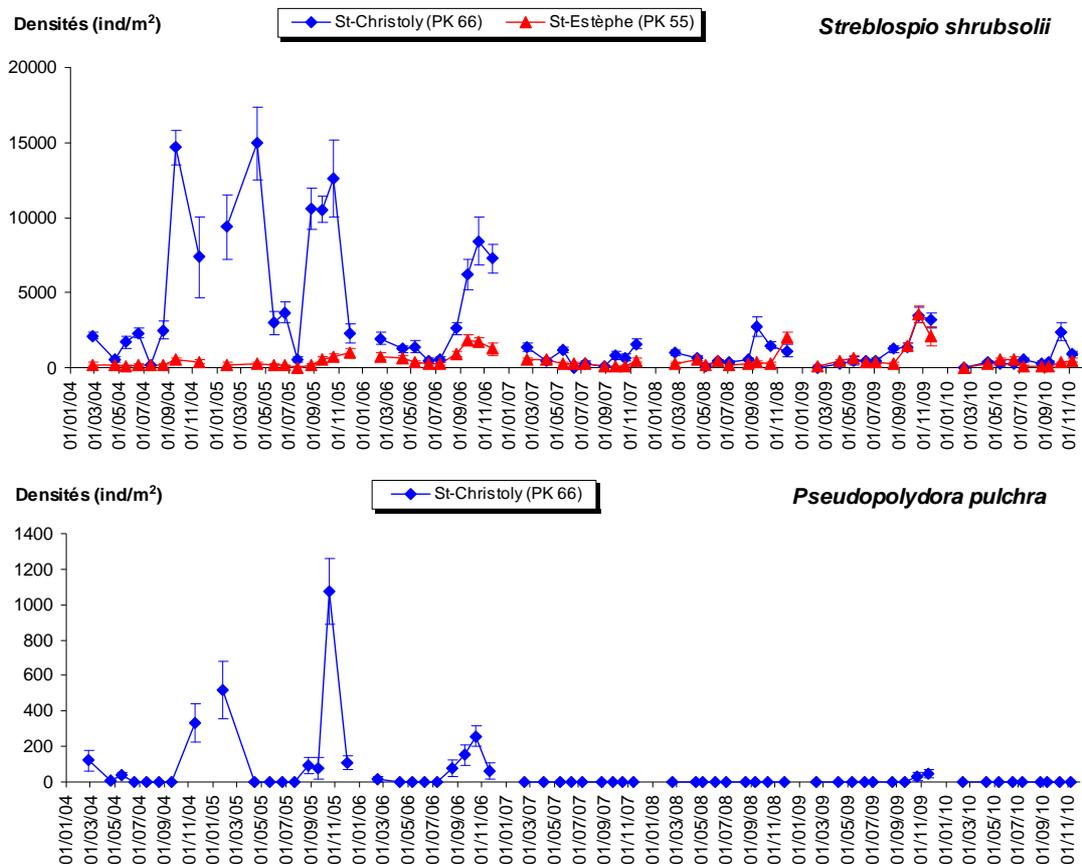


Figure 7-20 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des Annélides Polychètes Spionidae dans les stations intertidales de 2004 à 2010.

7.6.3. Mollusques (Figure 7-21)

Le gastéropode *Hydrobia ulvae*, plutôt localisé dans la partie aval de l'estuaire, est sporadiquement présent à St-Christoly, avec des densités voisines de 200 ind./m² en avril, octobre et novembre 2010.

Scrobicularia plana, bivalve de grande taille (environ 40 mm de longueur de coquille à l'état adulte), est bien représenté en zone intertidale, depuis l'embouchure de l'estuaire jusqu'à St-Christoly. Dans cette dernière station, les effectifs de la population restent relativement stables (autour de 200 ind./m²) durant l'année 2010.

Un autre bivalve, *Macoma balthica*, caractéristique des vasières intertidales de la zone polyhaline de l'estuaire, apparaît épisodiquement depuis 2005 à St-Christoly. Ses fluctuations d'abondance sont peu significatives, car l'espèce se trouve ici en limite amont de répartition dans l'estuaire.

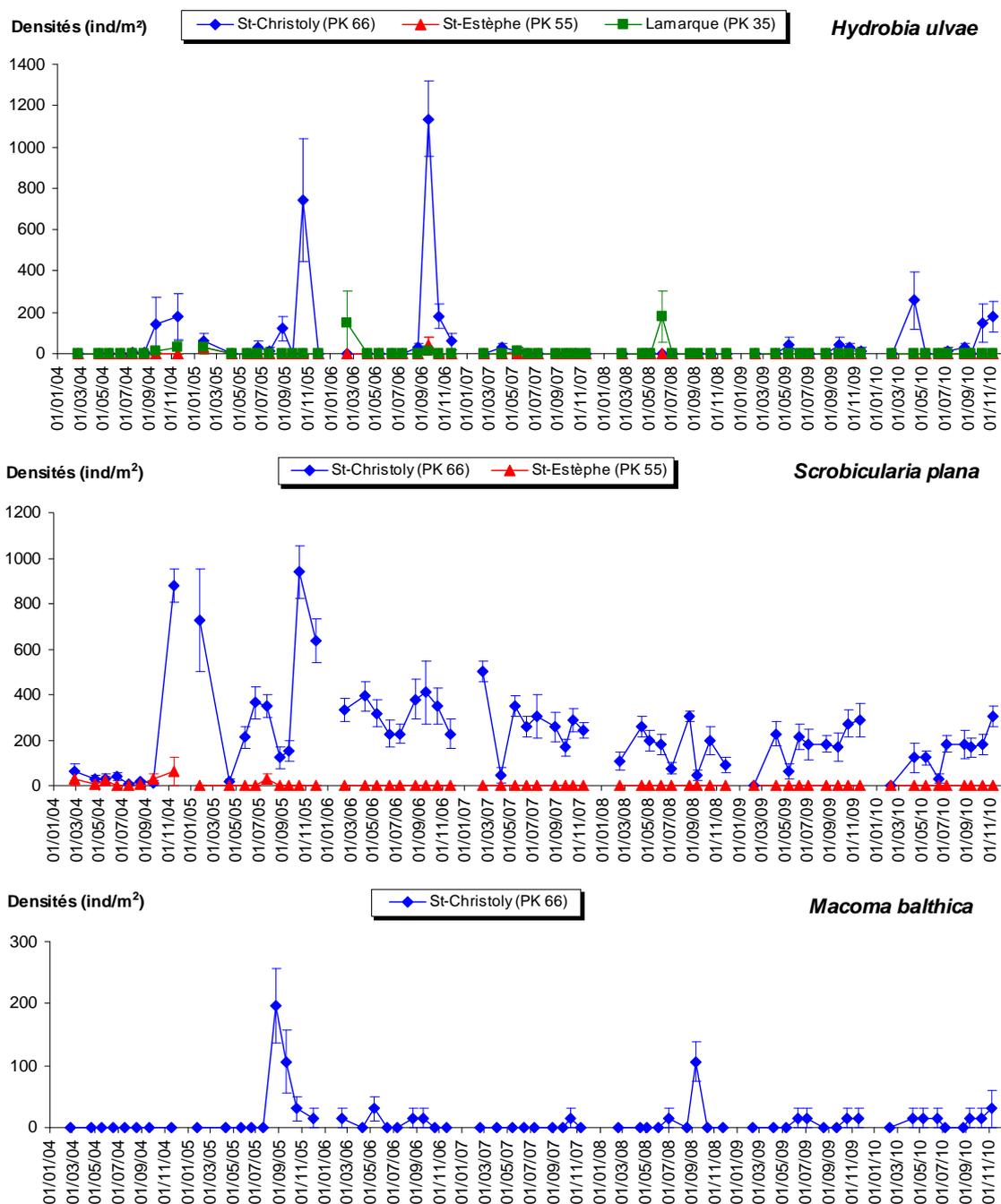


Figure 7-21 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des principales espèces de Mollusques dans les stations intertidales de 2004 à 2010

7.6.4. Crustacés (Figure 7-22)

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 2010 un pic élevé de densité en septembre (9409 ± 1705 ind./m²), légèrement supérieur à ceux de 2007-2009, mais représentant seulement la moitié du maximum de densité des années 2005-2006. A St-Christoly, où cette espèce présentait des densités maximales de l'ordre de 20000 ind./m² en 2004-2005, un recrutement précoce et très fugace s'est produit en 2010 (894 ± 520 ind./m² en juin).

L'isopode *Cyathura carinata* est une espèce constante des 2 stations intertidales le plus en aval, mais qui présente des fluctuations assez erratiques. A St-Christoly, l'abondance maximale en 2010 (409 ± 99 ind./m² en novembre) est la plus forte depuis les années 2004-2006. A St-Estèphe, la densité maximale (530 ± 61 ind./m²) observée en avril 2010 est la valeur la plus élevée jamais observée en cette station.

