

ifremer

IFREMER – Centre de Brest

Département Océanographie et Dynamique des Ecosystèmes (ODE)
Unité DYNAmique de l'Environnement CÔtier
Laboratoire 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

Eurofins Hydrologie - Institut Pasteur de Lille Atlantique

(IPL Atlantique)

Mars 2013 – RST DYNECO/AG/13-02

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

SURVEILLANCE ECOLOGIQUE
SITE DU BLAYAIS

RAPPORT SCIENTIFIQUE

ANNEE 2012

Commande d'exécution n°5100-4200434022
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/13-02 Diffusion : libre <input checked="" type="checkbox"/> restreinte <input type="checkbox"/> interdite <input type="checkbox"/> Validé par : Adresse électronique : - chemin UNIX : - adresse WWW :	date de publication : <i>mars 2013</i> nombre de pages : 237 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 2012</i> Titre traduit : <i>Ecological monitoring of the "Blayais" nuclear power plant – 2012</i>	
Auteur(s) principal(aux) : <i>QUINTIN Jean-Yves, SOTTOLICHIO Aldo, DERRIENNIC Hervé, SCHMIDT Sabine MALLET Céline, ROUX DUCEPT Alexandra SAUTOUR Benoît, PARRA René, DINDINAUD François, BACHELET Guy, LECONTE Michel.</i>	Organisme / Direction / Service, laboratoire : <i>IFREMER / Centre de Brest / DYNECO/AG Université Bordeaux 1 / UMR EPOC / Talence</i> <i>Eurofins 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 B.P. 27 - 33820 ST-CIERS-S/GIRONDE</i> Organisme(s) réalisateur(s) : nom(s) développé(s), sigle(s), adresse(s) <i>IFREMER Centre de Brest, B.P. 70, 29280 PLOUZANE UMR 5805 EPOC - Université Bordeaux 1 - CNRS Avenue des Facultés – 33405 TALENCE Cedex UMR 5805 EPOC - Université Bordeaux 1 - CNRS Station Marine d'Arcachon, 2 rue du Professeur Jolyet - 33120 ARCACHON Eurofins - Institut Pasteur de Lille - santé, environnement durable Atlantique 1 rue du Professeur Vézès - 33300 BORDEAUX</i> Responsable scientifique : <i>Jean-Yves QUINTIN - IFREMER/BREST/ODE/DYNECO/AG</i>	
Cadre de la recherche : <i>Surveillance écologique du site du Blayais</i> Marché n° <i>C349C65050</i> Commandes d'exécution n° <i>5100 - 420043434022</i> Projet : <i>surveillance des grands aménagements énergétiques</i> Campagne océanographique : (nom de campagne, année, nom du navire) <i>SOGIR, 2012, Navire « N/O Côte de la Manche », « N/O Thalia », « Cœur d'estuaire »</i>	

Résumé :

L'étude de surveillance n° 35 du site électronucléaire du BLAYAIS (département de la Gironde) concerne la période d'avril à novembre 2012. Les domaines pélagique et benthique sont étudiés (physico-chimie, bathymétrie, hydrobiologie, bactériologie, zooplancton, macrofaune benthique).
[Voir fiche résumé p. 7 - 11]

Abstract :

Monitoring n° 35 of the BLAYAIS nuclear power plant takes into account studies conducted between April and November 2012. Physicochemistry, Bathymetry, Hydrobiology, Bacteriology, Zooplankton, Benthic macrofauna, are reported.
[see summary p. 7 - 11 (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.* (2013) – Surveillance écologique du site du Blayais, année 2012. Rapp. IFREMER RST DYNECO/AG/13-02, mars 2013, 237 p.

Référence particulière

SOTTOLICHIO A., H. DERRIENNIC, S. SCHMIDT (2013). – Résultats des mesures in situ. *In* : QUINTIN J.Y. *et al.* (2013) - Surveillance écologique du site du Blayais, année 2012. Rapp. IFREMER RST DYNECO/AG/13-02, mars 2013, pp. 39-105

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 (A. Sottolichio, H. Derriennic, S. Schmidt)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 les 28 et 29 janvier 2013 à l'Université de Bordeaux 1, et qui a réuni les personnes suivantes : MM. Sottolichio A., Derriennic H., Savoye N. (Université Bordeaux 1 -Talence), MM. Bachelet G., Sautour B., Leconte M. (Station Marine d'Arcachon), MMe. Mallet C., Roux Ducept A. (Eurofins 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 Eurofins IPL Atlantique

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

Surveillance du Blayais 2012 - résumé

L'année 2012, bien que plus humide que 2011, peut être classée parmi les années sèches. Le débit annuel moyen s'établit à $623 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, entre ceux de 2010 ($778 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) et de 2011 ($477 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). L'année 2012 est caractérisée par deux fortes crues printanières, la première avec un pic le 30 avril ($2902 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), et la seconde avec un maximum le 22 mai ($3641 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). Cette augmentation du débit a repoussé vers l'aval l'intrusion haline et le bouchon vaseux, de manière relativement tardive dans le cycle annuel. Pour cette raison, l'étiage, même s'il a été aussi sévère que les autres années, n'a pas enregistré d'élévation excessive de salinité ou de turbidité en amont de l'estuaire.

Par rapport à la période 1976-2011, la température moyenne des eaux de l'estuaire pour la période d'avril à novembre 2012 est légèrement inférieure au printemps, puis très élevée aux mois de juillet et août. Les températures moyennes mesurées au mois d'août sont au-dessus de $23 \text{ }^\circ\text{C}$ au point F et au-dessus de $24 \text{ }^\circ\text{C}$ aux points E et K, indiquant un été particulièrement chaud. Les eaux de l'estuaire sont fortement salées en amont pendant l'été. Au point K on relève des maxima de salinité de 9,05 en surface et 9,20 au fond, soit 1 unité de salinité de moins qu'en 2011, année où le débit avait été plus bas.

Les concentrations en matière en suspensions (M.E.S.) témoignent de la dynamique annuelle du bouchon vaseux sous l'effet du débit fluvial. Aux points F et E, la concentration est élevée en début d'année, puis diminue progressivement à l'approche de la période d'étiage. Au point K, la concentration est globalement assez homogène, mais relativement plus élevée en fin d'année, lorsque le bouchon vaseux est en amont de l'estuaire.

Il en résulte une bonne oxygénation des eaux. Les déficits par rapport à la saturation sont dans la gamme de ceux enregistrés depuis 2007. Un gradient longitudinal d'oxygénation est encore mis en évidence, avec des déficits relativement faibles au point F, modérés au point E et plus élevés au point K, où les valeurs moyennes de saturation en 2012 sont cependant supérieures à 78,32 %. En août 2012, une oxygénation particulièrement élevée des eaux a été enregistrée au point F pendant toute la marée,

résultant probablement d'un bloom phytoplanctonique exceptionnel pour le secteur et la période considérée.

L'intervalle de variation du pH moyen est plus élevé que les autres années, en particulier lors de la crue printanière qui a conduit à une brusque chute du pH aux trois stations, pH qui reste supérieure à 7. En dehors de la période de crue, les valeurs de pH, restent dans la gamme enregistrée les années précédentes.

Du point de vue des vitesses de courant, hormis une baisse de la vitesse maximale moyenne en surface au point E, on ne remarque pas de variation significative par rapport à 2011.

D'une manière générale, 90% du carbone organique total contenu dans les eaux de l'estuaire a une origine particulaire. Ainsi, pour la station K, les variations saisonnières des teneurs en carbone organique total sont conditionnées par celles de la charge particulaire ; en aval, l'intrusion des eaux halines agit sur la répartition du carbone organique ; cette année, la station E, présente les plus fortes fluctuations des valeurs de carbone organique particulaire et de matières en suspension en raison des fortes concentrations mesurées au fond au mois d'avril. Globalement, la charge particulaire enregistrée à la station K au fond comme en surface est plus faible qu'en 2011, proche des valeurs observées en 2010.

En ce qui concerne la chlorophylle (a), une augmentation significative de la moyenne annuelle est observée pour les stations E et F en 2012 comparativement à 2011 avec de très fortes concentrations enregistrées en période estivale (août).

Pour l'ensemble des stations, il existe un gradient de concentration croissant pour les sels nutritifs de l'aval vers l'amont. Les teneurs en ammonium et nitrate-nitrite sont toujours parmi les plus basses de l'historique au droit des stations E, F et K ; à la station E les valeurs des moyennes annuelles sont plus faibles que celles des moyennes pluriannuelles 1992 - 2011. Les teneurs en orthophosphate révèlent quant à elles une nette rupture avec la tendance à la hausse de ces dernières années : les concentrations sont à l'instar des sels nutritifs azotés les plus bas de l'historique, avec pour conséquence à la station E, un niveau inférieur à celui de la moyenne pluriannuelle 1992 - 2011. Sur l'estuaire de la Gironde, le silicate est issu d'influence fluviale. Les concentrations les plus élevées sont enregistrées à la station K ; au sein de l'estuaire, ces apports sont dilués par l'intrusion des eaux halines ; la stratification des valeurs entre basse mer et pleine mer est nette.

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

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

L'ensemble des profils des éléments mesurés au niveau de la station E est la conséquence du fonctionnement naturel de l'estuaire et est « intermédiaire » de par sa position géographique, avec une influence marquée d'origine océanique.

Pour 2012, l'occurrence et l'abondance des *Vibrio* halophiles sont plus élevées que celles de l'année précédente au droit de la station K notamment en raison de l'intrusion des eaux halines et surtout du réchauffement des eaux de cette station. Cette famille de microorganismes, particulièrement sensibles à la température, a été recensée dès le début des campagnes en mai et jusqu'en novembre. Les espèces les plus fréquemment rencontrées sont *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio alginolyticus* et *Vibrio vulnificus*.

Dans le zooplancton, l'espèce dominante *Eurytemora affinis* représente habituellement plus de 80 % du zooplancton, sauf quand les conditions d'étiage sont défavorables. En 2012, sa dominance reste 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'année 2012 présente une dynamique saisonnière classique avec deux pics d'abondance : le premier printanier est suivi d'une très faible production estivale, le second correspondant à une reprise modérée en automne. La période de fortes abondances de l'espèce est globalement identique aux trois stations : avril à juin et octobre / novembre. Les pics d'abondances printaniers en aval (points F) et en amont (points K) sont du même ordre de grandeur, mais décalés dans le temps : respectivement 5633 ind./m³ (Juin) et K : 4955 ind./m³ (Avril). Une augmentation atypique des abondances estivales dans la zone amont est observée, avec des effectifs de l'ordre de 8498 ind./m³ au point K.

Sur l'ensemble de l'année 2012, la structure démographique des populations d'*E. affinis* présente un faible pourcentage de femelles ovigères sur tous les points (15 % au point K, 28 % en E et 24 % en F), un sex-ratio (rapport mâles/total adultes, exprimé en pourcentage), légèrement favorable aux femelles, de 47 % en K, 48 % en E et 55 % en F, et un pourcentage de copépodites indiquant leur présence davantage en amont (59 % en K, 47 % en E et 54 % en F). Au point E, la fécondité moyenne en 2012 (3,2 œufs / sac) est légèrement supérieure, et la mortalité moyenne de 0,5 % est semblable à celle des autres points.

Les densités moyennes annuelles d'*E. affinis* en amont sont légèrement supérieures à celles de l'aval (2126 ind./m³ en F, 1690 ind./m³ en E, 3114 ind./m³ en K). L'espèce présente en général sa meilleure répartition en amont (point K).

Pour les mysidacés, la densité moyenne annuelle de *Neomysis integer* en E (4 ind./m³), est plus faible qu'aux autres points (22 ind./m³ en F et 10 ind./m³ en K) ; plutôt positionnée dans la zone médiane de l'estuaire, cette espèce a présenté un pic d'abondance ponctuel en juin au point F (146 ind./m³) sous l'effet de la crue précédente.

La densité moyenne annuelle de *Mesopodopsis slabberi*, espèce polyhaline, se rapproche des densités constatées en aval (163 ind./m³ au point E, 227 ind./m³ en F) alors qu'elle est de 46 ind./m³ en amont au point K) ; l'abondance de cette espèce est associée à la pénétration des eaux halines dans l'estuaire.

Le copépode *Acartia bifilosa* présente une forte variabilité interannuelle. Sa densité annuelle moyenne observée en 2012 au point E (30 ind./m³) fait partie des plus faibles valeurs observées depuis le début des études. L'espèce thermo-polyhaline *Acartia tonsa*, espèce introduite dans l'estuaire, présente depuis 2002 un décalage temporel de son pic de densité avec celui d'*Acartia bifilosa*. Bien adaptée aux conditions estuariennes (depuis 1999), l'espèce est surtout présente en aval de l'estuaire, la densité annuelle moyenne observée au point E (1826 ind./m³) est supérieure à la moyenne des années qui ont suivi son apparition en Gironde

Pour le compartiment benthique, des mesures de granulométrie laser et de teneur en eau ont été réalisées. La granulométrie indique les apports en sable, la teneur en eau permet de distinguer les sédiments frais (beaucoup d'eau) des sédiments érodés (peu d'eau). La composition granulométrique du sédiment a montré, en 2012, une très grande stabilité temporelle dans les trois stations intertidales (81 à 98% de vases), avec des cycles de dépôt-érosion. A l'inverse, la variabilité spatio-temporelle est forte aux stations subtidales, davantage soumises aux variations naturelles ou anthropiques (crues, dragages, ...) : sédiment majoritairement vaseux en aval (59-92% de vases au point F), très variable sur les autres points (46-88% de vases au Point E ; 3-77% de vases au Point K).

La faune benthique est étroitement liée à la texture sédimentaires. La richesse spécifique (nombre d'espèces) des peuplements benthiques s'avère stable en intertidal sur la durée du suivi. En subtidal, elle marque une reprise sensible en 2011 et 2012, après une diminution régulière de 2004 à 2010.

Dans le domaine subtidal, les abondances sont parmi les plus faibles depuis 2004-2005 (années à fortes abondances) malgré des signes de reprise en 2011-2012 ; avec une dominance d'annélides polychètes en aval (point F), de crustacés et d'oligochètes en milieu d'estuaire (point E), et de crustacés en amont (point K). En ce point K, les abondances en crustacés (surtout des Mesopodopsis) sont les plus élevées depuis le début du suivi avec un maximum de 944 ind/m².

Dans le domaine intertidal, bien que beaucoup plus élevé que dans le domaine subtidal, les abondances sont parmi les plus faibles relevées depuis le début du suivi benthique, avec un maximum de 4348 ind/m² à St-Christoly, de 6318 ind/m² à St-Estèphe, et d'environ 5727 ind/m² (dominance quasi-exclusive d'annélides oligochètes) à Lamarque.

La dynamique inter-annuelle des peuplements macrobenthiques des 6 stations suivies dans l'estuaire de la Gironde depuis 9 ans montre une dégradation sensible (en termes quantitatifs) de ces peuplements depuis 2006, avec toutefois des indices d'amélioration en 2012 dans le subtidal. Cette dynamique semble gouvernée par des fluctuations naturelles de l'environnement hydroclimatique et reflète une dégradation générale de la qualité écologique de l'écosystème girondin, sans que l'activité du CNPE du Blayais puisse être mise en cause en tant que perturbation directe significative du compartiment benthique

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 et son fonctionnement (e.g. tache thermique). Elle ne donne en aucun cas l'assurance de la détermination d'un éventuel impact spatio-temporel localisé sur un compartiment ou un paramètre spécifique du milieu. 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 2012 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	19
1.1. Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité du Blayais.....	19
1.1.1. Situation géographique.....	19
1.1.2. Caractéristiques du CNPE.....	19
1.2. L'estuaire de la Gironde.....	20
1.2.1. Eléments géographiques et géomorphologiques.....	20
1.2.2. Aperçu du fonctionnement hydro sédimentaire de l'estuaire.....	21
1.3. Les études écologiques.....	21
1.3.1. Schéma général des études.....	21
1.3.2. Etudes de projet.....	22
1.3.3. Etudes de surveillance.....	22
1.3.4. Programme des études de surveillance.....	23
1.4. La surveillance écologique - année 2012.....	23
1.4.1. Déroulement des campagnes à la mer.....	23
1.4.2. Points de prélèvements.....	24
1.4.3. Fréquence des prélèvements.....	24
1.4.4. Paramètres mesurés.....	24
1.4.5. Travaux réalisés.....	25
1.4.6. Paramètres, méthodes, précision.....	27
2. Conditions climatiques et hydrologiques	33
2.1. Caractères climatologiques dominants pour l'année 2012.....	33
2.2. Débits fluviaux.....	37
3. Résultats des mesures in situ	39
3.1. Température de l'eau.....	39
3.1.1. Variations au cours de la marée.....	39
3.1.2. Variations spatio-temporelles.....	49
3.1.3. Synthèse des variations pluriannuelles des températures.....	52
3.2. Salinité.....	56
3.2.1. Variation au cours de la marée.....	56
3.2.2. Variations spatio-temporelles.....	63
3.3. Vitesse de courant.....	69
3.4. Concentration en matières en suspension (MES).....	75
3.4.1. Variations temporelles.....	75
3.4.2. Variations spatiales.....	83
3.5. Oxygène dissous.....	87
3.5.1. Variations temporelles.....	87
3.5.2. Variations spatiales.....	98
3.6. Mesure électrochimique du pH.....	102
3.6.1. Variations spatio-temporelles.....	102
4. Paramètres hydrobiologiques et contaminants chimiques	107
4.1. Carbone organique.....	107
4.1.1. Variations spatio-temporelle.....	107
4.1.2. Répartition du carbone organique et relation avec les paramètres hydro biologiques.....	113
4.1.3. Evolution des moyennes annuelles.....	115
4.2. Chlorophylle (a) et phéopigments.....	123

4.2.1. Variations spatio-temporelle	123
4.2.2. Evolution des moyennes annuelles	127
4.3. Sels nutritifs et bore	129
4.3.1. Variations spatio-temporelle	129
4.3.2. Relation avec les paramètres hydro biologiques.....	136
4.3.3. Evolution des moyennes annuelles	138
4.4. Contaminants	142
4.4.1. Famille des amines	142
4.4.2. Agents de surface anioniques	142
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	160
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	170
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.....	183
7.1. Caractéristiques du sédiment	183
7.1.1. Sédiments intertidaux	184
7.1.2. Sédiments subtidaux	186
7.2. Evolution temporelle de la richesse spécifique des peuplements macrobenthiques ..	188
7.3. Evolution temporelle des peuplements macrobenthiques subtidaux.....	191
7.3.1. Point F (PK 67)	192
7.3.2. Point E (PK 52)	192
7.3.3. Point K (PK 30)	192
7.3.4. Comparaison avec les années antérieures	192
7.4. Variations de densités des principales espèces subtidales.....	195
7.4.1. Annélides Oligochètes	195
7.4.2. Annélides Polychètes	195
7.4.3. Crustacés Amphipodes et Isopodes	197
7.4.4. Crustacés Mysidacés.....	197
7.4.5. Larves d'Insectes	197
7.5. Evolution temporelle des peuplements macrobenthiques intertidaux	200
7.5.1. St-Christoly (PK 66)	201

7.5.2. St-Estèphe (PK 55).....	201
7.5.3. Lamarque (PK 35)	201
7.5.4. Comparaison avec les années antérieures	203
7.6. Variations de densités des principales espèces intertidales.....	203
7.6.1. Annélides Oligochètes	203
7.6.2. Annélides Polychètes	205
7.6.3. Mollusques.....	208
7.6.4. Crustacés.....	210
8. Glossaire et abréviations	213
9. Références bibliographiques.....	215
10. Annexes.....	217
10.1. Annexe 1 : Dénombrement des divers prélèvements et mesures.....	217
10.2. Annexe 2 : Tableaux des résultats de mesures.....	222
10.3. Annexe 3 : Tableau des résultats analytiques	226
10.3.1. Résultats bruts de mesures de MES, COD et COP	226
10.3.2. Résultats bruts de mesures de chlorophylle et phaeopigments.....	230
10.3.3. Résultats bruts de mesures de sels nutritifs et du bore	231
10.3.4. Contaminants.....	233
10.3.5. Résultats bruts de <i>Vibrio</i> halophiles	235
10.3.6. Tableau synthétique des résultats de dénombrements des <i>Vibrio</i> halophiles – méthode milieu solide	237

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 2011, 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 (Eurofins 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.

Eurofins - IPL⁷ Atlantique pour :

- effectuer au laboratoire les dosages de carbone organique particulaire et dissous, de chlorophylle et phaeopigments⁸, 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 IPL = Institut Pasteur de Lille

⁸ 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 pK⁹ 52, entre le canal Saint-Georges et le canal de Callonges qui drainent le marais avoisinant.

1.1.2. Caractéristiques du CNPE

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

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

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

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

⁹ point kilométrique, compté à partir du Pont de Pierre de Bordeaux (pK 0)

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

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

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

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

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

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

1.2. L'estuaire de la Gironde¹⁰

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.

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

¹⁰ chapitre réalisé d'après les travaux d'Allen (1972) et de Castaing (1981)

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 $5\,500 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)¹¹ ; 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.

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

¹¹ minimum et maximum journalier de 2003.

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 points 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 2012

1.4.1. Déroulement des campagnes à la mer

Le programme de surveillance écologique nécessite l'utilisation d'une embarcation, et s'est déroulé à bord du navire océanographique Côte de la Manche, armé par l'INSU (CNRS) pour réaliser les prélèvements d'échantillons¹² lors des 8 campagnes mensuelles. Pour chaque campagne, 3 points (F, E, K) sont échantillonnés par l'UMR 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 Eurofins – IPL Atlantique.

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

¹² les prises et rejets d'eau de refroidissement étant disposés sur le fond de l'estuaire respectivement à 380 m et 2000 m de la berge..

prélèvements 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 benthos ; 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 Maritime de Bordeaux).

1.4.3. Fréquence des prélèvements

Le programme comprend huit campagnes de prélèvements d'avril à novembre.

Les dates des missions, effectuées en 2012, 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 total (COT) ¹³	2	4	K-E-F
Sels nutritifs (nitrate+nitrite, ammonium, phosphate, silicates). Chlorophylle, phaeopigments. Bore total. Hydrazine, morpholine, éthanolamine, agents de surfaces	1 (Surface)	2	K-E-F
<i>Vibrio</i> halophiles	1 (Surface)	2	K-E-F
Zooplancton	2	4	K-E-F
Zoobenthos	1 (Fond)	sans objet	K-E-F

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

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

1.4.4. Paramètres mesurés

Les paramètres sont relevés sur quatre séries de mesures correspondant aux heures de pleine mer, de basse mer et des mi-marées, à deux niveaux (1 m de la surface et 1 m du

¹³ COT-COP=COD (carbone organique dissous)

fond) pour l'hydrologie, à un niveau (1m de la surface) pour la physico-chimie (sels nutritifs, chlorophylle et phaeopigments, bore), les contaminants (hydrazine, morpholine, éthanolamine, agents de surface anioniques), et la bactériologie. Jusqu'en 1991 inclus, pour la température, la salinité, les vitesses de courant, l'oxygène dissous, les moyennes sont établies à partir de 5 mesures par niveau de référence pour 9 missions mensuelles, soit 45 mesures ; depuis 1992, les moyennes sont établies à partir de 4 mesures par niveau pour 8 missions, soit 32 mesures. A partir de 2004 les mesures de pH sont ajoutées.

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

1.4.5. Travaux réalisés

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

Points	Point F	Point E	Point K	Total prévu	Total réalisé
Hydrologie Mesures – Université de Bordeaux 1 - UMR EPOC 5805					
Hauteur d'eau	32	32	32	96	96
Températures	64	64	64	192	192
Salinités	64	64	64	192	192
Vitesse du courant	64	64	64	192	192
Direction du courant	64	64	64	192	192
PH	64	64	64	192	192
Prélèvements – Université de Bordeaux 1 - UMR EPOC 5805					
Dosage oxygène dissous (250 cc)	64	60	64	192	188
Détermination des MES (1 l)	64	60	64	192	188
Pollution – Eurofins - IPL Atlantique					
COP	64	64	64	192	192
COT	64	64	64	192	192
Chlorophylle, phaeopigments	16	16	16	48	48
Sels nutritifs	16	16	16	48	48
Morpholine, hydrazine, éthanolamine,	16	16	16	48	48
Bore total	16	16	16	48	48
Agents de surface	16	16	16	48	48
Bactériologiques (Vibrions)	16	16	16	48	48
Biologie - Station Marine d'Arcachon - UMR EPOC 5805					
Zooplancton (Filet WP2)	64	64	64	192	192
Zoobenthos subtidal (Benues Van Veen)	40	20	40	120	100



PK Point Kilométrique
PK0 Pont de Pierre- BORDEAUX

DATES SURVEILLANCE BLAYAIS 2012

12-11-14	Avril	F-E-K
22-21-24	Mai	F-E-K
12-14-13	Juin	F-E-K
24-26-25	Juillet	F-E-K
17-24-16	Août	F-E-K
5-12-6	Septembre	F-E-K
11-12-13	Octobre	F-E-K
7-6-8	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 manganéux. L'addition des deux réactifs dans l'eau est effectuée à bord immédiatement après la prise d'échantillons ; le dosage proprement dit est réalisé au laboratoire dans les 24 heures ; précision 1 %.

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

La chlorophylle (a) et l'indice phaeopigment sont dosés par spectrophotométrie d'absorption moléculaire conformément à la méthode interne Aminot et Kérouel, 2004. La chlorophylle a est un paramètre "particulaire" qui nécessite la récolte du matériel en suspension par filtration (filtration à 0,7 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 Eurofins 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 méthode interne faisant référence à la norme européenne NF EN 1484 ; il s'agit d'une oxydation « à chaud » en milieu oxydant (peroxodisulfate de potassium). Le seuil de quantification est de 0,5 mg.l^{-1} , (paramètre inscrit sur la portée spécifique du programme COFRAC 100.1 de Eurofins 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 Eurofins IPL Atlantique.

Nitrites et nitrates (NO_2 - et NO_3 -) : réduction des nitrates en nitrites par passage sur une colonne de cadmium traitée par CuSO_4 , dosage spectrophotométrique des ions nitreux

(dosage par flux selon méthode IFREMER). La limite de quantification est de 0,01 mg.l⁻¹ pour le nitrite et de 0,1 mg.l⁻¹ pour le nitrate.

Ammonium (NH₄⁺) : Application de la réaction de Berthelot à l'eau de mer, méthode spectrophotométrique de Koroleff (dosage par colorimétrie selon méthode IFREMER). La limite de quantification est de 0,005 mg.l⁻¹.

Orthophosphates (PO₄³⁻) : Méthode spectrophotométrique de Murphy et Riley (1962) ; dosage par colorimétrie selon méthode IFREMER. 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 (dosage par colorimétrie selon méthode IFREMER). 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 / AES¹⁴ (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 HPLC¹⁵ 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 (FMOC¹⁶), 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 norme 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/Vib¹⁷.

Méthode par filtration : la méthode par filtration (Khalanski & Delesmont, 2002) comporte la filtration d'un volume connu d'échantillon sur membrane et mise en culture sur TCBS¹⁸ – 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⁻¹. 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.

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

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

¹⁶ FMOC (9-fluorenylmethoxycarbonyl chloride) = 9-fluorényl méthyl chloroformate

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

¹⁸ TCBS = Thiosulfate Citrate Bile Sucrose

1.4.6.4. Zooplanctonologie

Prélèvements (traicts) de plancton au filet à plancton WP2 (200 µm de vide de maille) équipé d'un volucompteur ; pour le filet à plancton, le coefficient moyen de filtration est compris entre 70 et 81 %, ce qui correspond aux normes admises pour le milieu estuarien.

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

Estimation de la mortalité du zooplancton (Eurytemora affinis) : à bord, une partie aliquote d'un prélèvement de fond ou de surface, en alternance, est transvasée dans un pot en verre rempli avec de l'eau de la station étudiée. L'influence de la densité des individus sur la mortalité en milieu confiné (Castel, Courties & Poli, 1979) recommande de ne pas dépasser une certaine concentration d'individus dans le pot. Cela permet d'éviter une mortalité due à un appauvrissement en oxygène de l'eau ou à une surconcentration en produits excrétés par les Copépodes. Pour calculer le taux de mortalité, les organismes vivants sont colorés au rouge neutre (1 ml de rouge neutre pour une concentration finale de 1/100.000e environ). Le pot est placé dans un incubateur immergé pour maintenir la température de l'eau pendant une heure et demi d'imprégnation.

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

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

Les individus colorés sont tamisés (maille 200 µm) puis rincés à l'eau douce. Au moins 100 individus sont placés dans une cuvette de Dolffus ; la cuvette est placée sous la binoculaire, 8-10 gouttes d'acide acétique sont ajoutées (ou quelques goutte d'une solution à 1N en volumes égaux d'acide acétique et d'acétate de sodium). L'acidification est nécessaire pour maintenir la coloration rouge caractéristique des individus vivants. Cette méthode de coloration vitale est décrite en détail par Dressel *et al.* (1972). Les individus non colorés sont comptés comme morts. Le contenu de la cuvette est ensuite transvasé dans le pot de prélèvement correspondant.

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

La séparation entre zooplancton et tripton s'effectue par élimination des particules les plus fines (lavage) et les plus lourdes (élutriation). Avant comptage, chaque échantillon, est lavé sur un tamis de 200 µm d'ouverture de maille. Cette manipulation a pour but d'éliminer les particules les plus fines (vase en particulier) adhérant toujours plus ou moins aux autres particules. Enfin, les plus grosses particules, qu'elles soient vivantes

(macrofaune vagile : Décapodes, larves de Poissons) ou non vivantes (feuilles, algues, morceaux de bois) sont enlevées à la main.

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

Comptage des organismes : l'échantillon éventuellement fractionné à la boîte de Motoda, et coloré avec une solution diluée de rose bengale¹⁹, 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, copépodites²⁰, *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*²¹ 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 répliqués 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*²² 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 répliqués par station), enfoncé dans le sédiment jusqu'à 10-15 cm de profondeur. Tamisage et fixation des prélèvements sont réalisés de retour au laboratoire.

¹⁹ rose bengale : sel de potassium dérivé de la fluoresceine. Surcolorer dans une solution aqueuse à 1 pour 100 et régrosser, d'abord par l'eau, puis par l'alcool à 70° pour obtenir un rose très léger.

²⁰ juvéniles de copépodes

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

²² situé dans la zone d'oscillation de la marée.

Outre les 8 dates mensuelles d'échantillonnage fixées contractuellement d'avril à 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 2012

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** représente 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**

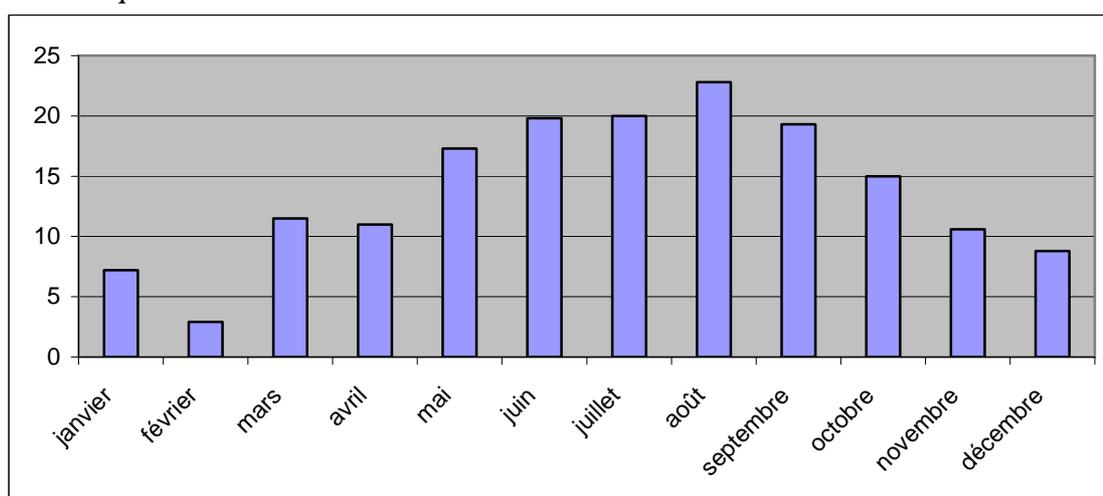


Figure 2-1 : Températures moyennes mensuelles de l'air (Station de Bordeaux - Mérignac)

Janvier

T° moyenne de l'air : +7,2 °C mini : +4,4 °C maxi : +10,1 °C

Mois relativement doux par rapport à la normale. Les précipitations sont déficitaires de 40% par rapport à la moyenne. Si les températures maximales sont proches de la normale, les minimales sont excédentaires de 1,6°C donnant une moyenne mensuelle supérieure de 1°C.

Février

T° moyenne de l'air : +2,9 °C mini : -1,6°C maxi : +7,3 °C

La moyenne des températures minimales est inférieure de 5 degrés à la normale. Les précipitations sont une nouvelle fois largement déficitaires, 6mm au lieu des 80 attendus, 2 jours de neige, fort ensoleillement (>40%).

Mars

T° moyenne de l'air : +11,5 °C mini : +5,0 °C maxi : +18,1 °C

Mois caractérisé par une douceur printanière. Les températures maximales sont en moyenne supérieures de 4° par rapport aux normales. L'insolation est 30% supérieure à la normale, surtout en 3ème décade. Mois encore très sec avec un total de 31,3mm alors que la normale est de 70mm. Le vent est resté faible à modéré.

Avril

T° moyenne de l'air : +11,0 °C mini : +6,9 °C maxi : +15,1 °C

Mois très pluvieux (178.8 mm d'eau pour une normale de 80 mm). Le soleil a manqué, (57h en moins que la normale). Du côté des températures, si les minimales sont plutôt proches de la normale, 0,3°C au-dessus, les maximales sont 1,4°C en dessous. Le vent a soufflé fort le 23, où une rafale de 91km/h a été enregistrée.

Mai

T° moyenne de l'air : +17,3 °C mini : +12,0°C maxi : +22,5 °C

Mois chaud, sec et ensoleillé. Seulement 28.3 mm d'eau recueillie, ce qui place mai 2012 dans les 10 mois de mai les plus secs depuis 60 ans. Les températures dépassent les valeurs normales de 1°C à 1,5°C. Le soleil a brillé presque tous les jours (durée d'insolation excédentaire de 41 heures). Le vent a été faible à modéré tout le mois.

Juin

T° moyenne de l'air : +19,8 °C mini : +15,0°C Maxi : +24,6°C

C'est un mois de juin presque "normal" en température et précipitations, déficitaire en ensoleillement (moins 17h de soleil). Le vent a souvent soufflé modérément, avec des rafales, renforçant la fraîcheur, ou atténuant la chaleur. A noter deux journées sortant du lot : les 2 et 27, où le thermomètre a largement dépassé 30°C. .

Juillet

T° moyenne de l'air : +20,0 °C mini : +14,4 °C maxi : +25,6 °C

Mois relativement frais, avec des températures moyennes inférieures de 1,4 °C aux normales. Les nuits fraîches ont été majoritaires. Précipitations déficitaires malgré les quelques orages du 3 au 8 et la nuit du 25 au 26. Grâce à la dernière décade du mois, l'ensoleillement a été excédentaire ce mois-ci à Bordeaux.

Août

T° moyenne de l'air : +22,8 °C mini : +17,1 °C maxi : +28,5 °C

Mois chaud et sec, avec des précipitations équivalentes à 33,4 % de la valeur normale. Les valeurs moyennes de température minimale et maximale ont été excédentaires de 1,4°C et la valeur de 30°C a régulièrement été dépassée, on retiendra le week-end caniculaire des 17 et 18 août où la température maximale de 39,1°C a été atteinte. L'insolation mensuelle a été excédentaire sans être exceptionnelle.

Septembre

T° moyenne de l'air : +19,3 °C mini : +13,6 °C maxi : +24,9 °C

Mois plus sec que la norme, plus chaud, et plus ensoleillé. Le temps, un peu frais en tout début de mois, devient estival du 5 au 11. La dernière décade est caractérisée par de la pluie en quantité, du vent plus fort d'ouest, et des orages.

Octobre

T° moyenne de l'air : +15,0 °C mini : +11,2 °C maxi : +18,8 °C

Les journées pluvieuses ont été plus nombreuses que la normale, le mois a été bien arrosé et le cumul de 115,5 mm dépasse largement la valeur normale. On retiendra l'épisode du 18 au 21 où en 4 jours on a relevé 74 mm. l'air a été doux et les températures minimales et moyennes du mois ont été excédentaires. Les températures maximales par contre ont été légèrement déficitaires. L'ensoleillement du mois a été déficitaire d'environ 20% de la valeur normale..

Novembre

T° moyenne de l'air : +10,6 °C mini : +6,7 °C maxi : +14,5 °C

Globalement les températures sont légèrement au-dessus des normales de saison. Le brouillard a été présent 10 jours dans le mois, et l'ensoleillement a été excédentaire de 24h par rapport à la normale. Il a plu surtout au cours de la première décade, mais le cumul du mois ne représente que 67% de la valeur normale d'un mois de novembre.

Décembre

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

Le début de mois, pluvieux et frais a laissé place à partir du 14 à un temps doux, voire très doux. Mois pluvieux, avec un cumul mensuel très important (170 mm). Le soleil n'a pas manqué, puisque la durée d'insolation est au-dessus de la norme d'un mois de décembre. Le vent a soufflé assez fort le 27 de l'ouest, et nous a bien rafraîchis du nord dans la nuit du 11 au 12 (la plus glaciale)

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

ANNEE	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	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
2011	5,9	8,6	11,0	16,4	18,7	19,2	19,8	21,3	20,2	15,5	13,0	9,6	14,9
2012	7,2	2,9	11,5	11,0	17,3	19,8	20,0	22,8	19,3	15,0	10,6	8,8	13,9

valeur estimée

Synthèse 2012 :

L'année 2012 est une année chaude, bien que moins que 2011. Le mois de février est particulièrement froid (moyenne de 2.9 °C) et le mois d'août est parmi les plus chauds enregistrés ces 10 dernières années (22.8 °C). Les conditions météorologiques se sont répercutées, bien entendu, sur les débits fluviaux

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 :
185 m³.s⁻¹ du 20 au 30/09/2012 et 1868 m³.s⁻¹ du 1er au 10/05/2012.

Le débit instantané maximum est de 3641 m³.s⁻¹, relevé le 23/05/2012.
Le débit instantané minimum est de 165 m³.s⁻¹, relevé le 21/09/2012.

La moyenne annuelle pour l'année 2012 est de 623 m³.s⁻¹, soit un déficit de 216 m³.s⁻¹ par rapport à la moyenne annuelle pour la période 1982/2010 qui s'établit à 839 m³.s⁻¹. Il s'agit d'une année plus "sèche" que 2010 mais plus humide que 2011, par suite des débits très déficitaires pendant la période estivale, mais aussi en raison d'une forte crue printanière.

Par rapport à la moyenne 1982/2011, les débits 2012 sont :

- excédentaires la première décennie de janvier
- nettement déficitaires de mi-janvier à début mai,
- excédentaires de début mai à mi-juin, à cause de grosses crues printanières
- proches de la moyenne (voire très légèrement déficitaires) de fin juin à mi-septembre
- déficitaires de la dernière décennie de septembre jusqu'à la fin de l'année. (**Figures 2-1 2-2**).

L'année 2012 est différente à 2011, surtout dans la première moitié de l'année. L'année peut être considérée comme « sèche » sur le long terme, mais plus « humide » que 2011. La crue grosse crue printanière a largement compensé les faibles débits hivernaux. Cette crue a entraîné un déplacement du bouchon vaseux et de l'intrusion saline vers aval de l'estuaire. Lors de l'étiage suivant, même s'il a été aussi sévère qu'en 2011, la remontée des structures dans l'estuaire amont n'a pas été aussi prononcée que l'an dernier

Synthèse 2012 :

L'année 2012 est différente de 2011, surtout dans la première moitié de l'année. L'année peut être considérée comme « sèche » sur le long terme, mais plus « humide » que 2011. La plus grosse crue printanière a largement compensé les faibles débits hivernaux. Cette crue a entraîné un déplacement du bouchon vaseux et de l'intrusion saline vers l'aval de l'estuaire. Lors de l'étiage suivant, même s'il a été aussi sévère qu'en 2011, la remontée des masses d'eaux salées et turbides dans l'estuaire amont n'a pas été aussi prononcée que l'an dernier

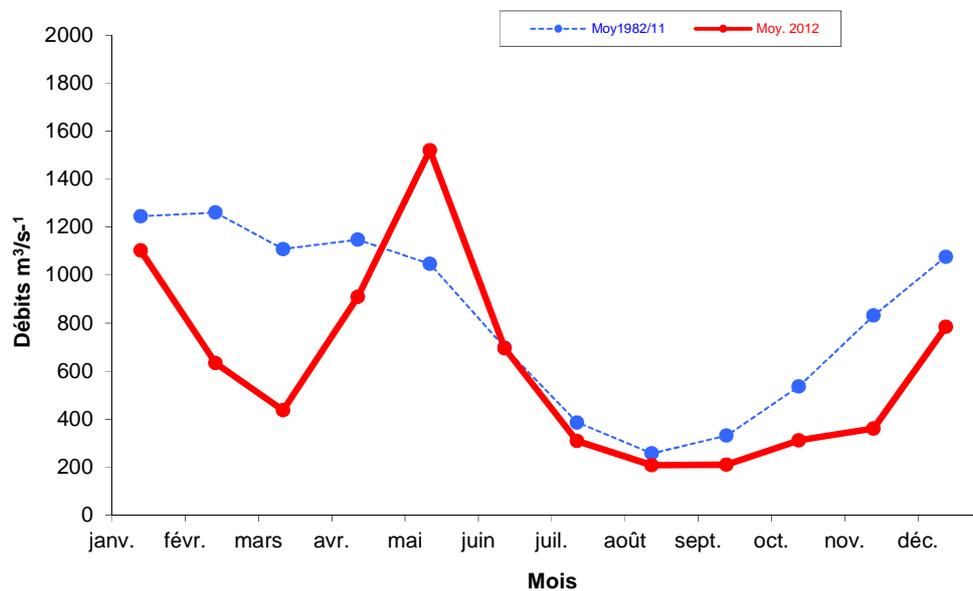


Figure 2-2 : Débits mensuels moyens de la Gironde en 2012

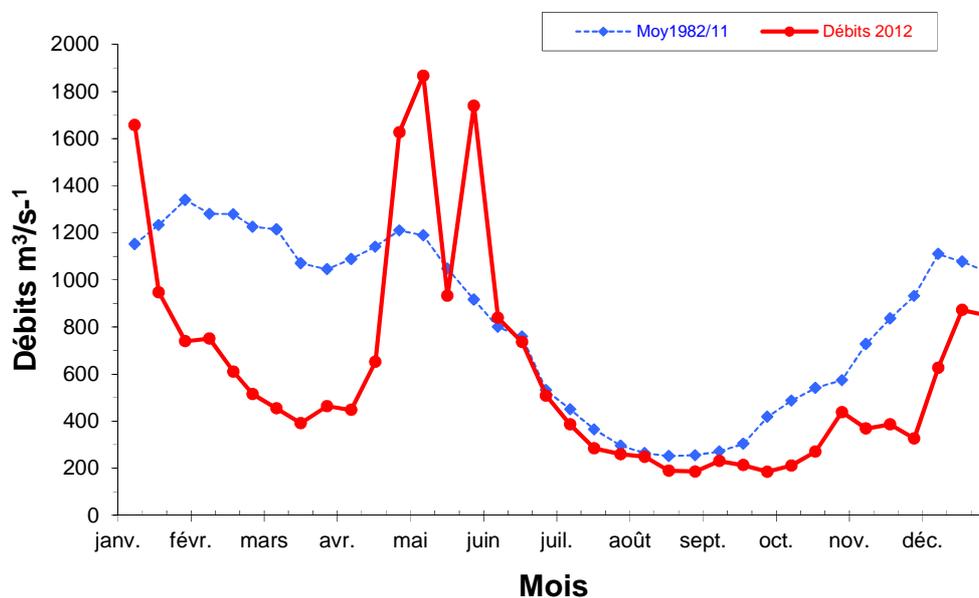


Figure 2-3: Débits moyens de la Gironde par périodes de 10 jours en 2012

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)

0,48 °C et 1,72 °C en surface

0,24 °C et 1,64 °C au fond.

L'écart maximum : 1,72 °C en surface le 24 juillet, la température moyenne étant de 22,00 °C et le débit de 307 m³.s⁻¹.

1,64 °C au fond le même jour.

L'écart minimum : 0,48 °C en surface le 11 octobre, la température moyenne étant de 18,53 °C et le débit de 227 m³.s⁻¹.

0,58 °C au fond le même jour.

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 plus fraîches que les eaux continentales (**Figure 3 1** et **Figure 3 2**).

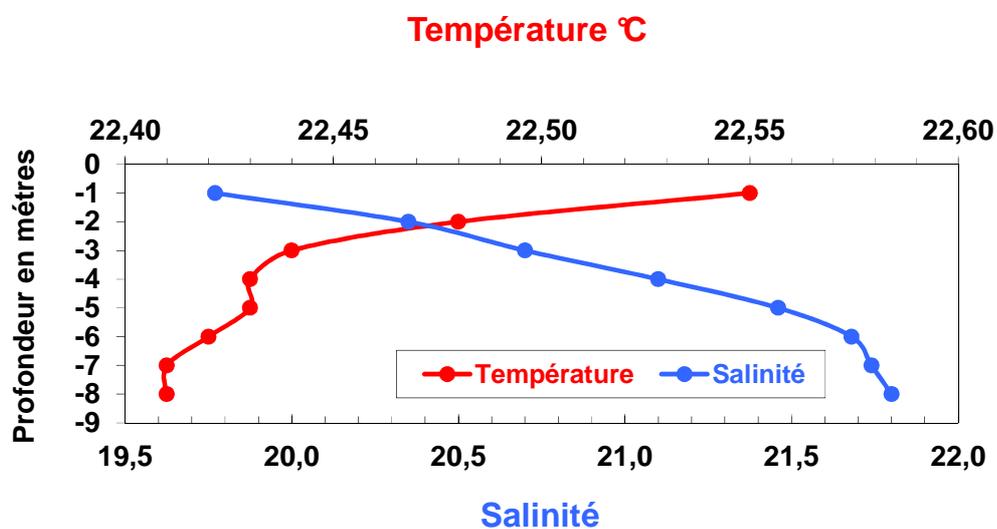


Figure 3-1 : Exemple d'évolution des gradients verticaux de température et de salinité au point F PK 67 (situation du 17 août 2011 à 9h15 à la PM).