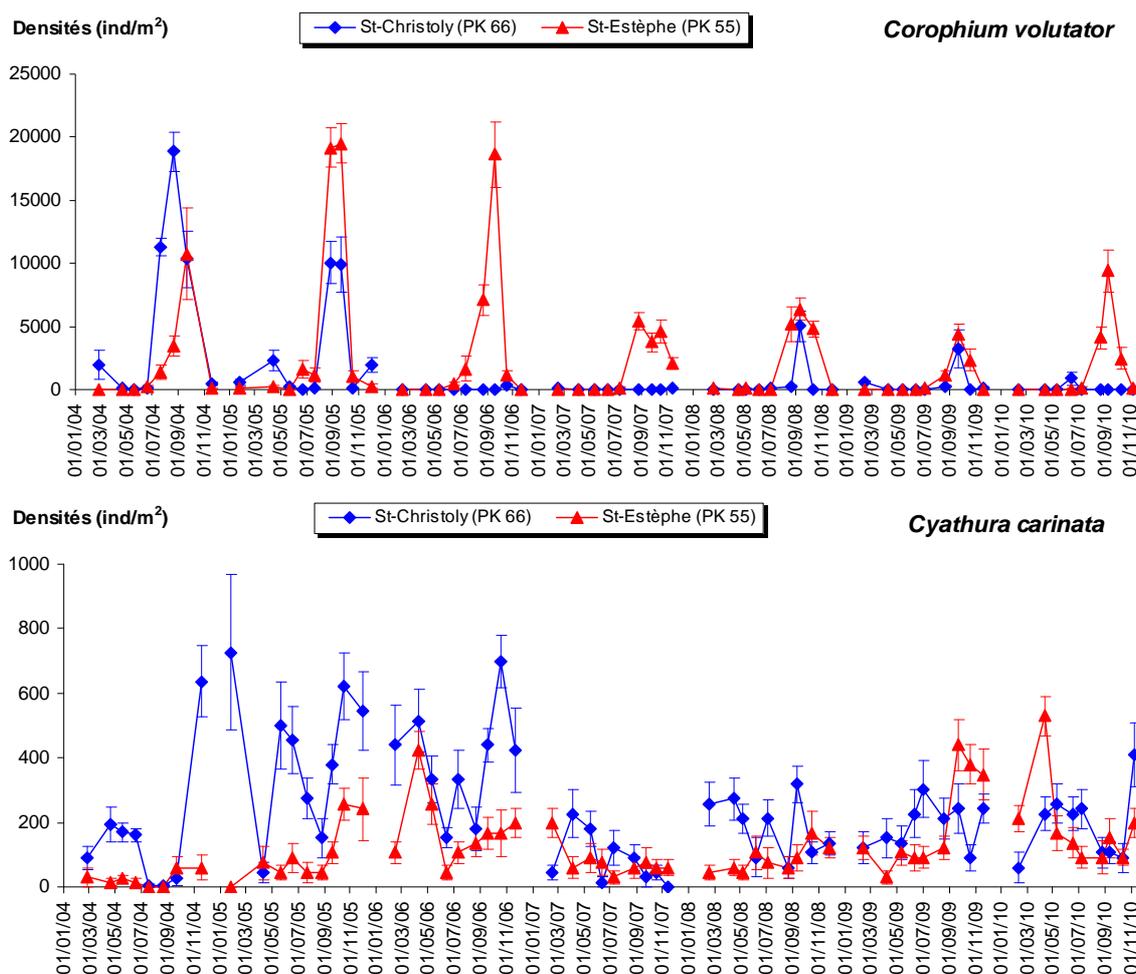


Figure 7-22 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des principales espèces de Crustacés dans les stations intertidales de 2004 à 2010.

Synthèse :

La composition granulométrique du sédiment a montré en 2010, comme les années précédentes, une très grande stabilité temporelle dans les trois stations intertidales (80 à 97% de vases). En revanche, dans le domaine subtidal, la granulométrie a subi d'importantes fluctuations (à l'exception du Point F où le sédiment est resté à prédominance vaseuse) : au Point E, où prédomine généralement un substrat vaseux, une forte composante sableuse a été relevée en mai et juillet-août (3 à 27% de vases) ; inversement, au point K, le sédiment, normalement sableux, était majoritairement vaseux en juin et août (52-70% de vases).

Alors que la richesse spécifique (nombre d'espèces) des peuplements benthiques s'avère stable sur la durée du suivi en intertidal, elle diminue significativement en subtidal depuis 2004.

L'abondance des peuplements benthiques subtidaux a été extrêmement faible en 2010, où ont été relevées globalement les valeurs les plus basses depuis le début de la surveillance en 2004. De manière générale, la comparaison inter-annuelle met en évidence des abondances relativement élevées sur la période 2004-2005, suivies d'une chute importante en 2006, d'une légère remontée des abondances de 2007 à 2009, et d'une nouvelle chute en 2010 (avec des maxima respectifs de seulement 248, 22 et 12 ind./m² aux Points F, E et K).

Dans le domaine intertidal, les abondances sont beaucoup plus élevées qu'en subtidal. En 2010, elles se sont situées à un niveau moyen pour les stations St-Estèphe (max. 9939 ind./m²) et Lamarque (max. 9636 ind./m²), mais à un niveau faible (max. 2894 ind./m²) à la station St-Christoly. Sur une échelle pluri-annuelle, les peuplements benthiques de St-Christoly et St-Estèphe suivent un patron similaire, avec des abondances fortes de 2004 à 2006, et moyennes à faibles de 2007 à 2010. A Lamarque, l'évolution est sensiblement différente, avec des abondances fortes en 2004-2005, faibles en 2006-2007, et un retour à des valeurs élevées de 2008 à 2010.

Dans l'état actuel du suivi (une durée de seulement 7 années), il est difficile de statuer sur une année de référence. Il semble que la dynamique annuelle et inter-annuelle des peuplements macrobenthiques des 6 stations suivies dans l'estuaire de la Gironde est essentiellement gouvernée par des fluctuations naturelles de l'environnement hydroclimatique. L'activité du CNPE du Blayais ne paraît pas générer de perturbation significative de ce compartiment biologique.

8. Références bibliographiques

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

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 éds), 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 tonsda* Dana dans un milieu semi-clos : l'Étang 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.
- Irgoien 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.
- Naguy 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.
- Redfield A.C., Ketchum B.H., Richards F.A. 1963. The influence of organisms on the composition of sea water. In : *The Sea* (vol 2). Hill M.N. (ed.) Wiley Interscience, New York, 26-77.
- Viitasalo (1992) Calanoid resting eggs in the Baltic Sea : implications for the population dynamics of *Acartia bifilosa* (Copepoda). *Marine Biology*, 114, pp. 397-405.
- Wood E.D., Armstrong F.A.J., and Richards F.A., 1967.- Determination of nitrate in sea water by cadmium copper reduction to nitrite. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 47, pp. 23-31.

9. Annexes

9.1. Annexe 1 : Dénombrement des divers prélèvements et mesures

Nombre de mesures réalisées in situ

DATES	Profondeur	Température	Salinité	Direction et Vitesse de Courant	Points
21 avril	4	8	8	8	F
23 avril	4	8	8	8	E
22 avril	4	8	8	8	K
19 mai	4	8	8	8	F
21 mai	4	8	8	8	E
20 mai	4	8	8	8	K
15 juin	4	8	8	8	F
17 juin	4	8	8	8	E
16 juin	4	8	8	8	K
20 juillet	4	8	8	8	F
22 juillet	4	8	8	8	E
21 juillet	4	8	8	8	K
23 août	4	8	8	8	F
24 août	4	8	8	8	E
25 août	4	8	8	8	K
20 septembre	4	8	8	8	F
21 septembre	4	8	8	8	E
22 septembre	4	8	8	8	K
19 octobre	4	8	8	8	F
21 octobre	4	8	8	8	E
20 octobre	4	8	8	8	K
23 novembre	4	8	8	8	F
00/11/2010	0	0	0	0	E
24 novembre	4	8	8	8	K
TOTAL	92	184	184	184	

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
21 avril	16	2	2	4	2	2	2	F
23 avril	16	2	2	4	2	2	2	E
22 avril	16	2	2	4	2	2	2	K
19 mai	16	2	2	4	2	2	2	F
21 mai	16	2	2	4	2	2	2	E
20 mai	16	2	2	4	2	2	2	K
15 juin	16	2	2	4	2	2	2	F
17 juin	16	2	2	4	2	2	2	E
16 juin	16	2	2	4	2	2	2	K
20 juillet	16	2	2	4	2	2	2	F
22 juillet	16	2	2	4	2	2	2	E
21 juillet	16	2	2	4	2	2	2	K
23 août	16	2	2	4	2	2	2	F
24 août	16	2	2	4	2	2	2	E
25 août	16	2	2	4	2	2	2	K
20 septembre	16	2	2	4	2	2	2	F
21 septembre	16	2	2	4	2	2	2	E
22 septembre	16	2	2	4	2	2	2	K
19 octobre	4	0	0	0	0	0	0	F
21 octobre	16	2	2	4	2	2	2	E
20 octobre	16	2	2	4	2	2	2	K
23 novembre	16	2	2	4	2	2	2	F
00/11/2010	0	0	0	0	0	0	0	E
24 novembre	16	2	2	4	2	2	2	K
TOTAL	356	44	44	88	44	44	44	

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

DATES	Concentrations en MES		OXYGENE DISSOUS		pH		Points
	Surface	Fond	Surface	Fond	Surface	Fond	
23 avril	4	4	4	4	4	4	F
25 avril	4	4	4	4	4	4	K
24 avril	4	4	4	4	4	4	E
16 mai	4	4	4	4	4	4	F
18 mai	4	4	4	4	4	4	K
17 mai	4	4	4	4	4	4	E
16 juin	4	4	4	4	4	4	F
18 juin	4	4	4	4	4	4	K
17 juin	4	4	4	4	4	4	E
16 juillet	4	4	4	4	4	4	F
18 juillet	4	4	4	4	4	4	K
17 juillet	4	4	4	4	4	4	E
17 août	4	4	4	4	4	4	F
19 août	4	4	4	4	4	4	K
18 août	4	4	4	4	4	4	E
24 septembre	4	4	4	4	4	4	F
23 septembre	4	4	4	4	4	4	K
22 septembre	4	4	4	4	4	4	E
14 octobre	4	4	4	4	4	4	F
12 octobre	4	4	4	4	4	4	K
13 octobre	4	4	4	4	4	4	E
11 novembre	4	4	4	4	4	4	F
9 novembre	4	4	4	4	4	4	K
10 novembre	4	4	4	4	4	4	E
TOTAL	96	96	96	96	96	96	

Nombre de prélèvements pour l'étude faunistique

DATES	PLANCTON		BENTHOS	Points
	Surface	Fond	Surface	
21 avril	4	4	5	F
23 avril	4	4	5	E
22 avril	4	4	5	K
19 mai	4	4	5	F
21 mai	4	4	5	E
20 mai	4	4	5	K
15 juin	4	4	5	F
17 juin	4	4	5	E
16 juin	4	4	5	K
20 juillet	4	4	5	F
22 juillet	4	4	5	E
21 juillet	4	4	5	K
23 août	4	4	5	F
24 août	4	4	5	E
25 août	4	4	5	K
20 septembre	4	4	5	F
21 septembre	4	4	5	E
22 septembre	4	4	5	K
19 octobre	4	4	5	F
21 octobre	4	4	5	E
20 octobre	4	4	5	K
23 novembre	4	4	5	F
00/11/2010	0	0	0	E
24 novembre	4	4	5	K
TOTAL	92	92	115	

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

9.2. Annexe 2 : Tableaux des résultats de mesures

BLAYAIS Avril 2010		Heure	Profond	Hauteur	Oxygène	Concent.	Salinité	Temp.	Vitesse	Direction	PH	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS	Légale	Totale	Mesure	Dissous	en M.E.S.		(°C)	(cm/s)	(/Nord)		
		(TU+2)	(m)	(m)	(ml/l)	(g/l)						
F PK 67 21 Avril 2009 Coef: 57-52	1 S	6h15	4,80	1,00	5,89	0,474	4,84	14,85	7	217	7,95	BM à Laména 5h19 P=(759) 1012 hPa
	BM 1S 1 F			3,80	5,87	0,710	5,01	14,86	13	136	7,93	
	2 S	8h45	6,30	1,00	5,90	0,723	6,06	14,54	117	151	7,97	P=(758) 1010 hPa
	Mi-Flot 2 F			5,30	5,86	3,970	8,30	14,35	82	127	7,94	
	3 S	11h55	7,50	1,00	6,02	0,075	8,84	14,75	7	163	7,98	PM à Laména P=(753) 1004 hPa Renverse: 12h20
	PM 3 F			6,50	6,11	0,846	13,15	13,74	13	113	7,97	
	4 S	15h00	6,00	1,00	5,98	0,230	7,87	15,01	94	339	7,97	P=(750) 1000 hPa
	Mi-Jus 4 F			5,00	6,05	0,522	8,63	14,59	47	318	7,94	
E PK 53 23 Avril 2009 Coef: 48-52	1 S	5h25	6,10	1,00	5,90	0,561	3,41	15,50	88	11	8,06	P=(750) 1000 hPa
	Mi-Jus 1 F			5,10	5,85	1,510	3,26	15,60	88	353	7,95	
	2 S	8h55	4,80	1,00	5,88	0,410	1,88	15,29	0	165	8,08	BM à Pauillac 8h41 P=(750) 1000 hPa Renverse: 9h00
	BM 2 F			3,80	5,86	0,554	1,75	15,34	7	168	8,10	
	3 S	11h55	6,70	1,00	6,04	0,228	3,00	16,21	117	182	8,04	P=(751) 1002 hPa
	Mi-Flot 3 F			5,70	5,96	2,850	3,53	15,46	82	174	8,05	
	4 S	14h35	8,30	1,00	6,12	0,229	4,51	15,89	13	176	8,10	PM à Pauillac 14h34 P=(752) 1002 hPa
	PM 4 F			7,30	6,07	1,025	4,67	15,54	13	179	8,08	
K PK 30 22 Avril 2009 Coef: 49-47	1 S	8h45	5,10	1,00	6,07	0,485	0,15	14,85	13	121	7,98	BM à La Reuille 8h13 P=(748) 997 hPa
	BM 1S 1 F			4,10	6,07	0,576	0,15	14,85	13	131	8,03	
	2 S	11h30	7,10	1,00	5,72	0,950	0,44	15,29	94	134	7,98	P=(747) 996 hPa
	Mi-Flot 2 F			6,10	5,70	2,640	0,44	15,28	47	139	8,01	
	3 S	14h30	8,50	1,00	5,60	0,333	0,86	15,43	0	022	8,02	PM à La Reuille 13h52 P=(746) 994 hPa Renverse:
	PM 3 F			7,50	5,53	1,130	1,23	15,50	0	036	7,90	
	4 S	17h20	6,50	1,00	5,74	0,873	0,56	15,39	82	335	7,99	P=(746) 994 hPa
	Mi-Jus 4 F			5,50	5,73	0,903	0,54	15,39	59	334	7,98	

BLAYAIS Mai 2010		Heure	Profond	Hauteur	Oxygène	Concent.	Salinité	Temp.	Vitesse	Direction	PH	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS	Légale	Totale	Mesure	Dissous	en M.E.S.		(°C)	(cm/s)	(/Nord)		
		(TU+2)	(m)	(m)	(ml/l)	(g/l)						
F PK 67 19 Mai 2009 Coef: 74-70	1 S	5h15	4,20	1,00	6,03	0,721	3,75	15,94	7	120	8,46	BM à Laména 4h35 P=(759) 1025,3 hPa
	BM 1S 1 F			3,20	6,00	1,657	3,91	16,03	7	302	8,48	
	2 S	7h35	6,30	1,00	6,05	0,776	5,95	15,67	117	147	8,45	P=(759) 1025,3 hPa
	Mi-Flot 2 F			5,30	6,03	0,722	5,89	15,71	88	147	8,43	
	3 S	11h05	8,00	1,00	5,91	0,069	10,43	15,57	7	240	8,41	PM à Laména 10h25 P=(768) 1024 hPa Renverse: 11h35
	PM 3 F			7,00	5,96	1,212	15,06	14,80	13	142	8,43	
	4 S	14h15	5,50	1,00	5,95	1,003	6,99	15,88	82	340	8,45	P=(768) 1024 hPa
	Mi-Jus 4 F			4,50	5,95	1,771	7,59	15,66	47	324	8,41	
E PK 52 21 Mai 2009 Coef: 60-58	1 S	4h00	5,90	1,00	5,96	0,797	2,28	16,80	88	010	8,07	P=(767) 1023 hPa
	Mi-Jus 1 F			4,90	5,90	2,300	2,00	16,87	65	352	8,04	
	2 S	7h35	4,50	1,00	5,90	0,574	0,87	16,04	0	068	8,06	BM à Pauillac 7h12 P=(767) 1023 hPa Renverse: 7h40
	BM 2 F			3,50	5,93	1,419	0,86	16,07	0	030	8,07	
	3 S	10h20	6,70	1,00	5,98	0,938	1,95	17,51	111	185	8,09	P=(767) 1023 hPa
	Mi-Flot 3 F			5,70	5,96	3,364	2,14	17,01	70	180	8,10	
	4 S	13h15	8,20	1,00	5,95	0,269	4,24	18,77	13	173	8,04	PM à Pauillac 12h53 P=(767) 1023 hPa
	PM 4 F			7,20	5,96	1,085	4,31	17,52	7	151	8,05	
K PK 30 20 Mai 2009 Coef: 66-63	1 S	7h45	5,00	1,00	6,03	0,478	0,15	15,74	13	138	7,83	BM à La Reuille 7h10 P=(772) 1029 hPa
	BM 1S 1 F			4,00	6,05	0,768	0,15	15,77	13	145	7,80	
	2 S	10h05	7,40	1,00	6,10	0,962	0,20	15,41	105	134	7,95	P=(771) 1028 hPa
	Mi-Flot 2 F			6,40	6,09	1,729	0,20	15,38	70	145	7,96	
	3 S	13h00	8,90	1,00	5,89	0,435	0,42	15,56	7	126	7,91	PM à La Reuille 12h23 P=(771) 1028 hPa Renverse: 13h30
	PM 3 F			7,90	5,88	1,456	0,37	15,41	7	043	7,89	
	4 S	16h30	6,00	1,00	6,05	1,214	0,21	15,96	76	339	8,04	P=(767) 1022 hPa
	Mi-Jus 4 F			5,00	6,05	1,860	0,21	15,96	47	319	8,05	