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 F2012							
DATES	Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfl m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
12-avr	S	13,14	14,23	1,09	13,69	0,75	70-62
	F	12,82	14,12	1,30	13,33		
22-mai	S	15,04	16,22	1,18	15,74	0,49	77-77
	F	14,94	16,23	1,29	15,54		
12-juin	S	18,98	19,49	0,51	19,14	0,64	48-46
	F	18,34	19,35	1,01	18,80		
24-juil	S	21,26	22,98	1,72	22,00	0,36	81-78
	F	21,34	22,98	1,64	21,98		
17-août	S	23,10	24,18	1,08	23,47	0,22	83-87
	F	22,88	24,21	1,33	23,33		
05-sept	S	20,86	22,16	1,30	21,50	0,38	76-71
	F	20,82	22,09	1,27	21,36		
11-oct	S	18,39	18,87	0,48	18,53	0,24	42-49
	F	18,39	18,63	0,24	18,46		
07-nov	S	12,95	13,50	0,55	13,22	0,32	37-37
	F	13,09	13,43	0,34	13,18		
Mini S	S	12,95	13,50	0,48	13,22	0,22	
Mini F	F	12,82	13,43	0,24	13,18		
Maxi S	S	23,10	24,18	1,72	23,47	0,75	
Maxi F	F	22,88	24,21	1,64	23,33		

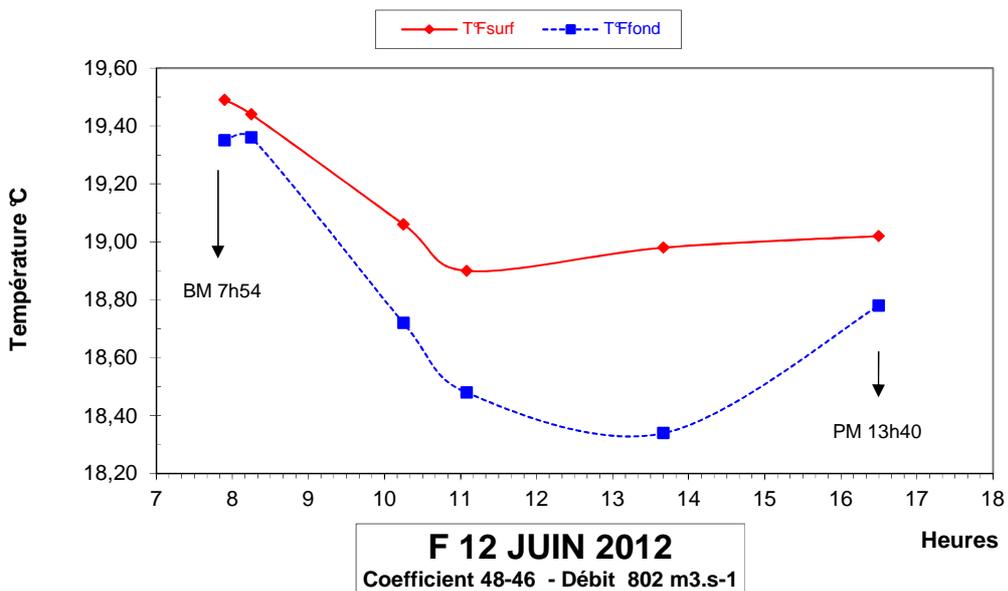
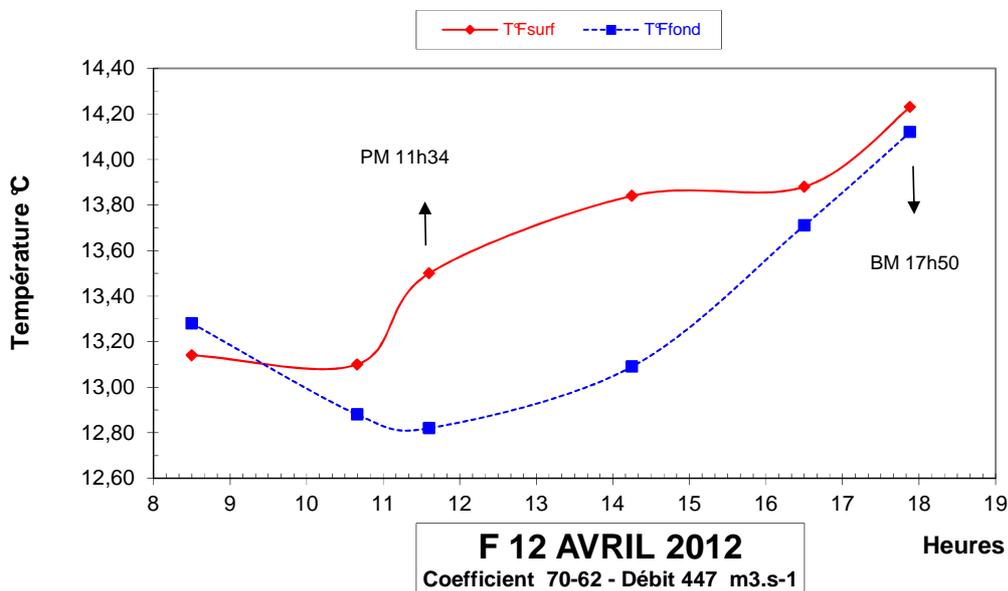


Figure 3-2 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au point F (PK 67) en 2012

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) :

0,08° C et 1,18 °C en surface

0,15° C et 1,20 °C au fond.

L'écart maximum : 1,18 °C en surface le 06 novembre, la température moyenne étant de 13,64 °C et le débit de 600 m³.s⁻¹.

1,20 °C au fond le 14 juin, la température moyenne étant 20,09°C et le débit de 348 m³.s⁻¹.

L'écart minimum : 0,08 °C en surface le 26 mai, la température moyenne étant de 16,45 °C. et le débit de 365 m³.s⁻¹.

0,15 °C au fond le même jour, la température moyenne au fond étant de 16,48°C

La figure établie avec les mesures principales et les mesures intermédiaires effectuées pendant toute la marée (**Figure 3-3**) montre que les températures les plus élevées sont souvent observées en surface aux étales de pleine 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 E2012							
DATES	Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfl m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
11-avr	S	14,07	14,20	0,13	14,11	0,49	86-78
	F	13,71	14,12	0,41	13,98		
21-mai	S	16,41	16,49	0,08	16,45	0,08	77-77
	F	16,42	16,57	0,15	16,48		
14-juin	S	20,14	20,93	0,79	20,51	1,63	45-46
	F	19,30	20,50	1,20	20,09		
26-juil	S	23,49	24,10	0,61	23,81	1,14	65-61
	F	22,96	23,84	0,88	23,44		
24-août	S	24,70	24,94	0,24	24,80	0,18	66-60
	F	24,62	25,00	0,38	24,78		
12-sept	S	22,20	22,85	0,65	22,47	0,74	44-51
	F	22,11	22,60	0,49	22,38		
12-oct	S	18,69	19,51	0,82	18,95	0,79	57-65
	F	18,35	18,74	0,39	18,63		
06-nov	S	13,03	14,21	1,18	13,64	0,29	42-39
	F	13,10	13,92	0,82	13,60		
Mini S	S	13,03	14,20	0,08	13,64	0,08	
Mini F	F	13,10	13,92	0,15	13,60		
Maxi S	S	24,70	24,94	1,18	24,80	1,63	
Maxi F	F	24,62	25,00	1,20	24,78		

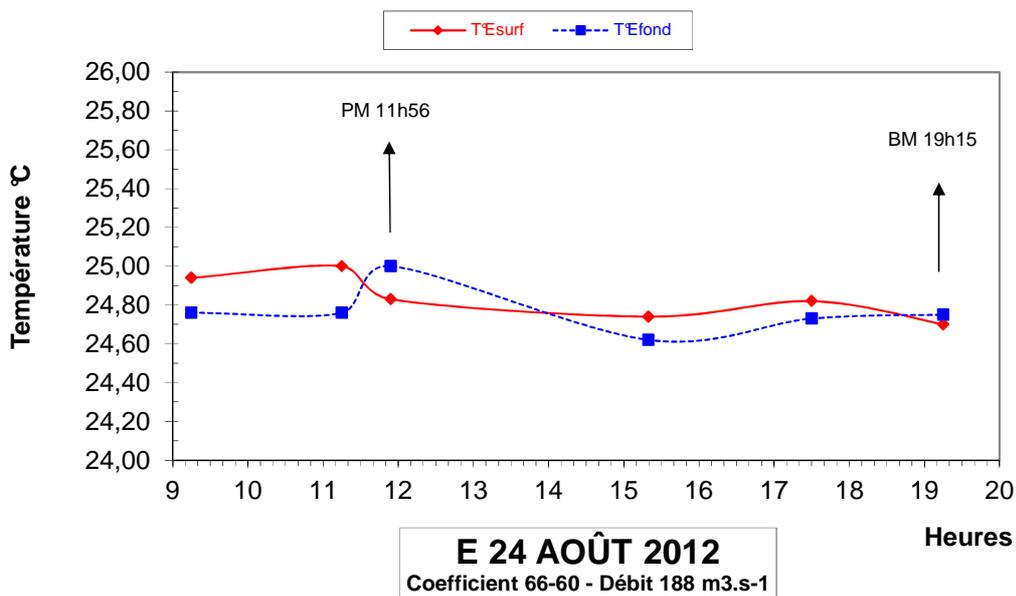
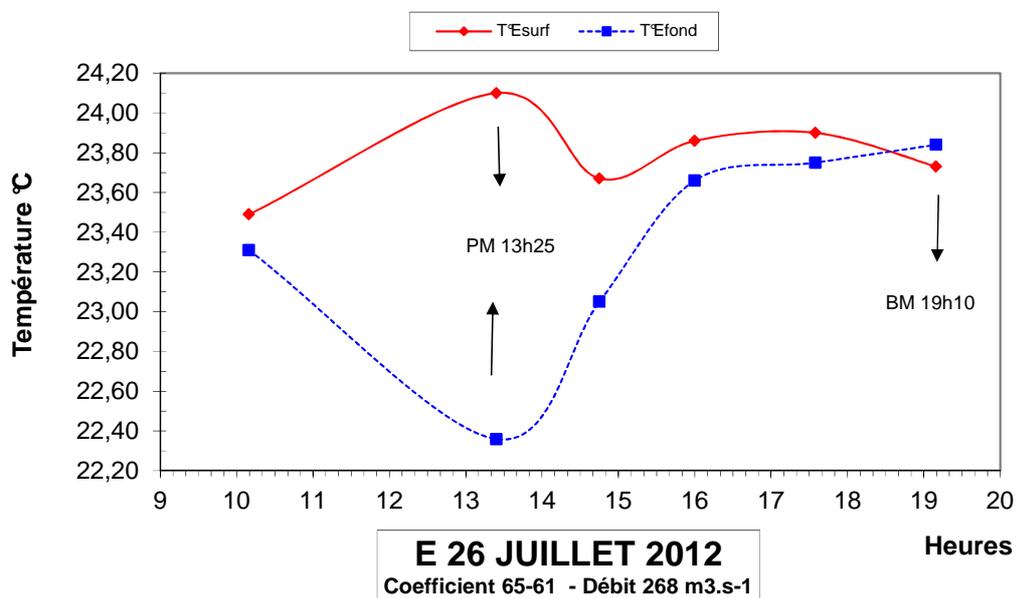


Figure 3-3 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au point E (PK 52) en 2012

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 0,82 °C en surface
0,18 °C et 0,88 °C au fond.

L'écart maximum: 0,82° C en surface le 9 novembre, la température moyenne étant de 12,21 °C et le débit de 759 m³.s⁻¹.

0,88 °C au fond le même jour, la température moyenne au fond étant de 12,30

L'écart minimum : 0,13 °C en surface le 6 septembre, la température moyenne étant de 18,38 °C, et les débits de 225 m³.s⁻¹.

0,18 °C au fond le 18 août, la température moyenne étant de 22,09°C et les débits de 207 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 parfois, suivant les moments, une inversion des températures, celles du fond devenant légèrement plus élevées que celles de la surface (quelques dixièmes de degré seulement), comme par exemple dans la situation du 13 octobre (**Figure 3-4**).

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 K2012								
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)
14-avr	S	13,66	14,13	0,47	13,95	0,06	46-45	493
	F	13,71	14,07	0,36	13,93			
24-mai	S	15,82	16,19	0,37	16,03	0,10	74-72	1184
	F	15,82	16,18	0,36	16,00			
13-juin	S	19,28	19,73	0,45	19,59	0,03	44	777
	F	19,31	19,72	0,41	19,59			
25-juil	S	22,62	23,01	0,39	22,82	0,07	74-70	269
	F	22,65	23,00	0,35	22,81			
16-août	S	23,69	24,13	0,44	23,97	0,18	72-77	211
	F	23,87	24,05	0,18	23,98			
06-sept	S	21,89	22,21	0,32	22,06	0,13	65-58	203
	F	22,02	22,20	0,18	22,09			
13-oct	S	18,31	18,44	0,13	18,38	0,21	73-80	205
	F	18,30	18,53	0,23	18,42			
08-nov	S	11,69	12,51	0,82	12,21	0,18	39	410
	F	11,81	12,69	0,88	12,30			
Mini S	S	11,69	12,51	0,13	12,21	0,03		
Mini F	F	11,81	12,69	0,18	12,30			
Maxi S	S	23,69	24,13	0,82	23,97	0,21		
Maxi F	F	23,87	24,05	0,88	23,98			

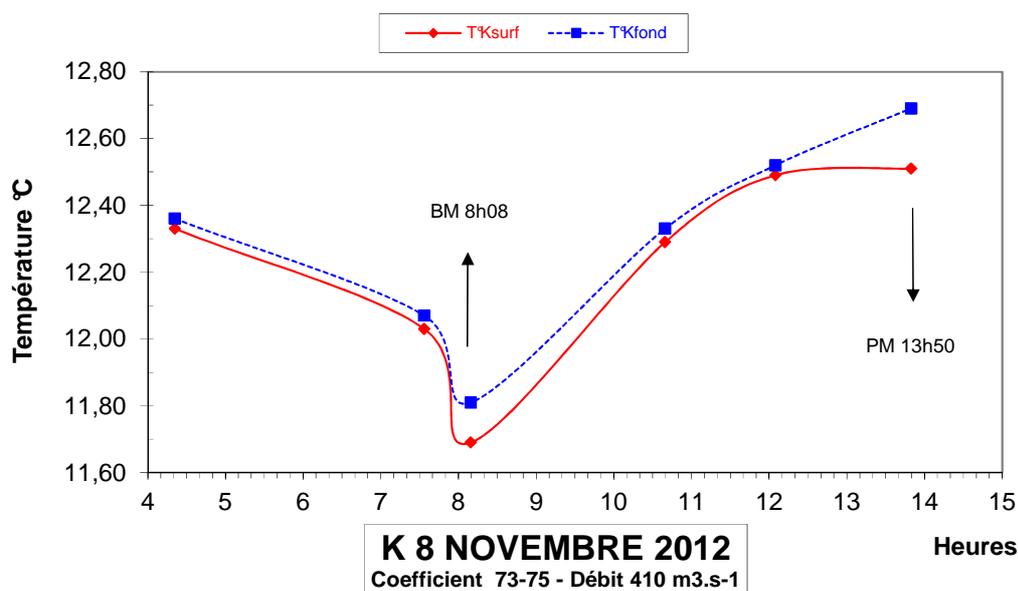
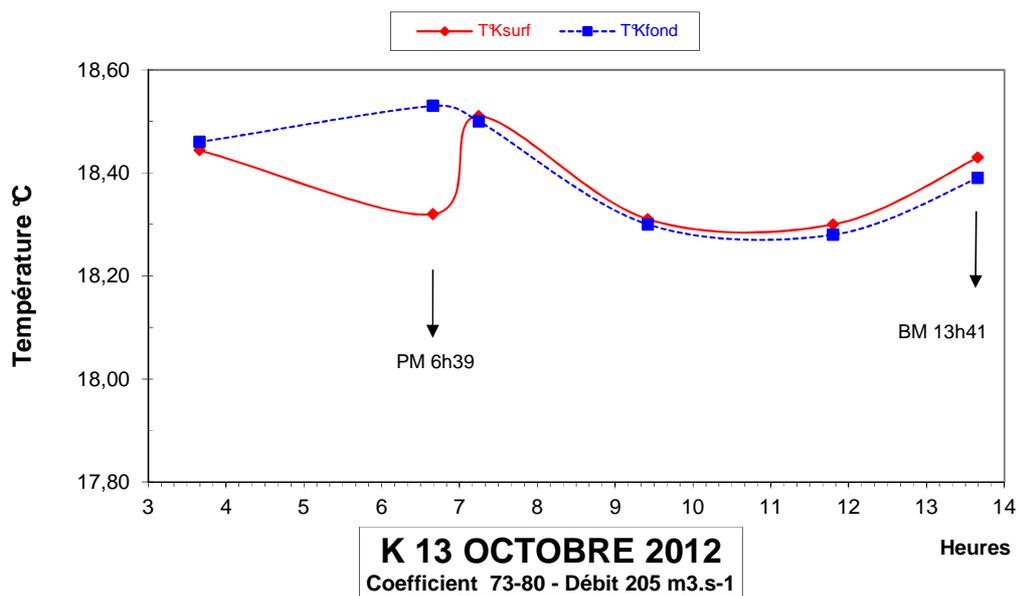


Figure 3-4 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au Point K (PK 30) en 2012

3.1.2. Variations spatio-temporelles

Point F - PK 67 (Figure 3-5)

Les températures moyennes, entre avril et novembre 2012 ont évolué :

de	13,22 °C le 07 novembre
à	23,47 °C le 17 août en surface
et de	13,18°C le 07 novembre
à	23,33 °C le 17 août au fond

Les températures maximales relevées sont :

	24,18 °C le 17 août en surface
	24,21 °C le 17 août au fond

Les températures minimales relevées sont

	12,95 °C le 07 novembre en surface
	12,82 °C le 12 avril au fond

Point E-PK 52 Erreur ! Référence non valide pour un signet. **(Figure 3-5)**

Les températures moyennes, entre avril et novembre 2012 ont évolué :

de	13,64 °C le 06 novembre
à	24,80 °C le 17 août en surface
et de	13,60 °C le 06 novembre
à	24,78 °C le 17 août au fond

Les températures maximales relevées sont :

	24,94 °C le 17 août en surface
	25,00 °C le 17 août au fond

Les températures minimales relevées sont :

	13,03 °C le 06 novembre en surface
	13,10 °C le 06 novembre au fond

Point K-PK 30 (Figure 3-5)

Les températures moyennes, entre avril et novembre 2011 ont évolué :

de	12,21 °C le 09 novembre
à	23,97 °C le 16 août en surface
et de	12,30 °C le 09 novembre
à	23,98 °C le 16 août au fond

Les températures maximales relevées sont :

	24,13 °C le 16 août en surface
	24,05 °C le 16 août au fond

Les températures minimales relevées sont :

	11,69 °C le 08 novembre en surface
	11,81 °C le 08 novembre au fond

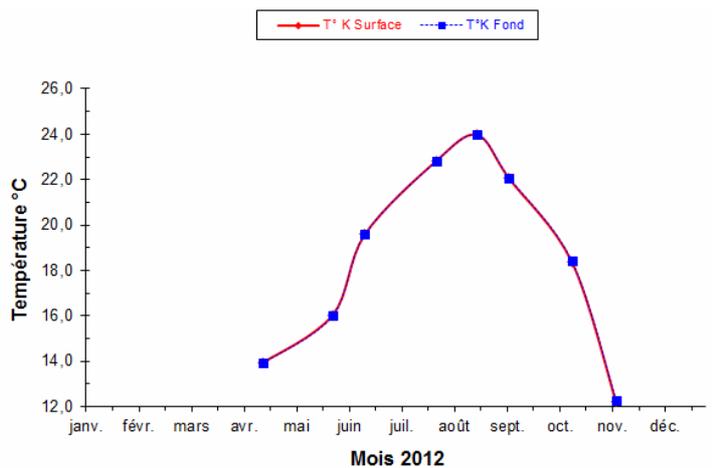
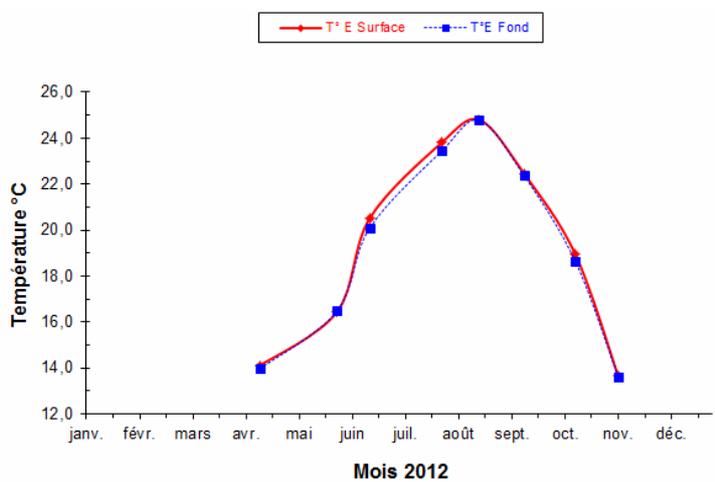
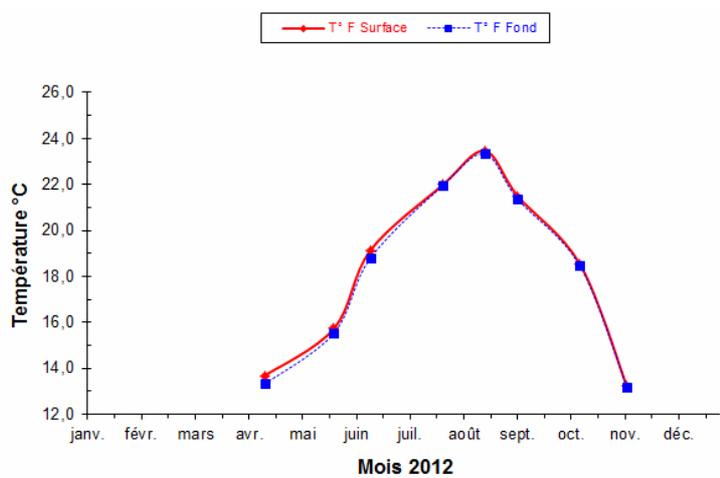


Figure 3-5 : Variations des températures moyennes de l'eau aux Points F,E,K en 2012

Par rapport à la moyenne 1976/2011 (**Figure 3-6**), la température moyenne en 2012 est supérieure en avril, inférieure en juin et juillet, supérieure en août et septembre, et dans la moyenne en fin d'année. La comparaison des cinq dernières années (**Figure 3-7**), montre que la première moitié de l'année 2012 (avril et mai) est relativement froide. Mais lors de la période sensible, l'année est l'un des plus chaudes de la période. Ensuite, pendant le dernier tiers du suivi, les températures mensuelles moyennes des eaux sont dans la moyenne. Les caractères dominants sont tirés du tableau climatologique mensuel de la station Météo France à Mérignac.

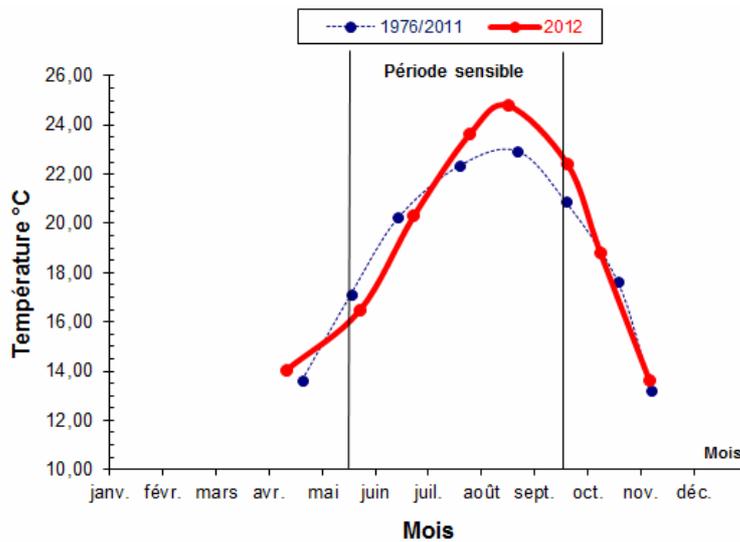


Figure 3-6 : Variations des températures mensuelles moyennes de l'eau au Point E (PK52) de 1976 à 2011 et en 2012

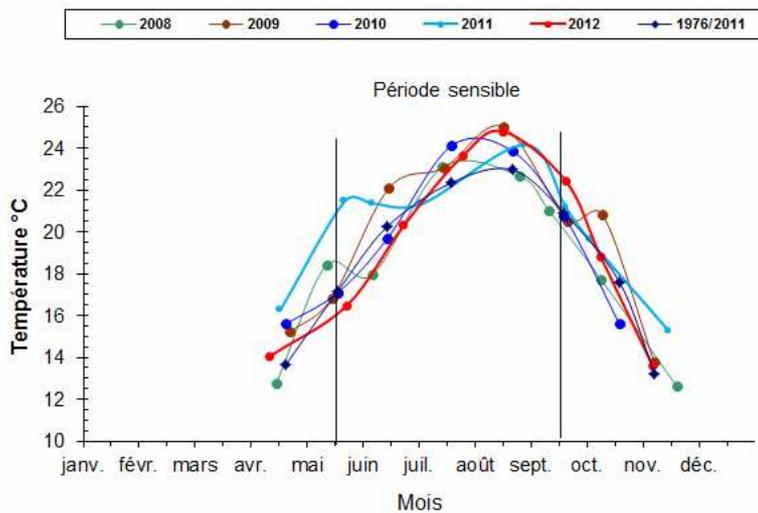


Figure 3-7 : Variations des températures mensuelles moyennes de l'eau au point E (PK 52) en 2008, 2009, 2010, 2011 et 2012

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 Mortes Eaux. 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. 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 s'inscrit dans cette moyenne. 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, une stabilisation en 2008, puis une nouvelle augmentation en 2009. A noter qu'entre 2008 et jusqu'en 2012, les températures de l'air et de l'eau varient selon les mêmes tendances. 2012 est une année globalement plus fraîche que 2011.

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. L'année 2011 égale le record de 2005.

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**). Remarquons que cette suppression n'a pas de justification scientifique et ne préjuge aucunement de la valeur des mesures. 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 régional (durée et intensité plus marquées des étiages en milieu fluvial Garonne-Dordogne. On notera qu'en 2012, la température de l'air n'est pas la plus élevée, mais celle de l'eau est l'une des plus élevées jamais enregistrée, après 2011 et 2005.

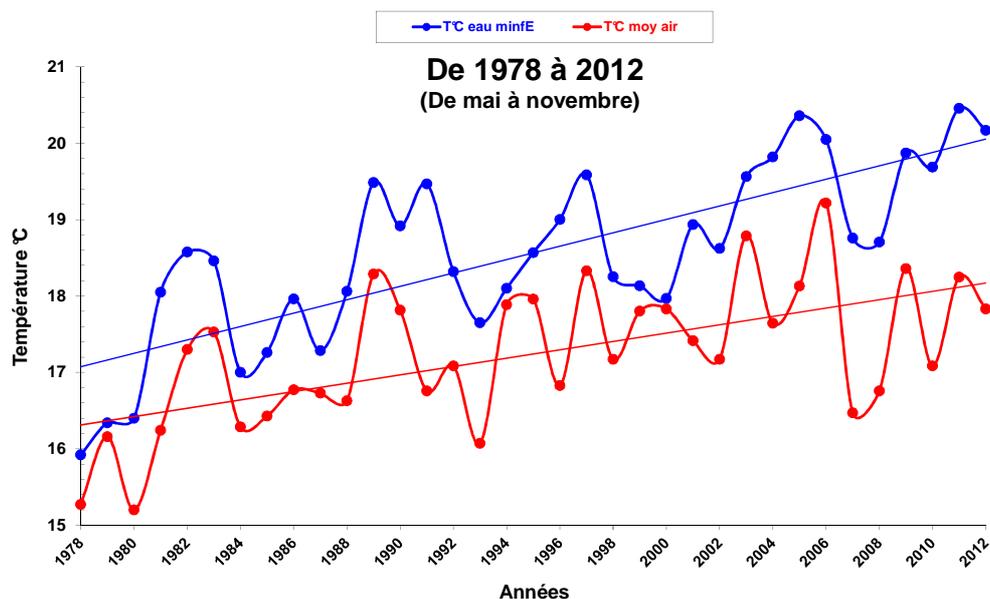


Figure 3-8 : Evolution relative des températures moyennes de l'air et de l'eau près du fond au point E (PK 52) au cours de la période 1978-2012 (de mai à novembre)

Synthèse 2012 :

Au point E, la température moyenne des eaux est inférieure à la moyenne 1976-2011 jusqu'en juin. Puis elle est supérieure de juillet à septembre, indiquant un été particulièrement chaud. L'ensemble de la période avril-novembre 2012 est, en moyenne, en dessous de l'année 2011, mais suit bien la tendance à long terme, influencée principalement par la température de l'air.

L'influence de la Centrale sur la température des eaux de l'estuaire se manifeste au point E, en surface. Au-delà de ce point et du panache de dilution, et plus en profondeur, il n'y a pas d'influence visible.

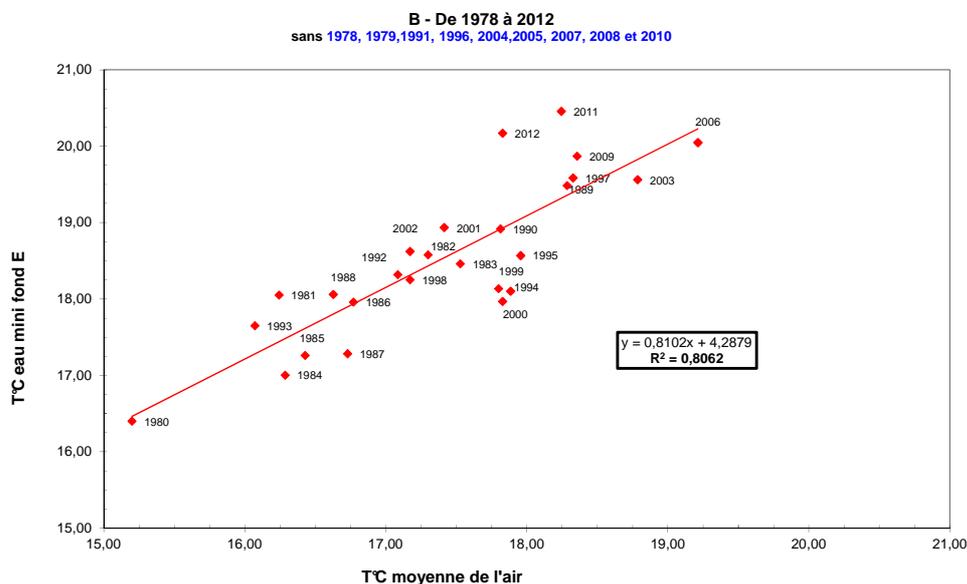
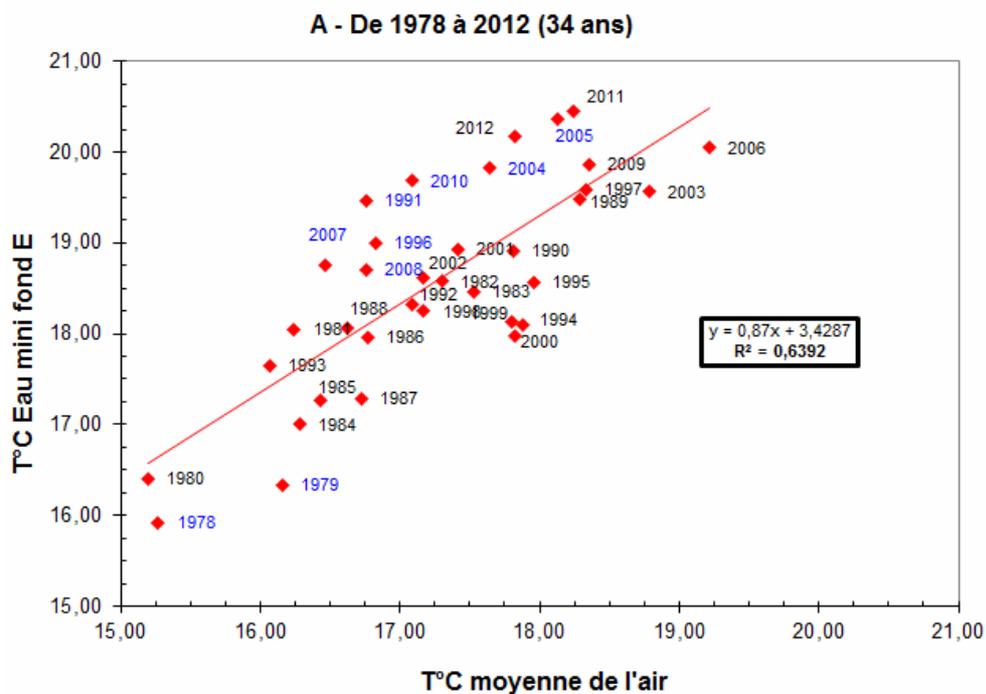


Figure 3- 9 : Corrélations entre les températures moyennes annuelles de l'air et les températures minimales moyennes annuelles de l'eau au point E (PK 52) (mai à novembre) –

A (de 1978 à 2012)

B (de 1980 à 2012 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 : 5,43 (12 avril) (Coef 70-62) (Débit $447 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
 et 9,68 (22 mai) (Coef 77-77) (Débit $915 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
 au fond entre : 5,20 (11 octobre) (Coef 42-49) (Débit $211 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
 et 11,04 (22 mai) (Coef 77-77) (Débit $915 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

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

en surface entre : 1,98 (14 juin) (Coef 45-46) (Débit $771 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
 et 6,10 (12 septembre) (Coef 44-51) (Débit $228 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
 au fond entre : 4,65 (06 novembre) (Coef 42-39) (Débit $422 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
 et 7,87 (12 octobre) (Coef 57-65) (Débit $213 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

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

en surface entre : 0,02 (24 mai) (Coef 74-72) (Débit $1184 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
 et 5,29 (13 octobre) (Coef 73-80) (Débit $205 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
 au fond entre : 0,02 (24 mai) (Coef 74-72) (Débit $1184 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
 et 5,35 (13 octobre) (Coef 73-80) (Débit $205 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

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. L'année 2012 est une année humide au printemps et sèche en été. En conséquence, les salinités sont assez faibles au printemps et nettement supérieures à la moyenne pendant l'été.

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

VI-T4								
POINT F PK 67								
SALINITES								
ANNEE								
F2012								
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfl m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
12-avr	S	12,03	17,46	5,43	15,09	3,69	70-62	447
	F	12,88	21,15	8,27	16,93			
22-mai	S	4,42	14,10	9,68	8,91	2,62	77-77	915
	F	4,49	15,53	11,04	10,21			
12-juin	S	5,98	11,79	5,81	9,42	3,77	48-46	802
	F	6,76	15,56	8,80	11,89			
24-juil	S	8,91	18,54	9,63	13,30	1,76	81-78	271
	F	9,05	18,85	9,80	13,94			
17-août	S	12,51	22,03	9,52	17,43	1,46	83-87	220
	F	13,51	22,70	9,19	18,35			
05-sept	S	13,46	22,98	9,52	17,71	1,65	76-71	199
	F	13,45	23,52	10,07	18,57			
11-oct	S	17,31	23,75	6,44	20,61	1,73	42-49	211
	F	19,04	24,24	5,20	21,31			
07-nov	S	11,97	18,18	6,21	14,58	3,14	37-37	414
	F	12,54	21,16	8,62	16,87			
Mini S	S	4,42	11,79	5,43	8,91	1,46		
Mini F	F	4,49	15,53	5,20	10,21			
Maxi S	S	17,31	23,75	9,68	20,61	3,77		
Maxi F	F	19,04	24,24	11,04	21,31			

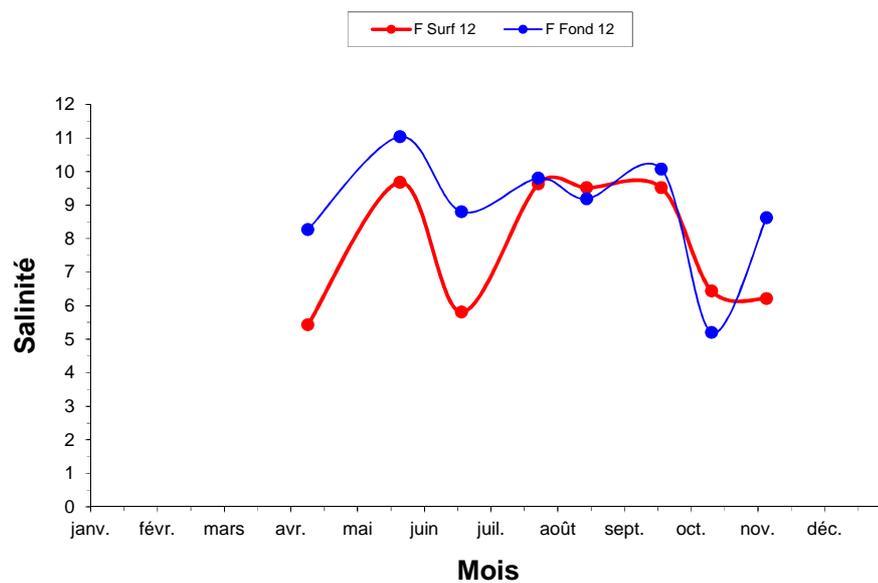


Figure 3-10 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point F (PK 67) en 2012

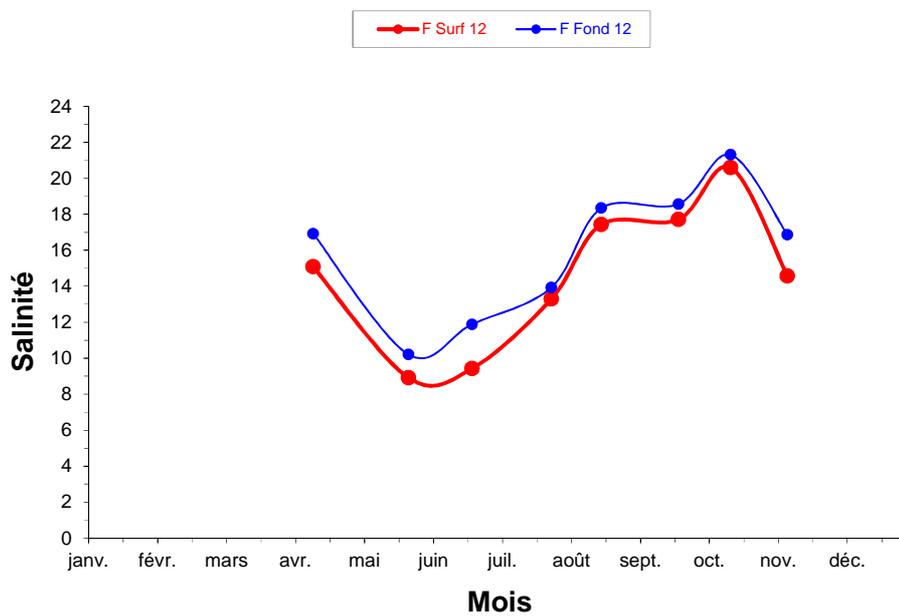


Figure 3-11 : Variations mensuelles des salinités moyennes au point F (PK 67) en 2012

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

VI-5 POINT E PK 52 SALINITES								
ANNEE E2012								
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					
11-avr	S	4,21	10,10	5,89	7,39	2,20	86-78	448
	F	4,15	11,52	7,37	7,32			
21-mai	S	0,33	2,58	2,25	1,44	3,07	77-77	914
	F	0,33	5,65	5,32	2,33			
14-juin	S	0,99	2,97	1,98	1,99	2,73	45-46	771
	F	0,95	5,70	4,75	2,74			
26-juil	S	3,97	6,71	2,74	5,61	4,15	65-61	268
	F	4,09	10,16	6,07	6,96			
24-août	S	7,10	12,62	5,52	10,69	0,80	66-60	188
	F	7,36	12,55	5,19	10,65			
12-sept	S	9,03	15,13	6,10	12,35	1,04	44-51	228
	F	9,34	15,81	6,47	12,83			
12-oct	S	8,77	13,26	4,49	10,47	3,05	57-65	213
	F	8,44	16,31	7,87	11,84			
06-nov	S	5,37	9,93	4,56	7,80	1,00	42-39	422
	F	5,37	10,02	4,65	8,14			
Mini S	S	0,33	2,58	1,98	1,44	0,80		
Mini F	F	0,33	5,65	4,65	2,33			
Maxi S	S	9,03	15,13	6,10	12,35	4,15		
Maxi F	F	9,34	16,31	7,87	12,83			

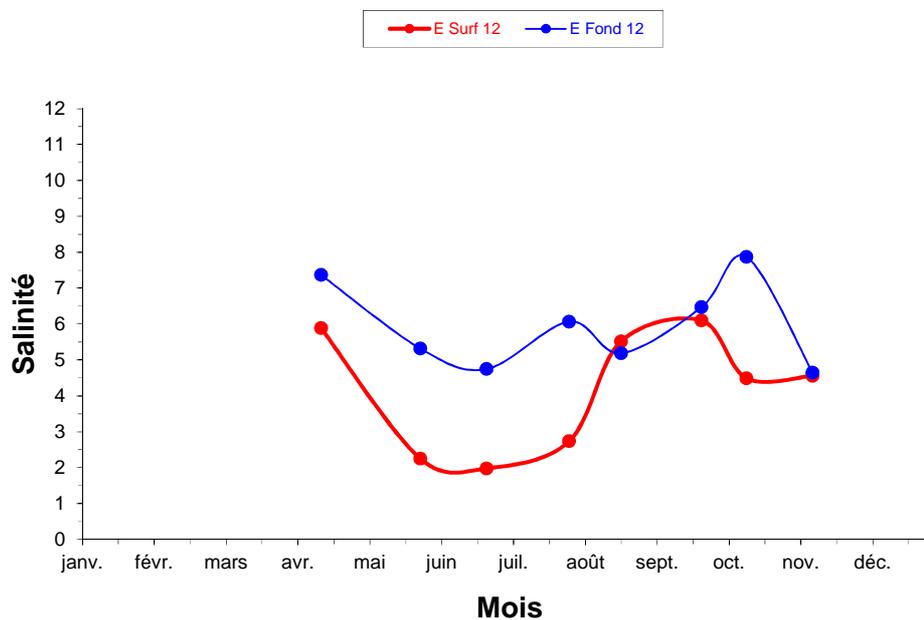


Figure 3-12 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point E (PK 52) en 2012

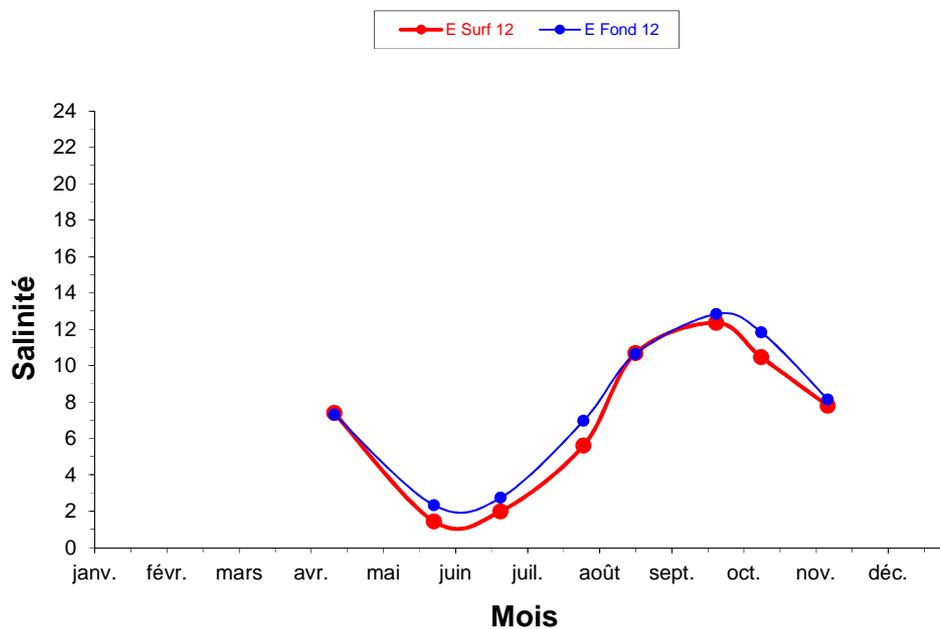


Figure 3-13 : Variations mensuelles des salinités moyennes au point E (PK 52) en 2012

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

VI-6 POINT K PK 30 SALINITES								
ANNEE K2012								
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)
14-avr	S	0,94	4,49	3,55	3,06	1,02	46-45	493
	F	1,05	5,51	4,46	3,32			
24-mai	S	0,13	0,15	0,02	0,14	0,00	74-72	1184
	F	0,13	0,15	0,02	0,14			
13-juin	S	0,12	0,35	0,23	0,19	0,01	44	777
	F	0,12	0,36	0,24	0,20			
25-juil	S	1,07	3,78	2,71	2,48	0,14	74-70	269
	F	1,20	3,68	2,48	2,47			
16-août	S	1,98	5,68	3,70	4,09	0,52	72-77	211
	F	1,93	6,20	4,27	4,19			
06-sept	S	3,38	7,03	3,65	5,45	0,49	65-58	203
	F	3,54	7,52	3,98	5,57			
13-oct	S	3,76	9,05	5,29	6,69	0,15	73-80	205
	F	3,85	9,20	5,35	6,76			
08-nov	S	1,77	5,04	3,27	3,86	1,10	39	410
	F	1,60	6,14	4,54	4,11			
Mini S	S	0,12	0,15	0,02	0,14	0,00		
Mini F	F	0,12	0,15	0,02	0,14			
Maxi S	S	3,76	9,05	5,29	6,69	1,10		
Maxi F	F	3,85	9,20	5,35	6,76			

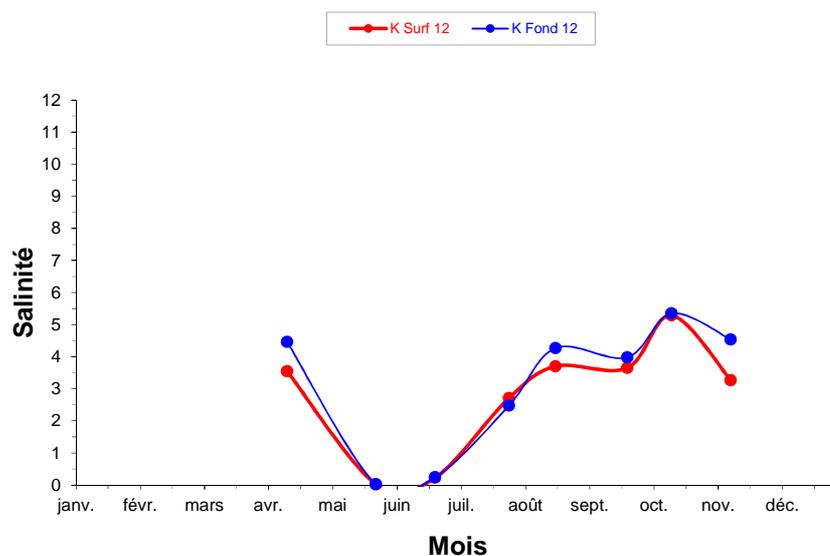


Figure 3-14 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point K (PK 30) en 2012

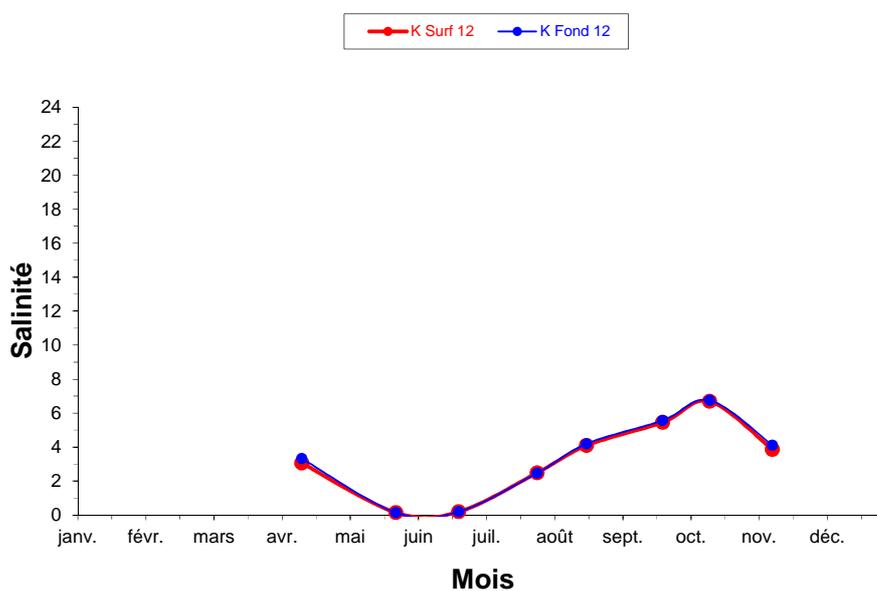


Figure 3-15 : Variations mensuelles des salinités moyennes au point K (PK 30) en 2012

3.2.2. Variations spatio-temporelles

Les salinités moyennes relevées au cours de l'année 2012 ont évolué :

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

en surface entre 8,91 (22 mai) et 20,61 (11 octobre)
au fond entre 10,21 (22 mai) et 21,31 (11 octobre)

On relève les salinités minimales absolues le 22 mai :

4,42 en surface et 4,49 au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales absolues le 11 octobre en surface (23,75) et au fond (24,24) à pleine mer

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

en surface entre 1,44 (21 mai) et 12,35 (12 septembre)
au fond entre 2,33 (21 mai) et 12,83 (12 septembre)

On relève les salinités minimales absolues le 21 mai :

0,33 en surface et 0,33 au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales absolues le 12 septembre :

9,03 en surface et 0,34 au fond à pleine mer.