BLAYAIS Juin 2010		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	Oxygène Dissous (ml/l)	Concent. en M.E.S. (g/l)	Salinité	Temp. (°C)	Vitesse (cm/s)	Direction (/Nord)	PH	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS											
F PK 67 15 Juin 2009 Coef: 91-91	1 S Mi-Flot 1 F	6h00	7,00	1,00 6,00	5,06 5,00	1,735 6,450	7,40 7,47	20,60 20,67	128 105	149 135	8,01 7,97	P=(756) 1008 hPa
	2 S PM 2 F	9h30	8,60	14h14 7,60	5,04 4,97	0,081 0,688	10,76 14,20	20,09 19,76	7 7	263 052	8,10 8,05	PM à Laména 8h40 P=(756) 1008 hPa Renverse: 9h50
	3 S Mi-Jus 3 F	12h25	6,00	1,00 5,00	5,12 5,00	0,106 6,090	6,16 9,09	20,54 20,21	181 88	340 328	8,05 7,98	P=(756) 1008 hPa
	4 S BM 4 F	15h50	4,50	1,00 3,50	5,07 5,03	0,388 1,235	4,23 4,18	20,74 20,77	41 36	329 323	8,09 8,08	BM à Laména 15h27 P=(756) 1008 hPa
E PK 52 17 Juin 2009 Coef: 85-82	1 S BM 1 F	5h55	4,50	1,00 3,50	5,14 5,12	0,375 5,560	0,90 0,90	19,12 19,15	7 42	146 177	8,09 8,11	BM à Pauillac 5h25 P=(754) 1005 hPa
	2 S Mi-Flot 2 F	8h15	6,80	1,00 5,80	5,24 5,20	0,468 1,900	2,63 2,17	19,50 19,45	128 88	177 172	8,13 8,15	P=(754) 1005 hPa
	3 S PM 3 F	11h15	8,90	1,00 7,90	5,35 5,28	0,202 1,750	3,66 4,47	20,98 19,76	13 7	276 180	8,16 8,16	PM à Pauillac 10h35 P=(754) 1005 hPa Renverse: 11h35
	4 S Mi-Jus 4 F	14h20	6,00	1,00 5,00	5,26 5,22	0,724 0,890	2,55 2,15	19,66 19,67	88 82	008 347	8,09 8,11	P=(754) 1005 hPa
K PK 30 16 Juin 2009 Coef: 89-88	1 S BM 1 F	6h00	4,90	1,00 3,90	4,91 4,72	0,389 0,417	0,13 0,13	17,67 17,68	13 13	137 125	8,08 8,10	BM à La Reuille 5h36 P=(754) 1005 hPa
	2 S Mi-Flot 2 F	8h30	8,20	1,00 7,20	5,10 5,05	2,230 2,460	0,27 0,26	19,18 19,18	123 70	136 145	8,48 8,47	P=(754) 1005 hPa
	3 S PM 3 F	11h45	9,50	1,00 8,50	5,12 5,05	0,420 1,595	0,73 0,60	19,62 19,59	13 30	286 314	8,11 8,13	PM à La Reuille 10h27 P=(754) 1005 hPa Renverse: 11h30
	4 S Mi-Jus 4 F	15h00	6,00	1,00 5,00	5,03 5,00	1,110 2,080	0,17 0,17	18,62 18,65	88 42	344 320	8,06 8,05	P=(754) 1005 hPa
Juillet 2010		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	Oxygène Dissous (ml/l)	Concent. en M.E.S. (g/l)	Salinité	Temp. (°C)	Vitesse (cm/s)	Direction (/Nord)	PH	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS											
F PK 67 20 Juillet 2010 Coef: 53-49	1 S BM 1 F	8h25	4,80	1,00 3,80	5,01 4,90	0,053 0,154	8,77 8,92	23,96 23,91	13 7	117 169	8,04 8,06	BM à Laména 7h38 P=(753) 1004 hPa
	2 S Mi-Flot 2 F	11h10	6,40	1,00 5,40	4,94 4,90	0,029 0,426	12,43 14,90	23,20 22,89	94 82	147 132	8,12 8,08	P=(753) 1004 hPa
	3 S PM 3 F	15h00	7,60	1,00 6,60	5,00 5,01	0,163 0,166	17,79 19,76	23,20 22,43	7 7	248 345	8,15 8,14	PM à Laména P=(750) 1000 hPa Renverse: 15h45
	4 S Mi-Jus 4 F	17h20	6,00	1,00 5,00	5,09 5,06	0,133 3,180	13,19 16,31	24,00 23,10	117 65	330 330	8,08 8,08	P=(750) 1000 hPa
E PK 52 22 Juillet 2010 Coef: 47-47	1 S PM 1 F	4h45	8,00	1,00 7,00	4,95 4,46	0,126 0,280	7,81 8,70	25,32 23,90	0 7	261 147	8,05 8,06	PM à Pauillac 4h06 P=(754) 1005 hPa
	2 S Mi-Jus 2 F	7h50	6,20	1,00 5,20	5,00 4,97	0,254 0,923	5,97 6,14	24,02 23,97	82 59	007 346	8,09 8,08	P=(755) 1006 hPa
	3 S BM 3 F	11h10	5,10	1,00 4,10	4,84 4,84	0,227 0,355	4,06 4,03	23,88 23,85	7 7	081 225	8,07 8,04	BM à Pauillac 10h50 P=(755) 1007 hPa Renverse: 11h15
	4 S Mi-Flot 4 F	13h45	7,20	1,00 6,20	5,01 4,98	0,230 0,613	6,07 6,07	24,00 23,94	100 70	191 186	8,08 8,10	P=(755) 1007 hPa
K PK 30 21 Juillet 2010 Coef: 49-52	1 S Mi-Jus 1 F	7h15	6,80	1,00 5,80	4,63 4,61	0,120 0,670	1,66 1,67	24,29 24,32	76 59	334 337	7,94 7,96	P=(750) 1000 hPa
	2 S BM 2 F	10h45	5,50	1,00 4,50	4,18 4,61	0,310 0,413	0,60 0,74	24,35 24,36	13 0	343 274	7,94 7,93	BM à La Reuille 10h34 P=(750) 1000 hPa Renverse: 11h15
	3 S Mi-Flot 3 F	13h15	8,00	1,00 7,00	4,65 4,61	0,522 1,446	1,88 1,70	24,20 24,18	94 47	143 151	7,98 7,96	P=(750) 1000 hPa
	4 S PM 4 F	16h30	9,50	1,00 8,50	4,70 4,61	0,921 1,220	2,70 3,04	24,12 24,18	13 7	113 134	7,98 7,97	PM à La Reuille 16h14 P=(750) 1000 hPa

Août 2010		Heure	Profond	Hauteur	Oxygène	Concent.	Salinité	Temp.	Vitesse	Direction	PH	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS	Légale	Totale	Mesure	Dissous	en M.E.S.		(°C)	(cm/s)	(/Nord)		
		(TU+2)	(m)	(m)	(ml/l)	(g/l)						
F PK 67 23 Août 2010 Coef: 72-75	1 S BM 1 F	13h05	4,70	1,00 3,70	4,93 5,00	0,250 0,472	12,78 13,02	23,72 23,7	7 18	347 118	7,97 7,91	BM à Laména 12h25 P=(752) 1002 hPa
	Mi-Flot 2 F	15h35	6,90	1,00 5,90	5,01 4,98	0,265 1,124	15,95 15,69	23,17 23,18	117 65	150 138	7,96 7,94	P=(752) 1002 hPa
	3 S PM 3 F	19h10	10,40	1,00 9,40	4,86 4,70	0,043 0,358	21,52 23,26	22,27 21,97	0 0	211 066	8,10 8,07	PM à Laména 18h12 P=(752) 1002 hPa Renverse: 19h20
	4 S Mi-Jus 4 F	21h30	7,70	1,00 6,70	4,91 4,89	0,157 0,338	17,44 18,60	22,89 22,7	123 76	343 332	8,16 8,03	P=(752) 1002 hPa
	1 S PM 1 F	7h35	8,60	1,00 7,60	5,14 5,09	0,195 0,418	12,49 12,59	24,46 23,92	7 13	301 327	8,23 8,21	PM à Pauillac 6h45 P=(755) 1006 hPa
	2 S Mi-Jus 2 F	10h50	6,00	1,00 5,00	4,98 4,91	0,396 1,151	10,36 10,40	23,62 23,63	82 82	004 332	8,17 8,00	P=(755) 1006 hPa
E PK 52 24 Août 2010 Coef: 79	3 S BM 3 F	14h15	5,30	1,00 4,30	4,91 4,81	0,176 0,666	6,50 6,57	23,47 23,5	13 13	161 183	8,05 8,02	BM à Pauillac 13h49 P=(755) 1006 hPa Renverse: 14h20
	4 S Mi-Flot 4 F	16h45	7,50	1,00 6,50	4,93 4,86	0,726 1,819	9,80 9,91	24,21 24,01	140 100	188 175	8,10 8,06	P=(755) 1006 hPa
	1 S BM 1 F	3h45	5,20	1,00 4,20	5,09 5,00	0,771 1,954	2,01 1,97	23,27 23,31	82 53	152 162	7,97 7,96	BM à La Reuille 3h04 P=(765) 1020 hPa
	2 S Mi-Flot 2 F	5h40	7,20	1,00 6,20	5,14 5,08	1,242 1,103	3,35 3,33	23,00 23,00	128 111	138 142	8,04 8,01	P=(765) 1020 hPa
K PK 30 25 Août 2010 Coef: 81-83	3 S PM 3 F	9h00	9,00	1,00 8,00	5,15 5,02	0,410 1,907	5,24 5,23	22,97 23,09	18 24	336 333	7,98 7,98	PM à La Reuille 8h01 P=(765) 1020 hPa Renverse: 9h05
	4 S Mi-Jus 4 F	11h55	6,30	1,00 5,30	4,95 4,83	1,561 1,610	3,44 3,47	23,13 23,13	76 53	332 323	7,96 7,94	P=(765) 1020 hPa