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

en surface entre 0,14 (24 mai) et 6,69 (13 octobre)
au fond entre 0,14 (24 mai) et 6,76 (13 octobre)

On relève les salinités minimales absolues le 13 juin :

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

On relève les salinités maximales absolues le 13 octobre :

3,76 en surface et 3,85 au fond à pleine mer

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

En 2012, on relève aux 3 points, les plus grandes variations de salinités aux périodes indiquées ci-après :

Salinités	Point F	Point E	Point K
minimales	22 mai	21 mai	13 juin
maximales	11 octobre	12 septembre	13 octobre
moyennes maxi	11 octobre	12 septembre	13 octobre

Les variations pluriannuelles de salinités²³ sont présentées dans le **tableau 3-7** suivant :

Tableau 3-7 : Variations pluriannuelles des salinités

SALINITE													
ANNEE	POINT F		POINT E		POINT K		ANNEE	POINT F		POINT E		POINT K	
	Max.ab	Max.m	Max.ab	Max.m	Max.ab	Max.m		Max.ab	Max.m	Max.ab	Max.m	Max.ab	Max.m
1984	-	-	9,80	7,95	4,25	2,68	1999	20,65	18,29	13,90	11,00	4,07	2,82
	-	-	10,10	8,38	4,42	2,82		22,35	19,68	15,20	11,37	4,12	2,99
1985	-	-	12,69	10,23	5,38	3,51	2000	20,70	14,91	10,65	7,44	4,40	2,71
	-	-	13,39	10,58	5,40	3,47		22,40	16,58	11,43	8,03	4,30	2,90
1986	-	-	13,88	11,50	5,08	3,50	2001	18,31	12,93	7,68	5,98	2,60	1,75
	-	-	14,85	12,15	5,52	3,73		20,04	15,49	8,53	6,36	2,90	1,82
1987	-	-	11,45	9,20	5,94	4,87	2002	19,20	13,66	9,44	7,68	4,50	3,30
	-	-	12,37	9,44	6,97	5,11		20,75	14,84	10,41	8,15	4,37	3,22
1988	-	-	10,35	7,24	3,72	2,51	2003	23,97	20,13	15,78	13,44	8,17	6,10
	-	-	11,62	8,00	3,85	2,57		29,98	21,77	17,11	14,02	7,85	5,95
1989	-	-	15,66	13,34	9,40	7,45	2004	23,65	18,32	15,25	11,36	5,75	3,65
	-	-	16,23	14,22	8,90	7,51		24,45	18,74	15,50	11,71	5,87	3,78
1990	-	-	17,92	15,45	12,19	10,45	2005	22,78	19,74	15,41	12,68	7,74	5,37
	-	-	19,08	15,75	12,72	11,01		25,80	23,04	16,00	12,82	7,55	5,62
1991	-	-	13,83	12,32	8,73	7,34	2006	22,40	18,19	12,70	11,12	7,62	4,72
	-	-	15,30	12,80	9,64	7,90		23,60	19,22	13,66	11,47	6,87	3,75
1992	17,53	14,02	8,55	7,57	4,41	3,44	2007	18,14	13,75	10,12	8,67	5,53	3,89
	18,69	14,78	10,03	7,99	4,90	3,53		21,15	17,52	10,52	8,85	5,45	3,81
1993	19,00	14,53	10,10	8,70	5,20	4,18	2008	23,08	20,44	16,98	12,53	5,38	4,01
	19,60	15,03	11,60	9,28	5,90	4,43		23,97	21,83	17,41	13,21	5,83	4,10
1994	20,20	16,50	12,80	9,50	5,15	3,30	2009	22,36	17,71	13,40	10,81	6,41	4,5
	21,50	18,00	13,50	9,90	5,15	3,50		23,88	18,99	14,25	11,02	7,09	4,66
1995	21,20	17,20	12,85	10,84	4,35	3,01	2010	21,62	18,32	13,56	10,75	6,48	4,54
	22,30	20,33	15,20	11,80	4,40	3,14		23,50	19,38	13,90	11,07	6,59	4,51
1996	19,40	14,95	10,05	8,40	5,15	3,90	2011	21,03	17,27	15,58	13,36	10,2	7,84
	21,50	15,53	11,30	8,84	5,15	3,85		21,88	17,70	15,56	13,38	10,4	7,87
1997	16,95	12,74	9,50	7,85	5,25	3,90	2012	23,75	20,61	15,13	12,35	9,05	6,69
	17,50	13,88	10,30	8,08	5,25	4,00		24,24	21,31	16,31	12,83	9,20	6,76
1998	-	-	12,70	10,11	6,85	4,71							
	-	-	13,85	10,48	6,80	4,94							

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**).

²³ N.B. : En 1992, le point J (PK 52) a été remplacé par le point F (PK 67) conformément aux décisions de l'arrêté préfectoral du 23/12/1991. Le point 2 est situé au PK 85 utilisé pour complément d'information sur le milieu naturel en période printanière 1998.

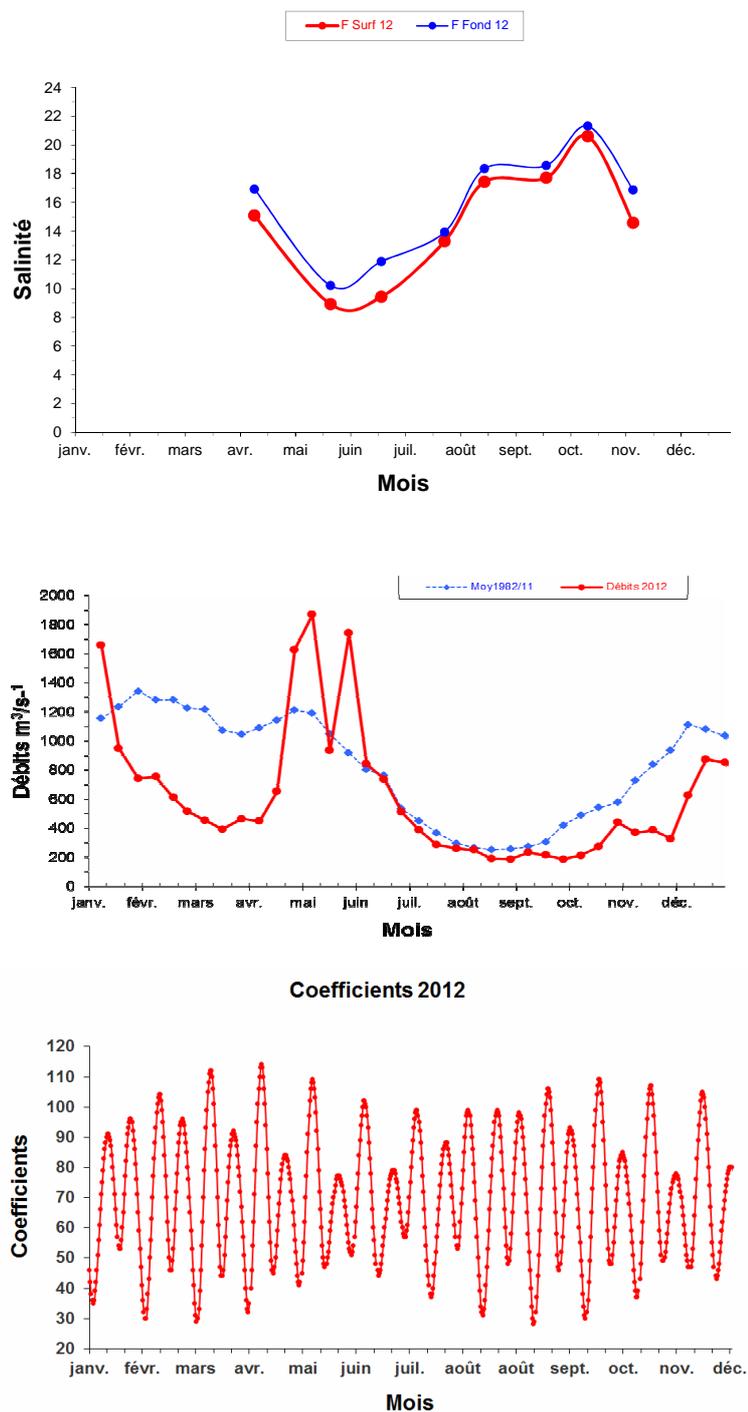


Figure 3-16 : Variations temporelles des salinités moyennes au Point F (PK 67), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2012

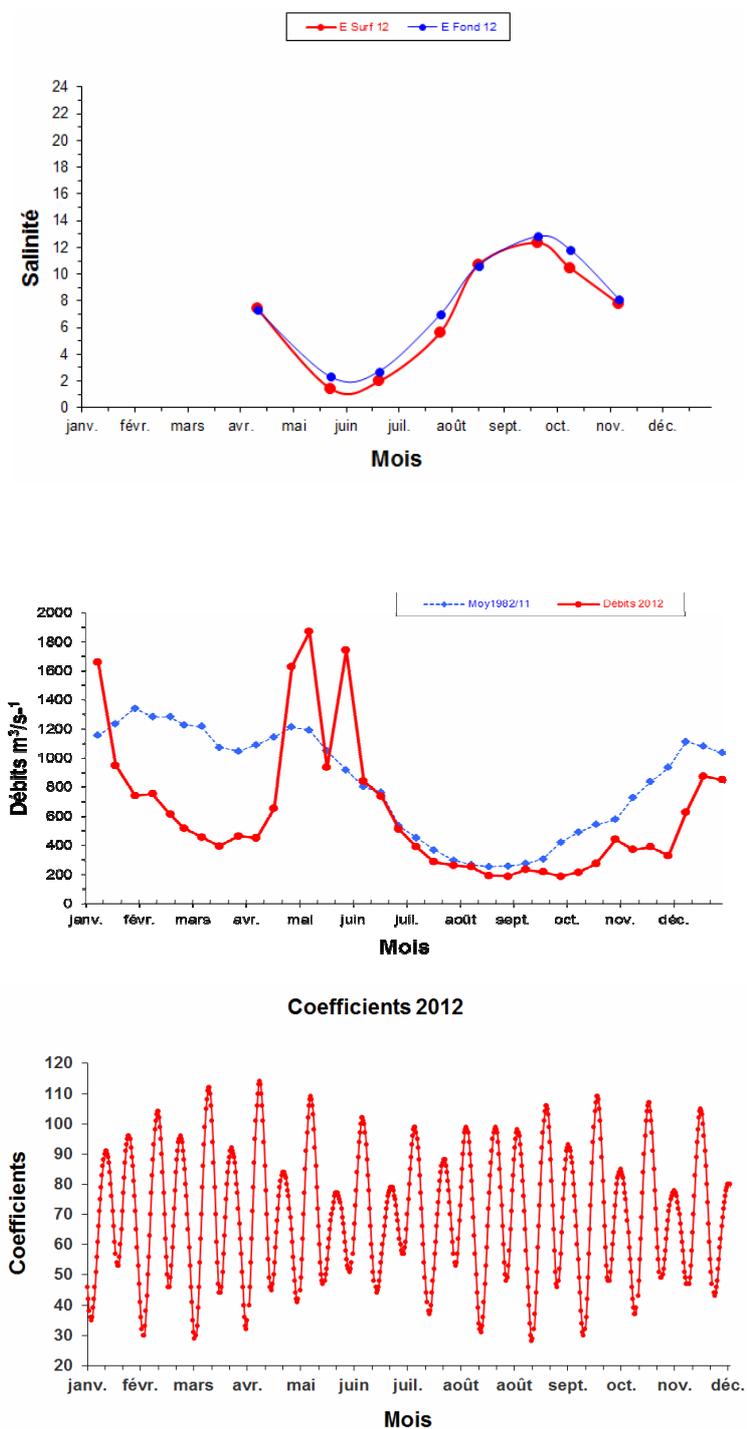


Figure 3-17 : Variations temporelles des salinités moyennes au Point E (PK 52), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2012

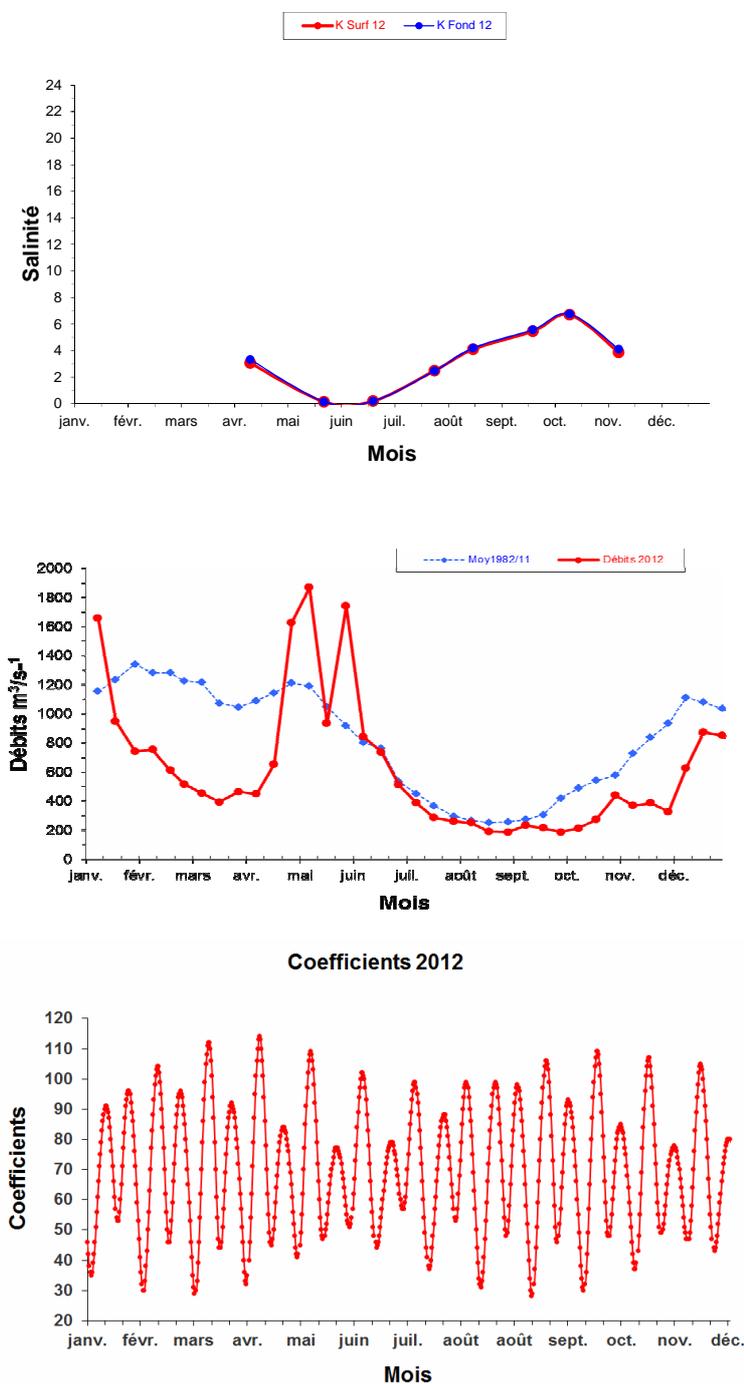


Figure 3-18 : Variations temporelles des salinités moyennes au Point K (PK 30), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2012

Synthèse 2012 :

En 2012, la moyenne annuelle des débits est supérieure à celle de 2011. Pour cette raison, en 2012 aux stations E et K, les salinités moyennes et maximales sont inférieures à celles enregistrées en 2011 (**Tableau 3-7**).

Au point F, les salinités sont supérieures en 2012. Les différences de salinité entre surface et fond montrent que les eaux y sont fréquemment stratifiées. 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) et 2,90 (2001). 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 et seulement 8,53 en 2001 .

Le point F est fortement influencé par les eaux océaniques : 29,98 en 2003 et 17,50 au minimum en 1977.

3.3. Vitesse de courant

Point F

En 2012 les vitesses maximales de courant ont été relevées flot lors des 3 premiers mois de suivi, puis en jusant jusqu'à la fin de l'année, aussi bien en surface qu'au fond (Tableau 3 8, Figure 3 20).

Les plus élevées ont été observées :

en surface le 22 mai :	192 cm.s ⁻¹ (Qfl : 915 m ³ .s ⁻¹ - coef. 77-77)
et le 12 avril :	134 cm.s ⁻¹ (Qfl : 447 m ³ .s ⁻¹ - coef. 70-62)
au fond le 24 juillet :	-88 cm.s ⁻¹ (Qfl : 271 m ³ .s ⁻¹ - coef. 81-78)
et le 12 avril :	82 cm.s ⁻¹ (Qfl : 447 m ³ .s ⁻¹ - coef. 70-62)

Point E

Les vitesses maximales de courant ont été relevées en jusant d'avril à juillet, puis en flot en août et septembre, enfin en jusant en octobre et novembre. Les tendances sont les mêmes en surface et au fond (Tableau 3 8, Figure 3 21).

Les plus élevées ont été observées :

en surface le 11 avril :	-186 cm.s ⁻¹ (Qfl : 448 m ³ .s ⁻¹ - coef. 86-76)
et le 12 octobre :	-175 cm.s ⁻¹ (Qfl : 213 m ³ .s ⁻¹ - coef. 57-65)
au fond le 21 mai :	-99 cm.s ⁻¹ (Qfl : 914 m ³ .s ⁻¹ - coef. 77-77)
et le 12 octobre :	-99 cm.s ⁻¹ (Qfl : 213 m ³ .s ⁻¹ - coef. 57-65)

Point K

Les vitesses maximales de courant ont été relevées en majorité en flot en surface et au fond, sauf à deux reprises au fond (avril et juin), où le maximum a été enregistré en jusant (Tableau 3 8, Figure 3 22).

Les plus élevées ont été observées :

en surface le 14 avril :	147 cm.s ⁻¹ (Qfl 493 m ³ .s ⁻¹ - coef. 46)
le 16 août :	134 cm.s ⁻¹ (Qfl 211 m ³ .s ⁻¹ - coef. 72-77)
au fond le 6 septembre :	105 cm.s ⁻¹ (Qfl 203 m ³ .s ⁻¹ - coef. 65-58)
le 14 avril :	-99 cm.s ⁻¹ (Qfl 493 m ³ .s ⁻¹ - coef. 46)

Au point E, les vitesses maximales en surface de flot et de jusant sont inférieures à 2011. (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 2012		VITESSES MAXIMALES DE COURANT EN cm.s^{-1}						Q _{eff} $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$
DATES	COEFFICIENTS	POINT F PK 67 Vitesses Maximales		POINT E PK 52 Vitesses Maximales		POINT K PK 30 Vitesses Maximales		
		SURFACE	FOND	SURFACE	FOND	SURFACE	FOND	
12 avril	70-62	134	82					447
11 avril	86-76			-186	-64			448
14 avril	46					147	-99	493
22 mai	77-77	192	-76					915
21 mai	77-77			-123	-99			914
24 mai	74-72					111	88	1184
12 juin	48-46	117	53					802
14 juin	45-46			-100	-53			771
13 juin	46-44					99	-76	777
24 juillet	81-78	-123	-88					271
26 juillet	65-61			-111	-82			268
25 juillet	74-70					117	70	269
17 août	83-87	-128	-70					220
24 août	66-60			99	64			188
16 août	72-77					134	88	211
5 septembre	76-71	-117	-70					203
12 septembre	44-51			82	47			228
6 septembre	65-58					88	105	203
11 octobre	42-49	-117	-76					227
12 octobre	57-65			-175	-99			213
13 octobre	73-80					117	88	205
7 novembre	37-37	-117	-64					494
6 novembre	42-39			-117	-88			422
8 novembre	39					99	53	410

Q_{eff} $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ 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.

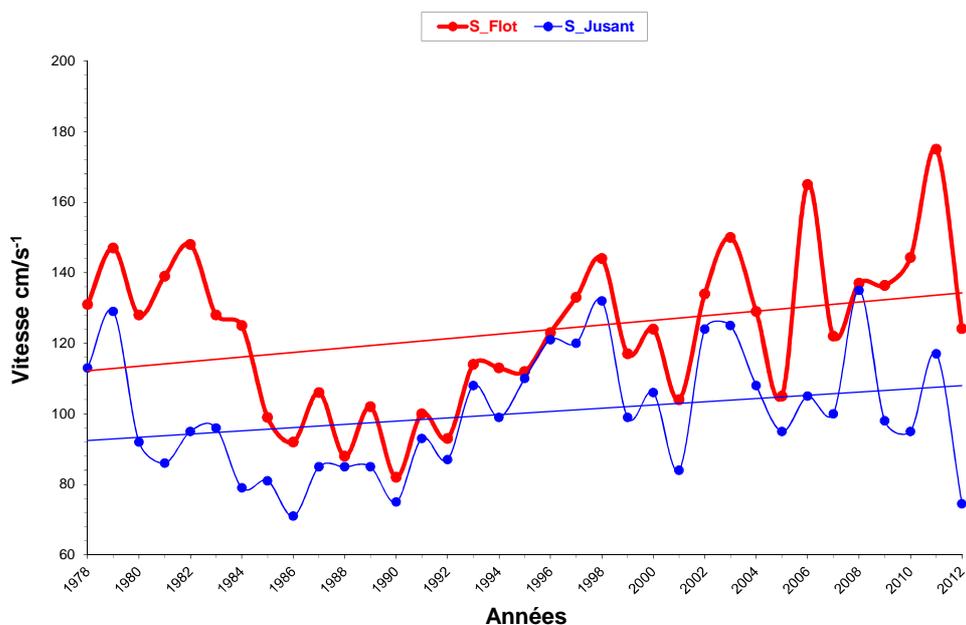


Figure 3-19 : Evolution de la vitesse maximale moyenne en surface au point E (PK52) au cours de la période 1978-2012

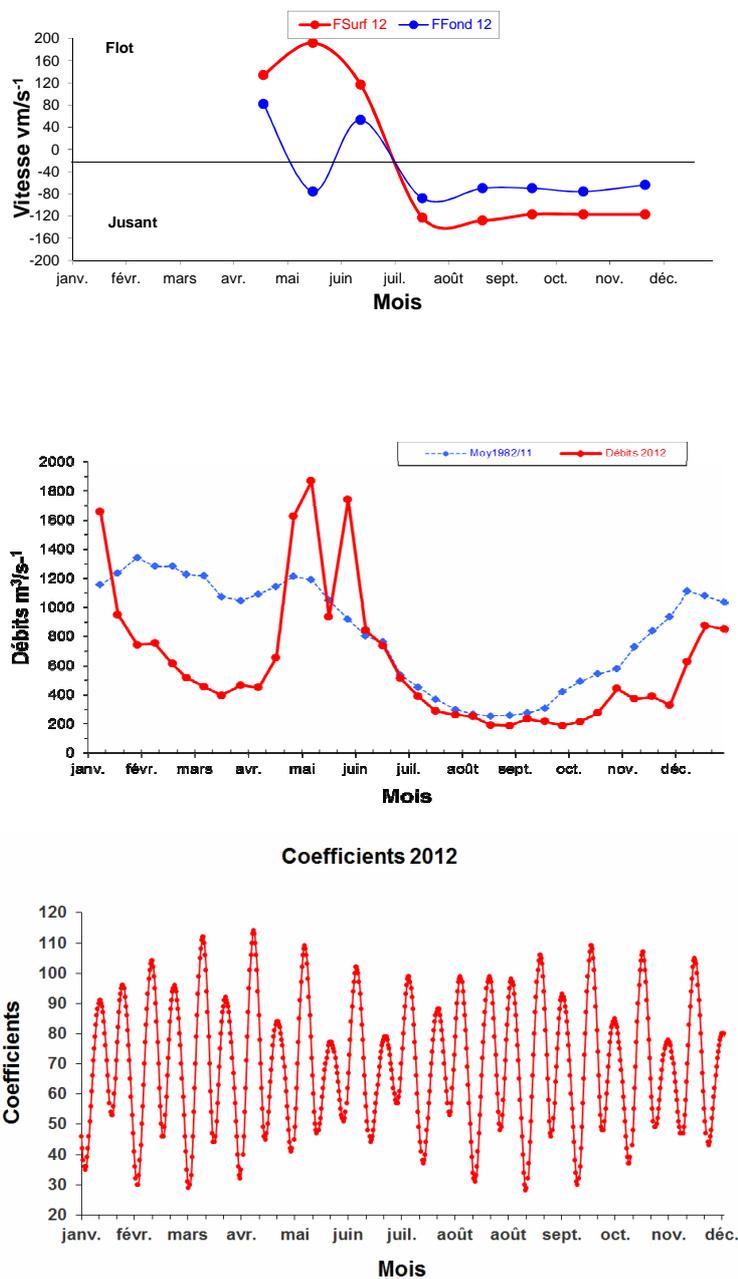


Figure 3-20 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point F (PK 67) au cours de l'année 2012, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux

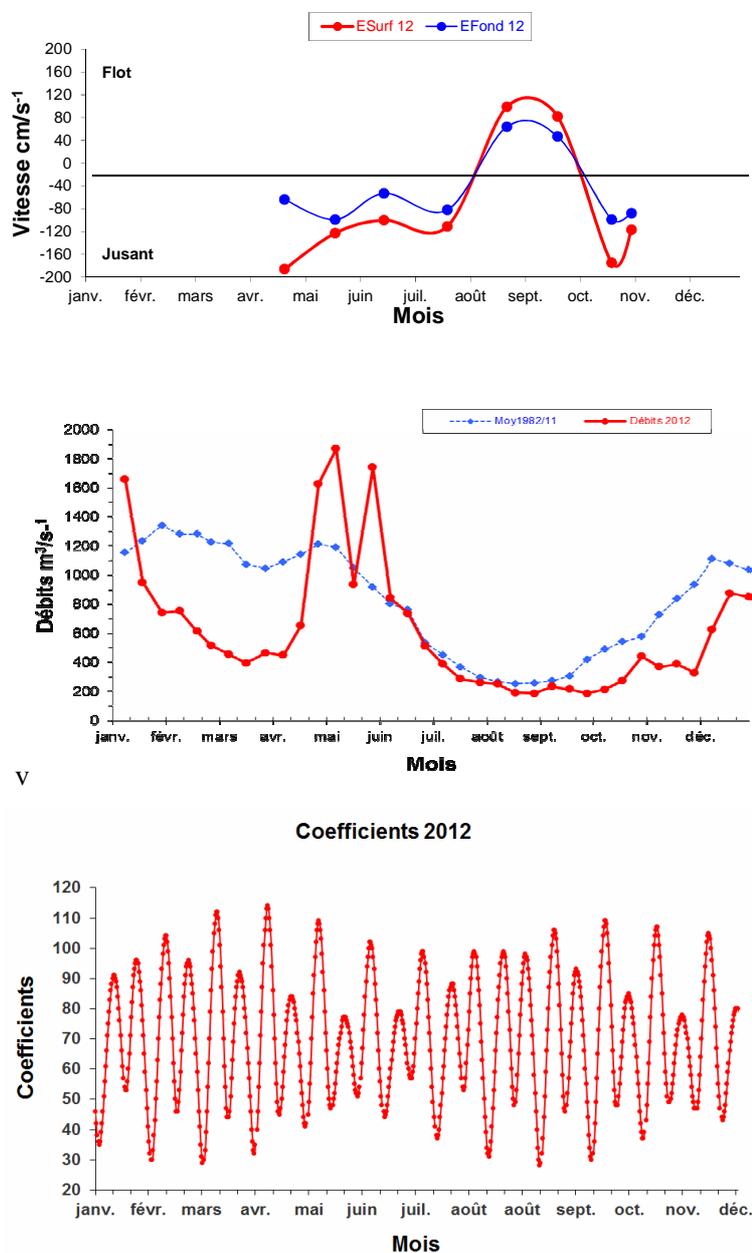
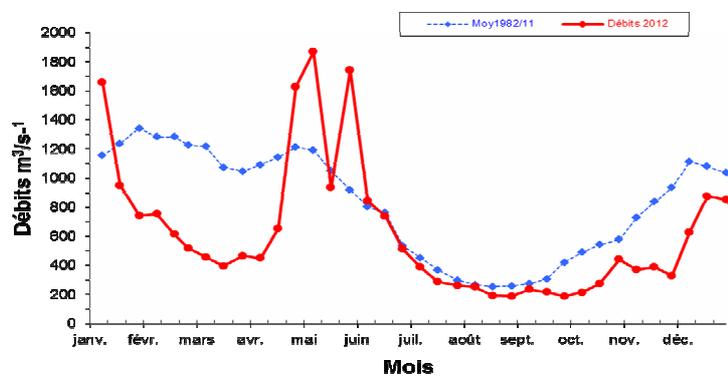
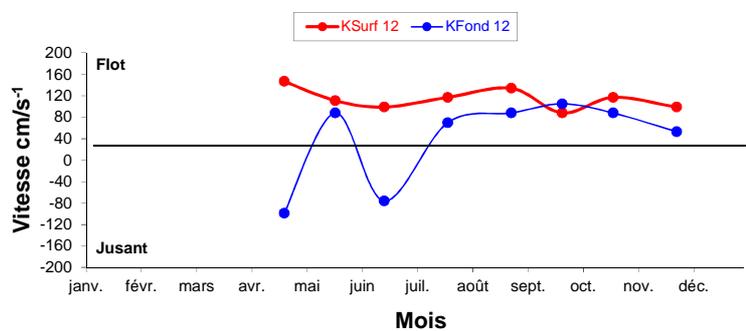


Figure 3-21 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point E (PK 52) au cours de l'année 2012, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux



Coefficients 2012

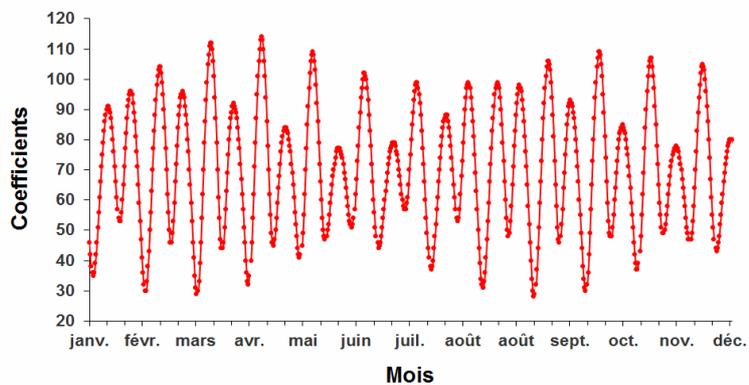


Figure 3-22 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point K (PK 30) au cours de l'année 2012, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux

Synthèse 2012 :

Au Point E, situé dans le chenal médian, le régime des courants est variable dans le temps par suite de l'évolution de la morphologie des fonds, telle qu'elle a été constatée par la comparaison de sondages bathymétriques (Castaing P., Jouanneau J.M., Oggian G., 2009). Ceci souligne l'importance du rôle de la bathymétrie sur la répartition et les valeurs des vitesses maximales, modulées localement par les variations du débit fluvial et des coefficients de marée.

Ainsi, note-t-on 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 (Castaing P., Jouanneau J.M., Oggian G., Poirier D., 1994). La réduction des vitesses permet de déduire que le mélange turbulent a diminué dans les mêmes proportions ; de ce fait, la dispersion des eaux échauffées de la centrale a pu être moins efficace qu'auparavant dans la zone de mesure des courants.

En 2012, les vitesses de courant maximales enregistrées au point E sont plus basses qu'en 2010 et 2011, tant en flot qu'en jusant.

3.4. Concentration en matières en suspension (MES)

3.4.1. Variations temporelles

3.4.1.1. Variation au cours de la marée

En 2012 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 0,053 g/l le 11 octobre	(Qfl : 211 m ³ .s ⁻¹ - coef. 42-49)
et 0,923 g/l le 07 novembre	(Qfl : 414 m ³ .s ⁻¹ - coef. 37-37)
au fond entre 0,099 g/l le 11 octobre	(Qfl : 211 m ³ .s ⁻¹ - coef. 42-49)
et 7,110 g/l le 12 avril	(Qfl : 447 m ³ .s ⁻¹ - coef. 70-62)

Au Point E-PK 52 (Tableau 3 10)

en surface entre 0,071 g/l le 12 octobre	(Qfl : 213 m ³ .s ⁻¹ - coef. 57-65)
et 2,630 g/l le 11 avril	(Qfl : 448 m ³ .s ⁻¹ - coef. 76-76)
au fond entre 0,157 g/l le 12 septembre	(Qfl : 228 m ³ .s ⁻¹ - coef. 44-51)
et 32,800 g/l le 11 avril	(Qfl : 448 m ³ .s ⁻¹ - coef. 76-76)

Au Point K-PK 30 (Tableau 3 11)

en surface entre 0,149 g/l le 25 juillet	(Qfl : 269 m ³ .s ⁻¹ - coef. 74-70)
et 2,670 g/l le 13 octobre	(Qfl : 205 m ³ .s ⁻¹ - coef. 73-80)
au fond entre 0,259 g/l le 24 mai	(Qfl : 1184 m ³ .s ⁻¹ - coef. 74-72)
et 10,600g/l le 13 octobre	(Qfl : 205 m ³ .s ⁻¹ - coef. 73-80)

3.4.1.2. Variations mensuelles

Au Point F-PK 67 (Figure 3 23)

Les M.E.S. moyennes ont varié :

en surface de 0,084 g/l (17 août) à 0,441 g/l (22 mai)
 au fond de 0,193 g/l (11 octobre) à 2,783 g/l (12 avril)

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

le 11 octobre, en surface : 0,053 g/l - Qfl : 221 m³.s⁻¹ - coef. 42-49
 le 11 oct, au fond : 0,099 g/l

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

le 07 nov, en surface : 0,923 g/l - Qfl : 414 m³.s⁻¹ - coef. 37-37
 le 12 avril, au fond: 7,110 g/l - Qfl : 447 m³.s⁻¹ - coef. 70-62

Au Point E-PK 52 (Figure 3 24)

Les M.E.S. moyennes ont varié :

en surface de 0,110 g/l (12 sept) à 1,098 g/l (21 mai)

au fond de 0,197 g/l (12 sept) à 16,328 g/l (11 avril)

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

le 12 oct en surface : 0,071 g/l - Qfl : 213 m³.s⁻¹ - coef. 57-65

le 12 sept au fond : 0,157 g/l - Qfl : 228 m³.s⁻¹ - coef. 44-51

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

le 11 avril, en surface : 2,630 g/l - Qfl : 448 m³.s⁻¹ - coef. 76-76

le 11 avril au fond : 32,800 g/l - Qfl : 448 m³.s⁻¹ - coef. 76-76

Au Point K-PK 30 (Figure 3 25)

Les M.E.S. moyennes ont varié :

en surface de 0,395 g/l (13 juin) à 1,787 g/l (13 octobre)

au fond de 0,527 g/l (24 mai) à 4,325 g/l (6 septembre)

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

le 25 juillet en surf : 0,149 g/l - Qfl : 269 m³.s⁻¹ - coef. 74-70

le 24 mai au fond : 0,259 g/l - Qfl : 1184 m³.s⁻¹ - coef. 74-72.

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

le 13 oct en surface : 2,670 g/l - Qfl : 205 m³.s⁻¹ - coef. 73-80.

le 6 sept au fond : 10,600 g/l - Qfl : 203 m³.s⁻¹ - coef. 72-77

Les valeurs des minima et des maxima des M.E.S. de 2011 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 F2012								
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qf1 m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
12-avr	S	0,068	0,405	0,337	0,209			447
	F	1,060	7,110	6,050	2,783	6,895	70-62	
22-mai	S	0,337	0,697	0,360	0,441	4,663	77-77	915
	F	0,570	5,000	4,430	1,772			
12-juin	S	0,092	0,280	0,188	0,143	5,495	48-46	802
	F	0,170	5,590	5,420	1,570			
24-juil	S	0,064	0,262	0,198	0,177	2,368	81-78	271
	F	0,452	2,630	2,178	1,147			
17-août	S	0,061	0,115	0,054	0,084	1,329	83-87	220
	F	0,140	1,425	1,285	0,609			
05-sept	S	0,100	0,357	0,257	0,168	2,793	76-71	199
	F	0,230	3,150	2,920	1,084			
11-oct	S	0,053	0,150	0,097	0,096	0,155	42-49	211
	F	0,099	0,233	0,134	0,193			
07-nov	S	0,073	0,923	0,850	0,347	1,133	37-37	414
	F	0,216	1,310	1,094	0,566			
Mini S	S	0,053	0,115	0,054	0,084	0,155		
Mini F	F	0,099	0,233	0,134	0,193			
Maxi S	S	0,337	0,923	0,850	0,441	6,895		
Maxi F	F	1,060	7,110	6,050	2,783			

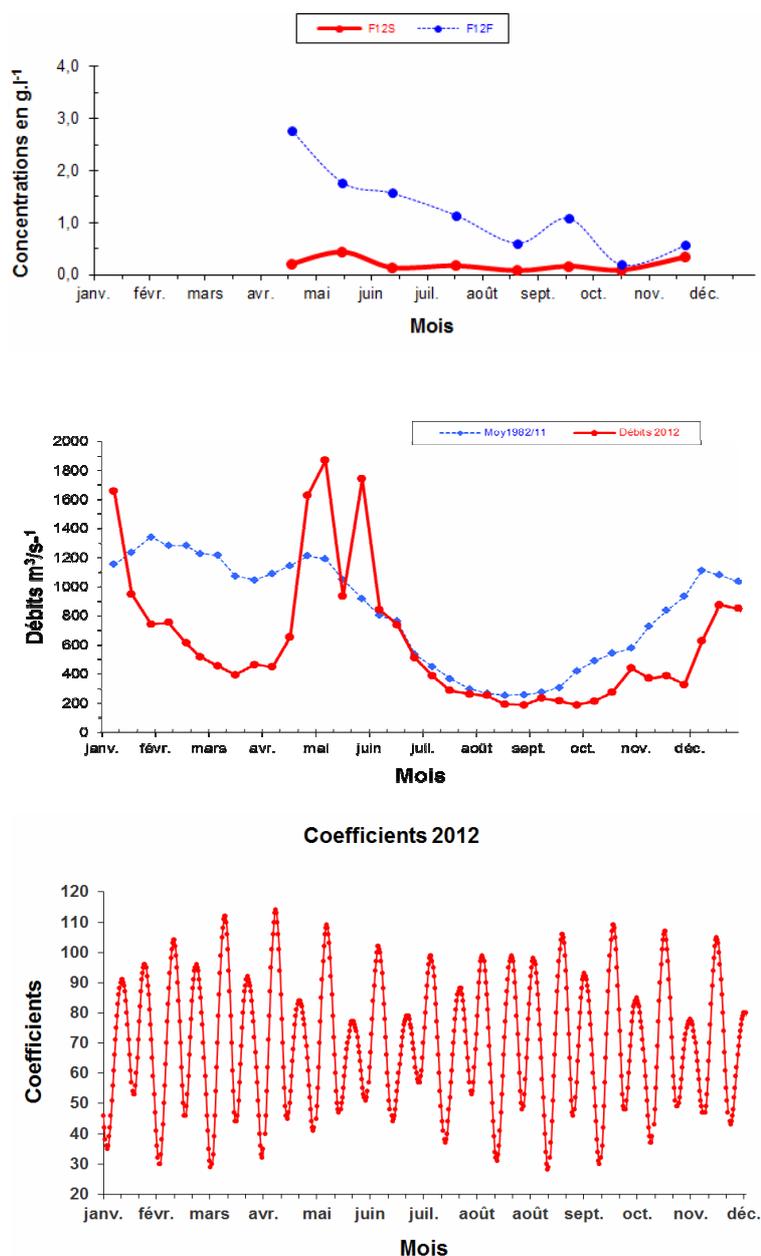


Figure 3-23 : Variations temporelles des MES moyennes au point F (PK 67) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2012

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

		VI-5						
		CONCENTRATIONS EN M.E.S.						
		En g.l ⁻¹						
ANNEE E2012								
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfl m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
11-avr	S	0,282	2,630	2,348	1,085		76-76	448
	F	5,210	32,800	27,590	16,328	31,690		
21-mai	S	0,430	2,050	1,620	1,098	3,718	77-77	933
	F	1,810	4,330	2,520	2,945			
14-juin	S	0,157	0,453	0,296	0,340	0,555	45-46	771
	F	0,223	0,983	0,760	0,660			
26-juil	S	0,129	0,473	0,344	0,293	2,272	65-61	268
	F	0,456	2,560	2,104	1,452			
24-août	S	0,150	0,640	0,490	0,348	1,700	66-60	188
	F	0,855	2,120	1,265	1,335			
12-sept	S	0,105	0,115	0,010	0,110	0,122	44-51	228
	F	0,157	0,237	0,080	0,197			
12-oct	S	0,071	0,854	0,783	0,451	3,901	57-65	213
	F	0,709	4,590	3,881	2,882			
06-nov	S	0,215	0,874	0,659	0,493	3,066	42-39	422
	F	0,772	3,940	3,168	1,096			
Mini S	S	0,071	0,115	0,010	0,110	0,122		
Mini F	F	0,157	0,237	0,080	0,197			
Maxi S	S	0,430	2,630	2,348	1,098	31,690		
Maxi F	F	5,210	32,800	27,590	16,328			

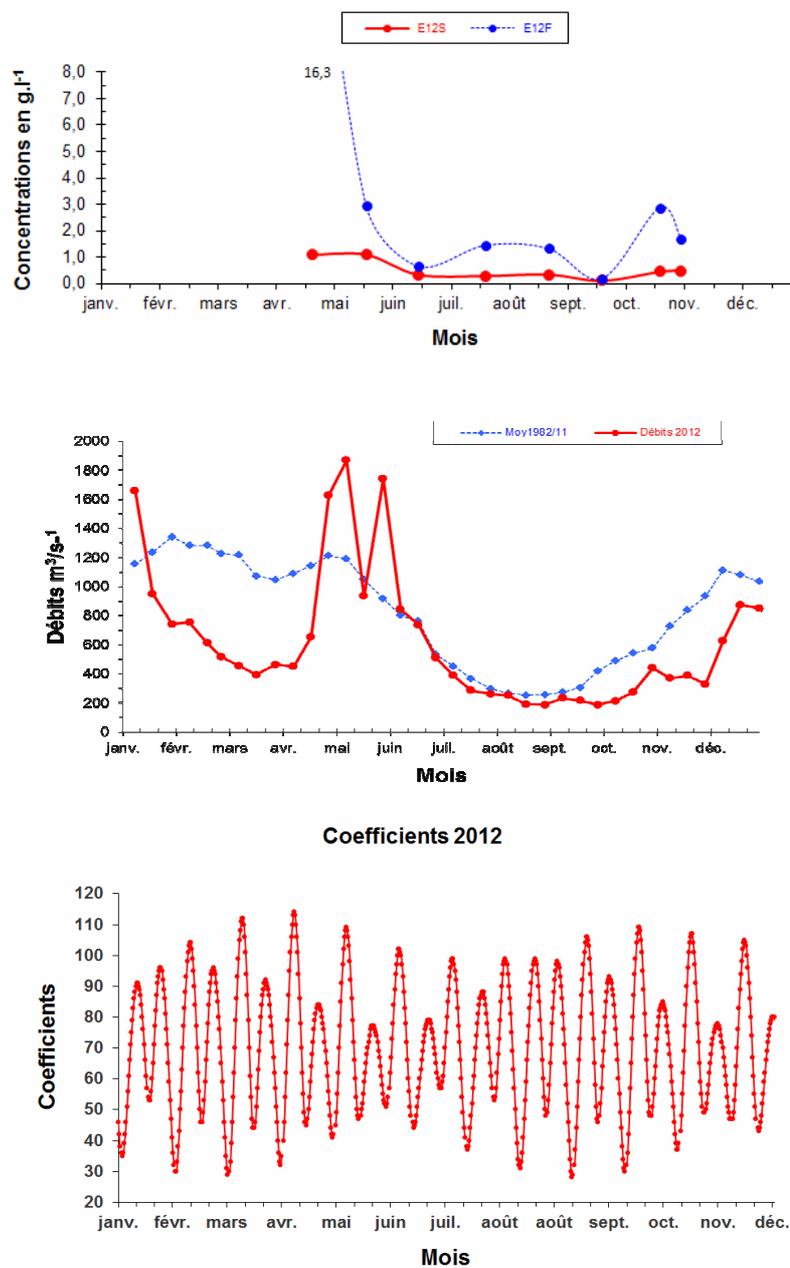


Figure 3-24 : Variations temporelles des MES moyennes au point E (PK 52) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2012

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

VI-6								
CONCENTRATIONS EN M.E.S.								
En g.l ⁻¹								
ANNEE K2012								
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qf1 m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
14-avr	S	0,247	2,100	1,853	1,186	3,063	46	493
	F	1,870	4,350	2,480	3,358			
24-mai	S	0,170	0,733	0,563	0,443	0,234	74-72	1184
	F	0,259	0,870	0,611	0,527			
13-juin	S	0,192	0,567	0,375	0,395	0,772	46-44	777
	F	0,318	1,260	0,942	0,737			
25-juil	S	0,149	2,130	1,981	1,239	6,800	74-70	269
	F	1,050	8,630	7,580	3,990			
16-août	S	0,210	1,500	1,290	0,864	3,525	91-95	211
	F	1,335	3,735	2,400	2,165			
06-sept	S	0,155	2,080	1,925	1,159	9,020	72-77	203
	F	0,851	10,600	9,749	4,325			
13-oct	S	0,229	2,670	2,441	1,787	3,000	73-80	205
	F	2,660	4,880	2,220	3,335			
08-nov	S	0,346	2,100	1,754	1,126	1,350	73-75	410
	F	1,010	3,230	2,220	1,980			
Mini S	S	0,149	0,567	0,375	0,395	0,234		
Mini F	F	0,259	0,870	0,611	0,527			
Maxi S	S	0,346	2,670	2,441	1,787	9,020		
Maxi F	F	2,660	10,600	9,749	4,325			

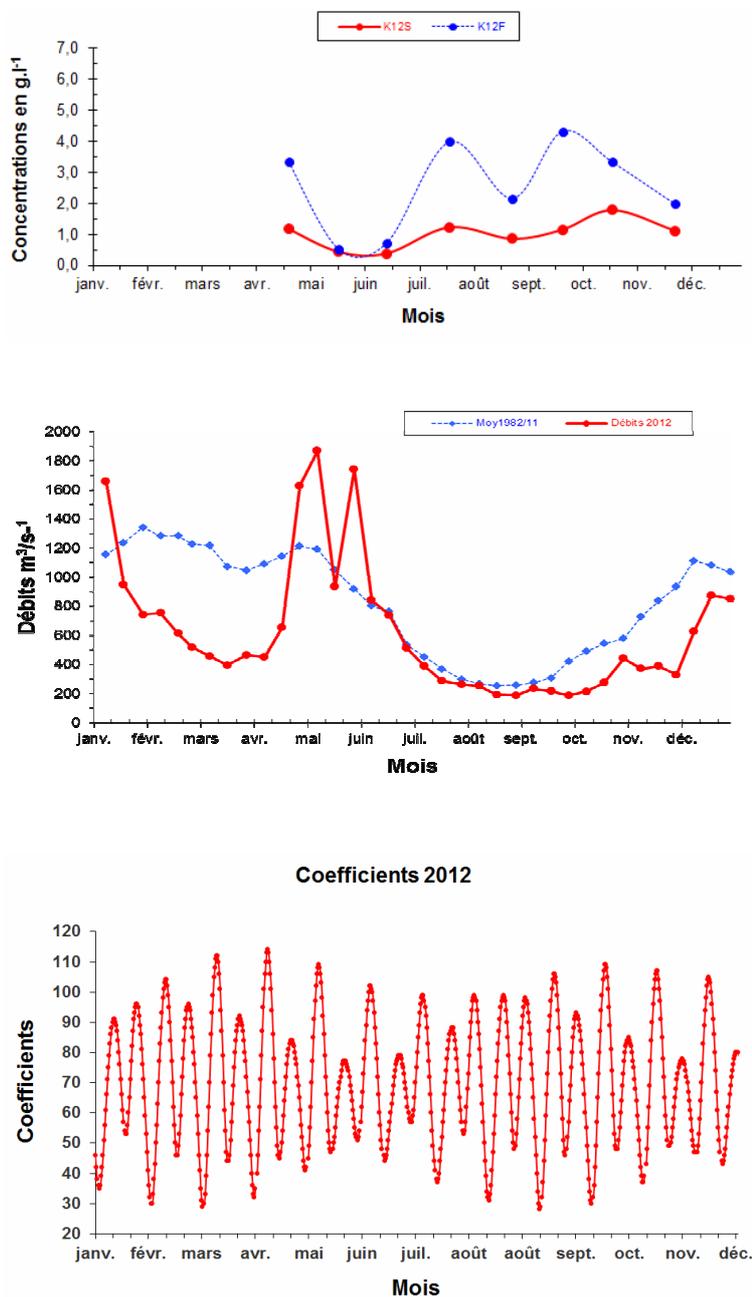


Figure 3-25 : Variations temporelles des MES moyennes au point K (PK 30) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2012

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 en avril et en novembre au PK 67, en avril au PK52, et en septembre et octobre au PK 30 :

au PK 67 : 0,923 g/l en surface et 7,110 g/l au fond
 au PK 52 : 2,630 g/l en surface et 32,800 g/l au fond
 au PK 30 : 2,670 g/l en surface et 10,600 g/l au fond

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

au PK 67 : 0,053 g/l en surface et 0,099 g/l au fond
 au PK 52 : 0,071 g/l en surface et 0,157 g/l au fond
 au PK 30 : 0,149 g/l en surface et 0,259 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 0,155 g/l (11 oct) à 6,895 g/l (12 avril)
 au Point E : de 0,122 g/l (12 sept) à 31,690 g/l (11 avril)
 au Point K : de 0,234 g/l (24 mai) à 9,020 g/l (6 septembre)

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

au Point F : de 0,054 g/l (17 août) à 6,050 g/l (12 avril)
 au Point E : de 0,010 g/l (12 sept) à 27,590 g/l (11 avril)
 au Point K : de 0,375 g/l (13 juin) à 9,749 g/l (6 septembre)

Synthèse 2012 :

Les valeurs des concentrations en M.E.S. de 2012 sont en moyenne similaires à celles de 2011. Aux point F et E, elles sont plus élevées en début d'année, car le bouchon vaseux est en position plus aval en hiver et au printemps ; les concentrations diminuent en été et automne lors de la remontée du bouchon vaseux en amont. Au point K, elles relativement élevées en fin d'année. Sur le long terme, l'année 2012 se situe parmi les années où les eaux sont les moins turbides durant de longues périodes.