Septembre 2010		Heure	Profond	Hauteur	Oxygène	Concent.	Salinité	Temp.	Vitesse	Direction	PH	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS	Légale	Totale	Mesure	Dissous	en M.E.S.		(°C)	(cm/s)	(/Nord)		
		(TU+2)	(m)	(m)	(ml/l)	(g/l)						
F PK 67 20 Septembre 2010 Coef: 60-65	1 S BM 1 F	12h15	5,00	1,00 4,00	5,36 5,35	0,091 0,309	13,67 14,67	20,52 20,07	7 7	087 149	8,01 8,01	BM à Laména 11h13 P=(764) 1019 hPa
	2 S Mi-Flot 2 F	14h55	7,00	1,00 6,00	5,27 5,30	0,338 0,801	18,21 18,43	19,74 19,69	100 76	144 138	7,96 7,94	P=(764) 1019 hPa
	3 S PM 3 F	18h00	8,10	1,00 7,10	5,00 4,84	0,118 0,679	21,62 23,50	19,55 19,33	7 7	195 045	7,96 7,95	PM à Laména 17h12 P=(764) 1019 hPa Renverse: 18h15
	4 S Mi-Jus 4 F	20h30	6,00	1,00 5,00	5,14 5,21	0,137 0,691	19,77 20,90	19,62 19,52	128 94	337 326	7,95 7,94	P=(764) 1019 hPa
	1 S PM 1 F	6h45	8,50	1,00 7,50	5,39 5,21	0,087 0,653	13,56 13,90	20,46 20,81	0 0	168 115	8,04 8,02	PM à Pauillac 5h42 P=(763) 1017 hPa
	2 S Mi-Jus 2 F	9h25	6,00	1,00 5,00	5,61 5,59	0,334 1,006	11,34 11,79	20,60 20,49	88 59	009 347	7,94 7,94	P=(763) 1017 hPa
E PK 52 21 Septembre 2010 Coef: 70	3 S BM 3 F	13h15	4,60	1,00 3,60	5,47 5,37	0,248 0,859	7,17 7,55	21,17 20,33	13 0	013 270	7,97 7,94	BM à Pauillac 12h40 P=(763) 1017 hPa Renverse: 13h45
	4 S Mi-Flot 4 F	15h45	7,40	1,00 6,40	5,48 5,55	0,483 0,834	10,94 11,03	21,30 21,03	123 100	189 182	7,98 7,96	P=(763) 1017 hPa
	1 S Mi-Flot 1 F	4h40	8,20	1,00 7,20	4,82 4,86	0,996 3,810	4,57 4,37	20,17 20,21	128 53	149 151	7,93 7,91	P=(767) 1022 hPa
	2 S PM 2 F	8h10	9,00	1,00 8,00	4,86 4,99	0,248 1,412	6,48 6,59	20,20 20,36	13 13	353 337	7,93 7,92	PM à La Reuille 7h01 P=(767) 1022 hPa Renverse: 8h15
K PK 30 22 Septembre 2010 Coef: 78-81	3 S Mi-Jus 3 F	11h05	6,50	1,00 5,50	4,69 4,69	1,901 2,867	4,60 4,59	20,19 20,19	88 53	333 320	7,94 7,92	P=(767) 1022 hPa
	4 S BM 4 F	14h45	5,20	1,00 4,20	4,53 4,53	0,481 2,757	2,50 2,48	20,64 20,88	13 7	092 340	7,91 7,90	BM à La Reuille 14h18 P=(767) 1022 hPa

Octobre 2010		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	Oxygène Dissous (ml/l)	Concent. en M.E.S. (g/l)	Salinité	Temp. (°C)	Vitesse (cm/s)	Direction (/Nord)	PH	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS											
F PK 67 19 Octobre 2010 Coef: 55	1 S	5h10	7,60	1,00	5,72	0,091	19,01	15,16	7	108	8,06	PM à Laména 4h15 P=(767) 1à22 hPa
	PM 1 F			6,60	5,64	0,339	21,62	15,37	18	150	8,06	
	2 S	8h00	5,70	1,00	5,91	0,195	16,19	15,31	111	332	8,08	P=(767) 1à22 hPa
	Mi-Jus 2 F			4,70	5,88	1,154	16,78	15,38	76	322	8,06	
	3 S	11h30	4,90	1,00	5,87	0,122	11,82	15,74	7	038	8,01	BM à Laména 10h32 P=(767) 1à22 hPa Renverse: 11h40
	BM 3 F			3,90	5,87	0,243	12,30	15,91	7	166	8,03	
	4 S	14h00	6,70	1,00	5,93	0,329	15,14	15,40	94	139	8,01	P=(767) 1à22 hPa
	Mi-Flot 4 F			5,70	5,94	0,458	15,09	15,41	76	152	8,02	
E PK 52 21 Octobre 2010 Coef: 69-73	1 S	3h15	7,20	1,00	5,99	0,374	8,30	15,56	123	190	8,02	P=(769) 1025 hPa
	Mi-Flot 1 F			6,20	6,00	0,892	8,27	15,57	105	187	8,00	
	2 S	7h00	8,60	1,00	5,91	0,257	10,15	16,38	13	335	8,06	PM à Pauillac 5h44 P=(769) 1025 hPa
	PM 2 F			7,60	5,77	0,700	11,91	15,70	0	315	8,04	
	3 S	9h40	6,40	1,00	5,91	0,626	8,89	15,55	88	005	8,03	P=(769) 1025 hPa
	Mi-Jus 3 F			5,40	5,93	1,440	9,16	15,54	53	343	8,03	
	4 S	13h15	5,20	1,00	5,68	0,590	5,89	15,17	13	030	8,04	BM à Pauillac 12h43 P=(769) 1025 hPa
	BM 4 F			4,20	5,61	1,697	6,20	15,21	13	170	8,05	
K PK 30 20 Octobre 2010 Coef: 65	1 S	6h30	8,60	1,00	5,71	0,737	5,21	15,33	7	170	7,99	PM à La Reuille 5h56 P=(765) 1020 hPa
	PM 1 F			7,60	5,68	1,484	5,12	15,42	7	032	7,98	
	2 S	9h45	6,50	1,00	5,75	1,683	3,73	15,24	76	335	7,96	P=(765) 1020 hPa
	Mi-Jus 2 F			5,50	5,78	2,131	3,71	15,25	47	330	7,97	
	3 S	13h35	5,50	1,00	5,63	0,557	1,44	15,22	13	141	7,97	BM à La Reuille 12h56 P=(767) 1022 hPa Renverse: 13h45
	BM 3 F			4,50	5,60	3,197	1,59	15,08	13	159	7,96	
	4 S	15h50	7,30	1,00	5,77	0,794	3,50	15,46	140	135	7,95	P=(767) 1022 hPa
	Mi-Flot 4 F			6,30	5,75	5,805	3,41	15,37	76	144	7,94	

Novembre 2010		Heure Légale (TU+1)	Profond Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	Oxygène Dissous (ml/l)	Concent. en M.E.S. (g/l)	Salinité	Temp. (°C)	Vitesse (cm/s)	Direction (/Nord)	PH	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS											
F PK 67 23 Novembre 2010 Coef: 84	1 S	6h50	8,10	1,00	6,43	0,250	11,30	11,21	13	331	8,27	PM à Laména 6h20 P=(758)1011 hPa
	PM 1 F			7,10	6,54	1,154	12,58	11,33	13	143	8,22	
	2 S	10h00	5,40	1,00	6,74	0,880	4,56	11,18	105	341	8,24	P=(760) 1013 hPa
	Mi-Jus 2 F			4,40	6,85	3,876	4,79	11,15	88	318	8,22	
	3 S	13h50	4,20	1,00	6,77	0,166	3,98	11,31	13	145	8,21	BM à Laména P=(760) 1013 hPa Renverse: 14h00
	BM 3 F			3,20	6,82	0,569	3,92	11,34	13	155	8,23	
	4 S	16h10	6,00	1,00	6,76	0,735	5,30	11,22	169	144	8,23	P=(760) 1013 hPa
	Mi-Flot 4 F			5,00	6,88	3,044	5,44	11,21	163	157	8,25	
E PK 52 nov-2010 Coef:				1,00								
				-1,00								
				1,00								
				-1,00								
				1,00								
			-1,00									
			1,00									
			-1,00									
K PK 30 24 Novembre 2010 Coef: 84-83	1 S	6h00	8,40	1,00	6,96	2,162	0,45	10,12	123	149	8,31	P=(763) 1017 hPa
	Mi-Flot 1 F			7,40	6,77	3,074	0,41	10,12	70	149	8,33	
	2 S	8h40	9,10	1,00	6,98	0,486	0,72	10,05	13	330	8,28	PM à La Reuille 7h57 P=(763) 1017 hPa Renverse: 8h45
	PM 2 F			8,10	6,77	1,701	0,83	10,34	13	320	8,34	
	3 S	12h30	5,70	1,00	6,71	1,574	0,20	10,00	76	338	8,30	P=(763) 1017 hPa
	Mi-Jus 3 F			4,70	6,80	2,280	0,19	9,99	53	311	8,33	
	4 S	15h50	4,50	1,00	6,66	0,608	0,12	9,99	7	327	8,31	BM à La Reuille 15h22 P=(763) 1017 hPa
	BM 4 F			3,50	6,71	0,745	0,12	9,98	7	349	8,27	