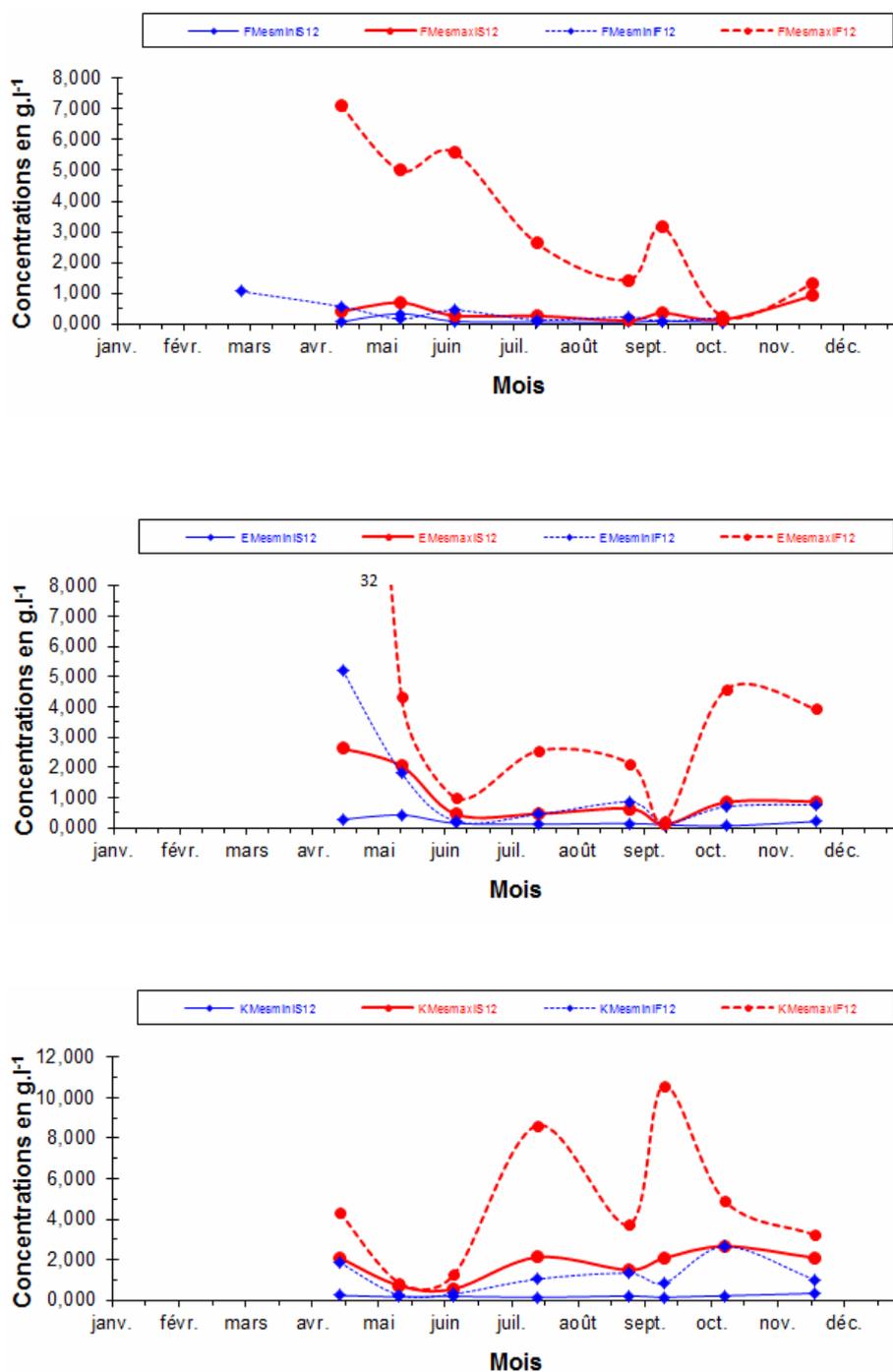


Figure 3-26 : Variations mensuelles des MES minimales et maximales aux points F-E-K en 2012

Tableau 3-12 : Maximum et minimum annuel des MES - Point E (PK 52) en SURFACE (Concentration en g.l⁻¹ ; lignes blanches : minimum, lignes grises : maximum)

Année	C (g.l ⁻¹)	Date	Débits m ³ .s ⁻¹	Coef. marée	V max (cm.s ⁻¹)
1978	0,056	30-août	177	43-47	95
	1,260	21-juin	840	91-96	165
1979	0,040	07-juin	1814	52-56	115
	2,420	13-mars	685	73-77	155
1980	0,060	13-févr	1580	44-48	-85
	1,900	18-juin	400	72-67	160
1981	0,050	12-août	263	41-44	70
	2,470	22-avr	1276	85-84	180
1982	0,079	07-juil	372	72-73	160
	1,682	17-mars	1548	55-49	170
1983	0,064	20-juil	442	54-52	115
	1,220	30-nov	452	56-59	85
1984	0,152	08-août	275	49-50	85
	2,424	08-mars	1371	79-75	133
1985	0,080	25-sept	260	41-47	-70
	1,800	13-mars	1422	80-71	150
1986	0,072	14-mai	2146	62-58	90
	1,760	19-nov	386	79-76	120
1987	0,108	19-août	438	33	70
	1,780	28-janv	1034	73-66	160
1988	0,087	27-avr	1301	36-40	-75
	1,700	24-août	327	36-40	108
1989	0,120	11-juil	205	54-50	97
	1,902	12-avr	1030	64-56	145
1990	0,097	04-juil	487	43-44	90
	1,768	14-nov	918	60-64	55
1991	0,037	05-juin	695	51-49	Etale PM
	1,216	13-mars	838	41-47	98
1992	0,049	05-nov	1790	37-40	-78
	1,334	09-juil	1410	57-54	94
1993	0,128	09-sept	325	51-45	Etale PM
	1,380	04-nov	947	75-72	92
1994	0,081	07-juil	725	54-59	PM
	0,878	10-nov	1885	66-59	120
1995	0,104	21-sept	285	39-44	Etale PM
	0,660	13-avr	914	59-67	114

Année	C (g.l ⁻¹)	Date	Débits m ³ .s ⁻¹	Coef. marée	V max (cm.s ⁻¹)
1996	0,122	25-juil	265	49-48	BM
	1,055	10-oct	501	59-64	113
1997	0,141	16-avr	376	37-36	Etale PM
	2,674	10-juil	485	72-69	148
1998	0,033	05-mars	626	79-70	-158
	0,738	14-juil	268	89-87	155
1999	0,064	23-sept	397	55-62	+/-111
	1,632	02-sept	230	82-76	143
2000	0,094	08-sept	307	31	82
	1,209	29-sept	333	105-106	140
2001	0,072	31-août	236	50-55	106
	0,829	04-juil	312	68-71	120
2002	0,078	17-sept	412	38-41	Etale BM
	2,368	18-avr	692	73-68	178
2003	0,089	11-juil	173	61-65	116
	1,965	12-sept	162	92-93	146
2004	0,082	27-juin	448	49-49	-108
	0,212	06-nov	568	27-26	105
2005	0,126	15-juil	273	50-47	123
	1,450	21-avr	961	48-45	157
2006	0,150	06-juil	202	40-41	111
	1,189	09-juin	326	61-65	120
2007	0,092	23-août	226	26-27	Etale PM
	1,300	11-juil	469	59-61	-70
2008	0,074	11-oct	242	51	Etale PM
	1,400	18-avr	1399	69	117
2009	0,108	18-juin	645	47-50	Etale PM
	0,295	25-avr	1563	92-95	Etale PM
2010	0,087	21-sept	260	70	Etale PM
	0,938	21-mai	1139	60-58	Mi-flot
2011	0,069	11-oct	226	81-83	-99
	0,846	19-août	227	68-64	140
2012	0,071	12-oct	213	57-65	-175
	2,630	11-avr	447	76-76	Etale BM

Tableau 3-13 : Maximum et minimum des MES - Point E (PK 52) au FOND
(Concentration en g.l⁻¹ ; lignes blanches : minimum, lignes grises : maximum)

Année	C (g.l ⁻¹)	Date	Débits m ³ .s ⁻¹	Coef. marée	V max (cm.s ⁻¹)
1978	0,136	30-août	177	43-47	90
	3,340	19-juil	524	76-82	120
1979	0,080	07-juin	1814	52-56	95
	5,470	13-mars	685	73-77	130
1980	0,090	13-févr	1580	44-48	-65
	2,860	23-avr	480	48-43	110
1981	0,058	12-août	263	41-44	75
	38,810	08-juil	327	66-62	105
1982	0,408	07-juil	372	72-73	150
	40,980	11-août	249	75-72	90
1983	0,164	08-juin	1471	56-51	-100
	41,960	22-juin	838	63-65	-100
1984	0,324	08-août	275	49-50	85
	31,310	11-janv	686	51-48	135
1985	0,102	25-sept	260	41-47	-55
	7,168	13-mars	1422	80-71	145
1986	0,124	14-mai	2146	62-58	65
	3,090	27-août	222	57-51	70
1987	0,174	19-août	438	33	50
	8,250	20-mai	700	58-54	110
1988	0,145	27-avr	1301	36-40	-55
	3,580	24-août	327	36-40	95
1989	0,164	11-juil	205	54-50	80
	9,574	15-mars	1340	50-42	108
1990	0,190	04-juil	487	43-44	90
	5,940	04-avr	474	40	82
1991	0,060	05-juin	695	51-49	86
	3,178	14-nov	308	44-40	-79
1992	0,082	25-juin	1657	46-46	-78
	9,956	24-avr	410	50-44	-90
1993	0,213	29-juil	456	51-45	-10
	3,978	15-avr	650	40-37	-96
1994	0,144	19-mai	1473	51-50	BM
	5,978	05-mai	1784	46	BM
1995	0,147	19-oct	378	33	Etale BM
	2,453	24-mai	800	53	-82

Année	C (g.l ⁻¹)	Date	Débits m ³ .s ⁻¹	Coef. marée	V max (cm.s ⁻¹)
1996	0,174	25-juil	265	49-48	BM
	6,216	25-avr	731	52-46	86
1997	0,196	12-juin	475	58-53	BM
	3,760	24-juil	311	104-101	-105
1998	0,046	05-mars	626	79-70	-148
	2,032	03-juin	703	45-43	80
1999	0,102	02-sept	230	82-76	94
	3,102	07-mai	1411	58-54	-88
2000	0,179	21-juil	408	75-73	BM
	5,007	13-avr	1161	49	-53
2001	0,107	03-mai	1468	53	-88
	1,314	09-nov	275	47-45	66
2002	0,292	17-sept	412	38-41	PM
	9,111	18-avr	692	73-68	-59
2003	0,160	11-juil	173	61-65	85
	7,398	14-nov	286	65-60	85
2004	0,242	27-juin	448	49-49	88
	0,523	22-oct	368	42-41	76
2005	0,118	30-sept	322	44-51	85
	2,350	21-avr	961	48-45	108
2006	0,230	06-juil	202	40-41	76
	8,667	20-avr	1134	48-43	94
2007	0,147	23-août	226	26-27	Etale PM
	3,950	08-juin	1163	60-58	-53
2008	0,232	09-juin	2231	73-58	Etale BM
	6,200	18-avr	1399	69	-117
2009	0,169	18-juin	645	47-50	Etale PM
	2,400	25-avr	1563	92-95	Etale PM
2010	0,280	22-juil	346	47-47	Etale PM
	5,560	17-juin	1134	85-82	Etale BM
2011	0,308	22-sept	208	31-34	Etale PM
	7,220	14-avr	701	55-63	Etale PM
2012	0,157	12-sept	227	44-51	Etale BM
	32,800	11-avr	447	76-76	53

3.5. Oxygène dissous

3.5.1. Variations temporelles

3.5.1.1. Variation au cours de la marée

En 2012 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 0,03 ml/l (12 avril) et 1,29 ml/l (24 juillet)

au fond entre 0,10 ml/l (12 avril et 22 mai) et 1,23 ml/l (24 juillet)

Les mesures du mois d'août ne sont pas considérées car particulières

Au Point E PK 52 (Tableau 3 15)

en surface entre 0,01 ml/l (12 sept.) et 1,51 ml/l (11 avril)

au fond entre 0,08 ml/l (12 sept) et 1,49 ml/l (11 avril)

Au Point K-PK 30 (Tableau 3 16)

en surface entre 0,89 ml/l (16 août) et 2,07 ml/l (6 sept)

au fond entre 0,90 ml/l (13 oct) et 1,98 ml/l (25 juillet)

3.5.1.2. Variations mensuelles

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

Les mesures du mois d'août ne sont pas considérées car particulières

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

en surface : 0,28 ml/l (4,25 %) le 12 avril et 0,96 ml/l (16,93 %) le 24 juillet.

au fond : 0,23 ml/l (3,50 %) le 12 avril et 0,90 ml/l (15,98 %) le 24 juillet.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées :

le 7 nov. en surface : 6,30 ml/l (92,81 %) (Qfl : 414 m³.s⁻¹ - coef. 37-37)

le 12 avril au fond : 6,30 ml/l (96,50 %) (Qfl : 447 m³.s⁻¹ - coef. 70-62)

Les déficits moyens correspondants:

en surface : 0,49 ml/l (7,19 %)

au fond : 0,23 ml/l (3,50 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 24 juillet en surface : 4,71 ml/l (83,07 %) (Qfl : 271 m³.s⁻¹ - coef. 81-78)

le 24 juillet au fond : 4,74 ml/l (84,02 %) (Qfl : 271 m³.s⁻¹ - coef. 81-78)

Les déficits moyens correspondants :

en surface : 0,96 ml/l (16,93 %)

au fond : 0,90 ml/l (15,98%)

Les déficits minimum de l'année ont été relevés :

le 12 avril en surface : 0,03 ml/l (0,46 %) (Qfl : 447 m³.s⁻¹ - coef. 70-62)

le 12 avril au fond : 0,10 ml/l (1,57 %) (Qfl : 447 m³.s⁻¹ - coef. 70-62)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 24 juillet en surface : 1,29 ml/l (22,56 %) (Qfl : 271 m³.s⁻¹ - coef. 81-78)

le 24 juillet au fond : 1,23 ml/l (21,62 %) (Qfl : 271 m³.s⁻¹ - coef. 81-78)

En 2012, sans considérer les valeurs du mois d'août, les valeurs moyennes au point F évoluent autour de 91,8 % (5,63 ml/l). Le déficit moyen annuel est évalué à 0,49 ml/l (8,20 %) alors qu'en 2011, il était évalué à 0,56 ml/l (9,09 %). (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 2012														
DATES		TAUX DE SATURATION ml/l	MOYEN DE LA MAREE		DEFICIT				ECART MAXI TRANCHE D'EAU		COEFFICIENT	Qfl: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents)		
			ml/l	%	Moyen ml/l	%	Minimum ml/l	%	Maximum ml/l	%			ml/l	%
12	S	6,53	6,26	95,75	0,28	4,25%	0,03	0,46%	0,50	7,56%	0,21	2,75	70-62	447
avril 2012	F	6,53	6,30	96,50	0,23	3,50%	0,10	1,57%	0,43	6,51%				
22	S	6,55	6,14	93,74	0,41	6,26%	0,15	2,29%	0,63	9,43%	0,07	1,44	77-77	915
Mai 2012	F	6,50	6,13	94,33	0,37	5,67%	0,10	1,54%	0,70	10,49%				
12	S	6,06	5,45	90,00	0,61	10,00%	0,39	6,47%	0,96	15,52%	0,07	1,61	48-46	802
Juin 2012	F	6,03	5,45	90,45	0,58	9,55%	0,40	6,70%	0,91	14,74%				
24	S	5,67	4,71	83,07	0,96	16,93%	0,73	12,79%	1,29	22,56%	0,06	1,38	81-78	271
Juillet 2012	F	5,64	4,74	84,02	0,90	15,98%	0,66	11,66%	1,23	21,62%				
17	S	5,38									1,46	27,35	83-87	220
Août 2012	F	5,36												
5	S	5,60	5,03	89,86	0,57	10,14%	0,35	6,42%	0,75	13,39%	0,24	4,45	76-71	199
Sept 2012	F	5,59	5,07	90,64	0,52	9,36%	0,39	7,04%	0,69	12,42%				
11	S	5,78	5,48	94,75	0,30	5,25%	0,10	1,81%	0,46	7,90%	0,11	1,89	42-49	211
Octobre 2012	F	5,75	5,51	95,76	0,24	4,24%	0,12	2,16%	0,40	6,91%				
7	S	6,79	6,30	92,81	0,49	7,19%	0,26	3,84%	0,64	9,28%	0,10	1,97	37-37	414
Nov 2012	F	6,72	6,29	93,60	0,43	6,40%	0,43	6,40%	0,75	10,87%				
Moyennes	S	6,04	5,62	91,43	0,52	8,57%	0,29	4,87%	0,75	12,23%				
	F	6,02	5,64	92,18	0,47	7,82%	0,28	4,76%	0,73	11,94%				
	G	6,03	5,63	91,80	0,49	8,20%	0,28	4,82%	0,74	12,09%				
min Surf		5,38	4,71	83,07	0,28	4,25%	0,03	0,46%	0,46	7,56%	0,06	1,38		
min Fond		5,36	4,74	84,02	0,23	3,50%	0,10	1,54%	0,40	6,51%				
max Surf		6,79	6,30	95,75	0,96	16,93%	0,73	12,79%	1,29	22,56%	1,46	27,35		
max Fond		6,72	6,30	96,50	0,90	15,98%	0,66	11,66%	1,23	21,62%				

[N.B. les mesures d'oxygène du mois d'août sont en annexe. Ces valeurs sont exceptionnellement élevées et correspondent à un bloom planctonique estival ponctuel enregistré au point F. Sur le tableau, les calculs statistiques annuels ne tiennent pas compte de ces valeurs].

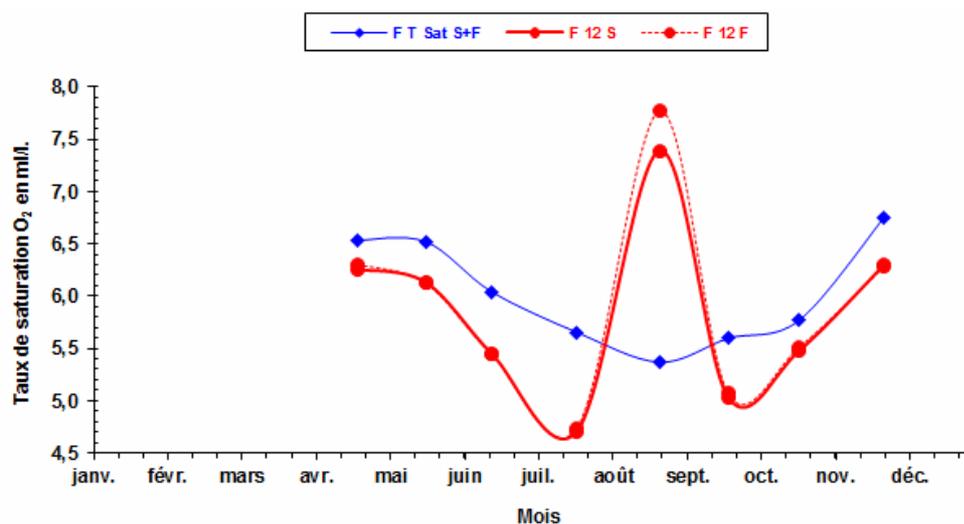


Figure 3-27 : Variations mensuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml.l¹ au Point F (PK 67) en 2012

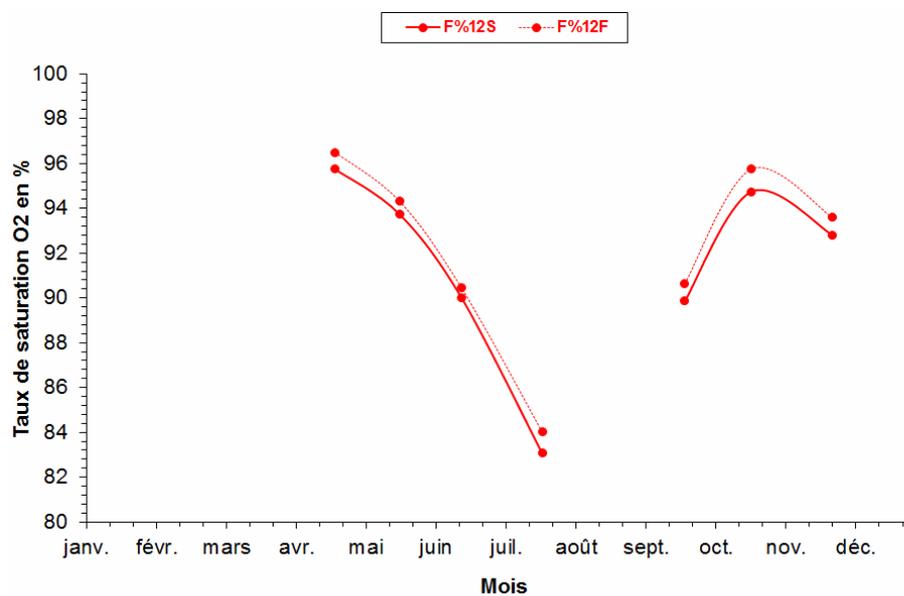


Figure 3-28 : Variations mensuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % de saturation au Point F (PK 67) en 2012

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

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

en surface : 0,25 ml/l (4,44 %) le 12 sept. et 1,09 ml/l (16,15 %) le 21 mai.
 au fond : 0,29 ml/l (5,15 %) le 12 sept. et 1,12 ml/l (16,02 %) le 6 nov.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées

le 6 nov en surface : 5,94 ml/l (84,77 %) (Qfl : $422 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 42-39)

le 6 nov au fond : 5,87 ml/l (83,98 %) (Qfl : $422 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 42-39)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de:

en surface : 1,07 ml/l (15,23 %)

au fond : 1,12 ml/l (16,02 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 24 août en surface : 4,59 ml/l (84,51 %) (Qfl : $188 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 66-60)

le 24 août au fond : 4,67 ml/l (85,87 %) (Qfl : $188 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 66-60)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 0,85 ml/l (15,49 %)

au fond : 0,77 ml/l (14,13 %)

Les déficits minimum de l'année ont été observés :

le 12 sept. en surface : 0,01 ml/l (0,15 %) (Qfl : $228 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 44-51)

le 12 sept. au fond : 0,08 ml/l (1,41 %) (Qfl : $228 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 44-51)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 11 avril en surface : 1,51 ml/l (21,71 %) (Qfl : $448 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 86-78)

le 11 avril au fond : 1,49 ml/l (21,62 %) (Qfl : $448 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 86-78)

En 2012, les valeurs moyennes au point E évoluent autour de 86,48 % (5,26 ml/l). Le déficit moyen annuel est évalué à 0,83 ml/l (13,52 %), alors qu'en 2011 il était évalué à 0,60 ml/l (9,92 %). (**Tableau 3-15**)

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

VI-14 - OXYGENE DISSOUS														
POINT E PK 52														
ANNEE E 2011														
DATES		TAUX DE SATURATION ml/l	MOY DE LA MAREE		DEFICIT						ECART MAXI TRANCHE D'EAU		COEFFICIENT	Qfl: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents)
			ml/l	%	Moyen		Minimum		Maximum		ml/l	%		
					ml/l	%	ml/l	%	ml/l	%	ml/l	%		
11	S	6,82	5,86	85,90	0,97	14,10%	0,37	5,49%	1,51	21,71%	0,41	5,76	86-78	448
Avril 2012	F	6,84	5,83	85,30	1,01	14,70%	0,35	5,19%	1,49	21,62%				
21	S	6,73	5,65	83,85	1,09	16,15%	0,87	12,93%	1,28	18,76%	0,52	9,78	77-77	914
Mai 2012	F	6,69	5,79	86,54	0,91	13,46%	0,21	3,15%	1,22	17,88%				
14	S	6,24	5,50	88,17	0,74	11,83%	0,58	9,39%	0,88	13,86%	0,08	2,46	45-46	771
Jun 2012	F	6,26	5,46	87,25	0,80	12,75%	0,74	11,77%	0,89	14,01%				
26	S	5,72	4,75	83,02	0,97	16,98%	0,74	13,09%	1,22	21,18%	0,10	1,90	65-61	268
Juillet 2012	F	5,70	4,74	83,13	0,96	16,87%	0,79	14,05%	1,26	21,95%				
24	S	5,44	4,59	84,51	0,85	15,49%	0,65	12,02%	1,30	23,46%	0,36	7,03	66-60	188
Août 2012	F	5,44	4,67	85,87	0,77	14,13%	0,36	6,77%	1,29	23,32%				
12	S	5,62	5,36	95,56	0,25	4,44%	0,01	0,15%	0,62	10,74%	0,10	1,26	44-51	228
Sept 2012	F	5,60	5,31	94,85	0,29	5,15%	0,08	1,41%	0,66	11,56%				
12	S	6,09	5,07	83,36	1,02	16,64%	0,60	10,19%	1,22	19,73%	0,04	0,39	57-65	213
Octobre 2012	F	6,07	5,06	83,36	1,01	16,64%	0,58	9,88%	1,23	19,93%				
6	S	7,01	5,94	84,77	1,07	15,23%	0,93	13,28%	1,48	20,57%	0,21	2,14	42-39	422
Nov 2012	F	7,00	5,87	83,98	1,12	16,02%	1,07	15,23%	1,47	20,43%				
Moyennes	S	6,21	5,25	86,34	0,84	13,66%	0,54	9,04%	1,15	18,49%				
	F	6,20	5,26	86,61	0,82	13,39%	0,44	7,46%	1,15	18,61%				
	G	6,20	5,26	86,48	0,83	13,52%	0,49	8,25%	1,15	18,55%				
min Surf		5,44	4,59	83,02	0,25	4,44%	0,01	0,15%	0,62	10,74%	0,04	0,39		
min Fond		5,44	4,67	83,13	0,29	5,15%	0,08	1,41%	0,66	11,56%				
max Surf		7,01	5,94	85,56	1,09	16,98%	0,93	13,28%	1,51	23,46%	0,52	9,78		
max Fond		7,00	5,87	84,85	1,12	16,87%	1,07	15,23%	1,49	23,32%				

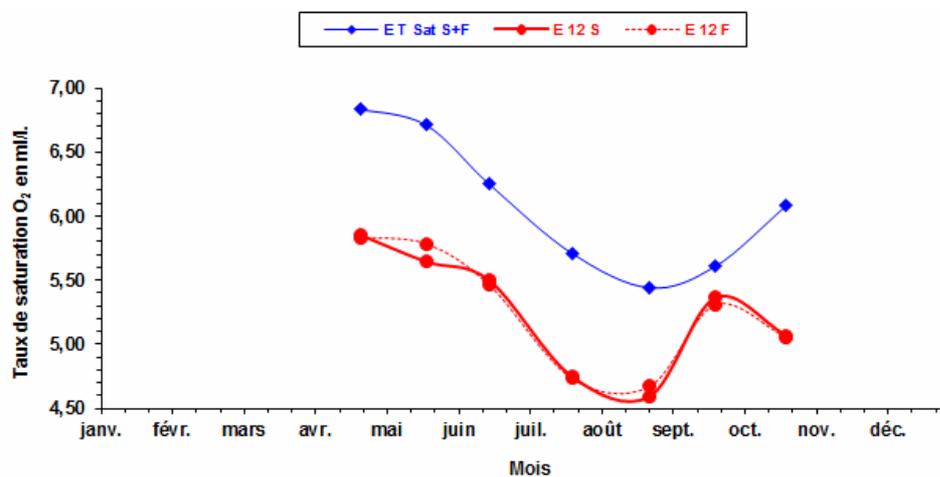


Figure 3-29 : Variations mensuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml.l⁻¹ au Point E (PK 52) en 2012

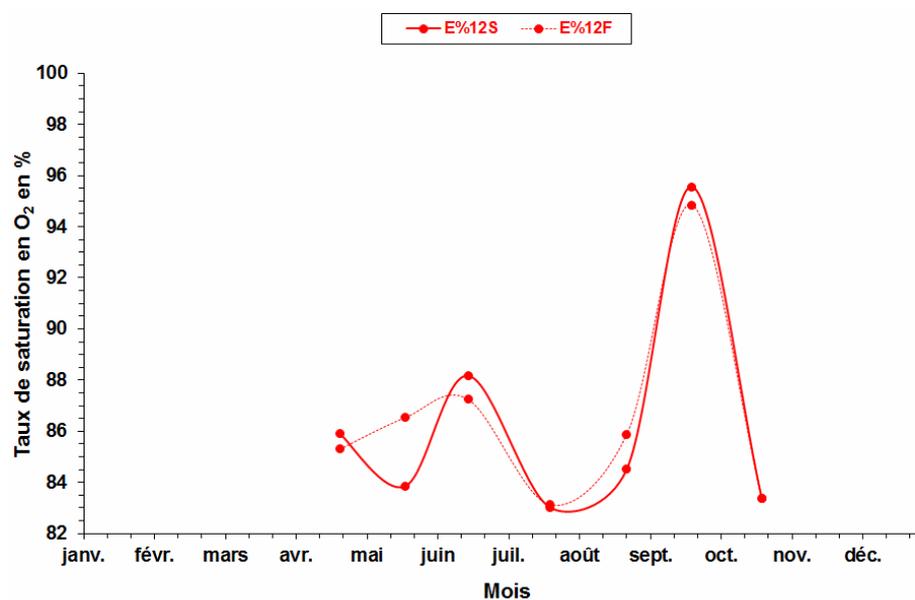


Figure 3-30 : Variations mensuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % de saturation au Point E (PK 52) en 2012

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

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

en surface : 1,04 ml/l (18,21 %) le 16 août et 1.71 ml/l (28,59 %) le 6 sept.
 au fond : 1,12 ml/l (19,54 %) le 16 août et 1.55 ml/l (26,10 %) le 25 juillet.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées

le 8 nov. en surface : 5,96 ml/l (80,74 %) (Qfl : $410 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 39)

le 8 nov. au fond : 5,96 ml/l (80,93 %) (Qfl : $410 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 39)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de:

en surface : 1,43 ml/l (19,26 %)

au fond : 1,41 ml/l (19,07 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 6 sept en surface : 4,26 ml/l (71,41 %) (Qfl : $203 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 65-68)

le 25 juillet au fond : 4,38 ml/l (73,90 %) (Qfl : $269 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 74-70)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 1.71 ml/l (28,59 %)

au fond : 1.55 ml/l (26,10 %)

Les déficits minimum de l'année ont été observés :

le 16 août en surface : 0,89 ml/l (15,60 %) (Qfl : $211 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 72-77)

le 13 oct au fond : 0,90 ml/l (14,50 %) (Qfl : $205 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 73-80)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 6 sept. en surface : 2,07 ml/l (34,30 %) (Qfl : $203 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 65-58)

le 25 juillet au fond : 1,989 ml/l (33,19 %) (Qfl : $269 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 74-70)

En 2012 les valeurs moyennes au point K évoluent autour de 78,32 % (5,07 ml/l). Le déficit moyen annuel est évalué à 1,39 ml/l (21,69 %) alors qu'en 2011 il était évalué à 1.29 ml/l (20,35 %). (**Tableau 3 16**)(**Tableau 3 18**)

La comparaison des années 2011 et 2012 met en évidence des oxygénations similaires, inférieures aux stations aval en raison d'une plus forte charge en matière organique, associée aux matières en suspensions.

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

VI-15 - OXYGENE DISSOUS														
POINT K PK 30														
ANNEE K 2011														
DATES		TAUX DE SATURATION		MOYEN DE LA MAREE		DEFICIT				ECART MAXI TRANCHE D'EAU		COEFFICIENT	Qf: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents)	
		m/l	%	m/l	%	Moyen	Minimum	Maximum	m/l	%				
		m/l	%	m/l	%	m/l	%	m/l	%	m/l	%			
14	S	7,01	5,49	78,29	1,52	21,71%	1,31	18,85%	1,88	26,33%	0,17	2,59	46-45	493
Avril 2012	F	7,00	5,56	79,39	1,44	20,61%	1,16	16,76%	1,69	23,74%				
24	S	6,96	5,80	83,38	1,16	16,62%	1,01	14,50%	1,24	17,93%	0,05	0,72	74-72	1184
Mai 2012	F	6,96	5,82	83,54	1,15	16,46%	1,00	14,35%	1,25	18,00%				
13	S	6,42	5,31	82,71	1,11	17,29%	0,94	14,47%	1,26	19,57%	0,01	0,52	44	777
Juin 2012	F	6,43	5,31	82,71	1,12	17,29%	0,95	14,62%	1,26	19,57%				
25	S	5,92	4,34	73,32	1,58	26,68%	1,44	24,35%	1,93	32,35%	0,15	2,42	74-70	269
Juillet 2012	F	5,92	4,38	73,90	1,55	26,10%	1,31	22,27%	1,98	33,19%				
16	S	5,74	4,69	81,79	1,04	18,21%	0,89	15,60%	1,20	21,01%	0,23	4,02	72-77	211
Août 2012	F	5,72	4,61	80,46	1,12	19,54%	0,93	16,53%	1,21	21,19%				
6	S	5,96	4,26	71,41	1,71	28,59%	1,29	21,78%	2,07	34,30%	0,38	6,55	65-58	203
Sept 2012	F	5,95	4,43	74,42	1,52	25,58%	1,23	20,73%	1,97	32,64%				
13	S	6,28	4,83	76,92	1,45	23,08%	1,05	16,87%	1,87	29,36%	0,21	3,35	73-80	205
Octobre 2012	F	6,28	4,89	78,03	1,38	21,97%	0,90	14,50%	1,95	30,62%				
8	S	7,39	5,96	80,74	1,43	19,26%	1,22	16,77%	1,41	19,11%	0,04	1,14	39	410
Nov 2012	F	7,36	5,96	80,93	1,41	19,07%	1,13	15,63%	1,43	19,40%				
Moyennes	S	6,46	5,05	77,98	1,41	22,02%	1,17	18,39%	1,66	25,77%				
	F	6,46	5,09	78,67	1,37	21,33%	1,09	17,25%	1,64	25,54%				
	G	6,46	5,07	78,32	1,39	21,68%	1,13	17,82%	1,65	25,66%				
min Surf		5,74	4,26	71,41	1,04	16,62%	0,89	14,47%	1,20	17,93%	0,01	0,52		
min Fond		5,72	4,38	73,90	1,12	16,46%	0,90	14,35%	1,21	18,00%				
max Surf		7,39	5,96	83,38	1,71	28,59%	1,44	24,35%	2,07	34,30%	0,38	6,55		
max Fond		7,36	5,96	83,54	1,55	26,10%	1,31	22,27%	1,98	33,19%				

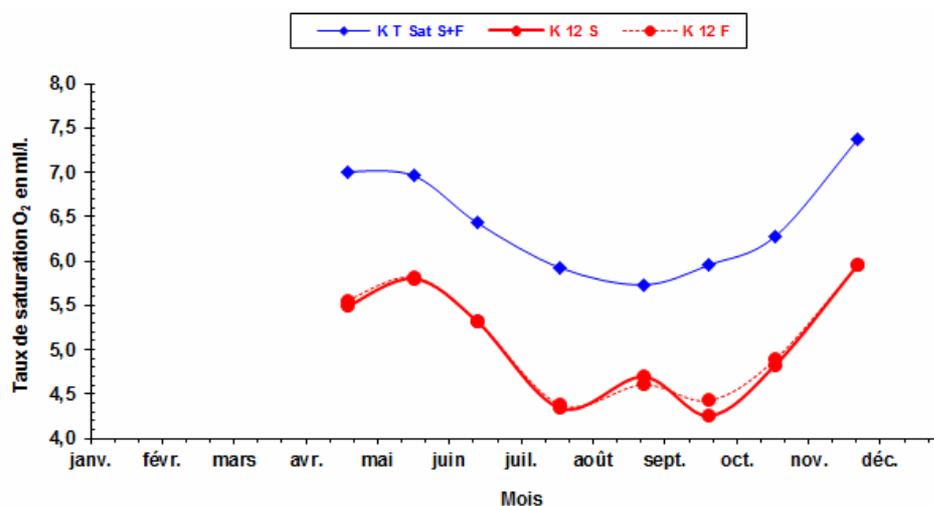


Figure 3-31 : Variations mensuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml.l⁻¹ au Point K (PK 30) en 2012

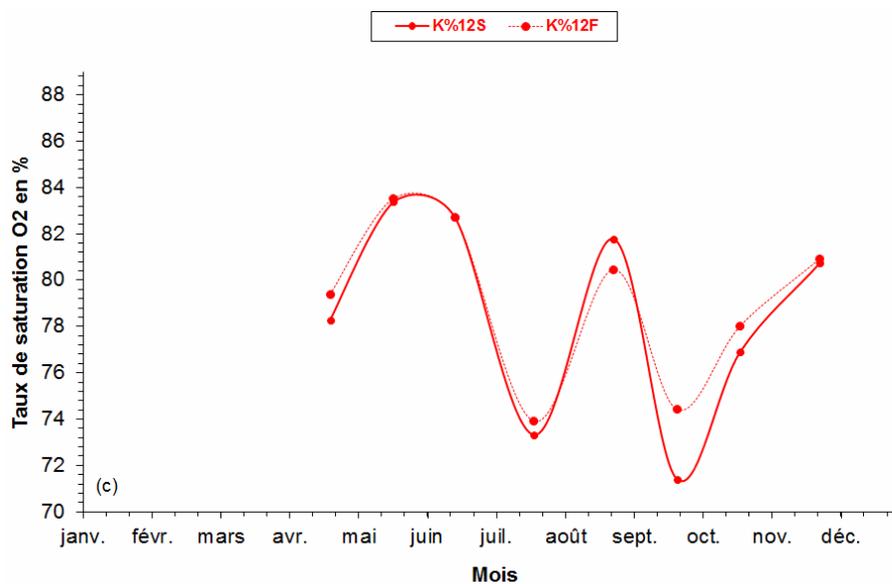


Figure 3-32 : Variations mensuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % de saturation au Point K (PK 30) en 2012

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	Tn-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	
2011	64	0,564	0,0955	0,458	
2012	56	0,431	0,0583	0,277	
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	
2011	64	0,624	0,0860	0,412	
2012	64	0,865	0,0781	0,371	

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	Tn-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	
2011	64	1,259	0,0788	0,378	
2012	64	1,356	0,0621	0,295	

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 2012 est de :

En surface :

Au Point F :

5,62 ml/l (91,43 %) pour une valeur de saturation de 6,04 ml/l, d'où un déficit de 0,52 ml/l (8,57 %).

Au Point E :

5,25 ml/l (86,34 %) pour une valeur de saturation de 6,21 ml/l, d'où un déficit de 0,84 ml/l (13,66 %).

Au Point K :

5,05 ml/l (77,98 %) pour une valeur de saturation de 6,46 ml/l, d'où un déficit de 1,41 ml/l (22,02 %).

Au fond :

Au point F :

5,64 ml/l (92,18 %) pour une valeur de saturation de 6,02 ml/l, d'où un déficit de 0,47 ml/l (7,82 %).

Au point E :

5,87 ml/l (83,98 %) pour une valeur de saturation de 7,00 ml/l, d'où un déficit de 1,12 ml/l (16,02 %).

Au Point K :

5,96 ml/l (80,93 %) pour une valeur de saturation de 7,36 ml/l, d'où un déficit de 1,41 ml/l (19,07 %).

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 2012, la comparaison des déficits aux trois points est représentée sur la **Figure 3-36**.