9.3. Annexe 3 : Tableau des résultats analytiques

9.3.1. 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
21-avr-10	F	BM	S	10,14	1,19	502	8,95	1,78%
21-avr-10	F	BM	F	12,10	1,10	675	11,00	1,63%
21-avr-10	F	MF	S	4,68	1,03	254	3,65	1,44%
21-avr-10	F	MF	F	65,53	0,93	3844	64,60	1,68%
21-avr-10	F	PM	S	1,75	0,80	55	0,95	1,73%
21-avr-10	F	PM	F	15,24	0,64	840	14,60	1,74%
21-avr-10	F	MJ	S	4,51	0,86	246	3,65	1,48%
21-avr-10	F	MJ	F	9,07	0,84	542	8,23	1,52%
23-avr-10	E	BM	S	6,75	1,60	404	5,15	1,27%
23-avr-10	E	BM	F	8,21	1,71	491	6,50	1,32%
23-avr-10	E	MF	S	3,69	1,39	184	2,30	1,25%
23-avr-10	E	MF	F	45,23	1,53	2570	43,70	1,70%
23-avr-10	E	PM	S	5,95	1,10	304	4,85	1,60%
23-avr-10	E	PM	F	18,89	1,19	1040	17,70	1,70%
23-avr-10	E	MJ	S	11,05	1,20	529	9,85	1,86%
23-avr-10	E	MJ	F	29,56	1,56	1528	28,00	1,83%
22-avr-10	K	BM	S	11,80	2,00	493	9,80	1,99%
22-avr-10	K	BM	F	11,22	2,27	586	8,95	1,53%
22-avr-10	K	MF	S	15,38	1,98	850	13,40	1,58%
22-avr-10	K	MF	F	41,98	2,78	2260	39,20	1,73%
22-avr-10	K	PM	S	6,35	2,05	325	4,30	1,32%
22-avr-10	K	PM	F	16,45	1,85	974	14,60	1,50%
22-avr-10	K	MJ	S	14,65	1,85	870	12,80	1,47%
22-avr-10	K	MJ	F	14,53	1,93	868	12,60	1,45%
19-mai-10	F	BM	S	8,19	1,13	449	7,06	1,57%
19-mai-10	F	BM	F	21,17	1,17	1200	20,00	1,67%
19-mai-10	F	MF	S	12,76	0,86	731	11,90	1,63%
19-mai-10	F	MF	F	12,68	0,98	690	11,70	1,70%
19-mai-10	F	PM	S	1,53	0,61	61	0,92	1,51%
19-mai-10	F	PM	F	19,38	0,48	1124	18,90	1,68%
19-mai-10	F	MJ	S	16,22	0,82	936	15,40	1,65%
19-mai-10	F	MJ	F	27,81	0,71	1604	27,10	1,69%
21-mai-10	E	BM	S	9,19	1,93	515	7,26	1,41%
21-mai-10	E	BM	F	23,83	1,93	1330	21,90	1,65%
21-mai-10	E	MF	S	16,33	1,63	913	14,70	1,61%
21-mai-10	E	MF	F	54,28	1,38	3718	52,90	1,42%
21-mai-10	E	PM	S	4,74	1,22	239	3,52	1,47%
21-mai-10	E	PM	F	18,19	1,09	1024	17,10	1,67%
21-mai-10	E	MJ	S	12,44	1,47	723	10,97	1,52%
21-mai-10	E	MJ	F	37,10	1,30	2154	35,80	1,66%
20-mai-10	K	BM	S	9,64	2,01	407	7,63	1,87%
20-mai-10	K	BM	F	14,45	2,05	687	12,40	1,80%
20-mai-10	K	MF	S	16,81	2,11	930	14,70	1,58%
20-mai-10	K	MF	F	32,15	2,05	1770	30,10	1,70%
20-mai-10	K	PM	S	7,19	2,04	445	5,15	1,16%
20-mai-10	K	PM	F	22,09	1,99	1260	20,10	1,60%
20-mai-10	K	MJ	S	20,08	2,08	1146	18,00	1,57%
20-mai-10	K	MJ	F	30,18	2,08	1762	28,10	1,59%

15-juin-10	F	BM	S	4,59	0,83	374	3,76	1,01%
15-juin-10	F	BM	F	17,46	0,86	1180	16,60	1,41%
15-juin-10	F	MF	S	5,65	0,79	520	4,86	0,93%
15-juin-10	F	MF	F	60,48	0,78	3390	59,70	1,76%
15-juin-10	F	PM	S	1,78	0,59	95	1,19	1,25%
15-juin-10	F	PM	F	7,92	0,50	550	7,42	1,35%
15-juin-10	F	MJ	S	1,36	0,71	63	0,65	1,02%
15-juin-10	F	MJ	F	67,20	0,70	4170	66,50	1,59%
17-juin-10	E	BM	S	7,55	2,10	540	5,45	1,01%
17-juin-10	E	BM	F	12,26	1,76	820	10,50	1,28%
17-juin-10	E	MF	S	3,60	1,26	200	2,34	1,17%
17-juin-10	E	MF	F	62,70	1,80	3650	60,90	1,67%
17-juin-10	E	PM	S	2,44	1,15	120	1,29	1,08%
17-juin-10	E	PM	F	22,95	0,85	1460	22,10	1,51%
17-juin-10	E	MJ	S	6,05	1,19	340	4,86	1,43%
17-juin-10	E	MJ	F	35,52	1,92	2090	33,60	1,61%
16-juin-10	K	BM	S	7,95	4,19	340	3,76	1,11%
16-juin-10	K	BM	F	8,86	4,18	370	4,68	1,26%
16-juin-10	K	MF	S	30,23	3,03	2090	27,20	1,30%
16-juin-10	K	MF	F	34,80	2,90	2190	31,90	1,46%
16-juin-10	K	PM	S	6,48	2,05	400	4,43	1,11%
16-juin-10	K	PM	F	20,86	2,16	1400	18,70	1,34%
16-juin-10	K	MJ	S	16,58	2,38	1120	14,20	1,27%
16-juin-10	K	MJ	F	46,74	2,94	3090	43,80	1,42%
20-juil-10	F	BM	S	3,16	0,94	142	2,22	1,56%
20-juil-10	F	BM	F	3,40	0,80	158	2,60	1,65%
20-juil-10	F	MF	S	2,99	0,83	123	2,16	1,76%
20-juil-10	F	MF	F	74,51	0,71	4430	73,80	1,67%
20-juil-10	F	PM	S	1,47	0,65	50	0,82	1,65%
20-juil-10	F	PM	F	2,88	0,50	131	2,38	1,82%
20-juil-10	F	MJ	S	1,46	0,79	23	0,67	2,96%
20-juil-10	F	MJ	F	7,88	0,58	441	7,30	1,66%
22-juil-10	E	BM	S	4,55	1,18	208	3,37	1,62%
22-juil-10	E	BM	F	7,02	1,25	371	5,77	1,56%
22-juil-10	E	MF	S	4,89	0,96	243	3,93	1,62%
22-juil-10	E	MF	F	13,10	1,10	715	12,00	1,68%
22-juil-10	E	PM	S	2,65	0,91	120	1,74	1,45%
22-juil-10	E	PM	F	5,54	0,98	280	4,56	1,63%
22-juil-10	E	MJ	S	4,72	0,95	237	3,77	1,59%
20-juil-10	E	MJ	F	16,15	1,05	906	15,10	1,67%
21-juil-10	K	BM	S	7,02	1,57	451	5,45	1,21%
21-juil-10	K	BM	F	26,53	1,63	1580	24,90	1,58%
21-juil-10	K	MF	S	2,84	1,25	110	1,59	1,45%
21-juil-10	K	MF	F	21,82	1,52	1240	20,30	1,64%
21-juil-10	K	PM	S	2,62	1,32	103	1,30	1,26%
21-juil-10	K	PM	F	12,83	1,43	752	11,40	1,52%
21-juil-10	K	MJ	S	8,55	1,43	457	7,12	1,56%
21-juil-10	K	MJ	F	7,00	1,55	353	5,45	1,54%
23-août-10	F	BM	S	3,07	<0,10	236	3,07	1,30%
23-août-10	F	BM	F	8,00	<0,10	513	8,00	1,56%
23-août-10	F	MF	S	3,45	<0,10	216	3,45	1,60%
23-août-10	F	MF	F	36,03	<0,10	2118	36,03	1,70%
23-août-10	F	PM	S	0,62	<0,10	46	0,62	1,35%
23-août-10	F	PM	F	6,08	<0,10	364	6,08	1,67%
23-août-10	F	MJ	S	2,58	<0,10	158	2,58	1,63%
23-août-10	F	MJ	F	8,70	<0,10	543	8,70	1,60%
24-août-10	E	BM	S	3,15	0,67	151	2,48	1,64%

24-août-10	E	BM	F	10,20	0,43	631	9,77	1,55%
24-août-10	E	MF	S	17,92	<0,10	1092	17,92	1,64%
24-août-10	E	MF	F	31,80	<0,10	1994	31,80	1,59%
24-août-10	E	PM	S	2,75	0,27	179	2,48	1,39%
24-août-10	E	PM	F	6,41	<0,10	381	6,41	1,68%
24-août-10	E	MJ	S	4,84	0,34	357	4,50	1,26%
24-août-10	E	MJ	F	19,54	<0,10	1252	19,54	1,56%
25-août-10	K	BM	S	11,45	1,35	708	10,10	1,43%
25-août-10	K	BM	F	41,85	1,80	2456	40,05	1,63%
25-août-10	K	MF	S	19,37	1,19	1002	18,18	1,81%
25-août-10	K	MF	F	35,50	1,38	2076	34,12	1,64%
25-août-10	K	PM	S	6,56	0,52	383	6,04	1,58%
25-août-10	K	PM	F	22,14	0,49	1370	21,65	1,58%
25-août-10	K	MJ	S	23,39	1,00	1447	22,39	1,55%
25-août-10	K	MJ	F	28,04	1,03	1810	27,01	1,49%
20-sept-10	F	BM	S	2,17	0,83	141	1,34	0,95%
20-sept-10	F	BM	F	5,49	0,75	323	4,74	1,47%
20-sept-10	F	MF	S	5,35	0,59	411	4,76	1,16%
20-sept-10	F	MF	F	13,64	0,69	945	12,95	1,37%
20-sept-10	F	PM	S	1,95	0,60	125	1,35	1,08%
20-sept-10	F	PM	F	5,25	0,59	363	4,66	1,28%
20-sept-10	F	MJ	S	2,25	0,60	156	1,65	1,06%
20-sept-10	F	MJ	F	12,05	0,61	843	11,44	1,36%
21-sept-10	E	BM	S	3,87	1,04	308	2,83	0,92%
21-sept-10	E	BM	F	9,50	0,99	796	8,51	1,07%
21-sept-10	E	MF	S	6,98	0,79	482	6,19	1,28%
21-sept-10	E	MF	F	15,08	0,83	1017	14,25	1,40%
21-sept-10	E	PM	S	2,19	0,79	106	1,40	1,32%
21-sept-10	E	PM	F	11,16	0,81	791	10,35	1,31%
21-sept-10	E	MJ	S	5,57	0,83	355	4,74	1,34%
21-sept-10	E	MJ	F	13,02	0,79	903	12,23	1,35%
22-sept-10	K	BM	S	6,85	1,29	517	5,56	1,08%
22-sept-10	K	BM	F	48,68	1,89	3388	46,79	1,38%
22-sept-10	K	MF	S	16,94	1,11	1138	15,83	1,39%
22-sept-10	K	MF	F	40,19	1,01	2826	39,18	1,39%
22-sept-10	K	PM	S	4,01	0,95	277	3,06	1,10%
22-sept-10	K	PM	F	29,19	1,04	1948	28,15	1,45%
22-sept-10	K	MJ	S	25,77	1,03	1741	24,74	1,42%
22-sept-10	K	MJ	F	38,79	1,14	2690	37,65	1,40%
19-oct-10	F	BM	S	3,09	0,73	171	2,36	1,38%
19-oct-10	F	BM	F	5,11	0,75	260	4,36	1,68%
19-oct-10	F	MF	S	6,24	0,77	408	5,47	1,34%
19-oct-10	F	MF	F	7,70	0,67	567	7,03	1,24%
19-oct-10	F	PM	S	1,52	0,66	84	0,86	1,02%
19-oct-10	F	PM	F	5,76	0,55	357	5,21	1,46%
19-oct-10	F	MJ	S	3,95	0,70	242	3,25	1,34%
19-oct-10	F	MJ	F	19,42	1,42	1210	18,00	1,49%
21-oct-10	E	BM	S	6,58	0,81	435	5,77	1,33%
21-oct-10	E	BM	F	10,43	0,73	775	9,70	1,25%
21-oct-10	E	MF	S	9,49	0,75	607	8,74	1,44%
21-oct-10	E	MF	F	23,79	0,59	1460	23,20	1,59%
21-oct-10	E	PM	S	2,99	0,66	140	2,33	1,66%
21-oct-10	E	PM	F	6,56	0,54	534	6,02	1,13%
21-oct-10	E	MJ	S	9,63	0,71	627	8,92	1,42%
21-oct-10	E	MJ	F	19,22	0,62	1190	18,60	1,56%
20-oct-10	K	BM	S	11,17	1,52	757	9,65	1,27%
20-oct-10	K	BM	F	16,09	1,39	1010	14,70	1,46%