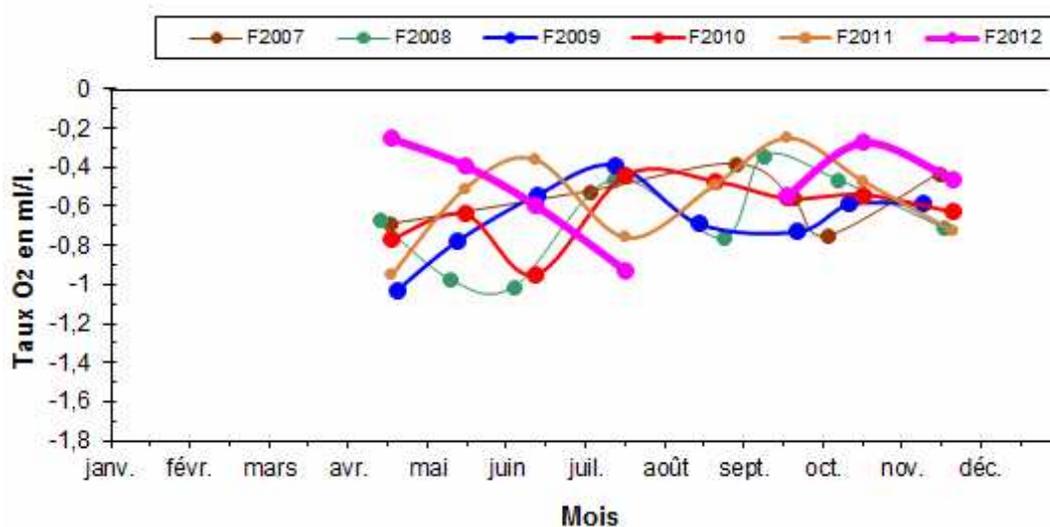


Figure 3-33 : Variations du déficit en oxygène dissous au point F (PK 67) (valeurs moyennes) de 2006 à 2012

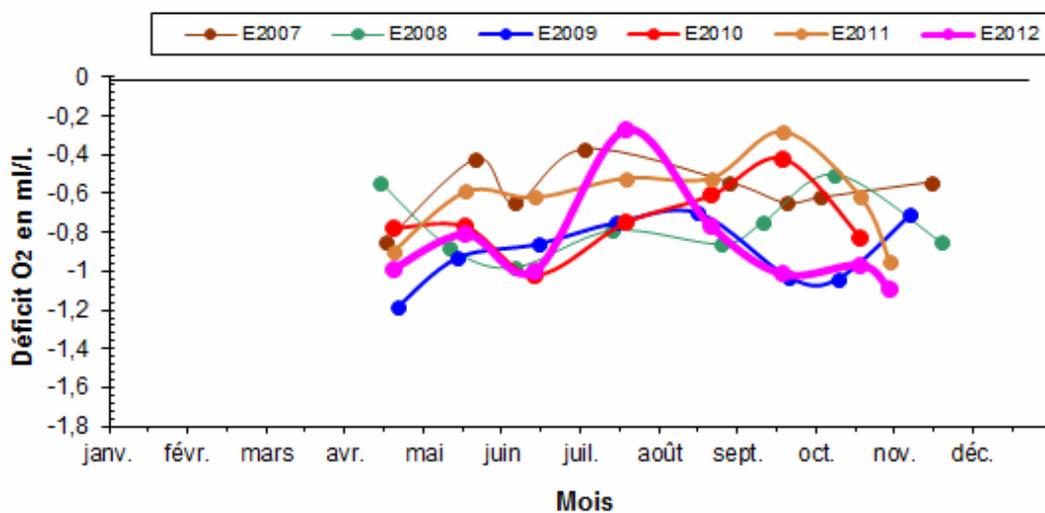


Figure 3-34 : Variations du déficit en oxygène dissous au point E (PK 52) (valeurs moyennes) de 2006 à 2012

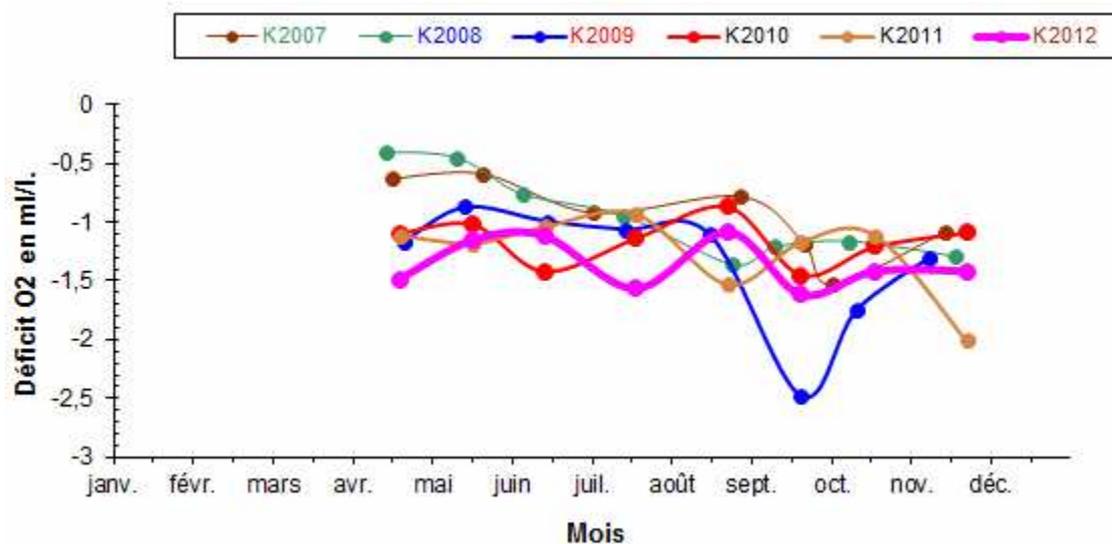


Figure 3-35 : Variations du déficit en oxygène dissous au point K (PK 30) (valeurs moyennes) de 2006 à 2012

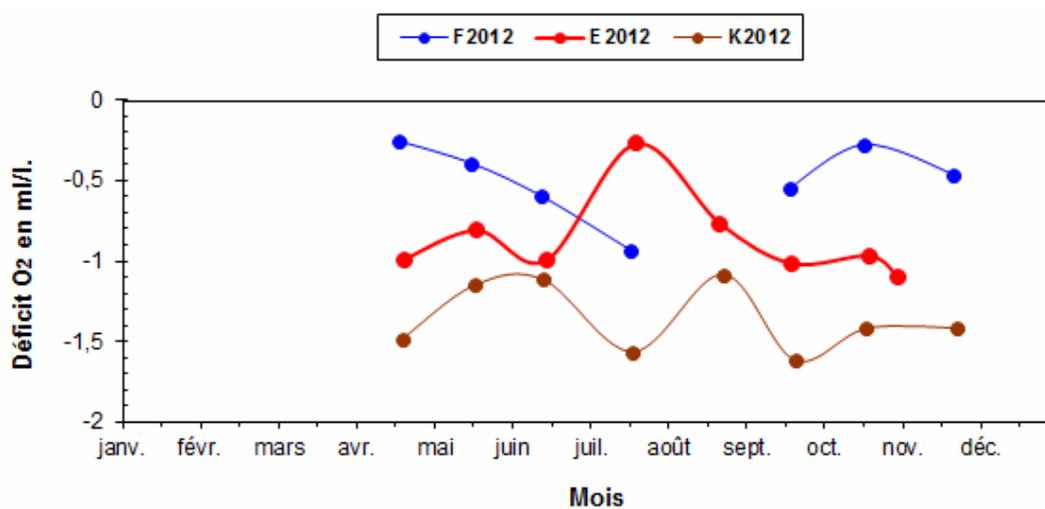


Figure 3-36 : Variations du déficit en oxygène dissous au point F, E, et K (valeurs moyennes) en 2012

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 0,07 ml/l (1,44 %) le 22 mai et le 12 juin, et 0,24 ml/l (4,45 %) le 5 septembre.

Au Point E-PK 52 (Tableau 3 15)

Entre 0,04 ml/l (0,39 %) le 12 octobre et 0,52 ml/l (9,78 %) le 21 mai.

Au Point K-PK 30 (Tableau 3 16)

Entre 0,01 ml/l (0,72 %) le 13 juin et 0,38 ml/l (6,55 %) le 6 septembre.

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

Synthèse 2012 :

Depuis le début des mesures (1978 pour le point E), on n'observe pas de diminution excessive de la teneur en oxygène dissous des eaux. Les fluctuations observées sont liées à la turbidité des eaux et donc à la position moyenne du bouchon vaseux au cours de l'année ; 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. Le CNPE n'a pas d'impact sur la position du bouchon vaseux, ni sur les teneurs en oxygène dissous à l'échelle de l'estuaire

3.6. Mesure électrochimique du pH

3.6.1. Variations spatio-temporelles

Le pH moyen relevé au cours de l'année 2012 a évolué :

Au point F (Figure 3-37)

en surface entre 7,06 (12 juin) et 8,21 (17 août)

au fond entre 7,06 (12 juin) et 8,23 (17 août)

Au point E (Figure 3-37)

en surface entre 7,08 (14 juin) et 8,16 (06 nov)

au fond entre 7,08 (14 juin) et 8,33 (06 nov)

Au point K (Figure 3-37)

en surface entre 7,01 (13 juin) et 8,16 (06 sept)

au fond entre 7,02 (13 juin) et 8,16 (06 sept)

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.

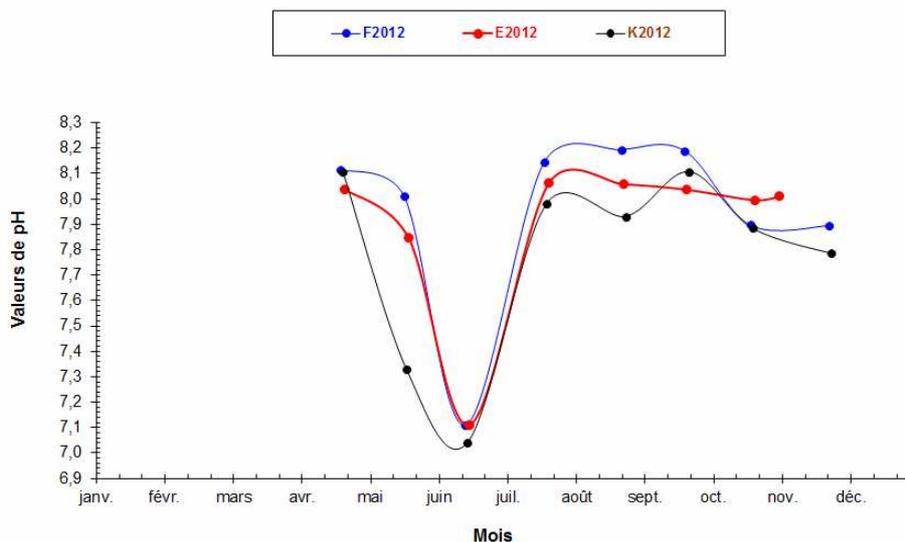


Figure 3-37 : Evolution du pH moyen (fond+surface) aux points F E K en 2012

Les **Figure 3-38** et **3-39** montrent l'évolution du taux de saturation en oxygène dissous et du pH aux stations F, E et K.

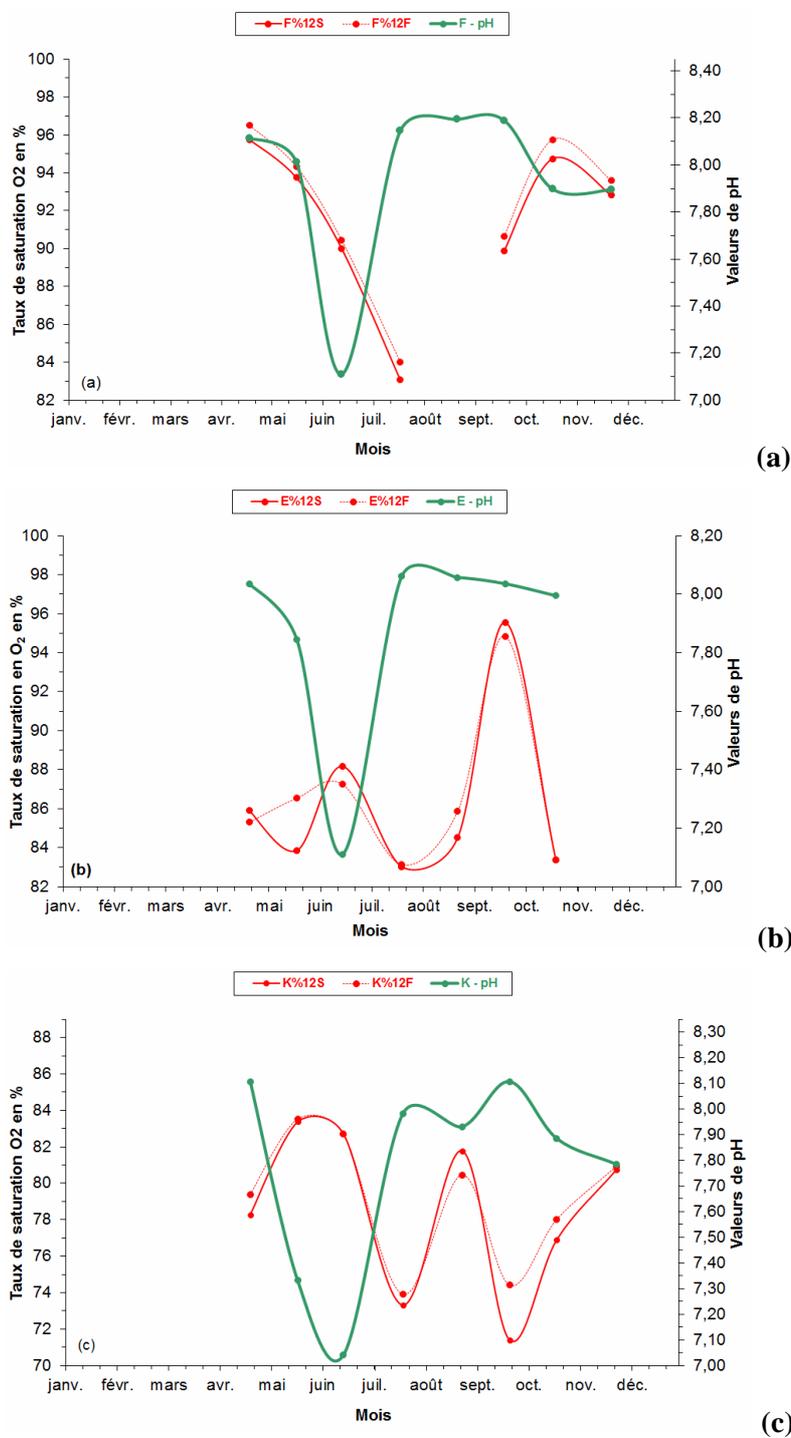
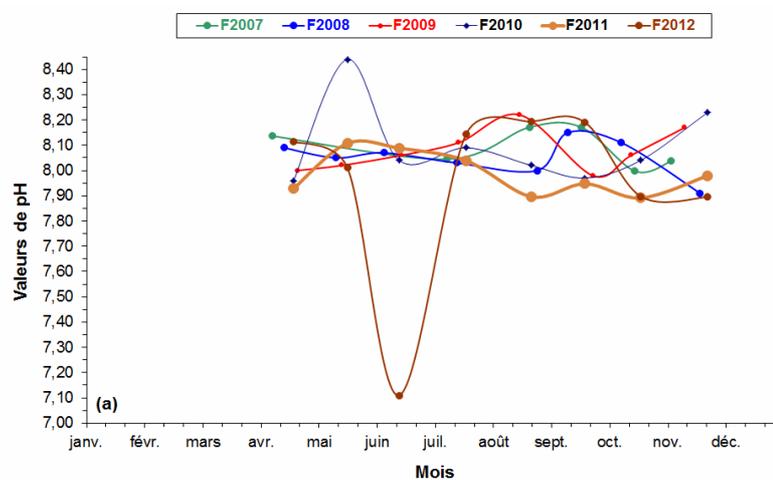
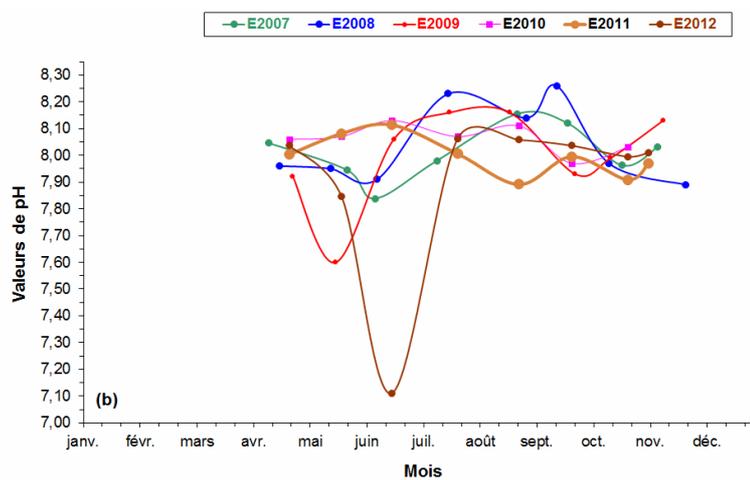


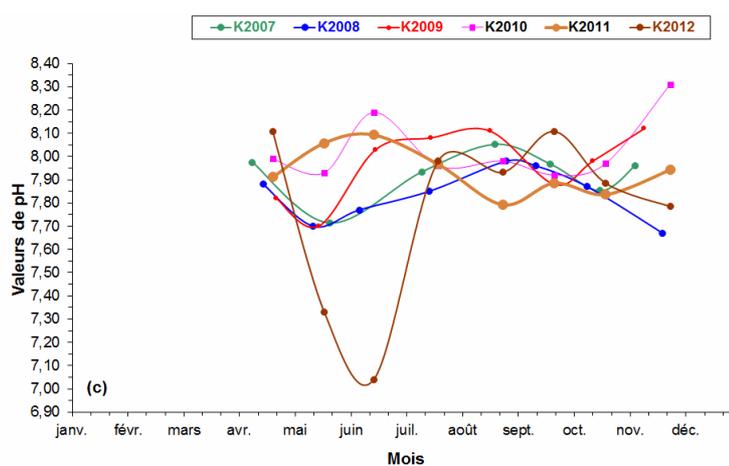
Figure 3-38 : Variations moyennes du pH (fond, surface) et du taux de saturation en oxygène aux points F (a), E (b), K (c) en 2012



(a)



(b)



(c)

Figure 3-39 : Comparaison des valeurs moyennes de pH aux points F (a), E (b), K (c) de 2007 à 2012

Synthèse 2012 :

La gamme de variation des pH est plus large que lors des années 2007 à 2011.

Si on compare 2012 avec les 5 années précédentes, on note que le pH est très sensible au débit fluvial. Le pH de l'Océan est d'environ 8,1. Une augmentation brusque du débit fluvial (même minime), provoque une diminution du pH. La crue printanière de mai-juin est marquée par une chute sensible du pH à toutes les stations, pour les 2èmes et 3èmes prélèvements de l'année.

4. Paramètres hydrobiologiques et contaminants chimiques

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 décidé²⁴ 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 stations de mesure. Pour les stations E et K, de fortes fluctuations des valeurs sont enregistrées cette année. Les teneurs sont extrêmement élevées en avril pour la station E au fond puis elles diminuent progressivement en mai et juin. Pour la station K, les campagnes de juillet et de septembre présentent les plus fortes concentrations.

Pour la station F, les variations saisonnières sont moins marquées qu'en amont. Les teneurs les plus élevées en COT et COP sont enregistrées pour la campagne du mois d'avril comme pour la station E et les plus faibles en octobre.

Le profil des concentrations s'inverse au mois de juin :

- D'avril à mai : les concentrations en COP sont plus élevées en aval par rapport à l'amont

²⁴ Réunion annuelle de suivi du 18 décembre 2003 au CNPE du Blayais

- De juin à octobre : les teneurs moyennes en COT sont nettement supérieures à la station K par rapport à la station F, la station E présentant un profil intermédiaire

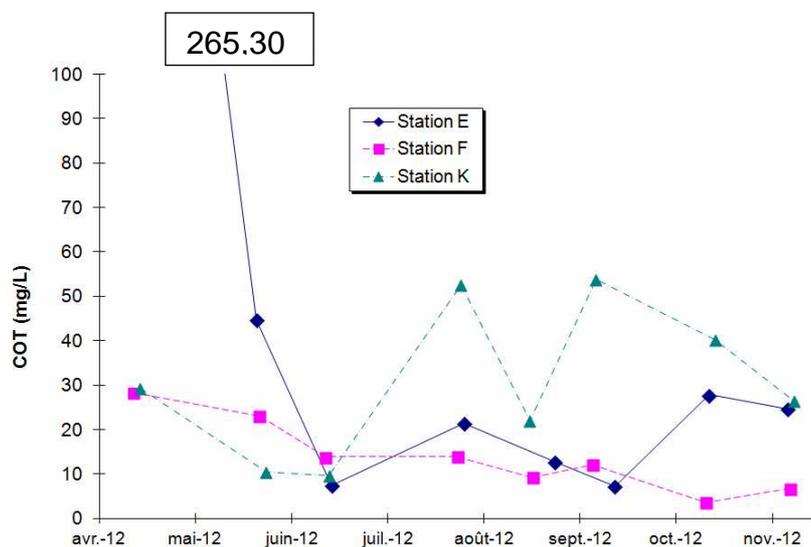


Figure 4-1 : Variations mensuelles des teneurs en carbone organique total, moyenne par mission, station E, F et K

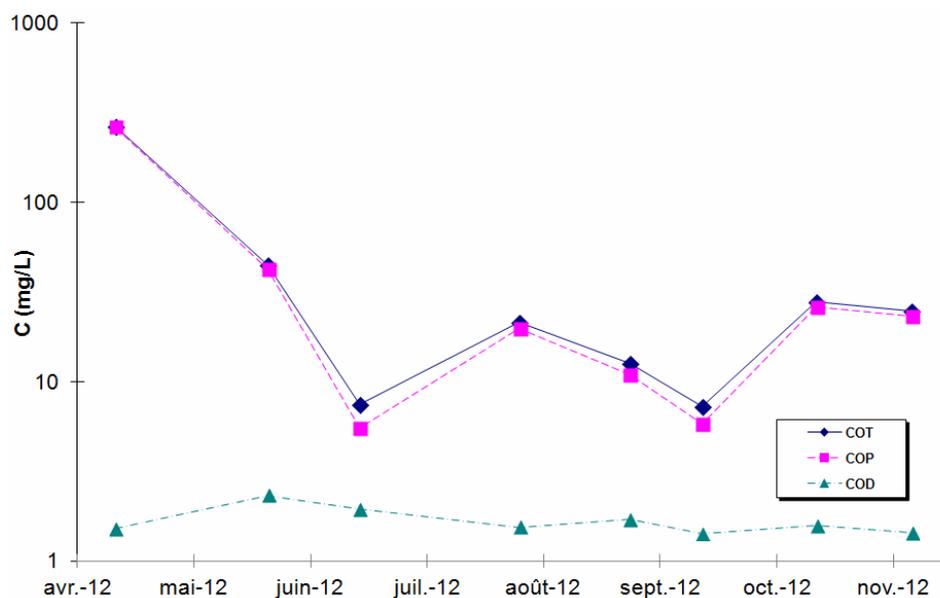


Figure 4-2 : Variations mensuelles des teneurs en carbone organique, en moyenne par mission, station E

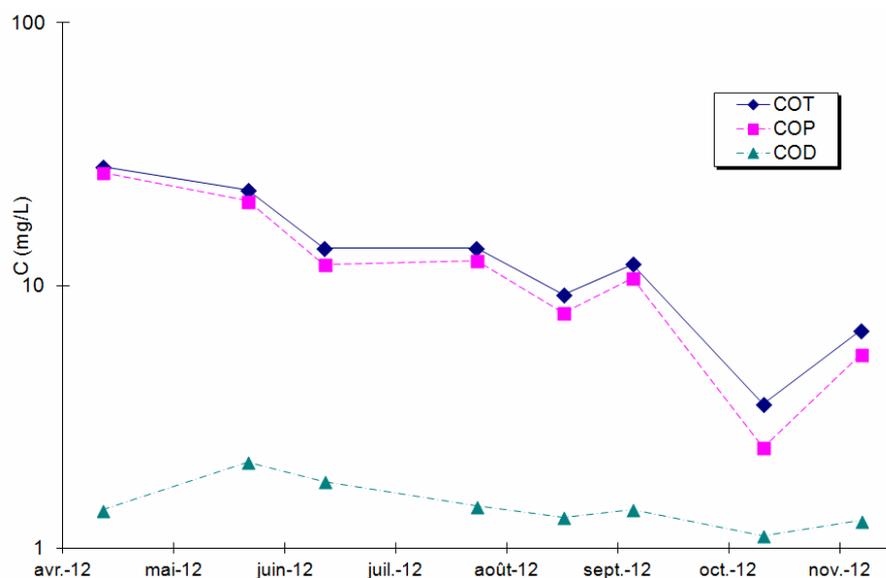


Figure 4-3 : Variations mensuelles des teneurs en carbone organique, en moyenne par mission, station F.

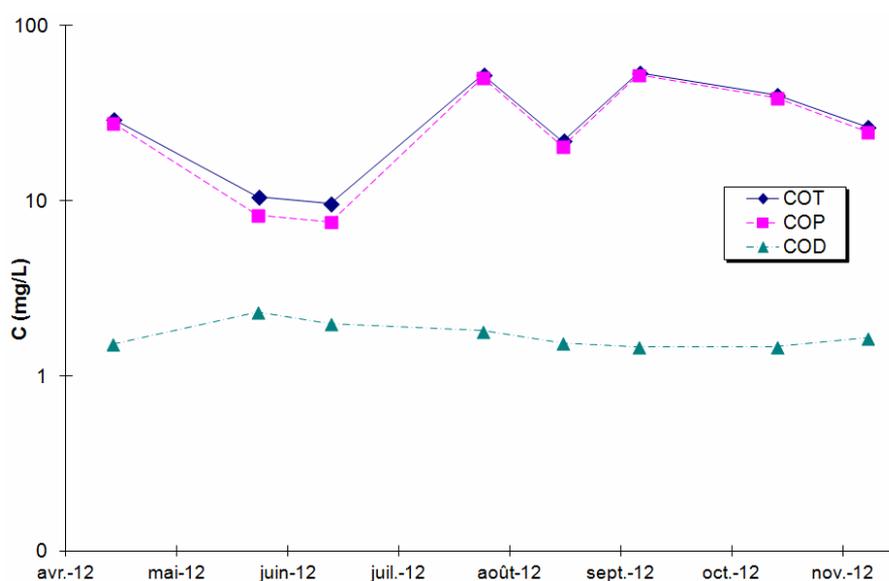


Figure 4-4 : Variations mensuelles des teneurs en carbone organique, moyenne par mission, station K

La fraction dissoute, comparativement plus faible à la fraction particulaire présente peu de variations saisonnières. Ainsi, pour 2012, les concentrations en COD les plus élevées sont enregistrées en mai et juin pour les 3 stations. Malgré les faibles teneurs enregistrées, une évolution amont - aval des teneurs en carbone organique dissous se dégage (**Figure 4-5**). Les teneurs les plus faibles sont enregistrées à la station aval (F) et les plus élevées en amont (station K et E).

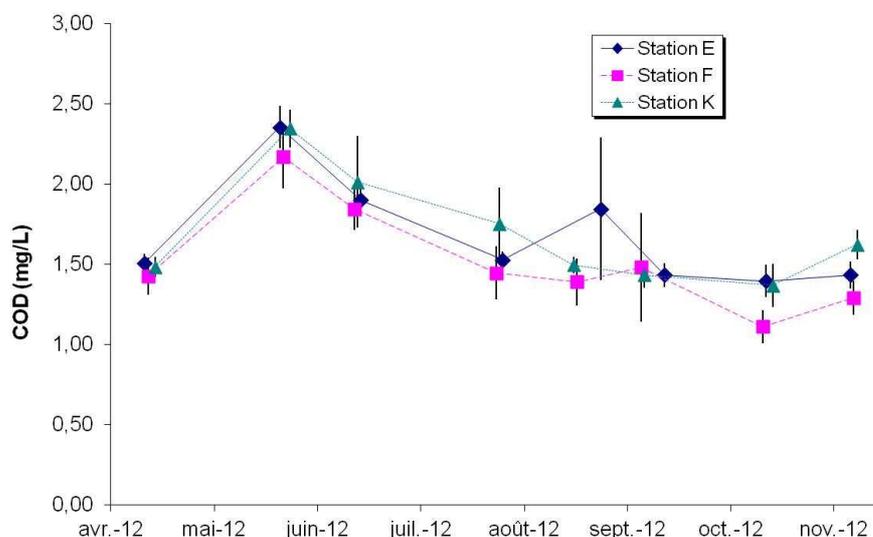


Figure 4-5 : Variations mensuelles des teneurs en carbone organique dissous, en moyenne par mission

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**).

Les variations saisonnières se distinguent avec une corrélation linéaire des valeurs en MES et en COP pour les trois stations étudiées. Au mois d'avril, les eaux présentent des concentrations plus élevées en MES et en COP pour les stations E et F. La diminution des teneurs en MES et COP est observée à la fin du printemps au mois de juin.

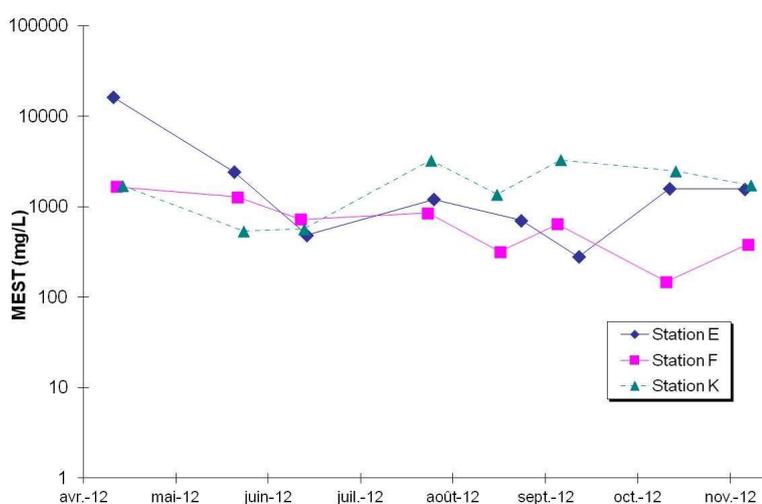


Figure 4-6 : Variations mensuelles des teneurs en matières en suspension, en moyenne par mission

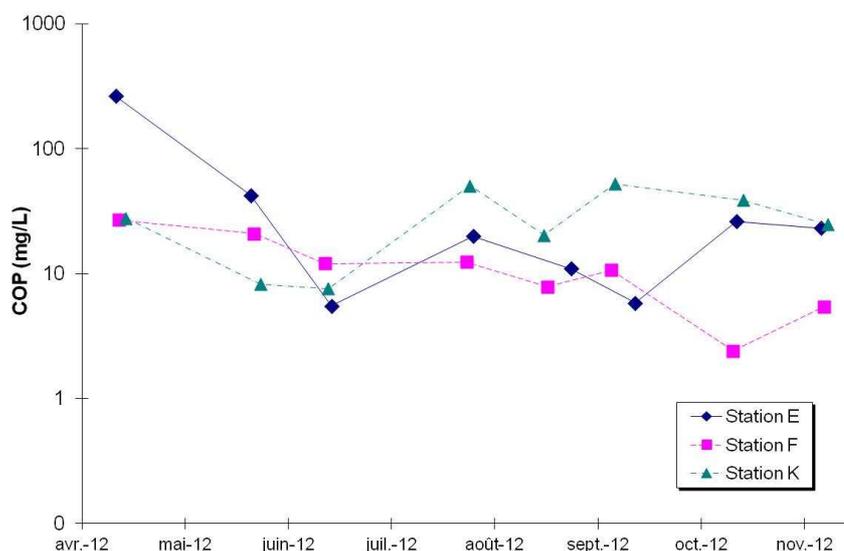


Figure 4-7 : Variations mensuelles des teneurs en carbone organique particulaire, en moyenne par mission

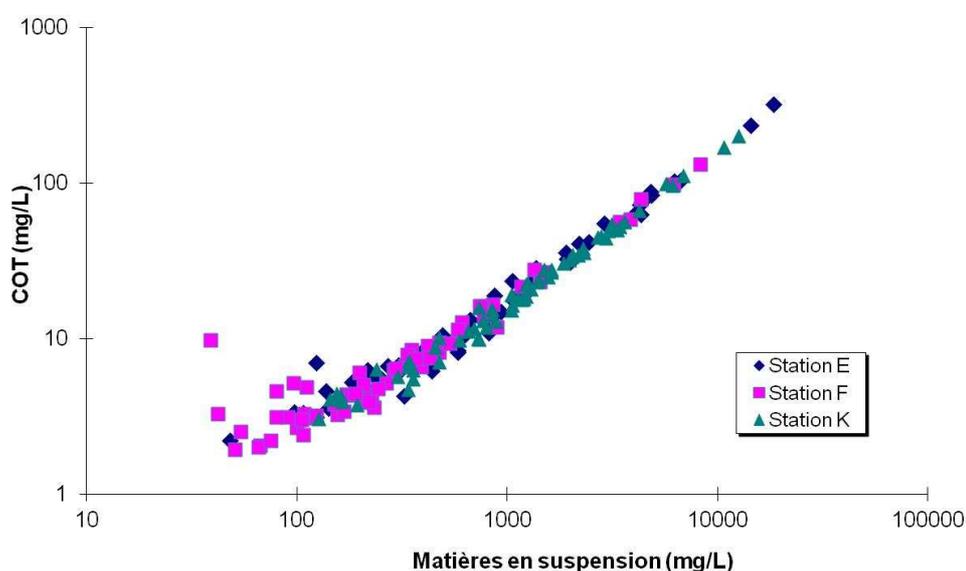


Figure 4-8 : répartition des teneurs en COP par rapport à celles des matières en suspension, niveaux et missions confondus par station

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 au fond ; néanmoins, des variations intéressantes sont observées en surface,

plus marquée en aval qu'en amont : les plus élevés en août (station F) et septembre (station E).

Tous niveaux confondus, elles restent proches de la moyenne des mesures réalisées : 1,61% ²⁵.

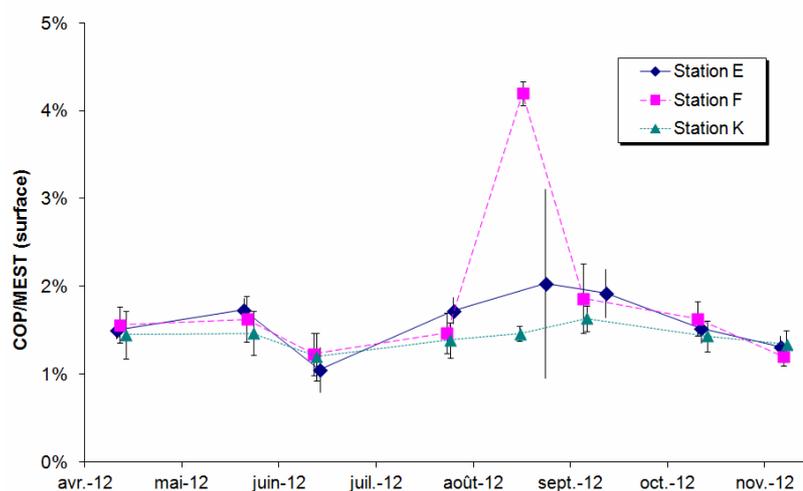


Figure 4-9 : Variations mensuelles du rapport COP/MES au niveau de la surface, en moyenne par station et mission

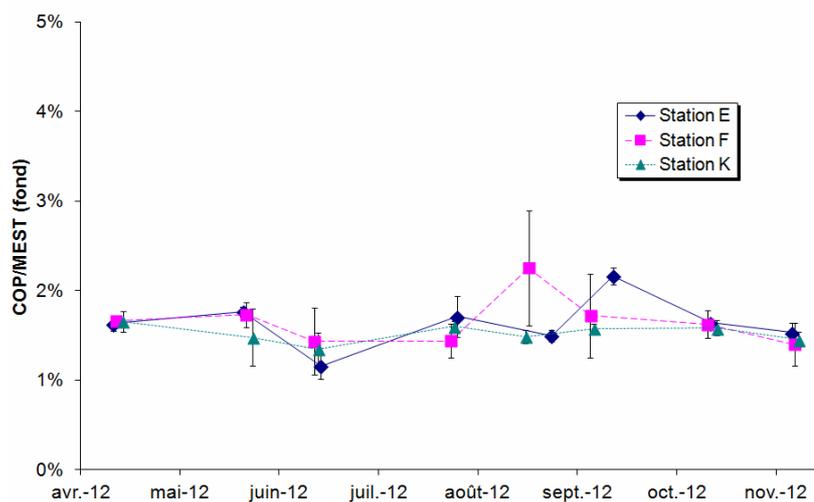


Figure 4-10 : Variations mensuelles du rapport COP/MES au niveau du fond, en moyenne par station et mission

²⁵ Moyenne des mesures réalisées depuis 1993, toutes stations, temps de marée et niveaux confondus

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**).

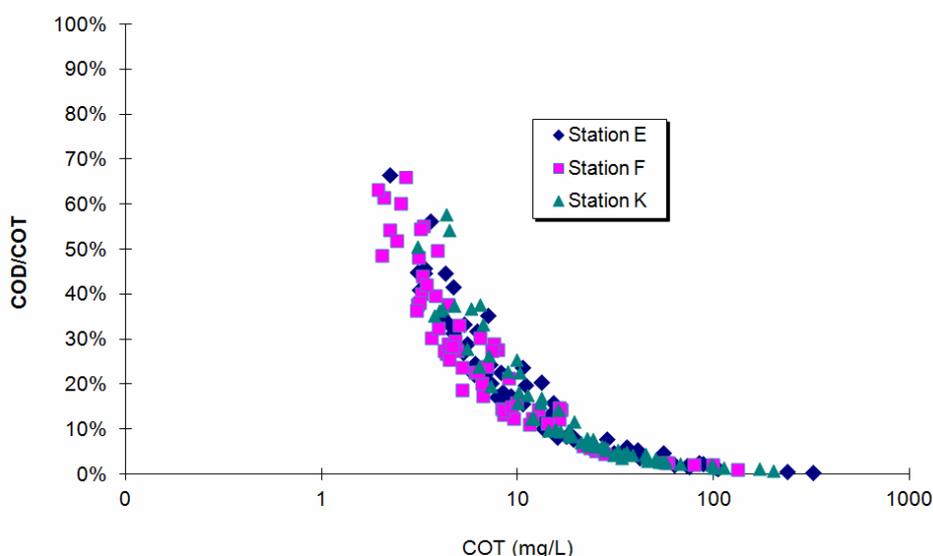


Figure 4-11 : Répartition du carbone organique, toutes stations, niveaux et temps de marée confondus.

Ainsi, pour les 192 mesures réalisées en 2012, 48 d'entre elles ont une teneur en carbone organique dissous (COD) représentant plus de 30% de la teneur en COT. Comparativement en 2011, 27 stations sur 192 points de mesure présentaient une teneur en carbone organique dissous représentant plus de 30% de la teneur en COT, 22 sur 184 en 2010, 38 sur 192 en 2009, 76 pour 2008, 19 sur 191 pour 2007 et 40 pour 183 enregistrements en 2006. En 2012, les teneurs en COD sont plus élevées qu'en 2011, proches des valeurs observées en 2010.

Cette année, les ratios COD/COT supérieurs à 30 % sont plus importants qu'en 2011 et 2010 et sont répartis de la façon suivante entre les 3 stations de mesure :

- 15 pour la station E,
- 10 pour la station K (amont),
- 23 pour la station F (aval).

Il est également à noter que :

- 80% des mesures de COD supérieures à 30% du COT sont enregistrés pour les points prélevés en surface.
- 50% des valeurs sont relevées pour la station aval.

Les 9 prélèvements réalisés au fond présentant un ratio supérieur à 30% sont détaillés ci-dessous :

Station	Niveau	Date	COD mg/L	COT mg/L	COD/COT	Période
E	F	14-juin-12	2,01	3,57	56%	Pleine mer
E	F	12-sept-12	1,51	4,60	33%	Basse Mer
F	F	12-juin-12	1,93	3,87	50%	Basse Mer
F	F	12-juin-12	1,66	4,40	38%	Pleine mer
F	F	05-sept-12	1,30	3,23	40%	Mi-Jusant
F	F	11-oct-12	1,17	3,09	38%	Basse Mer
F	F	07-nov-12	1,10	3,63	30%	Pleine mer
K	F	24-mai-12	2,11	5,72	37%	Pleine mer
K	F	13-juin-12	2,20	6,61	33%	Basse Mer

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**).

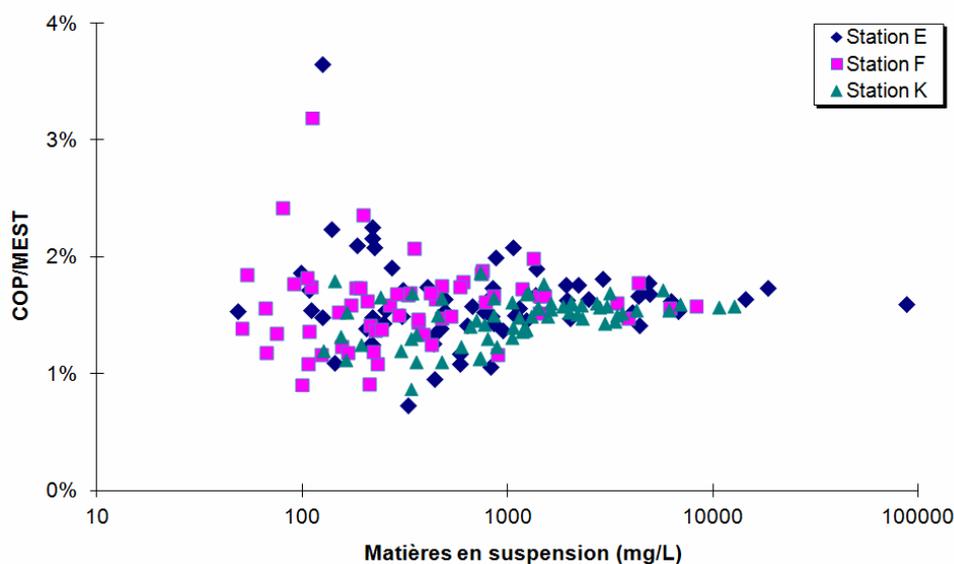


Figure 4-12 : Répartition des valeurs du rapport COP/MES (y) avec les teneurs en MES (x), par station.

Pour 2012, 14 mesures présentent des rapports COP/MES supérieurs à 2%. (**Tableau 4-1**). Ce ratio élevé est observé pour les 3 stations de mesures uniquement au cours des campagnes d'août et de septembre.

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

St	Niv	Date	S ‰	COD mg/l	MES mg/l	COP mg/l	COP/MES	COT mg/l	Période
E	F	12-sept-12	9,34	1,51	138,00	3,09	2,24%	4,60	Basse Mer
E	F	12-sept-12	13,13	1,41	216,00	4,87	2,25%	6,28	Mi-Flot
E	F	12-sept-12	15,81	1,34	222,00	4,63	2,09%	5,97	Pleine mer
E	F	12-sept-12	13,05	1,42	1057,00	22,00	2,08%	23,42	Mi-Jusant
E	S	24-août-12	12,62	2,49	124,00	4,53	3,65%	7,02	Pleine mer
E	S	12-sept-12	13,24	1,43	183,00	3,84	2,10%	5,27	Mi-Flot
E	S	12-sept-12	12,01	1,38	216,00	4,67	2,16%	6,05	Mi-Jusant
F	F	17-août-12	13,51	1,35	111,00	3,54	3,19%	4,89	Basse Mer
F	F	17-août-12	22,70	1,12	352,00	7,31	2,08%	8,43	Pleine Mer
F	F	05-sept-12	13,45	1,38	198,00	4,67	2,36%	6,05	Basse Mer
F	S	17-août-12	12,51	1,44	42,00	1,83	4,36%	3,27	Basse Mer
F	S	17-août-12	17,70	1,31	80,00	3,29	4,11%	4,60	Mi-Flot
F	S	17-août-12	17,47	1,24	96,00	3,96	4,13%	5,20	Mi-Jusant
F	S	05-sept-12	22,98	1,20	80,00	1,94	2,43%	3,14	Pleine mer

4.1.3. Evolution des moyennes annuelles

4.1.3.1. Carbone organique total et dissous

La tendance observée depuis 2007 se confirme en 2012 ; après l'augmentation des moyennes annuelles enregistrée au cours de l'année 2006²⁶, 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 au fond. D'autre part, globalement, les concentrations moyennes annuelles de COT sont plus élevées en amont qu'en aval. Il est à noter que les fortes concentrations enregistrées en fond pour la campagne du mois d'avril à la station E augmentent considérablement la moyenne annuelle.

²⁶ Etude de surveillance écologique du site du CNPE « Le Blayais », année 2006

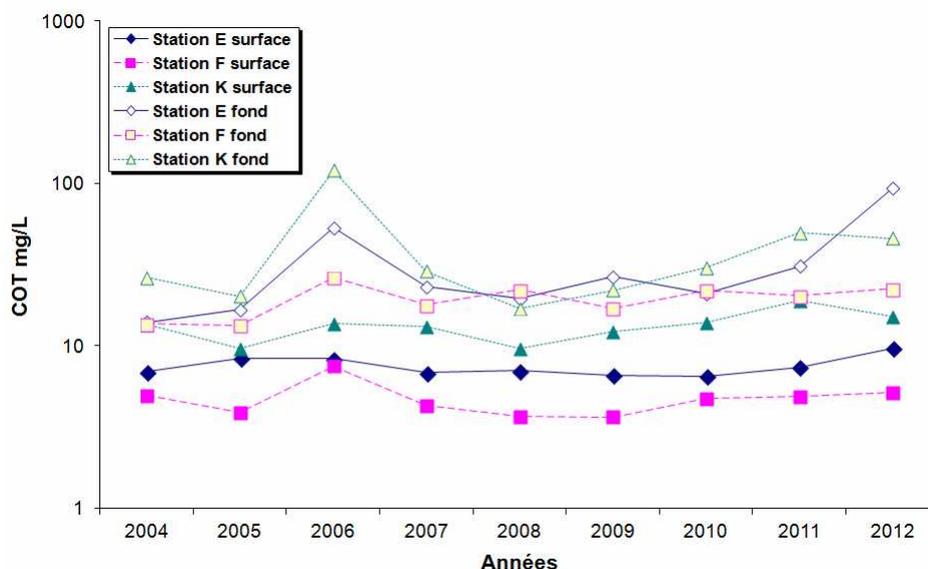
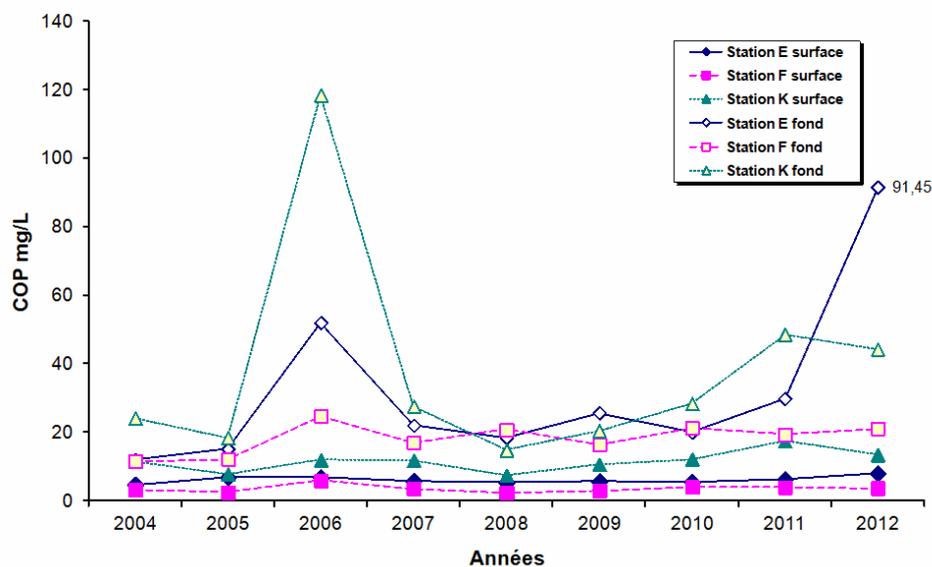


Figure 4-13 : évolution des moyennes annuelles des concentrations en COT, par station et niveau

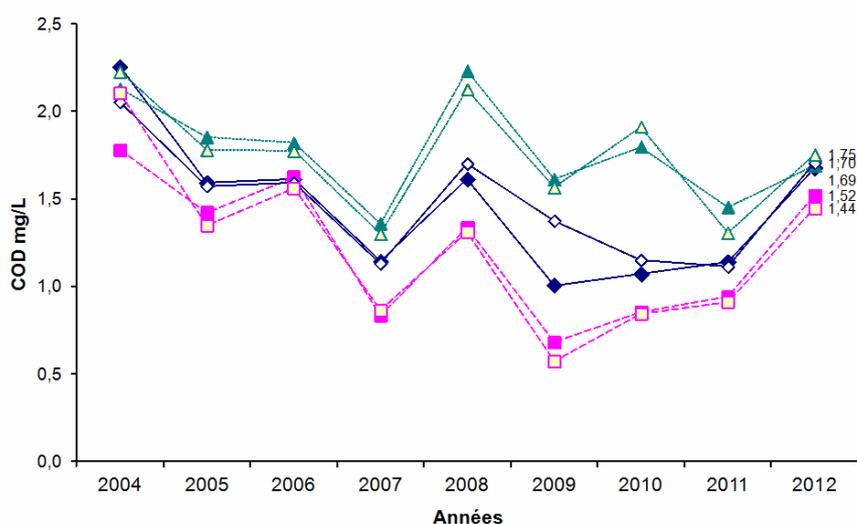
Le carbone organique total étant principalement composé de carbone organique particulaire, les évolutions annuelles du COP (**Figure 4-14a**) suivent celles du COT (**Figure 4-13**). Cette année, une nette augmentation des valeurs moyennes en COT est observée pour la station E en fond, notamment induite par des concentrations en COP très élevées au printemps.