20-oct-10	K	MF	S	10,70	1,03	669	9,67	1,45%
20-oct-10	K	MF	F	82,55	1,05	5360	81,50	1,52%
20-oct-10	K	PM	S	7,34	0,93	458	6,41	1,40%
20-oct-10	K	PM	F	56,80	1,00	3770	55,80	1,48%
20-oct-10	K	MJ	S	32,76	0,96	1690	31,80	1,88%
20-oct-10	K	MJ	F	33,04	0,84	1960	32,20	1,64%
24-nov-10	K	BM	S	12,59	3,19	667	9,40	1,41%
24-nov-10	K	BM	F	13,73	2,93	838	10,80	1,29%
24-nov-10	K	MF	S	34,63	2,53	2140	32,10	1,50%
24-nov-10	K	MF	F	39,73	2,53	2610	37,20	1,43%
24-nov-10	K	PM	S	8,87	2,50	532	6,37	1,20%
24-nov-10	K	PM	F	34,78	2,88	2220	31,90	1,44%
24-nov-10	K	MJ	S	28,06	3,06	1560	25,00	1,60%
24-nov-10	K	MJ	F	44,73	3,43	2580	41,30	1,60%
25-nov-10	E	BM	S					
25-nov-10	E	BM	F					
25-nov-10	E	MF	S					
25-nov-10	E	MF	F					
25-nov-10	E	PM	S					
25-nov-10	E	PM	F					
25-nov-10	E	MJ	S					
25-nov-10	E	MJ	F					
23-nov-10	F	BM	S	3,31	1,43	162	1,88	1,16%
23-nov-10	F	BM	F	6,10	1,44	404	4,66	1,15%
23-nov-10	F	MF	S	11,70	1,40	776	10,30	1,33%
23-nov-10	F	MF	F	45,07	1,37	3070	43,70	1,42%
23-nov-10	F	PM	S	3,27	0,85	165	2,42	1,47%
23-nov-10	F	PM	F	20,46	1,16	1200	19,30	1,61%
23-nov-10	F	MJ	S	14,75	1,35	913	13,40	1,47%
23-nov-10	F	MJ	F	75,05	1,35	4890	73,70	1,51%

POINT ANNULE APRES UNE ANNONCE D'AVIS
DE VENT FRAIS (METEO-France)

9.3.2. Résultats bruts de mesures de chlorophylle et phaeopigments

Date	St	TM	Niv	Chlo a µg/L	Phaeo µg/L	Chlo a / COP	Pig/MES ppm	Taux Ca
21-avr-10	F	BM	S	1,50	3,80	0,02%	11	0,28
21-avr-10	F	PM	S	1,00	0,90	0,11%	35	0,53
23-avr-10	E	BM	S	1,30	2,60	0,03%	10	0,33
23-avr-10	E	PM	S	1,10	1,80	0,02%	10	0,38
22-avr-10	K	BM	S	1,60	3,90	0,02%	11	0,29
22-avr-10	K	PM	S	0,80	1,90	0,02%	8	0,30
19-mai-10	F	BM	S	<1,1	2,20		5	
19-mai-10	F	PM	S	0,76	0,75	0,08%	25	0,50
21-mai-10	E	BM	S	<1,1	3,78		7	
21-mai-10	E	PM	S	0,78	1,86	0,02%	11	0,30
20-mai-10	K	BM	S	<1,1	2,30		6	
20-mai-10	K	PM	S	<1,1	1,14		3	
15-juin-10	F	BM	S	2,96	2,74	0,08%	15	0,52
15-juin-10	F	PM	S	3,58	1,43	0,30%	53	0,71
17-juin-10	E	BM	S	1,84	5,55	0,03%	14	0,25
17-juin-10	E	PM	S	3,58	0,88	0,28%	37	0,80
16-juin-10	K	BM	S	1,94	4,69	0,05%	20	0,29
16-juin-10	K	PM	S	0,90	4,79	0,02%	14	0,16
20-juil-10	F	PM	S	4,43	0,90	0,54%	107	0,83
22-juil-10	E	BM	S	1,75	2,23	0,05%	19	0,44
22-juil-10	E	PM	S	2,03	1,65	0,12%	31	0,55
21-juil-10	K	BM	S	1,77	3,01	0,03%	11	0,37
21-juil-10	K	PM	S	1,25	1,53	0,10%	27	0,45
23-août-10	F	BM	S	3,70	1,70	0,12%	23	0,69
23-août-10	F	PM	S	1,70	0,80	0,27%	54	0,68
24-août-10	E	BM	S	3,90	1,10	0,16%	33	0,78
24-août-10	E	PM	S	3,90	1,10	0,16%	28	0,78
25-août-10	K	BM	S	0,40	3,30	0,00%	5	0,11
25-août-10	K	PM	S	2,00	2,40	0,03%	11	0,45
20-sept-10	F	BM	S	5,20	0,90	0,39%	43	0,85
20-sept-10	F	PM	S	2,70	0,70	0,20%	27	0,79
21-sept-10	E	BM	S	2,20	1,20	0,08%	11	0,65
21-sept-10	E	PM	S	2,20	0,60	0,16%	26	0,79
22-sept-10	K	BM	S	<1,1	1,80		3	
22-sept-10	K	PM	S	<1,1	0,90		3	
19-oct-10	F	BM	S	2,40	1,60	0,10%	23	0,60
19-oct-10	F	PM	S	1,60	0,70	0,19%	27	0,70
21-oct-10	E	BM	S	2,80	3,00	0,05%	13	0,48
21-oct-10	E	PM	S	1,70	1,10	0,07%	20	0,61
20-oct-10	K	BM	S	2,20	3,10	0,02%	7	0,42
20-oct-10	K	PM	S	2,50	2,80	0,04%	12	0,47
24-nov-10	K	BM	S	1,60	3,60	0,02%	8	0,31
24-nov-10	K	PM	S	<1,1	2,20		4	
25-nov-10	E	BM	S					
25-nov-10	E	PM	S					
23-nov-10	F	BM	S	<1,1	1,40		9	
23-nov-10	F	PM	S	1,30	1,10	0,05%	15	0,54