En ce qui concerne le carbone organique dissous, les teneurs moyennes annuelles sont en augmentation comparativement à 2011 se rapprochant des résultats obtenus en 2010 pour la station K ; on note toutefois une augmentation significative des concentrations en 2012 pour les stations E et F se rapprochant des résultats obtenus en 2008 (**Figure 4-14b**).

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 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. Cette année, cette influence est moins marquée qu'en 2011, les valeurs moyennes en COD présentant peu de variation entre les 3 stations (moyennes annuelles de F à K comprises entre 1,44 et 1,75 mg/L).



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 augmentation, notamment au fond en raison des fortes concentrations enregistrées au printemps. En surface, les variations sont moins marquées.

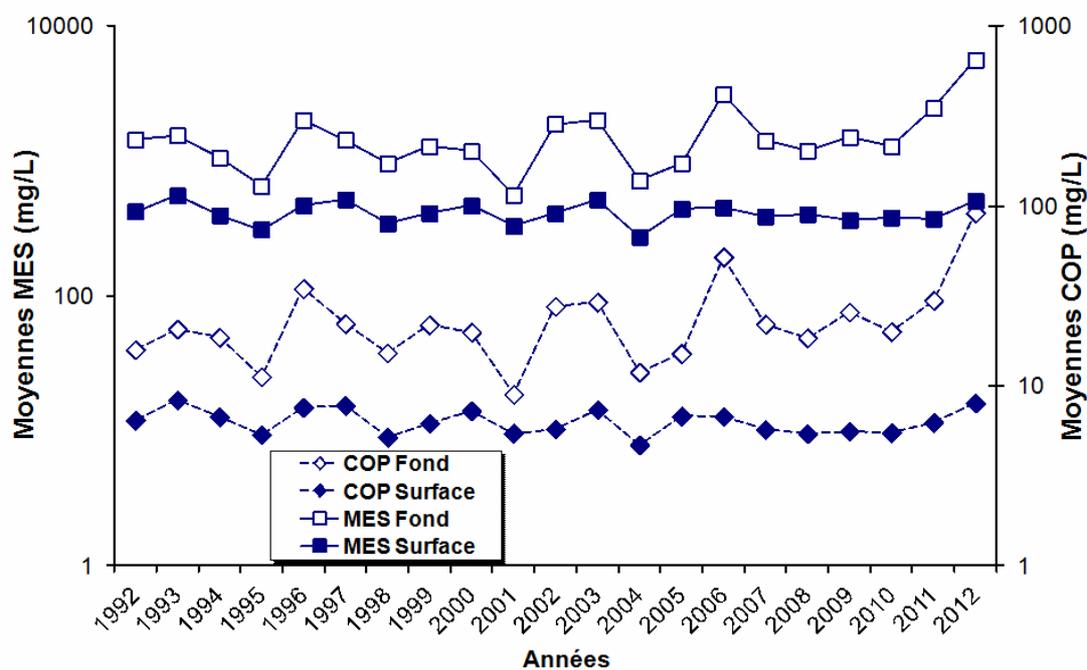


Figure 4-15 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et en COP à la station E, par niveau.

Pour la station aval (F), les enregistrements de fond augmentent et diminuent en surface en comparaison à 2011.

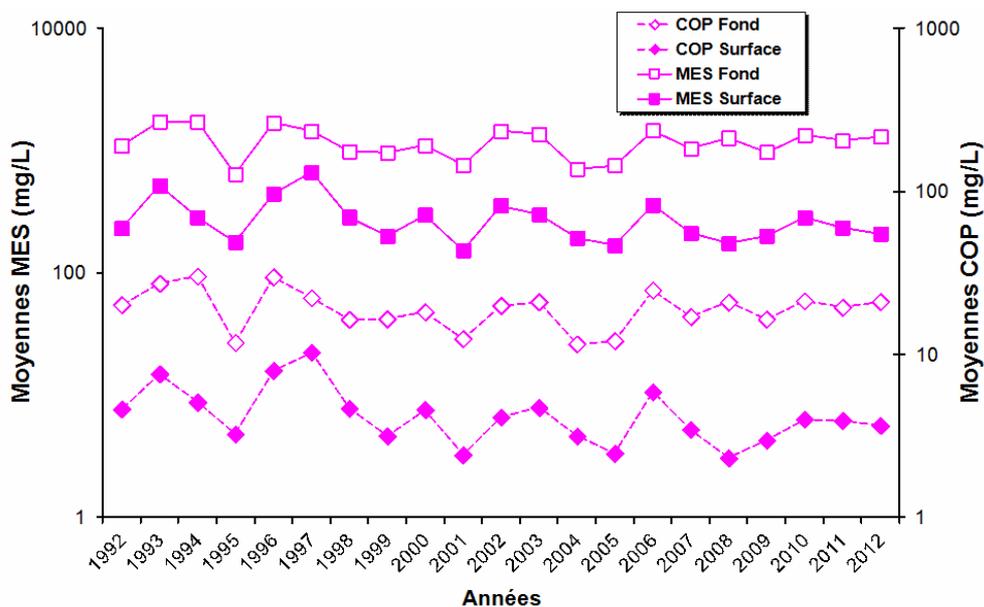


Figure 4-16 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et en COP à la station F, par niveau

Pour la station amont (K) à l'inverse de la station E, les enregistrements de fond et de surface diminuent en comparaison à 2011 se rapprochant des moyennes de 2010.

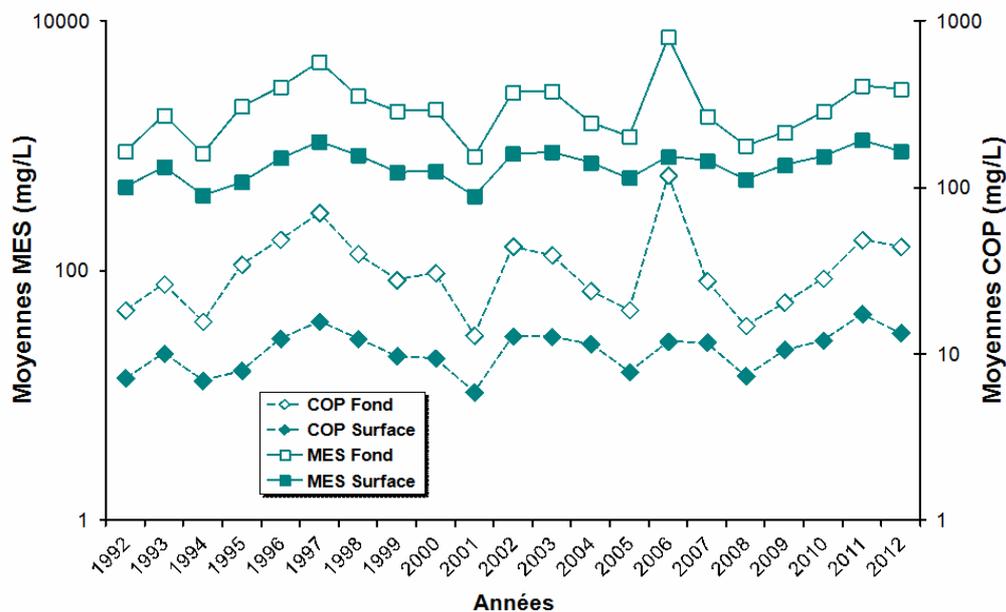


Figure 4-17 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et en COP à la station K, par niveau

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 (1,61%), toutes stations et niveaux confondus, est équivalente à la valeur de la moyenne pluriannuelle 1993 – 2012 (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 2012.

	Nb	Pente	Ord.	R	α^{27}	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%

A la station E, pour 2012, au niveau du fond comme en surface, la valeur de la moyenne du rapport COP/MES est en légère baisse par rapport à 2011 (**Figure 4-18** ; moyenne annuelle 2012 : 1,61% au fond et 1,60% en surface ; moyenne pluriannuelle 1993 – 2012 : 1,60% au fond et 1,58% en surface).

A la station F, les valeurs des moyennes annuelles des rapports COP/MES sont stationnaires (moyennes annuelles 2012 : 1,66% au fond et 1,77% en surface ; moyennes pluriannuelles 1993 – 2012 : 1,70% au fond et 1,72% en surface ; **Figure 4-19**)

27

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

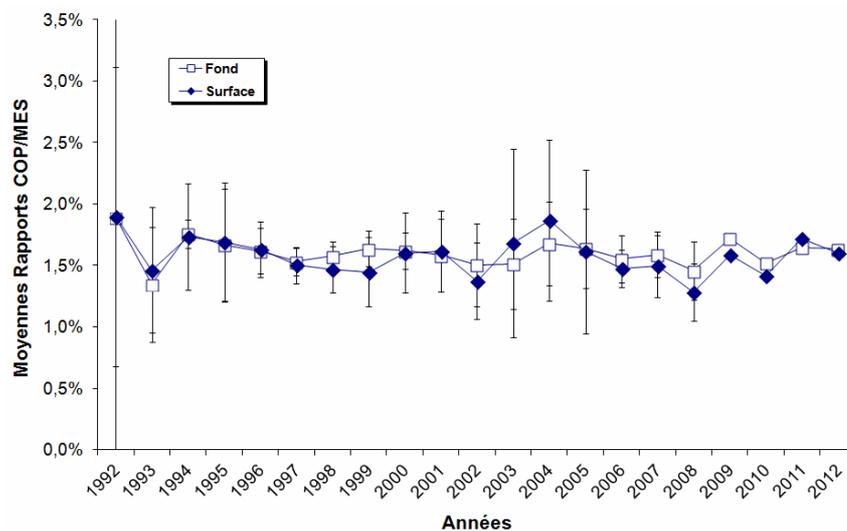


Figure 4-18 : Evolution des moyennes annuelles des rapports COP/MES à la station E, par niveau

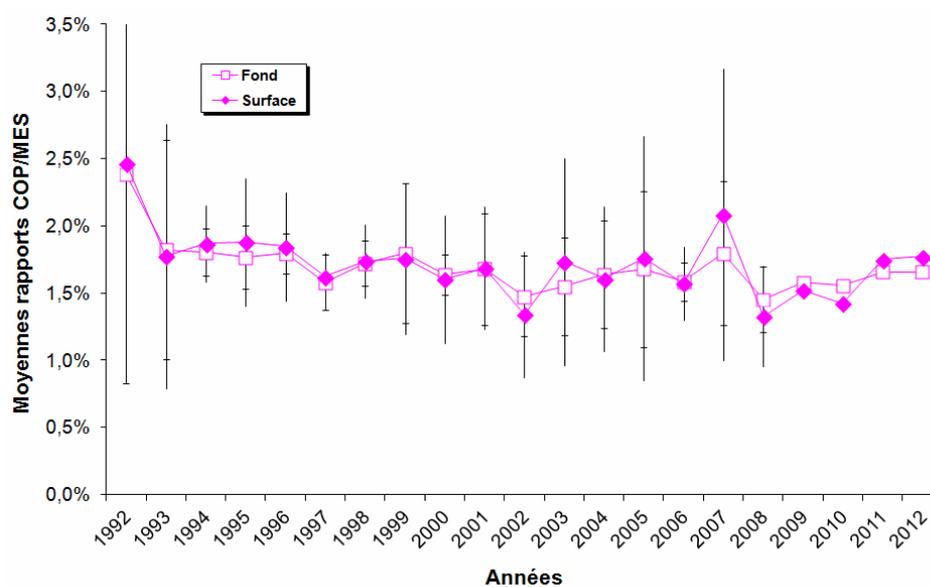


Figure 4-19 : Evolution des moyennes annuelles des rapports COP/MES à la station F, par niveau.

A la station K, pour 2012, la moyenne annuelle du rapport COP/MES présente une légère baisse en Fond, proche de la moyenne 2010 (moyennes annuelles 2012 : 1,52% au fond et 1,42% en surface ; moyennes pluriannuelles 1993 – 2012 : 1,67% au fond et 1,53% en surface ; **Figure 4-20**)

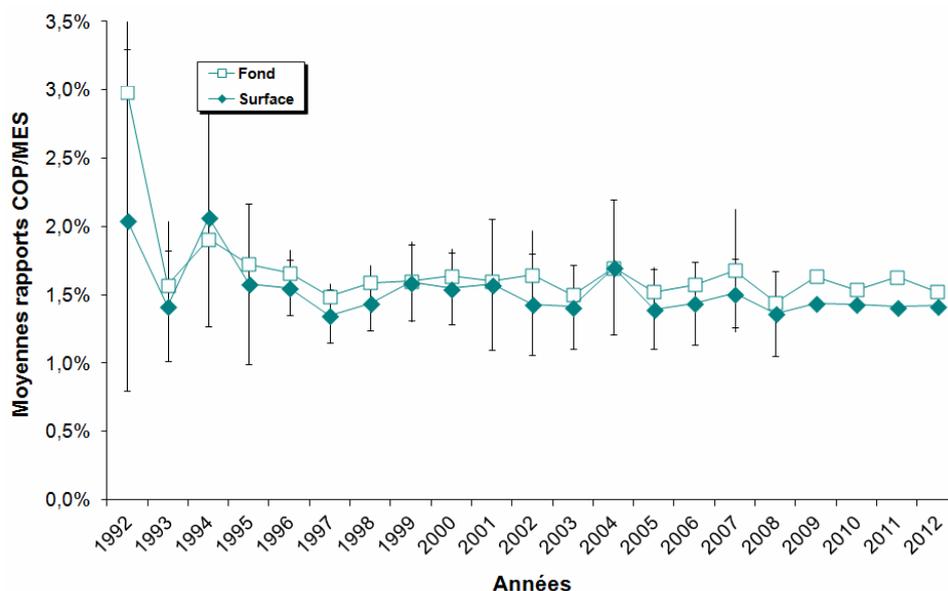


Figure 4-20 : Evolution des moyennes annuelles des rapports COP/MES à la station K, par niveau.

Synthèse 2012 :

Aucun impact de la centrale n'est mis en évidence pour ces paramètres (COT, COD, MES). Les variations spatiales et temporelles enregistrées en 2012 sont induites par le fonctionnement naturel de l'Estuaire de la Gironde. Généralement, 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 ; cette année, la station E, présente les plus fortes fluctuations des valeurs de carbone organique particulaire et de matières en suspension en raison des fortes concentrations mesurées au fond au mois d'avril. Globalement, la charge particulaire enregistrée à la station K au fond comme en surface est plus faible qu'en 2011, proche des valeurs observées en 2010.

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 (**Figure 4-21**). Aucune production primaire n'est enregistrée au mois de juin en période de pleine mer comme en basse mer. Les plus fortes concentrations sont observées pour les mois d'août et de septembre. Cette année, les valeurs sont toutefois nettement plus élevées comparativement à 2011.

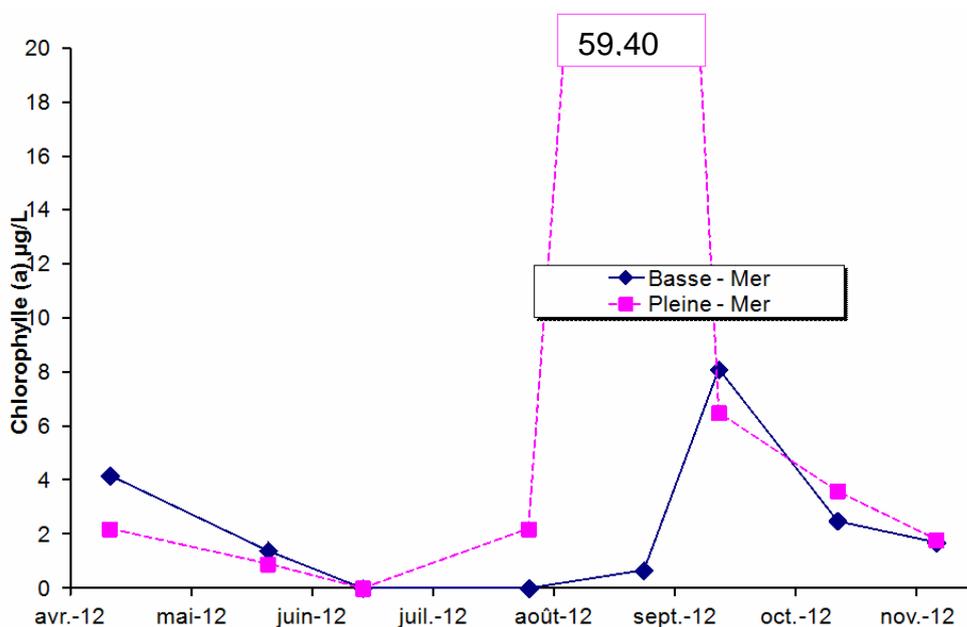


Figure 4-21 : Variations mensuelles des teneurs en chlorophylle (a) à la station E

La station F enregistre les plus fortes teneurs en chlorophylle (a) des 3 stations de mesure ; la production primaire est systématiquement plus marquée à pleine mer qu'à basse mer avec les plus fortes concentrations enregistrées aux mois d'août et de septembre (**Figure 4-22**).

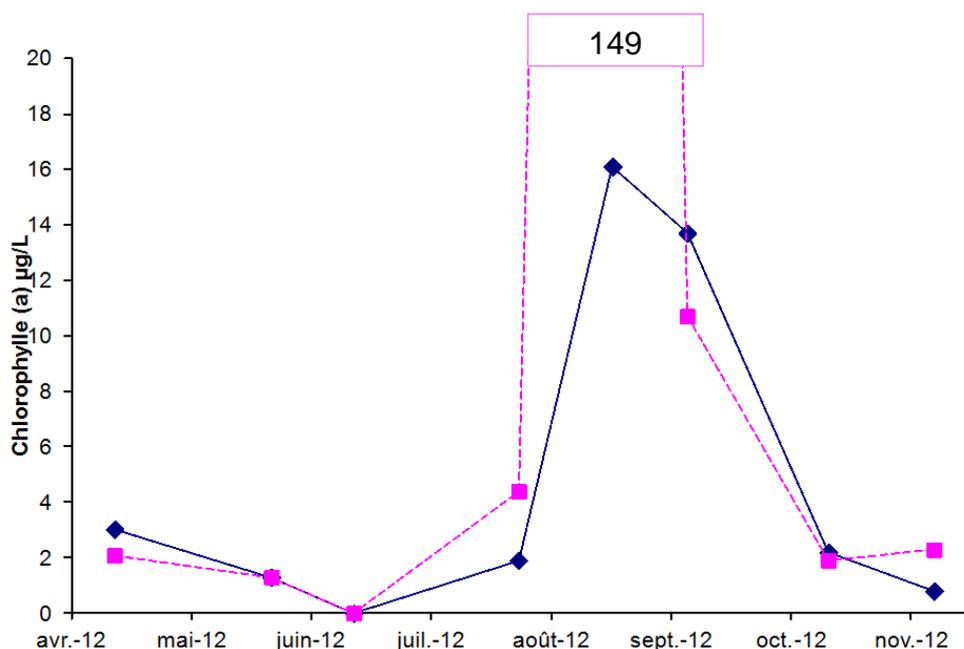


Figure 4-22 : Variations mensuelles des teneurs en chlorophylle (a) à la station F

Pour la station K, durant la période d'étude, les teneurs en chlorophylle (a) restent basses, en moyenne de 1,64 µg/L et présentent peu de fluctuation saisonnière comme les années précédentes (Figure 4-23).

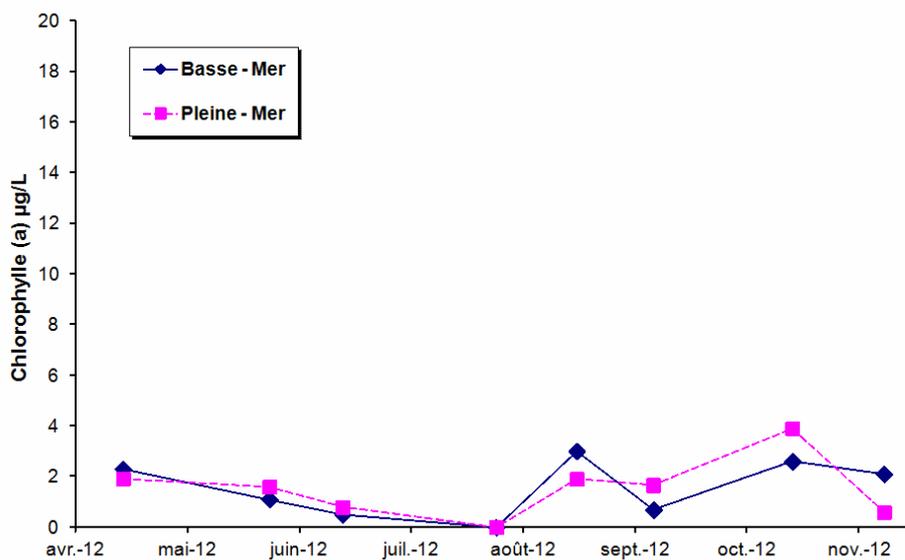


Figure 4-23 : Variations mensuelles des teneurs en chlorophylle (a) à la station K

Les concentrations les plus élevées en chlorophylle a sont enregistrées aux mois d'août et septembre pour les stations F et E. A l'inverse, au mois de juin, toutes stations confondues les teneurs en chlorophylle a ne sont pas quantifiables car trop faibles en basse mer comme en pleine mer (**Tableau 4-3**).

Tableau 4-3 : Concentrations en chlorophylle a supérieures à 5µg/l (a) et concentrations en chlorophylle a inférieures aux limites de quantification (b) – (extrait de la base de données)

(a)

St	TM	Date	Chlo a µg/l	Phaeo µg/l
E	BM	12-sept-12	8,10	1,50
E	PM	24-août-12	59,40	4,94
E	PM	12-sept-12	6,50	3,70
F	BM	17-août-12	16,10	2,53
F	BM	05-sept-12	13,70	<0,6
F	PM	17-août-12	149,00	10,10
F	PM	05-sept-12	10,70	<0,6

(b)

St	TM	Date	Chlo a µg/l	Phaeo µg/l
E	BM	14-juin-12	<0,8	<0,5
E	BM	26-juil-12	<1,1	2,70
E	PM	14-juin-12	<0,6	<0,4
F	BM	12-juin-12	<0,8	<0,5
F	PM	12-juin-12	<0,4	<0,3
K	BM	13-juin-12	<0,8	<0,5
K	PM	13-juin-12	<1,1	<0,8

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 la station K, cette normalisation n'apporte pas d'information complémentaire quant à l'évolution saisonnière de la biomasse algale (**Figure 4-24**).

Pour les stations F et E, cette normalisation permet de marquer l'augmentation significative de la biomasse algale enregistrée au mois d'août en période de pleine mer. Les rapports chlorophylle (a) / carbone organique particulaire, enregistrées en aval sont plus importants comparativement aux stations amont (**Figures 4-25 et 4-26**).

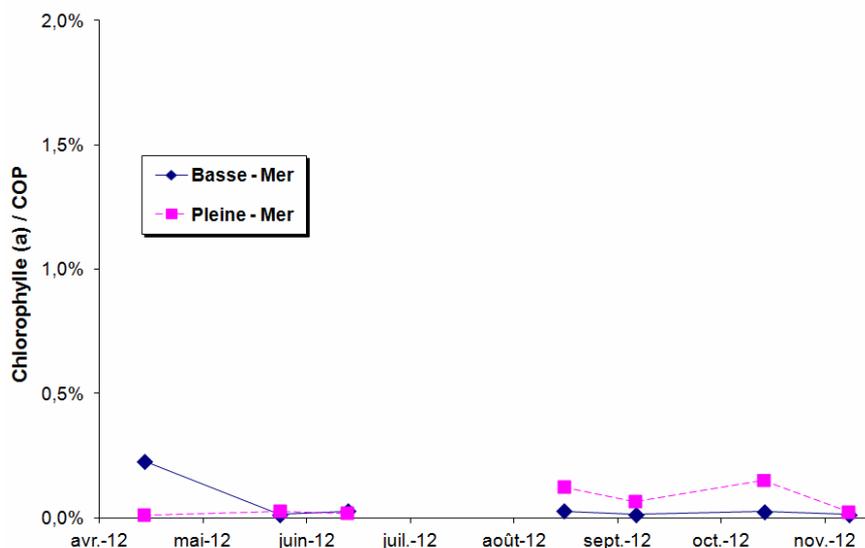


Figure 4-24 : Variations mensuelles du rapport entre la chlorophylle (a) et le COP à la station K

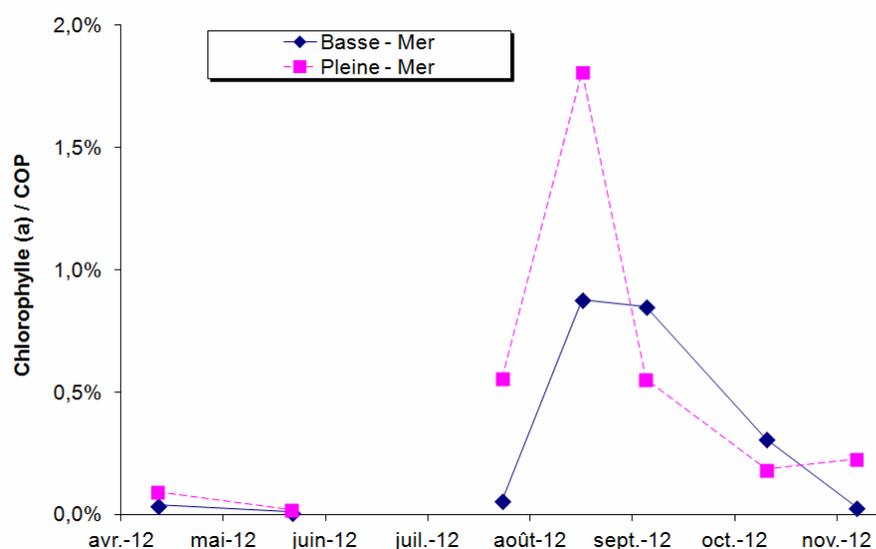


Figure 4-25 : Variations mensuelles du rapport entre la chlorophylle (a) et le COP à la station F

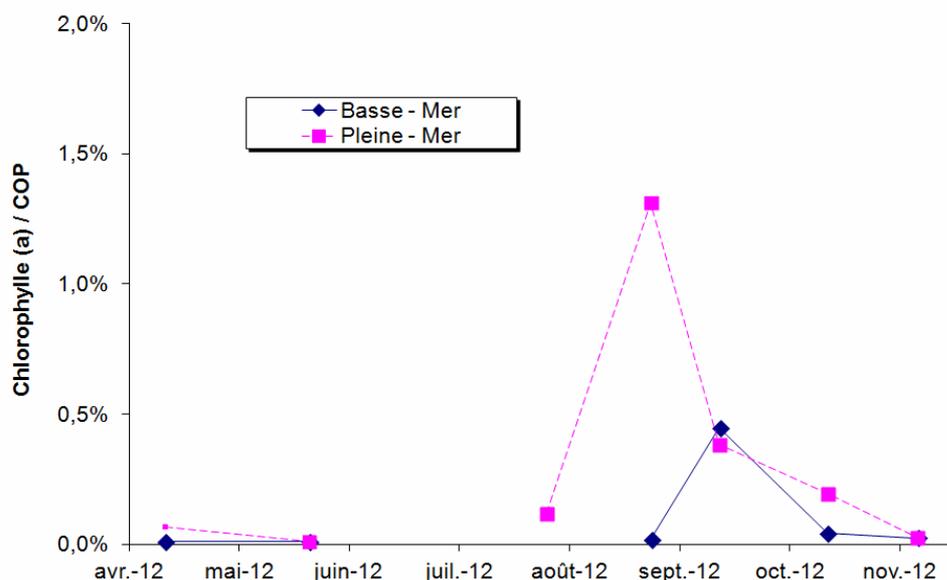


Figure 4-26 : Variations mensuelles du rapport entre la chlorophylle (a) et le COP à la station E

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 2012 pour les stations F et E. Cette hausse des teneurs en chlorophylle a est significative à la station F de l'ordre d'11 $\mu\text{g/L}$ de la moyenne annuelle entre 2011 et 2012. Cette forte augmentation de la moyenne annuelle est induite par des concentrations en chlorophylle a très élevées au mois d'août. Sans ces valeurs exceptionnelles enregistrées au mois d'août, la concentration moyenne annuelle en chlorophylle serait de 3,80 $\mu\text{g/L}$ pour la station F (Moyenne annuelle = 15,05 $\mu\text{g/L}$) et de 2,98 $\mu\text{g/L}$ pour la station E (Moyenne annuelle = 7,32 $\mu\text{g/L}$). La station K présente, quant à elle, une moyenne annuelle similaire aux résultats 2010

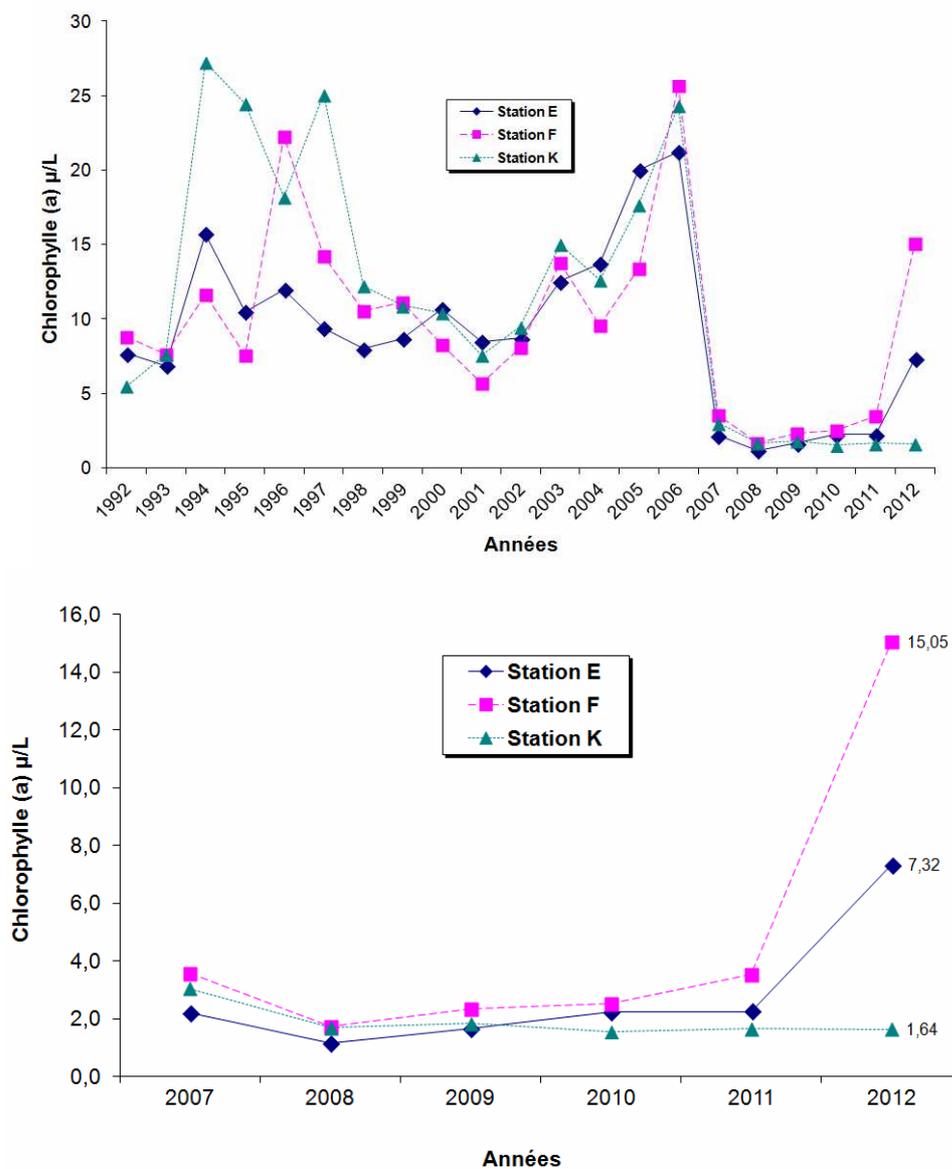


Figure 4-27 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en chlorophylle (a), par station

4.3. Sels nutritifs et bore

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

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

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

4.3.1. Variations spatio-temporelle

4.3.1.1. Sels azotés

4.3.1.1.1 Ammonium

Comme constaté depuis ces dernières années, les concentrations en ammonium relevées, toute station confondue, sont majoritairement inférieures ou équivalentes à la limite de quantification de ce paramètre (0,28 $\mu\text{mol/L}$).

4.3.1.1.2 Nitrate et nitrite

Les profils saisonniers sont variables entre les 3 stations de mesure. Les valeurs de concentration évoluent de façon croissante de l'aval de l'estuaire (station F) vers l'amont (stations E puis K ; **Figures 4-28 et 4-30**).

La station E présente une globale stabilité des valeurs en période de basse mer, alors qu'en période de pleine mer un pic est observé au mois de mai. Puis les concentrations diminuent jusqu'au mois de septembre pour remontée plus ou moins légèrement jusqu'à la fin de la période d'étude. Les concentrations relevées à basse mer sont supérieures à celles de pleine mer avec une amplitude marquée entre les deux temps de marée en période d'étiage.

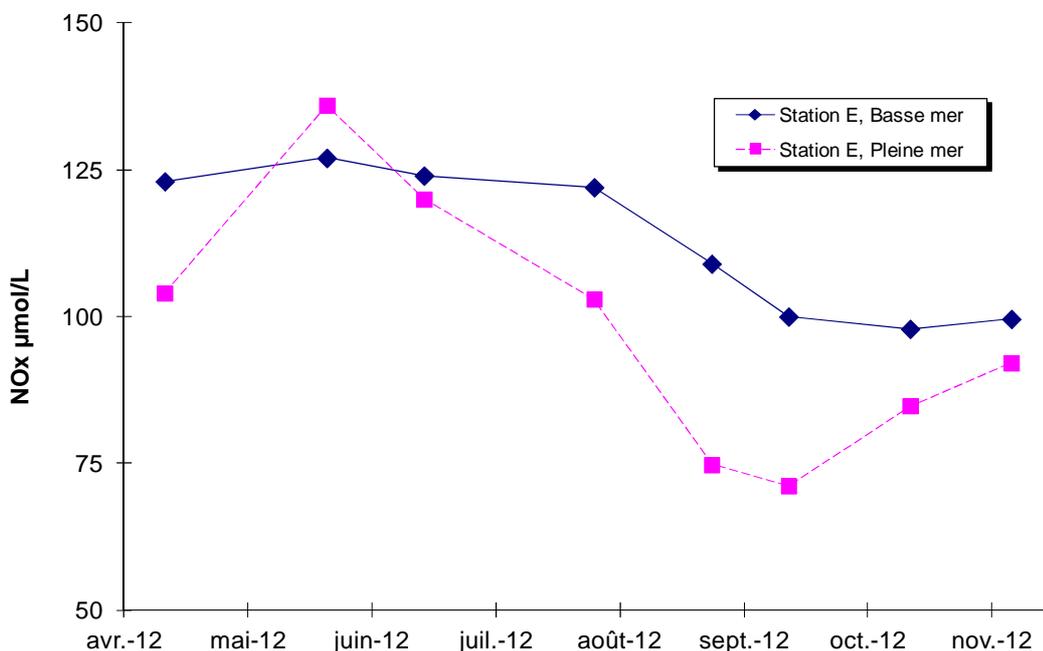
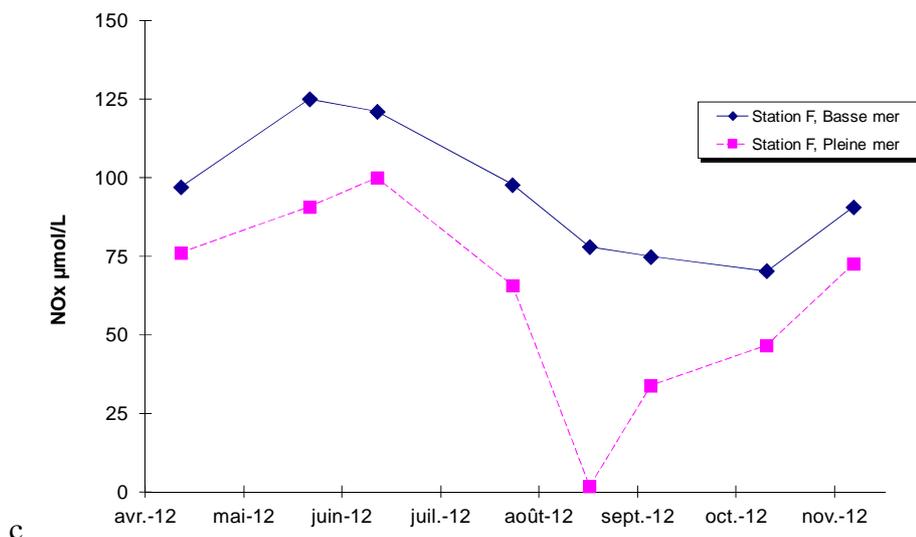


Figure 4-28 : Variations mensuelles des teneurs en nitrates – nitrites à la station E

Au droit de la station F, la période printanière présente une augmentation des concentrations suivie d'une chute brutale qui s'étend jusqu'à la fin de la période d'étiage. Les concentrations remontent nettement des mois de septembre à novembre. Les teneurs sont toujours supérieures en période de Basse mer, avec une amplitude entre les deux temps de marée encore plus marquée par rapport à la station E qui présente un profil comparable à celui de la station F. A noter l'absence totale de nitrates/nitrites au mois d'août en période de pleine mer, signe de peu d'intrusion des eaux fluviales.



c

Figure 4-29 : Variations mensuelles des teneurs en nitrates – nitrites à la station F

Au droit de la station K, le profil saisonnier est assez différent avec une relative stabilité des mesures des mois d'avril à octobre, avant une chute brutale pour le dernier mois de campagne. Par rapport aux deux autres stations, les amplitudes entre les deux temps de marée sont peu marquées, les teneurs étant comparables en période de Pleine mer et de Basse mer, même si dans la majorité des données les concentrations sont plus élevées en période de basse mer.

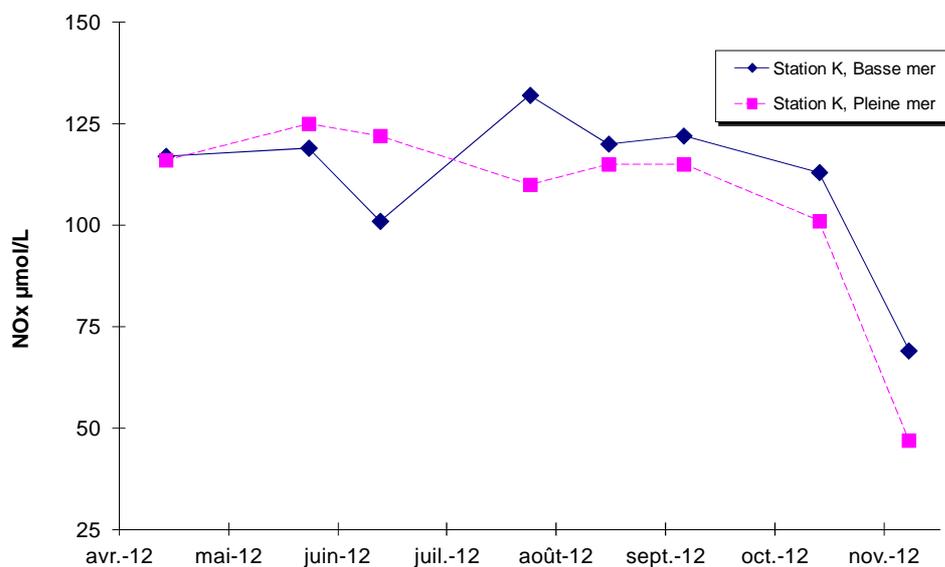


Figure 4-30 : Variations mensuelles des teneurs en nitrates – nitrites à la station K

Le gradient de concentration observé est caractéristique de l'apport d'origine fluvial de ces éléments, apport à priori toujours peu prononcé pour l'année 2012. En effet, de par

le profil saisonnier et surtout l'absence de diminution brutale des concentrations en nitrates/nitrites pour le mois de novembre, la station E semble plus influencée par les apports océaniques.

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. L'année 2012 se caractérise par des niveaux de concentration faibles pour l'ensemble des 3 stations de mesure, ne permettant la mise en évidence de ce gradient (**Figures 4-31 à 4-33**).

Pour les stations E et F, le profil saisonnier est comparable une relative stabilité des concentrations toute au long de la période d'étude, excepté un pic aux mois de mai (E et F) et de septembre (F uniquement) en période de basse mer. Les variations observées en période de pleine mer sont comparables à celles des nitrates/nitrites, mais à une autre échelle. Les amplitudes entre les deux temps de marée sont peu marquées.

La station K se caractérise par l'absence de variation saisonnière et l'absence d'amplitude de concentrations entre les deux temps de marée.

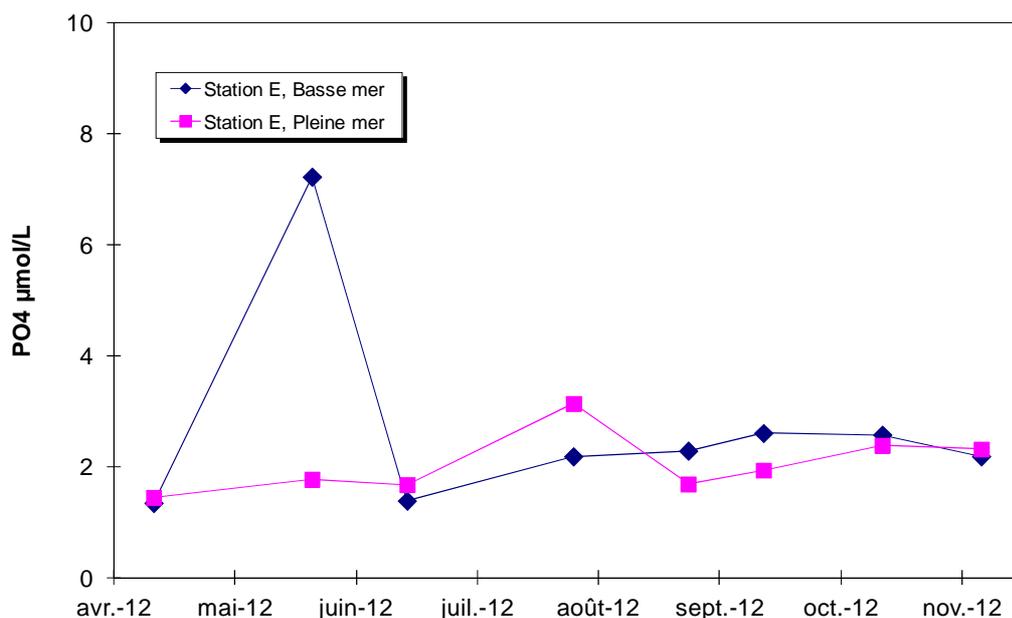


Figure 4-31 : Variations mensuelles des teneurs en orthophosphates à la station E

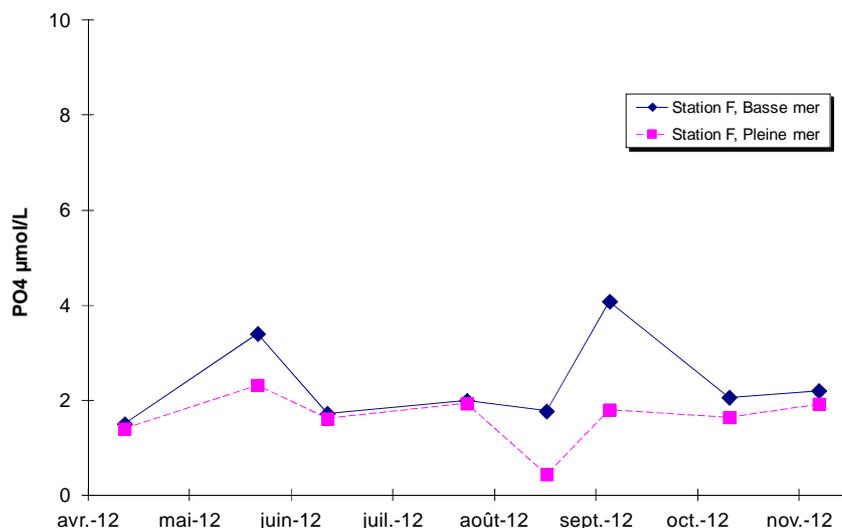


Figure 4-32 : Variations mensuelles des teneurs en orthophosphates à la station F

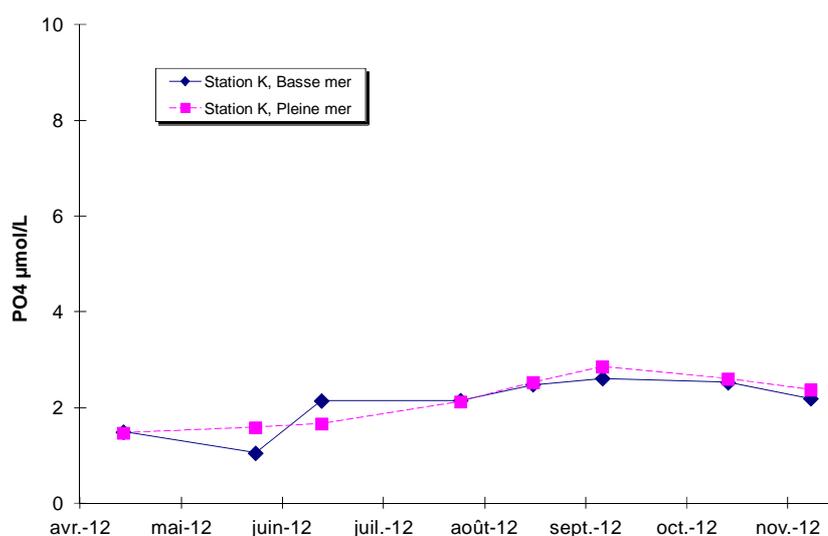


Figure 4-33 : Variations mensuelles des teneurs en orthophosphates à la station K

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

Sur l'estuaire, il y a donc un gradient de concentration des silicates croissant de l'aval vers l'amont (Figure 4-34 à 4-36). La station E représente une situation intermédiaire,

avec une influence fluviale légèrement plus marquée, comme observé pour les nutriments azotés et phosphorés. Mais les teneurs en période de pleine mer restent systématiquement plus faibles que celles en basse mer.