9.3.3. 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
21-avr-10	F	BM	S	<0,278	120,0	9,2	13	104,0	0,52
21-avr-10	F	PM	S	<0,278	108,0	3,0	36	88,0	0,98
23-avr-10	E	BM	S	<0,278	130,0	7,2	18	122,0	0,14
23-avr-10	E	PM	S	<0,278	125,0	5,9	21	105,0	0,49
22-avr-10	K	BM	S	0,6	118,0	11,7	10	164,0	<0,10
22-avr-10	K	PM	S	0,8	130,0	6,5	20	123,0	<0,10
19-mai-10	F	BM	S	<0,278	158,0	<0,11		112,0	0,37
19-mai-10	F	PM	S	<0,278	119,0	<0,11		85,4	1,00
21-mai-10	E	BM	S	<0,278	166,0	<0,11		125,0	0,10
21-mai-10	E	PM	S	<0,278	155,0	<0,11		112,0	0,47
20-mai-10	K	BM	S	<0,278	141,0	<0,11		159,0	<0,10
20-mai-10	K	PM	S	<0,278	166,0	<0,11		130,0	<0,10
15-juin-10	F	BM	S	<0,278	125,0	8,1	16	118,0	0,49
15-juin-10	F	PM	S	<0,278	108,0	2,0	54	93,5	1,30
17-juin-10	E	BM	S	<0,278	123,0	1,2	104	132,0	<0,10
17-juin-10	E	PM	S	<0,278	124,0	3,5	35	120,0	0,46
16-juin-10	K	BM	S	<0,278	104,0	6,4	16	146,0	<0,10
16-juin-10	K	PM	S	<0,278	124,0	7,9	16	132,0	<0,10
20-juil-10	F	BM	S	<0,278	105,0	3,7	28	124,0	0,95
20-juil-10	F	PM	S	<0,278	81,9	2,5	33	81,8	1,9
22-juil-10	E	BM	S	<0,278	125,0	6,5	19	143,0	0,47
22-juil-10	E	PM	S	<0,278	108,0	4,1	26	128,0	0,86
21-juil-10	K	BM	S	<0,278	128,0	8,1	16	160,0	<0,10
21-juil-10	K	PM	S	<0,278	125,0	3,8	33	145,0	0,32
23-août-10	F	BM	S	<0,278		8,9	0	116,0	1,50
23-août-10	F	PM	S	<0,278	126,0	4,4	29	65,5	2,40
24-août-10	E	BM	S	<0,278	123,0	7,2	17	141,0	0,79
24-août-10	E	PM	S	<0,278	95,7			102,0	1,50
25-août-10	K	BM	S	<0,278	138,0	16,0	9	153,0	0,27
25-août-10	K	PM	S	<0,278	129,0	7,7	17	137,0	0,68
20-sept-10	F	BM	S	<0,278	105,0	4,1	26	110,0	1,6
20-sept-10	F	PM	S	<0,278	70,6	3,1	23	69,4	2,5
21-sept-10	E	BM	S	<0,278	126,0	5,2	24	139,0	0,84
21-sept-10	E	PM	S	<0,278	99,7	6,8	15	108,0	1,5
22-sept-10	K	BM	S	<0,278	125,0	10,6	12	150,0	0,29
22-sept-10	K	PM	S	6,4	124,0	6,2	20	138,0	0,76
19-oct-10	F	BM	S	0,4	99,2	4,5	22	74,3	1,30
19-oct-10	F	PM	S	0,2	76,1	2,9	27	53,0	2,00
21-oct-10	E	BM	S	0,4	112,0	8,7	13	71,0	0,68
21-oct-10	E	PM	S	0,6	104,0	4,8	22	85,8	1,20
20-oct-10	K	BM	S	0,2	121,0	13,1	9	114,0	0,16
20-oct-10	K	PM	S	0,2	116,0	5,4	22	115,0	0,60
24-nov-10	K	BM	S	0,9	99,8	7,2	14	128,0	<0,10
24-nov-10	K	PM	S	<0,278	120,0	2,5	48	129,0	0,12
25-nov-10	E	BM	S						
25-nov-10	E	PM	S						
23-nov-10	F	BM	S	0,6	93,1	2,7	35	113,0	0,48
23-nov-10	F	PM	S	<0,278	81,9	2,2	37	114,0	1,30

9.3.4. Contaminants

Date	Station	Temps Marée	Niveau	Hydrazine mg/L	Morpholine mg/L	Ethanolamine mg/L	Agents de surface anioniques (µg/L)
21-avr-10	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
21-avr-10	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
23-avr-10	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
23-avr-10	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
22-avr-10	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
22-avr-10	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
19-mai-10	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
19-mai-10	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
21-mai-10	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
21-mai-10	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
20-mai-10	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
20-mai-10	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
15-juin-10	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	30
15-juin-10	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	50
17-juin-10	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	20
17-juin-10	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	30
16-juin-10	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	30
16-juin-10	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	30
20-juil-10	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	50
20-juil-10	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	50
22-juil-10	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	20
22-juil-10	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	30
21-juil-10	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
21-juil-10	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	30
23-août-10	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	40
23-août-10	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	50
24-août-10	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
24-août-10	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	40
25-août-10	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
25-août-10	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
20-sept-10	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	50
20-sept-10	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	50
21-sept-10	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	40
21-sept-10	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	50
22-sept-10	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
22-sept-10	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
19-oct-10	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	40
19-oct-10	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	40
21-oct-10	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
21-oct-10	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
20-oct-10	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
20-oct-10	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
24-nov-10	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
24-nov-10	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
25-nov-10	E	BM	S				
25-nov-10	E	PM	S				
23-nov-10	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
23-nov-10	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20

9.3.5. Résultats bruts de *Vibrio* 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
21-avr-10	F	BM	S	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
21-avr-10	F	PM	S	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
23-avr-10	E	BM	S	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
23-avr-10	E	PM	S	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
22-avr-10	K	BM	S	0	0	0	10	0	0	0
22-avr-10	K	PM	S	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
19-mai-10	F	BM	S	20	0	0	0	0	0	0
19-mai-10	F	PM	S	0	10	0	0	0	0	0
21-mai-10	E	BM	S	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
21-mai-10	E	PM	S	0	<100	0	0	0	0	0
20-mai-10	K	BM	S	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
20-mai-10	K	PM	S	0	0	0	10	10	0	0
15-juin-10	F	BM	S	0	<100	1100	0	<100	0	0
15-juin-10	F	PM	S	0	100	290	0	0	0	0
17-juin-10	E	BM	S	3000	0	1000	1000	1000	0	0
17-juin-10	E	PM	S	0	0	1900	0	350	0	0
16-juin-10	K	BM	S	0	0	0	<100	300	0	0
16-juin-10	K	PM	S	0	0	0	200	350	0	0
20-juil-10	F	BM	S	900	1400	5100	0	0	0	0
20-juil-10	F	PM	S	1000	3800	1400	1000	0	0	0
22-juil-10	E	BM	S	<100	200	300	100	0	<100	0
22-juil-10	E	PM	S	<100	<100	800	500	1100	0	0
21-juil-10	K	BM	S	0	600	500	500	600	0	0
21-juil-10	K	PM	S	0	200	0	200	1000	0	0
23-août-10	F	BM	S	<200	<1000	0	0	0	<1000	0
23-août-10	F	PM	S	2800	600	4200	0	0	0	0
24-août-10	E	BM	S	2000	200	1800	0	0	<200	0
24-août-10	E	PM	S	<200	200	1000	0	0	0	0
25-août-10	K	BM	S	0	0	300	400	200	500	0
25-août-10	K	PM	S	1000	<200	1200	0	0	1000	0
20-sept-10	F	BM	S	1000	1800	1000	0	0	0	0
20-sept-10	F	PM	S	1300	600	3000	0	0	0	0
21-sept-10	E	BM	S	600	4600	6000	0	0	1000	0
21-sept-10	E	PM	S	<100	100	4100	0	0	0	0
22-sept-10	K	BM	S	1000	<100	400	0	1000	1200	0
22-sept-10	K	PM	S	800	200	200	<100	0	700	0
19-oct-10	F	BM	S	300	<100	<100	0	0	0	0
19-oct-10	F	PM	S	90	120	200	0	0	0	0
21-oct-10	E	BM	S	700	200	300	0	0	100	0
21-oct-10	E	PM	S	<100	400	300	0	0	0	0
20-oct-10	K	BM	S	400	<100	100	0	200	0	0
20-oct-10	K	PM	S	400	600	600	0	100	0	0
24-nov-10	K	BM	S	0	10	0	0	0	0	0
24-nov-10	K	PM	S	20	20	0	0	0	190	0
25-nov-10	E	BM	S							
25-nov-10	E	PM	S							
23-nov-10	F	BM	S	30	<100	0	150	0	40	0
23-nov-10	F	PM	S	0	10	0	0	0	0	0

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

9.3.6. Tableau synthétique des résultats de dénombrement des *Vibrio* halophiles – méthode milieu solide

Campagne 2010						
Campagne du	Station E		Station F		Station K	
	Basse mer	Pleine mer	Basse mer	Pleine mer	Basse mer	Pleine mer
Avril	<10	<10	<10	<10	10 Vc	<10
Mai	<10	présence <100 Va	20 Vp	10 Va	<10	10 Vc 10 Vm
Juin	1 000 Vv 1 000 Vm 1 100 Vc 3 000 Vp	1 900 Vv 350 Vm	présence <100 Vm présence <100 Va 1 100 Vv	290 Vv 100 Va	présence <100 Vc 300 Vm	350 Vm 200 Vc
Juillet	présence <100 Vp présence <100 Vf 300 Vv 200 Va 100 Vc	présence <100 Va présence <100 Vp 1 100 Vm 800 Vv 500 Vc	5 100 Vv 1 400 Va 900 Vp	1 400 Vv 3 800 Va 1 000 Vp 1 000 Vc	600 Va 600 Vm 500 Vc 500 Vv	1 000 Vm 200 Va 200 Vc
Août	présence <200 Vf 1 800 Vv 2 000 Vp 200 Va	présence <200 Vp 1 000 Vv 200 Va	présence <1 000 Va présence <1 000 Vf présence <200 Vp	4 200 Vv 2 800 Vp 600 Va	500 Vf 400 Vc 300 Vv 200 Vm	présence <200 Va 1 200 Vv 1 000 Vp 1 000 Vf
Septembre	6 600 Vv 4 600 Va 1 000 Vf 600 Vp	présence <100 Vp 100 Va 4 100 Vv	1 800 Va 1 000 Vv 1 000 Vp	3 000 Vv 1 300 Vp 600 Va	présence <100 Va 1 200 Vf 1 000 Vp 1 000 Vm 400 Vv	présence <100 Vc 200 Va 800 Vp 700 Vf 200 Vv
Octobre	700 Vp 100 Vf 300 Vv 200 Va	présence <100 Vp 400 Va 300 Vv	présence <100 Vv présence <100 Va 300 Vp	120 Va 200 Vv 90 Vp	présence <100 Va 400 Vp 200 Vm 100 Vv	600 Va 600 Vv 400 Vp 100 Vm
Novembre			présence <100 Va 150 Vc 40 Vf 30 Vp	10 Va	10 Va	190 Vf 20 Va 20 Vp

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