Le profil saisonnier est comparable pour les 3 stations avec une augmentation des concentrations en période printanière, une stabilité relative voire une diminution en période estivale puis de nouveau une augmentation en fin d'étude. A l'inverse du profil des nitrates et des nitrites au droit de la station K, une nette augmentation des concentrations en silicates est observée pour le mois de novembre.

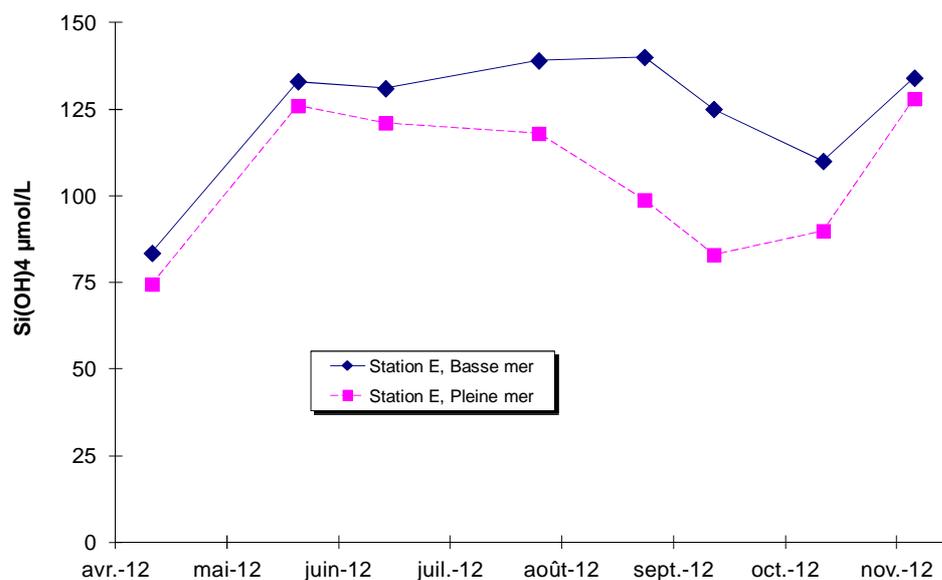


Figure 4-34 : Variations mensuelles des teneurs en silicates, station E

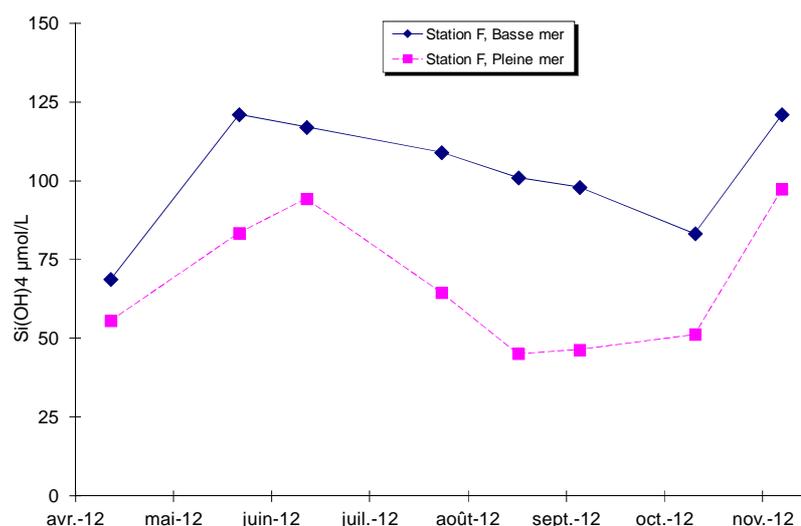


Figure 4-35 : Variations mensuelles des teneurs en silicates, station F

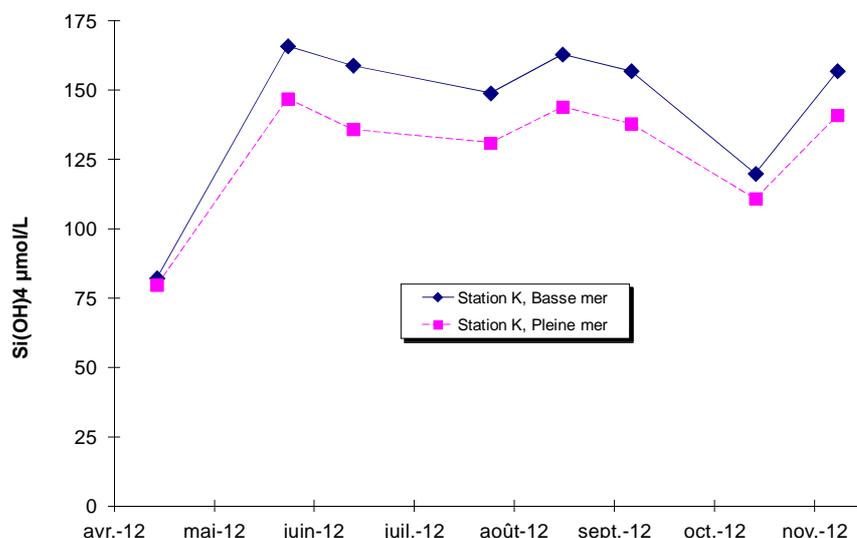


Figure 4-36 : Variations mensuelles des teneurs en silicates, station K

Pour les trois stations de l'estuaire, sur la période d'étude, les variations saisonnières des teneurs en bore sont étroitement corrélées avec celles de la salinité et sont parfaitement superposables du fait des faibles débits fluviaux. Elles diminuent en période printanière pour atteindre des niveaux quasi nuls au droit des stations E et K en mai/juin, puis progressivement elles augmentent jusqu'en septembre pour diminuer ensuite. Les teneurs de pleine mer sont toujours supérieures à celles de basse mer (**Figures 4-37 à 4-39**). Bien entendu, les teneurs les plus élevées sont toujours enregistrées à la station F, la station K amont présentant les taux les plus bas.

Au niveau de la station E, influencé préférentiellement par le milieu océanique, aucun « artefact », traduisant le rejet d'acide borique par la centrale, n'a été décelé.

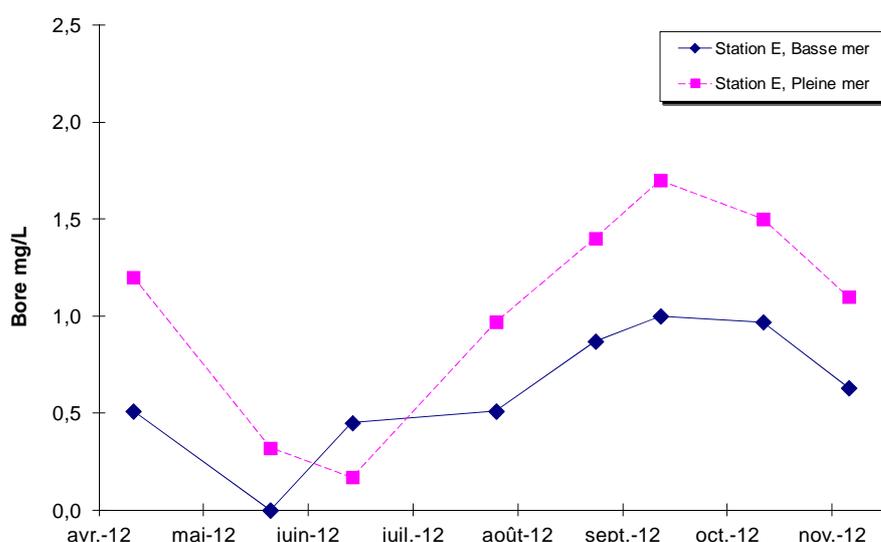


Figure 4-37 : Variations mensuelles des teneurs en bore, station E.

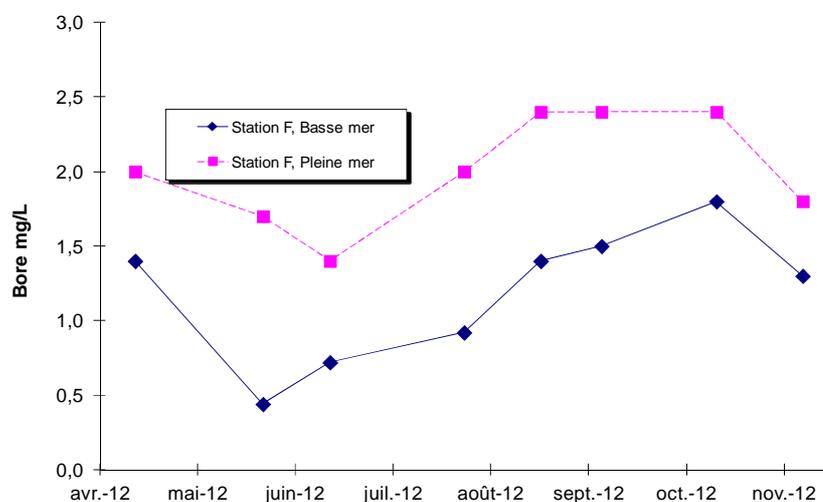


Figure 4-38 : Variations mensuelles des teneurs en bore, station F

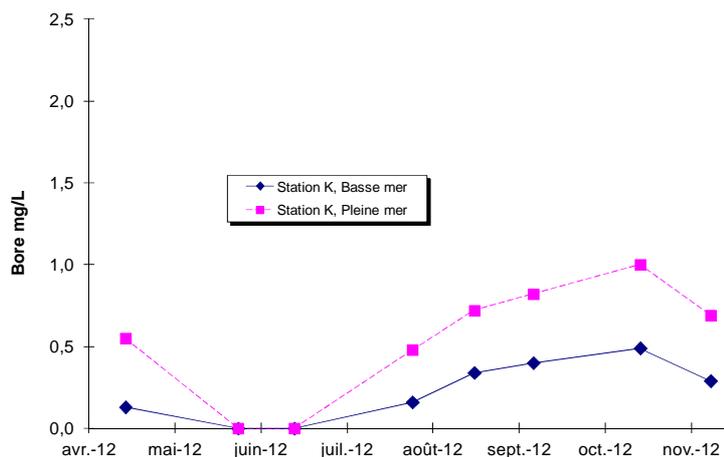


Figure 4-39 : Variations mensuelles des teneurs en bore, station K

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 4-40**). Pour l'année 2012, les paramètres de la droite de régression sont parfaitement corrélés et proches des exercices précédents. L'inverse avec le silicate est également avéré, même si le coefficient de corrélation est moins élevé (0,71). (**Figure 4-41**).

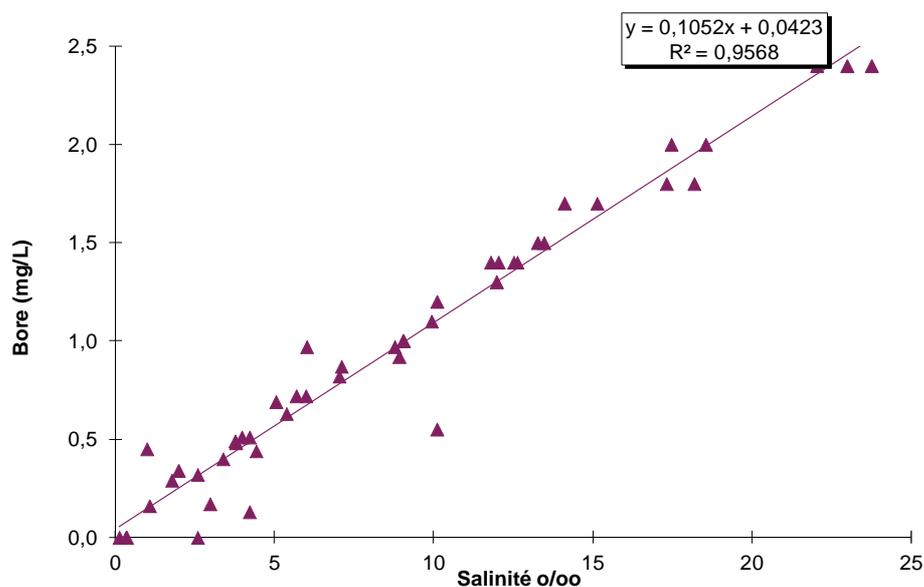


Figure 4-40 : Répartition des teneurs en bore avec la salinité, toutes stations et temps de marée

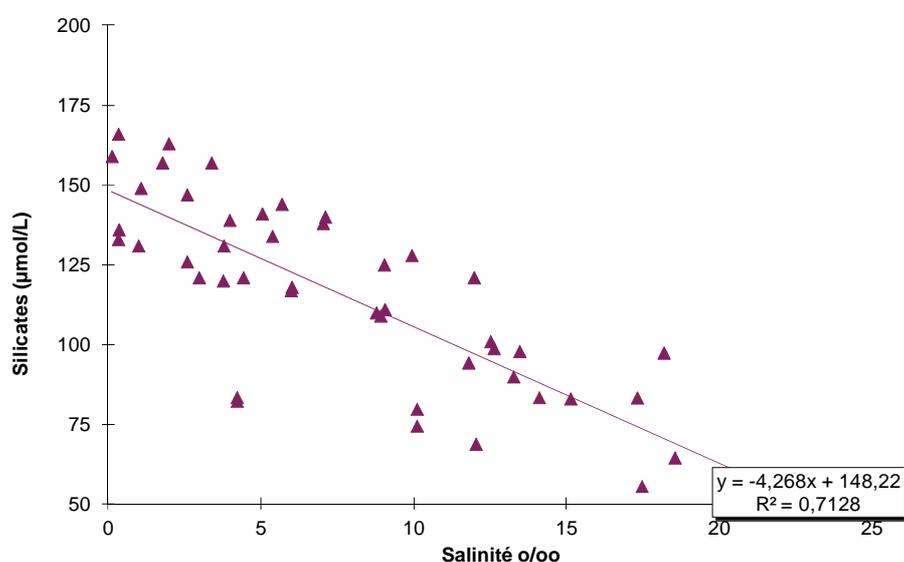


Figure 4-41 : Répartition des teneurs en silicate avec la salinité, toutes stations et temps de marée

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 4-42**). Aucun impact du fonctionnement de la centrale n'est à considérer.

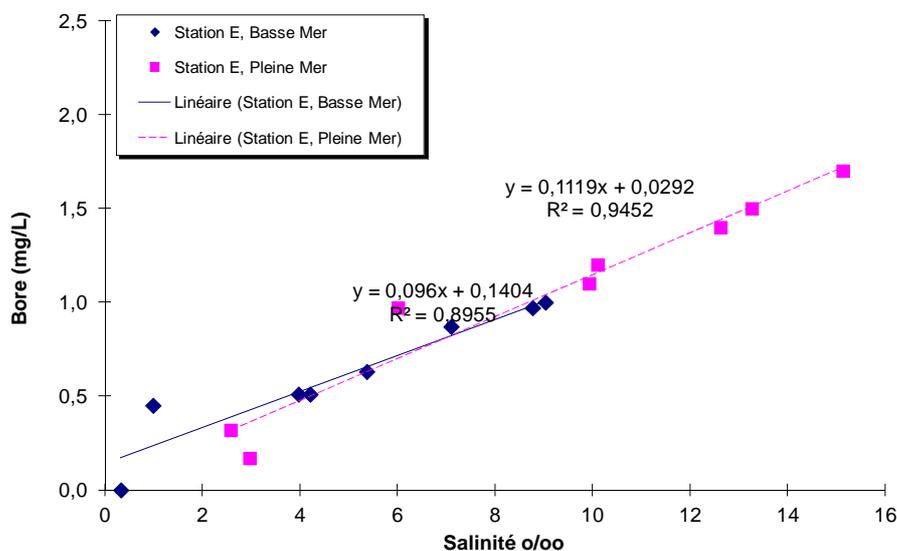


Figure 4-42 : Répartition des teneurs en bore avec la salinité, station E

4.3.3. Evolution des moyennes annuelles

4.3.3.1. Sels azotés

Les moyennes annuelles des teneurs en ammonium restent dans les niveaux les plus bas de l'historique (**Figure 4-43**). 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 2012 (0,6 $\mu\text{mol/L}$) est nettement inférieure à la moyenne pluriannuelle 1992-2011 (1,46 $\mu\text{mol/L}$).

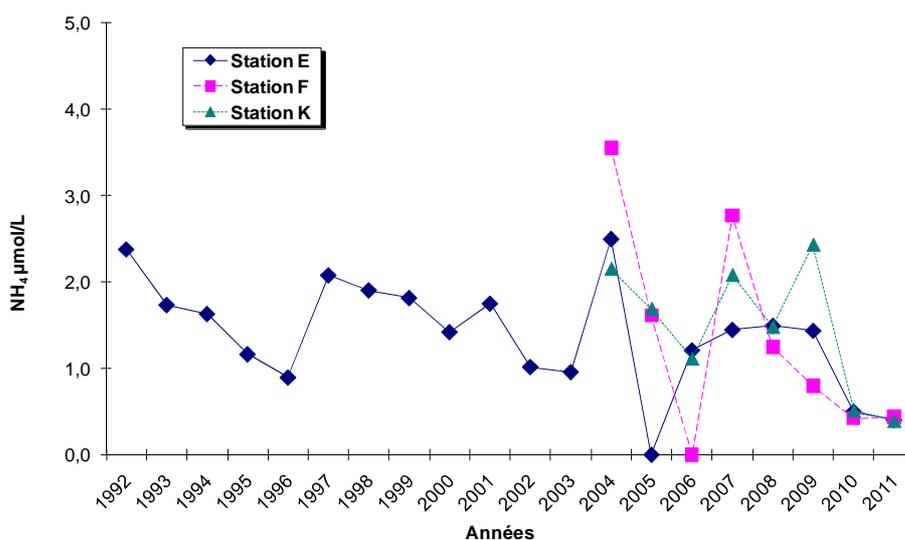


Figure 4-43 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en ammonium

Les moyennes annuelles des teneurs en nitrates – nitrites représentent les niveaux les plus bas de l'historique, notamment au droit de la station F, l'année 2011 ayant été considérée comme également la référence « basse » (**Figure 4-44**). Pour la station E, la valeur obtenue en 2012 (105,5 $\mu\text{mol/L}$) est inférieure à la moyenne pluriannuelle 1992-2011 (136,4 $\mu\text{mol/L}$). Le gradient de concentration croissant de l'aval vers l'amont est visible.

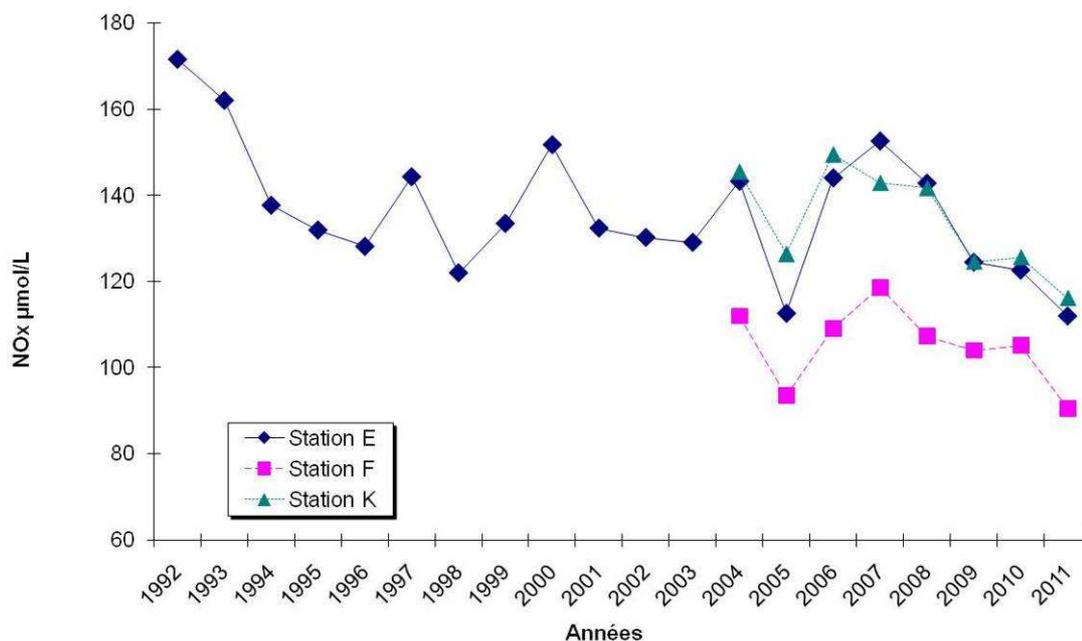


Figure 4-44 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en nitrates – nitrites

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 étaient en nette augmentation depuis 2009 pour atteindre le plus haut niveau de l'historique pour les stations E et K. Cette tendance est brutalement stoppée en 2011 pour, à l'inverse, atteindre des niveaux les plus bas de l'historique pour l'ensemble des 3 stations et plus particulièrement pour la station K (**Figure 4-45**).

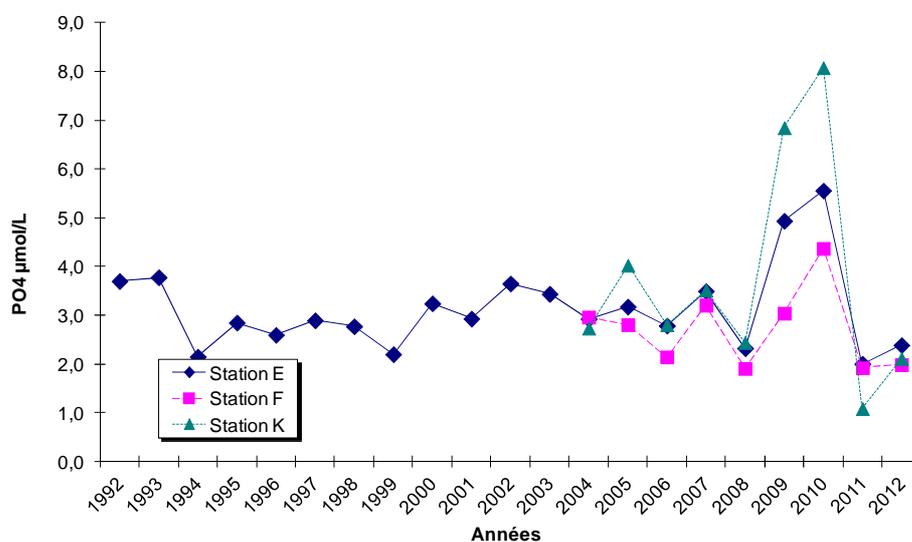


Figure 4-45 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en orthophosphates

La diminution des apports fluviaux est observée pour l'ensemble des nutriments azotés et phosphorés, rendant la station E plus sensible à l'influence océanique.

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 2011 étaient parmi les plus faibles obtenues depuis les précédents exercices. L'année 2012 se caractérise par un retour à des niveaux de concentrations moyens malgré une baisse globale d'apport fluvial – Figure III.47. A la station E, la valeur obtenue en 2012 (115 µmol/L) est de fait équivalente à la moyenne pluriannuelle 2004 – 2011 (117 µmol/L) (**Figure 4-46**).

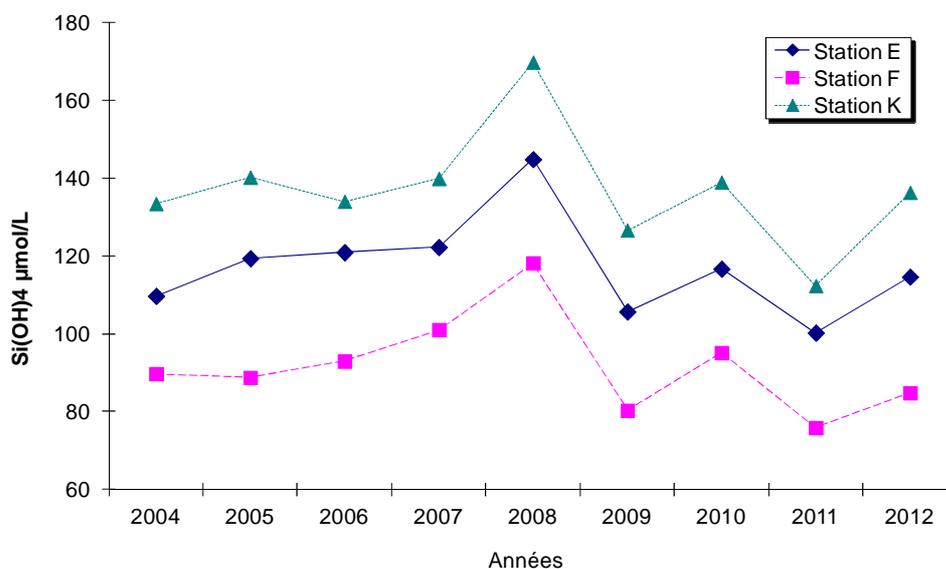


Figure 4-46 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en silicates

Pour les 3 stations, les valeurs des moyennes annuelles en bore sont en légères baisse en comparaison à celles obtenues les années précédentes. L'historique reste stable. A la station E, la valeur obtenue en 2012 ($0,89 \mu\text{mol/L}$) est de fait équivalente à la moyenne pluriannuelle 2004 – 2011 ($0,91 \mu\text{mol/L}$). (**Figure 4-47**).

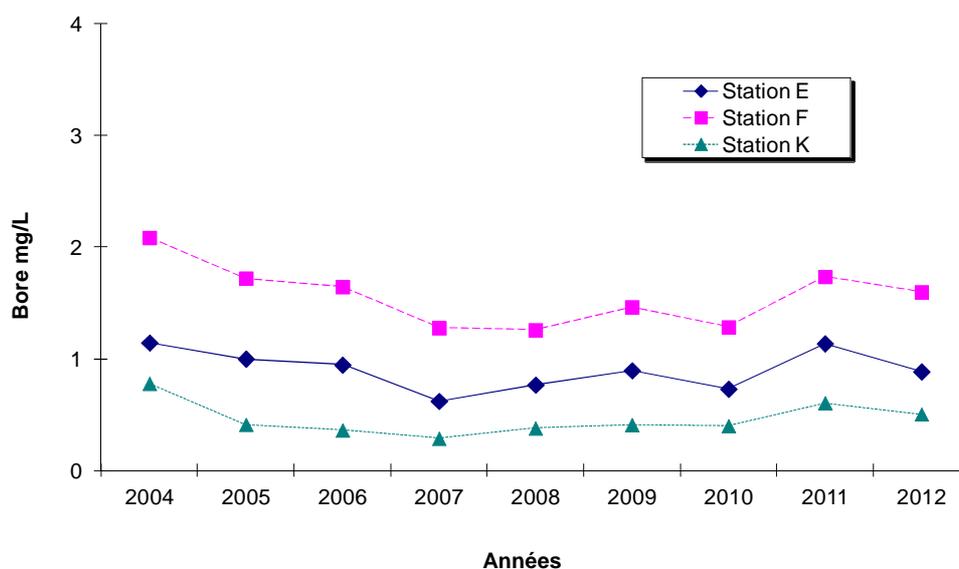


Figure 4-47 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en bore

Aucun impact de la centrale n'est mis en évidence pour les paramètres (COT, COD, MES, nutriments, silicates et bore). Les variations spatiales et temporelles enregistrées en 2012 sont induites par le fonctionnement naturel de l'Estuaire de la Gironde

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 tout au long de la période d'étude.

4.4.2. Agents de surface anioniques

Sur les 48 mesures réalisées au cours de l'année 2012, seulement 4 d'entre elles se sont révélées positives, les concentrations restant toutefois à l'état de trace :

- Station F : 20 µg/L en juin période de pleine mer et 30 µg/L en octobre période de basse mer.
- Station K : 20 µg/L en avril période de pleine mer et 30 µg/L en novembre période de pleine mer.

La limite de quantification de ce paramètre est à 20 µg/L.:

Synthèse 2012 :

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 2012 sont principalement induites par le fonctionnement naturel de l'Estuaire de la Gironde.

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 et l'augmentation de la salinité.

Sur l'ensemble des 3 stations, la présence de *Vibrio* est détectée tout au long de l'étude, mais seuls les mois de juillet à septembre présentent des abondances (UFC/L) qui peuvent atteindre plus de 4 log décimaux aux stations E et K (**Figure 5.1**).

En 2012, l'abondance moyenne la plus importante est observée au droit de la station E, en corrélation avec l'échauffement du milieu par les rejets de la centrale (**Figure 5.2**).

La station F plus en aval montre les abondances les moins fortes. La station K présente de fortes abondances en août et septembre alors qu'historiquement les plus faibles concentrations sont observées au niveau de cette station la plus en amont. En effet, les deux facteurs favorisant le développement de cette espèce sont réunis : intrusion du milieu halin plus en amont dans l'estuaire du fait des faibles débits fluviaux, et réchauffement des eaux au niveau de cette station (températures proches de celles de la station E et historiquement la plus élevée).

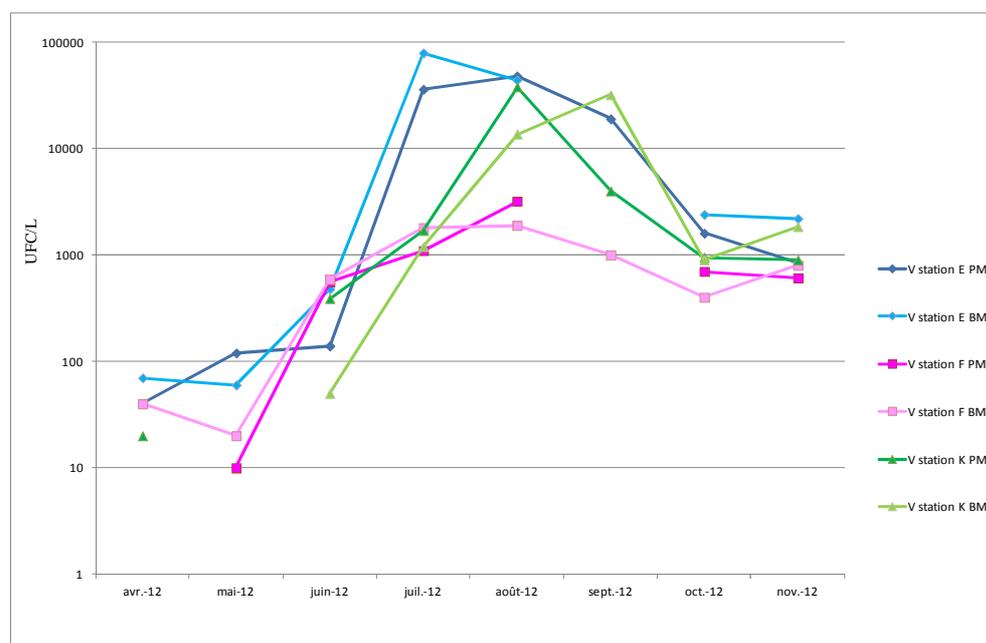


Figure 5-1. : Variations mensuelles des dénombrements de *Vibrio halophiles* aux stations E, F et K à (BM et PM), en échelle logarithmique décimale

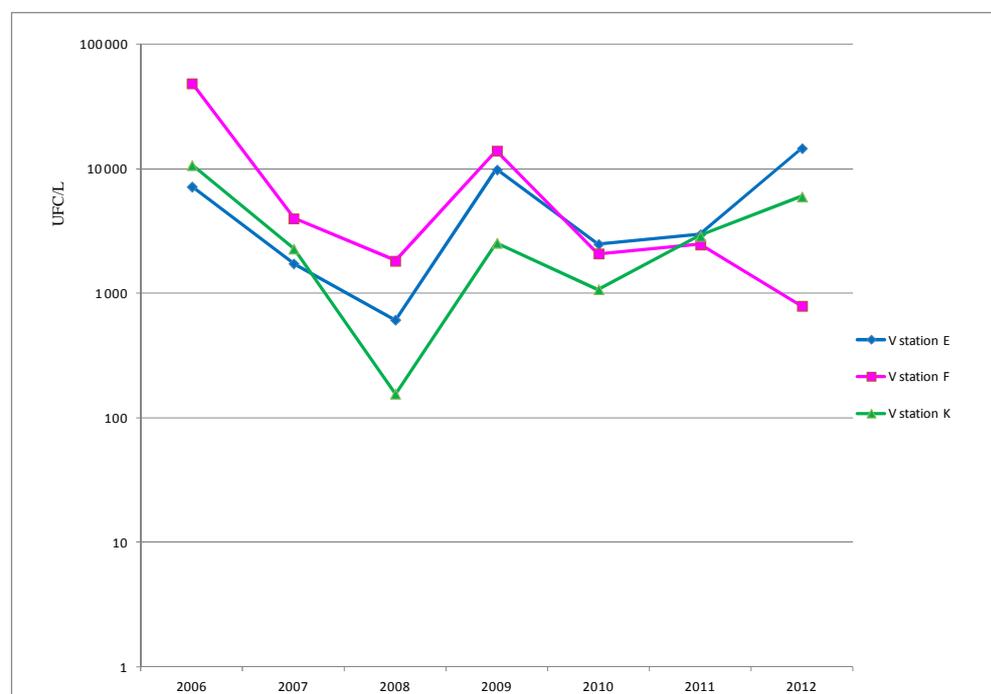


Figure 5-2. : Evolution des moyennes annuelles des dénombrements de *Vibrio halophiles* aux stations E, F et K, en échelle logarithmique décimale

5.1.2. Relation avec la salinité et la température

Les *Vibrio* halophiles sont sensibles, non seulement à la salinité, mais surtout à la température. Les figures ci-après résument cette sensibilité à partir des recherches effectuées 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 5-3**) : aucune station n'est préférentiellement impactée de par sa position sur l'estuaire en terme de présence de *Vibrio*.

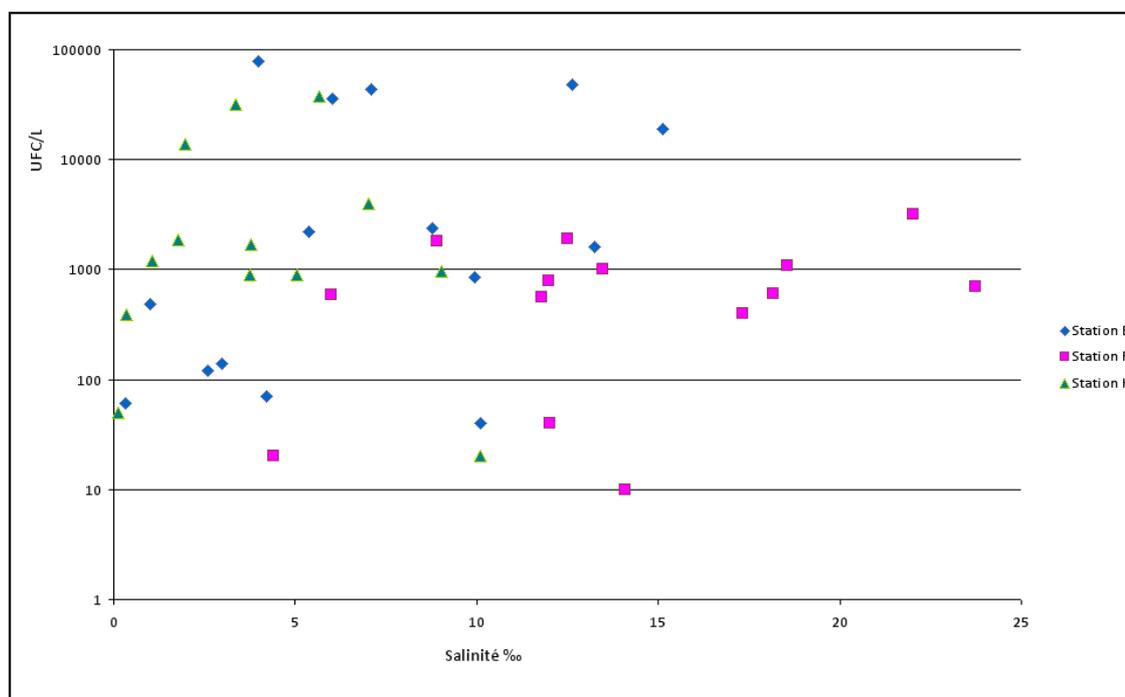


Figure 5-3. : Répartition des dénombrements des *Vibrio*, en échelle logarithmique décimale, avec la salinité

5.1.2.2. Abondance des *Vibrio* avec la température

Les *Vibrio* halophiles semblent plus sensibles à la température qu'à la salinité (**Figure 5-4**). En effet il semble que l'abondance augmente avec la température, en particulier pour les stations E et K.

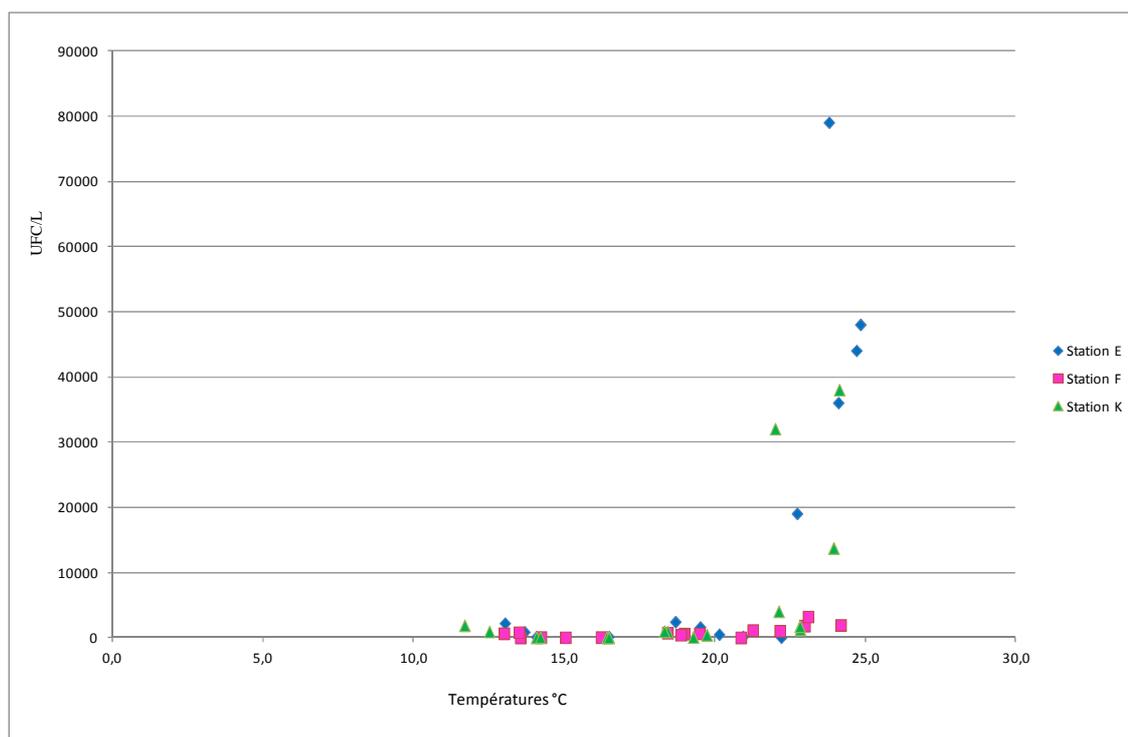


Figure 5-4. : Répartition des dénombrements des *Vibrio* avec la température

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*.

En présence de *Vibrio cholerae*, un test sur sur antiserum vibrio cholerae O1 et O139 a été systématiquement réalisé . Le test s'est révélé ininterprétable, toutes les souches récupérées étant auto-agglutinantes sur le test témoin (sérum physiologique).

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* présomptifs, isolés et caractérisés, toutes stations confondues.

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 :

- 49 % de l'abondance est due à *Vibrio parahaemolyticus* ;
- 6 % de l'abondance est due à *Vibrio alginolyticus* ;
- 34% de l'abondance est due à *Vibrio vulnificus* ;
- 6% de l'abondance est due à *Vibrio mimicus*.
- 2% des souches sont des *Vibrio fluvialis* ;
- 3% des souches sont des *Vibrio cholerae*.

Synthèse 2012 :

Les *Vibrio* halophiles, comme leur nom l'indique, se développent de façon naturelle en milieu halin (relatif à la salinité marine), et sont donc 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. Les stations E et K présentent de fortes abondances, en particulier pendant les mois estivaux, contrairement à la station F plus aval. L'espèce dominante, parmi les vibrions cultivables à 37 °C est *Vibrio parahaemolyticus*. Le nombre de *Vibrio* (de 3 à 4 log décimaux en moyenne pour 2012) reste dans la gamme des années précédentes.

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 2012. 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 2012 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 classique de distribution (point E). La densité annuelle moyenne d'*E. affinis* en 2012 au point E ($1690 \pm 384 \text{ ind./m}^3$) est très faible par rapport aux années précédentes (par exemple 2010, 2009), mais très proche de celle observée en 2011. Ces 2 années consécutives constituent des « exceptions » par rapport au schéma habituel (moyenne générale calculée sur l'ensemble du suivi : $6669 \pm 570 \text{ ind./m}^3$).

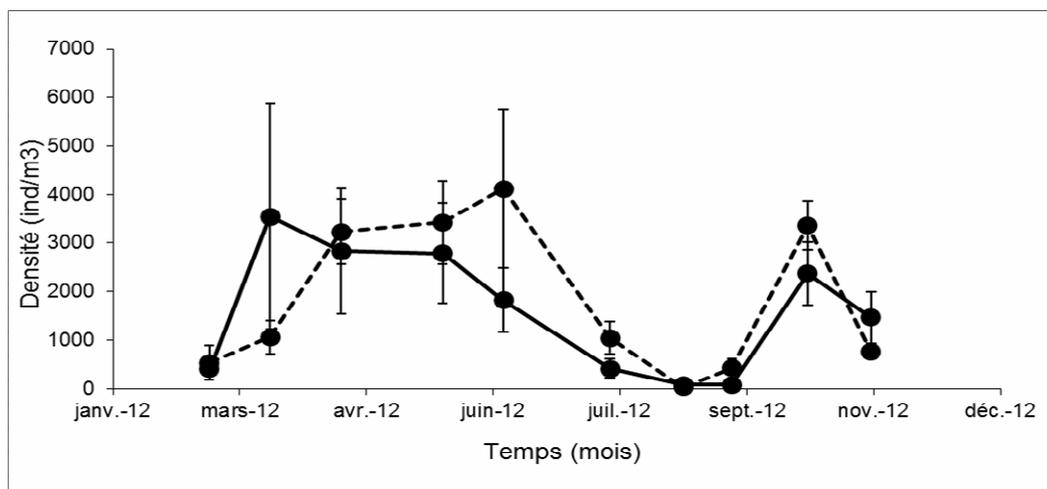


Figure 6-1 : Evolution mensuelle de la densité du copépode *Eurytemora affinis* en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au point E (pk 52) en 2012. Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée.

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 2012 présente, comme l'année 2011, un schéma temporel classique (contrairement à 2005, 2006, 2008, 2009 et 2010). « L'originalité » essentielle de ces 2 années par rapport aux années récentes se situe donc au niveau d'un « retour » à ce schéma très habituel (dans les zones littorales de l'atlantique nord tempéré) de développement saisonnier du zooplancton : forte production printanière suivie par une période de production estivale très faible (abondances les plus basses en août au fond: 31 ± 27 ind./m³) et reprise de production en automne (maxima automnal en octobre : 3363 ± 507 ind./m³). On retrouve donc en 2012 (comme en 2011) une dynamique saisonnière classique, 2012 se distinguant néanmoins par un maintien tardif des fortes abondances printanières (abondances maximales au fond en juin : 4119 ± 1633 ind./m³).

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 majeur de densité. Globalement la série ne présente pas de tendance particulière 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.

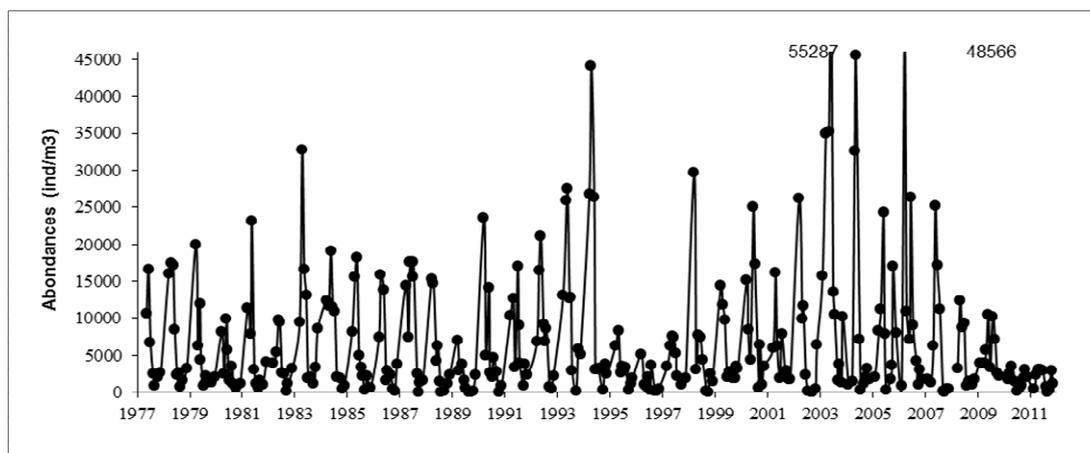


Figure 6-2 : Variation mensuelle des densités du copépode *Eurytemora affinis* au point E entre les années 1978 et 2012. Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond).

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 2012 sont du même ordre de grandeur et se distinguent (depuis 2009), 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 (2012 : valeur moyenne la plus basse de la série dans cette zone de l'estuaire : $1690 \pm 384 \text{ ind./m}^3$ et maxima annuel le plus faible de la série : 3107 ind./m^3). Il est cependant à noter que les années sèches 2003 et 2005 (particulièrement chaudes et sèches) ne sont pas marquées par de faibles abondances, la remontée des organismes vers l'amont (David, 2005) n'explique donc pas seule ces variations interannuelles.

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*. *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).

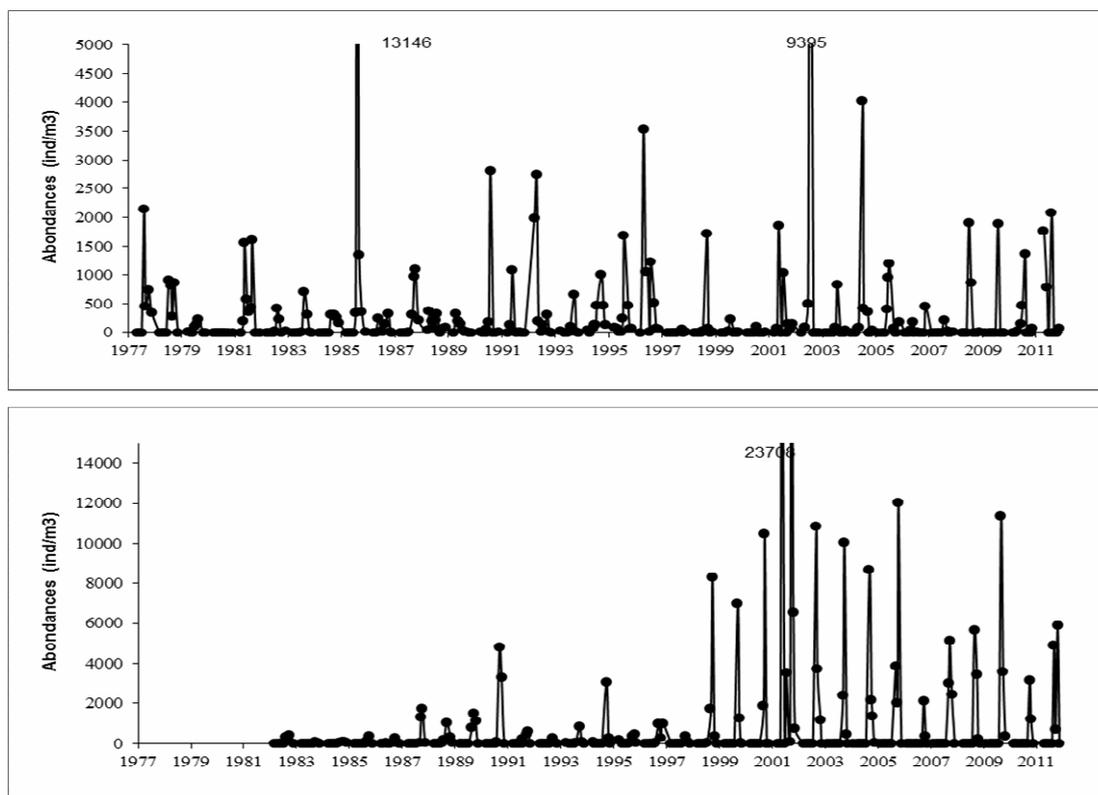


Figure 6-3 : Variations mensuelles de densités du copépode *Acartia bifilosa* (en haut) et *Acartia tonsa* (en bas) au point E entre 1978 et 2012 (densités mensuelles moyennes entre surface et fond) - Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond)

La densité annuelle moyenne observée en 2012 au point E (30 ± 16 ind./m³) fait partie des valeurs les plus faibles de la série établie sur les 35 précédentes années de prélèvements (proches des valeurs trouvées en 1998, 2000, 2001 et 2008). Elle est très inférieure à la moyenne observée sur les 35 ans : 288 ± 58 ind./m³. Cette hétérogénéité sur l'ensemble de la série confirme la forte variabilité interannuelle des abondances de l'espèce. Le maximum de densité au point E est observé en Avril (220 ± 139 ind./m³ en surface), durant la période classique d'abondance maximale de l'espèce (Avril-Mai), et donc plus précocement qu'en 2010 et 2011. Les moyennes des abondances en surface et au fond ne sont pas significativement différentes pendant le maximum d'abondance de l'espèce (Figures 6-3 et 6-4), mais, en 2012, l'espèce montre sur sa période de présence une distribution en surface.

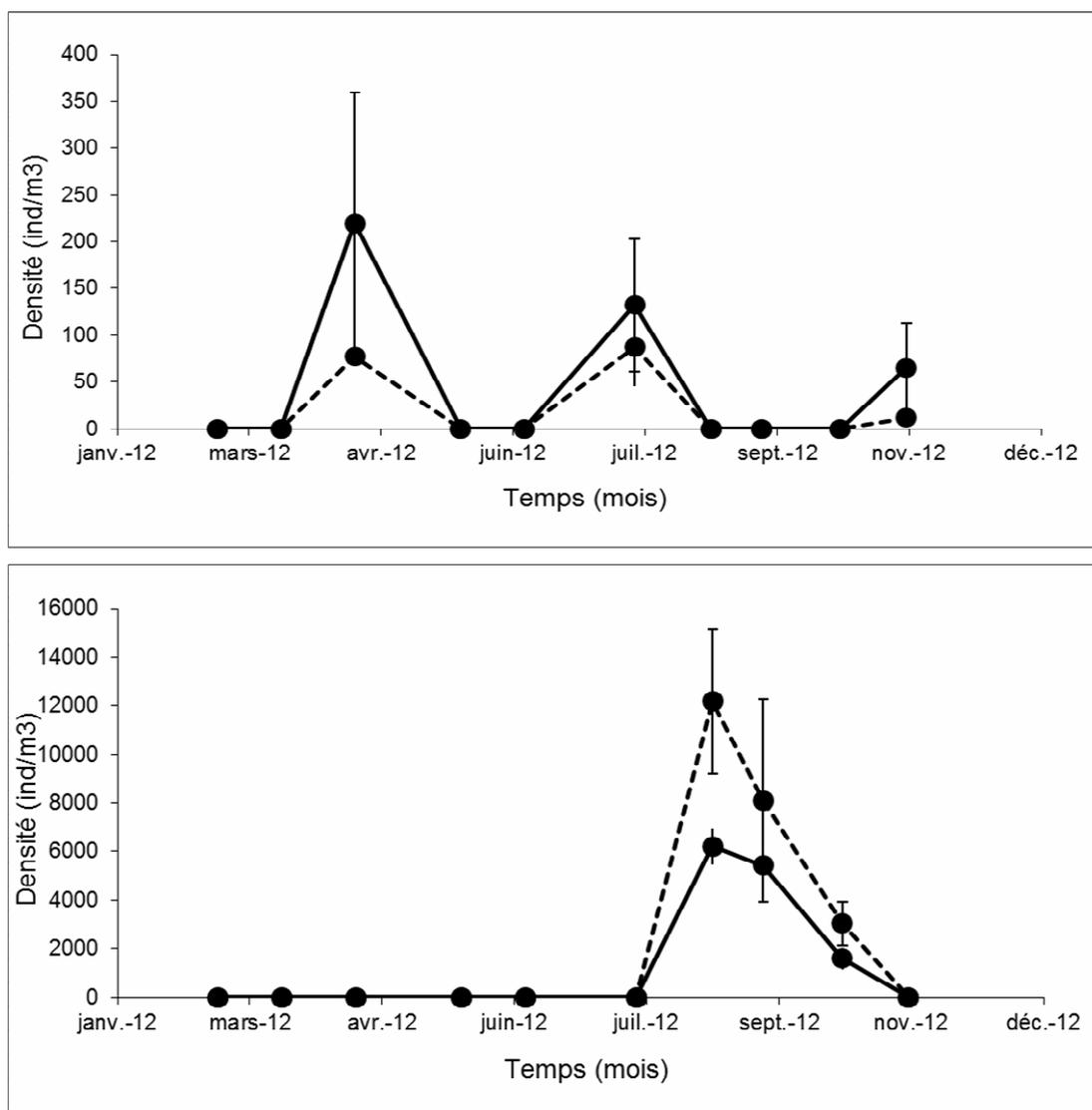


Figure 6-4 : Evolution mensuelle de la densité des copépodes *Acartia bifilosa* (en haut) et *Acartia tonsa* (en bas) en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au point E (pk 52) en 2012 - Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours 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 (1826 ± 1011 ind./m³) est supérieure à la moyenne des années suivant son apparition en Gironde (1983-2012 : 851 ± 226 ind./m³). Alors que l'année 2011 marquait une interruption dans la série des forts effectifs observés depuis 1999, en 2012, l'abondance moyenne annuelle est du même ordre de grandeur que les fortes valeurs observées depuis 1999 (7^{ème} valeur la plus forte). L'espèce apparaît pendant la période

estivale comme en 2009 et 2010 (Août) et présente un maximum de densité, ce même mois (maximum en Août : 9191 ± 1863 ind./m³ (**Figure 7.3.**), proche des observations habituelles (Août à début Octobre selon les années). Le maximum observé en 2012 (respectivement en surface et au fond : 6205 ± 734 ind./m³, 12176 ± 2982 ind./m³) fait partie des plus fortes valeurs de la série (moyenne des maxima sur la série : 4169 ± 912 ind./m³) et dans la gamme des valeurs maximales observées avant 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 2011 s'observe très nettement 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* (**Figures 6-5 à 6-7**). 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 espèces *N. integer* et *M. slabberi* sont habituellement récoltés d'avril à octobre au point E. En 2012 cette saisonnalité est respectée pour *M. slabberi* alors que la période de présence de *N. integer* est plus étalée (jusqu'à novembre).

La densité moyenne annuelle de *Neomysis integer*, en 2012 (4 ± 2 ind./m³), est la valeur la plus faible de la série ; très éloignée de la moyenne générale des densités observées depuis 1978 (38 ± 4 ind./m³), marquant la très faible représentation de l'espèce dans l'estuaire cette année. Généralement, *N. integer* est l'espèce la plus abondante à la fin du printemps, ce qui n'est pas le cas cette année les effectifs de *M. slabberi* au printemps, étant a minima du même ordre de grandeur (et très faibles (**Figure 6-7**)).

En 2012, le maximum mensuel de densité de *N. integer* s'observe en Août (**Figure 6-7**). La valeur du pic (moyenne mensuelle : 15 ± 14 ind./m³) est la plus faible valeur d'abondance observée sur la série pour ce secteur de l'estuaire (moyenne des maxima : 164 ± 21 ind./m³). La plus forte valeur est observée au fond (31 ± 27 ind./m³ aucun individu n'étant recensé en surface). La représentation majoritaire de l'espèce au fond sur la période d'étude correspond au schéma classique de distribution verticale connu (habituellement plus abondante à proximité du fond).

Mesopodopsis slabberi présente des densités moyennes annuelles plus importantes que celles de l'espèce précédente (163 ± 65 ind./m³). En 2012 sa densité moyenne annuelle est du même ordre de grandeur que la moyenne générale des observations effectuées depuis 1978 (177 ± 20 ind./m³).

Le maximum de densité s'observe cette année en Août (moyenne mensuelle : 509 ± 103 ind./m³ - **Figure 6-6**). L'espèce, qui est habituellement répartie de manière homogène dans la colonne d'eau, est cette année essentiellement présente au fond (en Août, maximum en surface : 352 ± 81 ind./m³ et maximum au fond : 667 ± 153 ind./m³), ce qui est inhabituel en Gironde pour cette espèce meilleure nageuse que la précédente et que l'on trouve donc souvent répartie de manière homogène dans la colonne d'eau ou avec des abondances supérieures en surface. Les abondances maximales moyennes restent importantes pendant toute la période estivale (Juillet à Septembre). Elles sont, en

2012, plus de 30 fois plus élevées que celles de *Neomysis* ce qui est au-delà du schéma classique annuel moyen (facteur 4 sur l'ensemble de la série- **Figure 6-5** et **6-6**) et souligne à nouveau la très faible représentativité de *N. Integer* dans cette zone de l'estuaire en 2012.

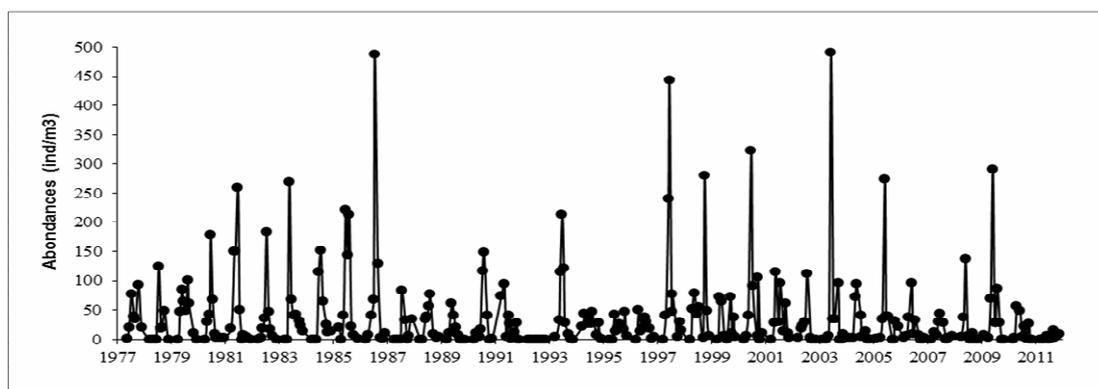


Figure 6-5 : Variations mensuelles de densités du Mysidacé *Neomysis integer* au point E entre 1978 et 2012 - Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond)

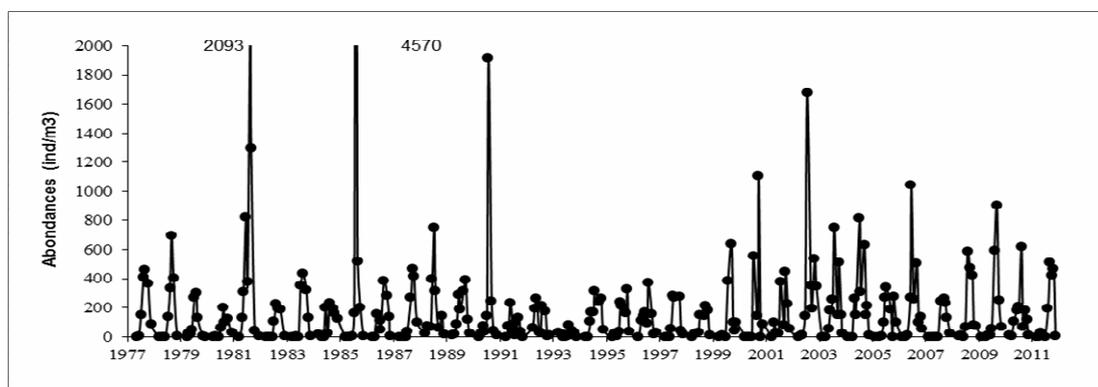


Figure 6-6 : Variations mensuelles de densités du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* au point E entre 1978 et 2012 - Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond)

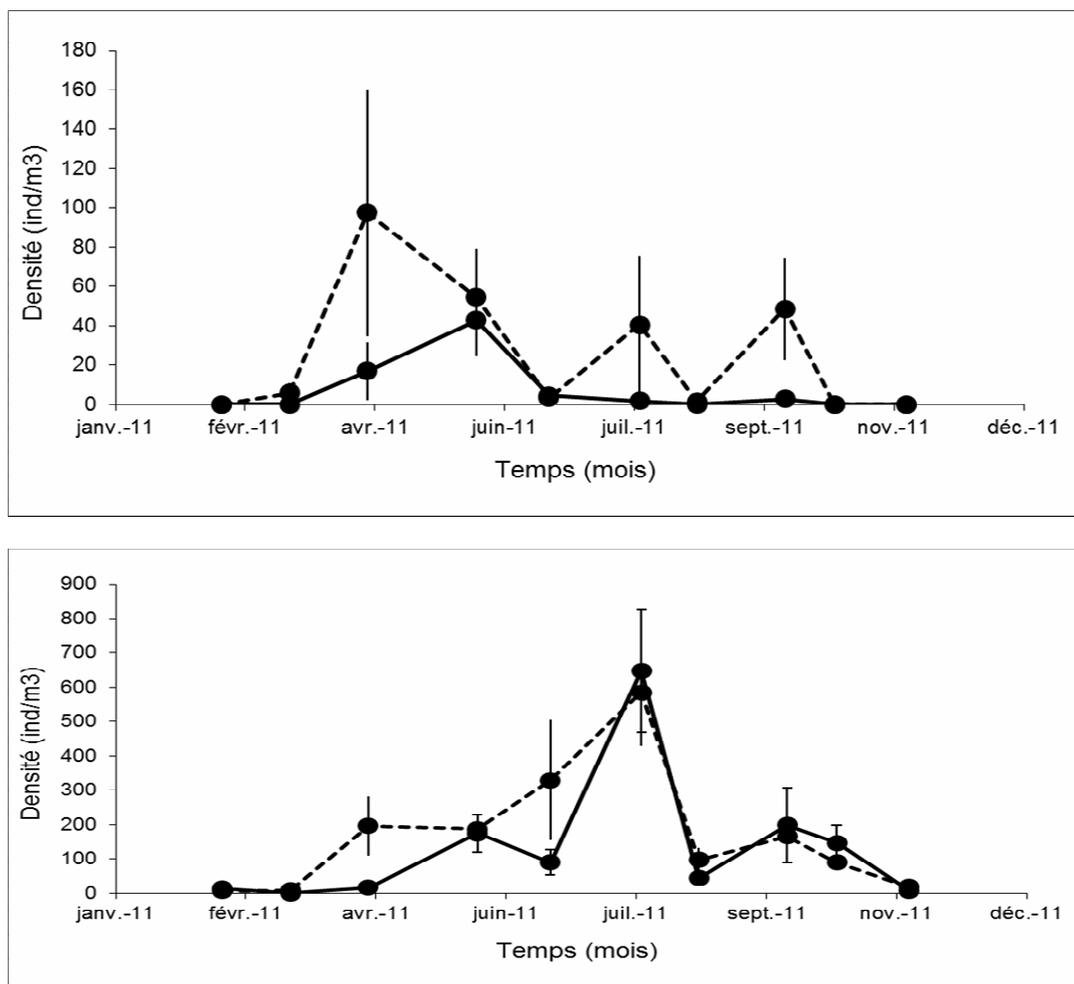


Figure 6-7 : Evolution mensuelle de la densité des Mysidacés *Neomysis integer* (en haut) et *Mesopodopsis slabberi* (en bas) au point E (pk 52), en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au cours de l'année 2012 - Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités 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 turbidités peuvent en effet s'avérer préjudiciables au développement du phytoplancton et de faibles concentrations en phytoplancton sont susceptibles d'affecter la fécondité, même si l'espèce peut se nourrir à partir d'autres sources de carbone organique (IRIGOIEN *et al.*, 1996).

Les variations mensuelles de fécondité en 2012 (**Figure 6-8**) sont conformes aux observations habituelles : les valeurs les plus importantes sont observées cette année durant les périodes de développement printanier et automnal de la population. Les valeurs supérieures à la moyenne (moyenne 2012, point E : $3,2 \pm 0,5$ œufs par sac ovigère) sont observées au printemps : Février à Avril (Mars étant le mois durant lequel le maximum est observé : $4,2 \pm 0,8$ œufs par sac ovigère), puis en automne (Octobre : $3,6 \pm 0,7$ œufs par sac ovigère).

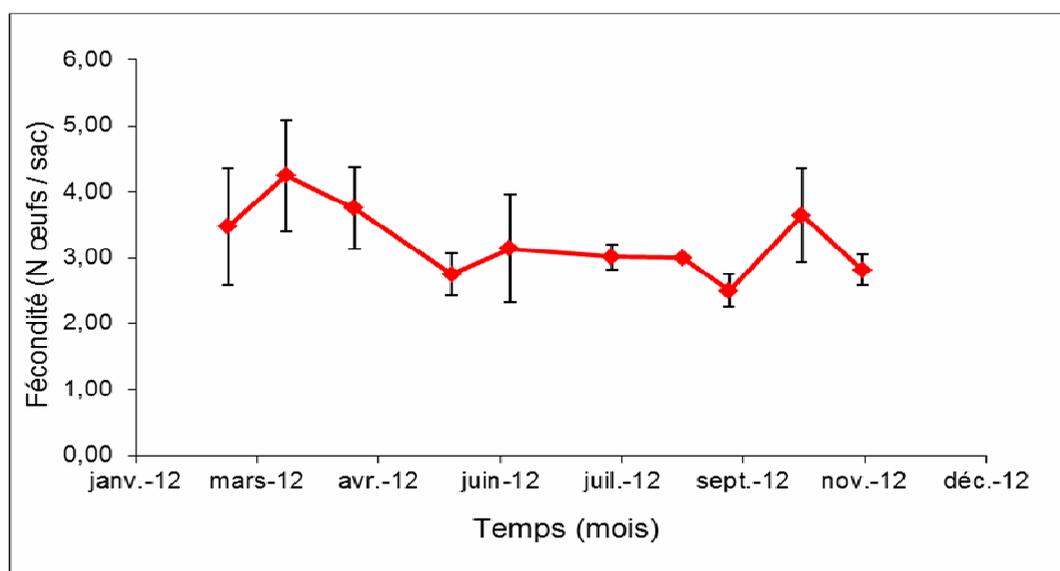


Figure 6-8 : Evolution du nombre moyen d'œufs par sac ovigère chez *Eurytemora affinis* au point E au cours de l'année 2012 -Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs observées au cours d'un demi-cycle de marée

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 2012, la fécondité moyenne ($3,2 \pm 0,5$ 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.

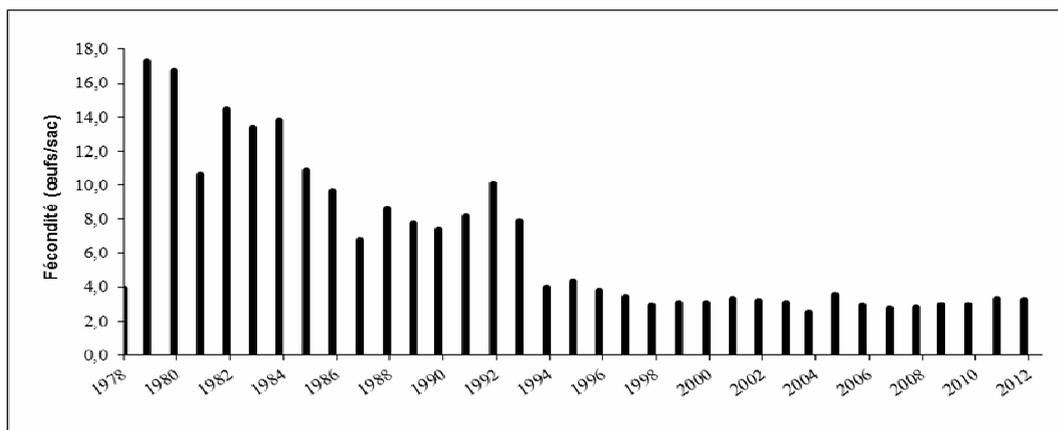


Figure 6-9 : Evolution annuelle de la fécondité (nombre moyen d'œufs par sac ovigère/an) du copépode *Eurytemora affinis* au point E entre 1978 et 2012 - Chaque point représente la moyenne des valeurs mensuelles calculée entre avril et novembre

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 ne se vérifie pas en 2012 (sex ratio équilibré : 48 ± 16 % de mâles en moyenne). De même les variations de sex ratio étaient relativement stables en 2012 avec néanmoins une baisse importante du pourcentage de mâles en période estivale (souvent observée : **Figure 6-10**). En général, le pourcentage de mâles est un peu plus élevé en surface qu'au fond. En 2012, ce schéma est globalement observé (ce schéma n'était plus visible en 2008 et 2009).

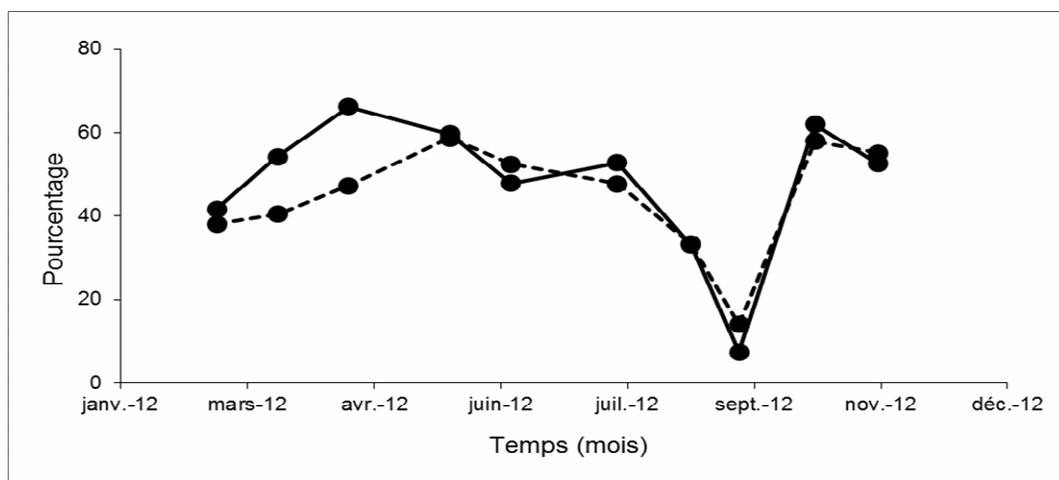


Figure 6-10 : Evolution mensuelle du pourcentage de mâles dans la population adulte du copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au cours de l'année 2012 - Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée

On ne distingue pas en 2012 de répartition spécifique, constante, dans la colonne d'eau : les femelles ovigères sont parfois mieux représentées au fond, à d'autres période en surface (printemps, automne). Les valeurs les plus fortes (**Figure 6-11**) sont observées en été et en automne (Août et Octobre). Le pourcentage moyen de l'année 2012 (28 %) est du même ordre de grandeur que la moyenne calculée à partir des valeurs de l'ensemble des années de surveillance (29,1 %). Il se situe dans la gamme de valeurs « fortes » observées avant la diminution de représentativité des femelles ovigères (valeurs plus faibles et proches de 20,0 % de 1999 à 2009, par rapport à ce qui était observé avant 1999).

Comme pour les femelles ovigères on ne distingue pas en 2011 de schéma particulier de distribution des stades copépodites (copépodites 1 à 5 = stades juvéniles) dans la colonne d'eau. La forte représentativité des copépodites 1 à 5 en surface est observée cette année (**Figure 6-12**) lorsque les abondances sont faibles. La moyenne annuelle (47 %) est inférieure à la moyenne des observations sur l'ensemble de la série (59 %). Comme souvent, les plus forts pourcentages sont notés pendant les périodes productives de l'espèce (mars, Octobre), mais aussi pendant la période estivale (période durant laquelle les effectifs sont très faibles).

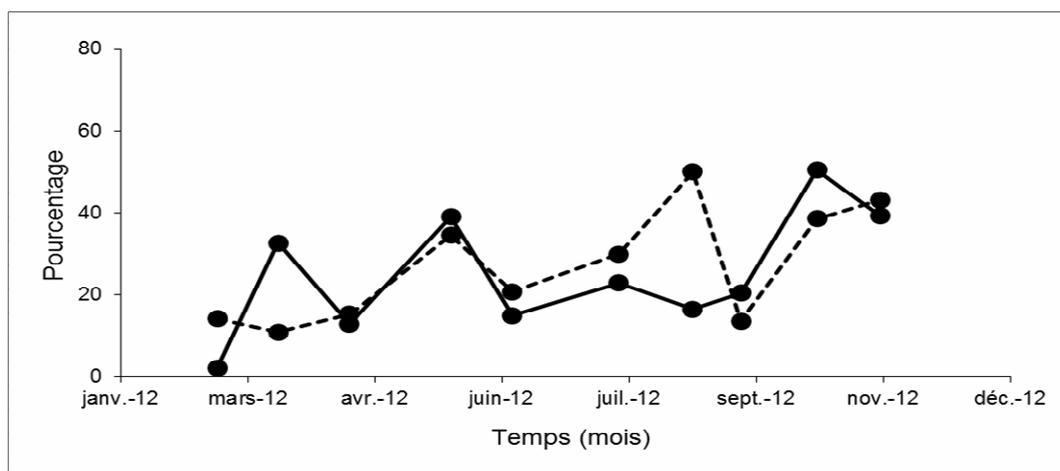


Figure 6-11 : Evolution mensuelle du pourcentage de femelles ovigères chez le copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au cours de l'année 2012 - Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée

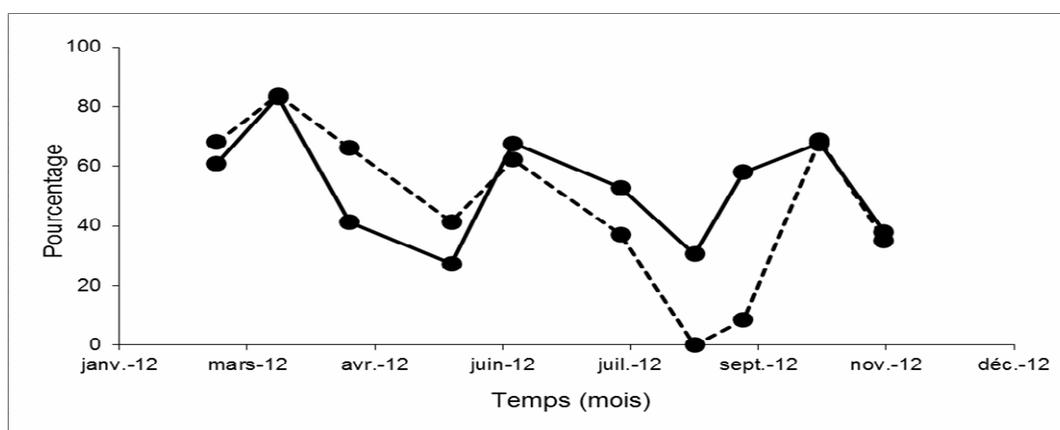


Figure 6-12 : Evolution mensuelle du pourcentage de copépodites dans la population totale du Copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface (trait plein) et au fond (pointillés) au cours de l'année 2012 - Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au 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 2012 (**Figure 6-13**) sont faibles quelle que soit la période de l'année.

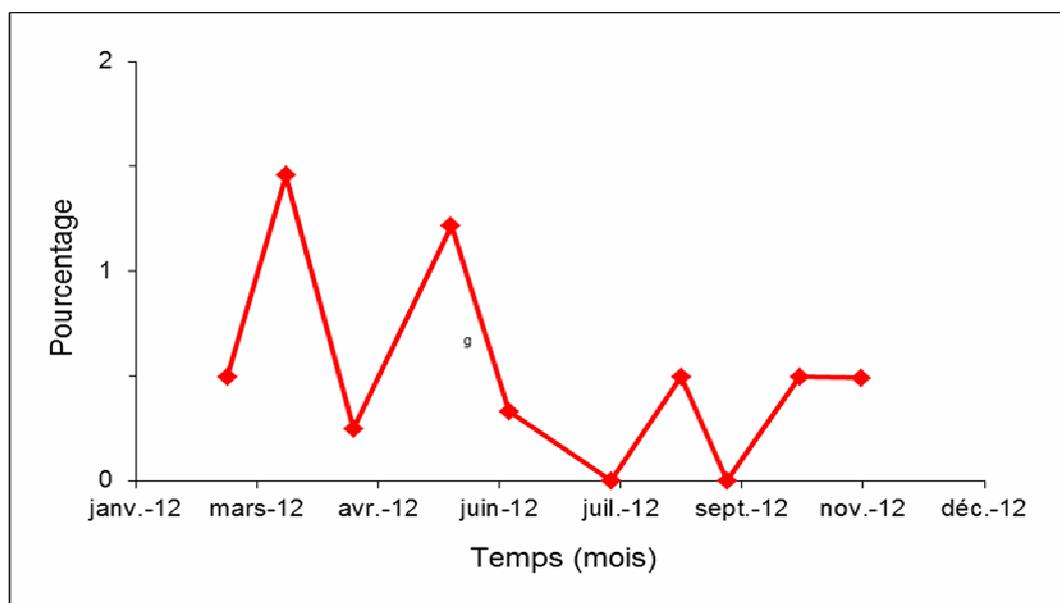


Figure 6-13 : Evolution mensuelle du pourcentage de mortalité du copépode *Eurytemora affinis* au point E, au cours de l'année 2012 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne (\pm erreur standard) calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée (2 en surface et 2 au fond)

La mortalité annuelle moyenne en 2012 ($0,52 \pm 0,47$ %) est particulièrement faible en référence aux données acquises depuis 30 ans et du même ordre de grandeur que ce qui a été observé lors des années précédentes (4^{ème} valeur la plus faible sur l'ensemble de la série).

La moyenne annuelle observée en 2012 concorde avec la diminution de la mortalité observée depuis 1999. La tendance observée au cours des 13 dernières années (**Figure 6-14**) est proche de celle des années 1984 à 1988

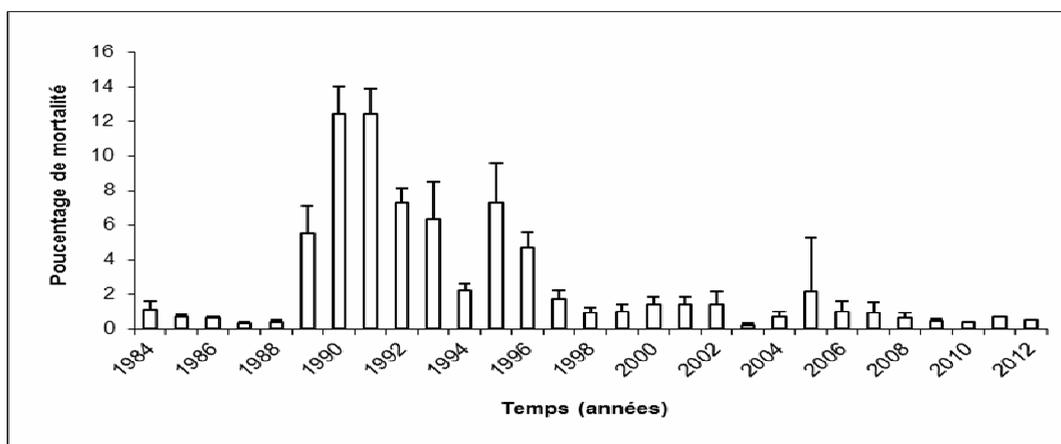


Figure 6-14 : Evolution du pourcentage de mortalité du Copépode *Eurytemora affinis* au point E, entre 1984 et 2012 - Chaque point sur le graphique représente la valeur moyenne annuelle (\pm erreur standard) calculée sur l'ensemble des prélèvements

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 méduses).

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 2012, *E. affinis* constitue l'essentiel du peuplement de copépodes dans les trois stations étudiées (points F, E et K). La densité moyenne annuelle d'*E. affinis* au point K (3114 ± 677 ind./m³) est la plus forte observée dans l'estuaire en 2012. Dans les zones médiane et aval (aux points E et F) les effectifs sont plus faibles (respectivement 1690 ± 384 ind./m³ et 2126 ± 644 ind./m³, **Figure 6-15**), mais quelle que soit la station l'année 2012 est caractérisée par de faibles effectifs. 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 trois stations : Avril à Juin et Octobre / Novembre. Les pics d'abondances printaniers en « aval » et en « amont » (points F et K) sont du même ordre de grandeur mais décalés dans le temps : respectivement 5633 ± 1114 ind./m³ (Juin) et K : 4955 ± 581 ind./m³ (Avril). Le pic le moins important est observé en zone « médiane » en Mai : 3107 ± 680 ind./m³. La chute estivale des abondances n'est pas marquée en amont (effectifs de l'ordre de 8498 ± 2689 ind./m³ au point K alors qu'ils sont extrêmement faibles à la même période aux points E et F (respectivement 35 et 15 ind./m³, **Figure 6-15**).

L'année 2012 (comme 2011) se distingue donc, à la différence de ce qui a pu être observé les années précédentes, par des périodes d'abondances maximales identiques en amont et en aval de l'estuaire. Le maintien d'abondances non négligeables en période estivale 2012 et en amont est probablement à rapprocher des observations faites depuis 2010 : augmentation atypique des abondances estivales dans la zone amont

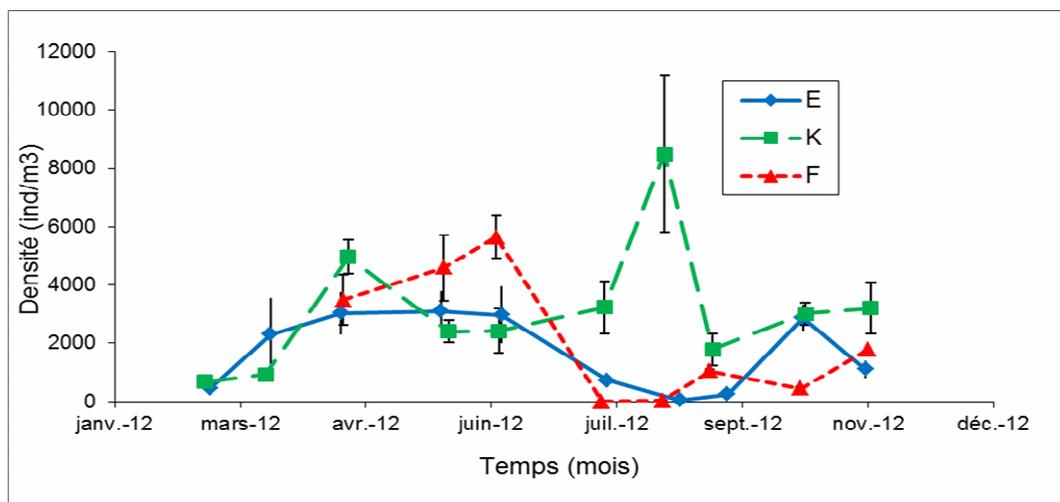


Figure 6-15 : Evolution mensuelle de la densité du copépoïde *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52) et K (pk 30) au cours de l'année 2012 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

La comparaison des densités moyennes interannuelles (**Tableau 6-1**) entre 1984 et 2012 montre que les années caractérisées par une absence de crues²⁸ (notamment printanières) ou par une forte turbidité (sècheresse printano-estivale) sont des années pour lesquelles la densité du copépoïde est plus élevée au point K qu'en aval ; la situation étant inversée les années caractérisées par des crues. Le schéma observé en 2012 correspond à une situation classique « étiage » pour laquelle la population du copépoïde *E. affinis* est principalement répartie sur la zone amont de l'estuaire (les apports d'eau douce ont été très modérés en 2012).

²⁸ 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 1984-2012 - 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		233358
2002	3470	5112		3978
2003	2175	3857		4956
2004	4238	17216		11384
2005	11104	9641		8886
2006	9277	8467		14034
2007	5433	11316		4778
2008	1835	6414		6400
2009	3815	4456		10111
2010	2777	5513		8290
2011	987	1779		3667
2012	2126	1690		3114

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 (589 ± 258 ind./m³) et décroissent vers l'amont de l'estuaire (maximum au point E : 30 ± 16 ind./m³ et absence au point K).

Le début de production de l'espèce est observé en Avril dans la zone aval. L'année 2012 est marquée par 2 périodes productives successives (Avril et Juillet), comme cela avait été observé à quelques reprises dans les années 2000 à 2005. Ces périodes d'abondances maximales sont identiques dans les deux stations aval : en aval maximum annuel au point F: 2080 ± 738 ind./m³ et maximum annuel au point E en Avril : 148 ± 74 ind./m³.

La distribution spatiale correspond à un schéma classique 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

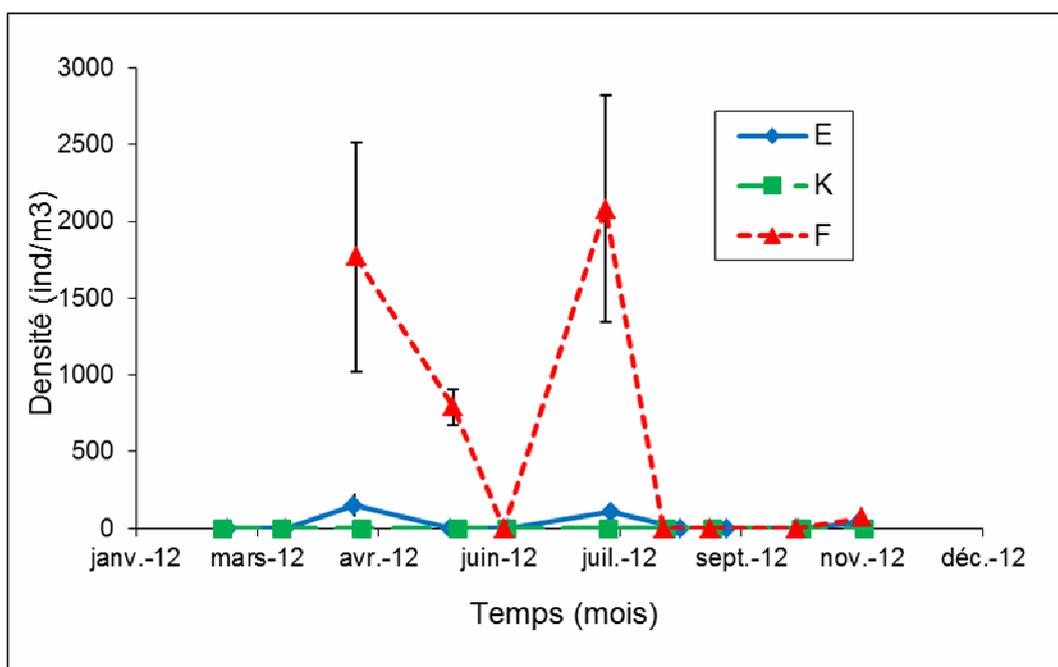


Figure 6-16 : Evolution mensuelle de la densité du Copépode *Acartia bifilosa* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2012 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

Tableau 6-2 : Evolution des densités moyennes annuelles (ind./m³) du copépode *Acartia bifilosa* au cours de la période 1984-2012 - 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		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
2011	309	209		1
2012	589	30		0

Le copépode *Acartia tonsa* est une espèce thermo-polyhaline : il présente en 2012 un gradient décroissant d'abondance des stations aval (densités très proches, **Figure 6-17**) vers la station amont (**Tableau 6-3**). Les plus fortes abondances sont observées au point E (moyenne annuelle : 1826 ± 1011 ind./m³), elles sont du même ordre de grandeur au point F (moyenne annuelle : 1432 ± 729 ind./m³), l'espèce étant très peu représentée au point K (moyenne annuelle : 54 ± 46 ind./m³). Son caractère thermophile se traduit en termes de développement dans l'estuaire par une période de production de fin d'été/automne succédant à la période de production d'*A. bifilosa*. *A. tonsa* a présenté en 2012 (**Figure 6-17**) un pic de densité en Août et Octobre au point F (4875 ± 1000 ind./m³ et 5894 ± 630 ind./m³) et un pic en Août/Septembre à la station E (9191 ± 1863 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*)

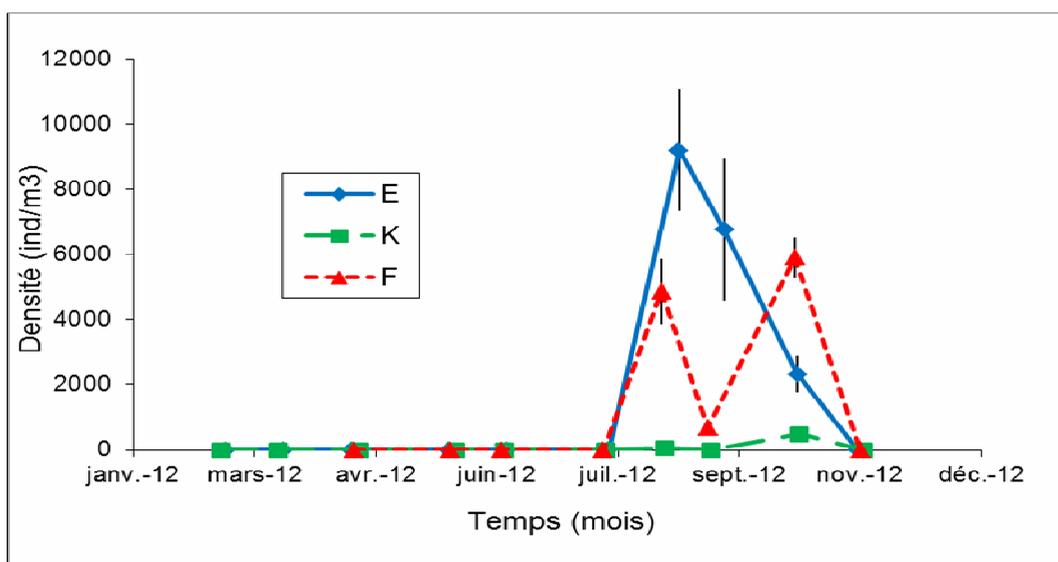


Figure 6-17 : Evolution mensuelle des densités du copépode *Acartia tonsa* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2012 - Chaque point du graphique représente la moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur 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 1984-2012 - 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		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
2011	1536	439		266
2012	1432	1826		54

6.3.3. Variation des densités de Mysidacés

En 2012, les effectifs de *Neomysis integer* sont globalement faibles par rapport à ce qui a pu être observé sur l'ensemble de la série ; en moyenne l'espèce est essentiellement représentée dans la station aval (**Tableau 6-4** : moyennes annuelles : point K : 10 ± 4 ind./m³ - point E : 4 ± 2 ind./m³ - point F : 22 ± 15 ind./m³).

Si l'on excepte le pic d'abondance très ponctuel du mois de juin en aval (F : 146 ± 25 ind./m³), les densités maximales de l'espèce s'observent classiquement en 2012 dans les zones médiane et amont de l'estuaire (aux points E ou K ; **Figure 6-18**). Sur l'ensemble de l'estuaire, la période d'abondances maximales est décalée vers la fin de période estivale dans la zone amont comme en 2010 et 2011. 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.

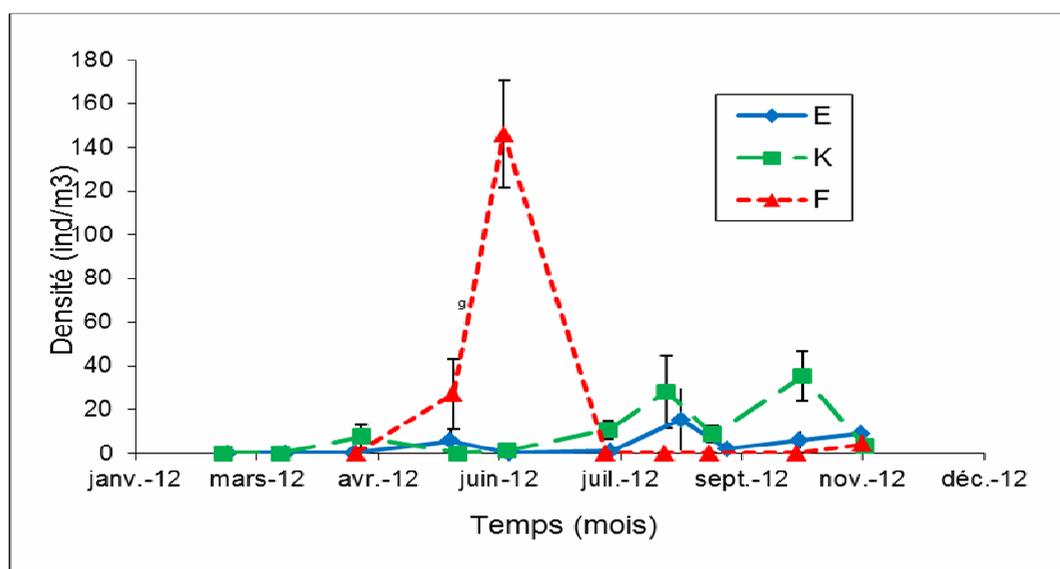


Figure 6-18 : Evolution mensuelle de la densité du Mysidacé *Neomysis integer* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30), au cours de l'année 2012 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 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 1984-2012 - 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		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
2011	3	16		9
2012	22	4		10

La seconde espèce dominante, *Mesopodopsis slabberi* (**Figure 6-19**) présente, du point de vue des abondances moyennes, un schéma classique (**Tableau 6-5**), avec les abondances les plus fortes observées au point aval (F : 227 ± 71 ind./m³), intermédiaires en zone médiane (moyenne annuelle au point E : 163 ± 65 ind./m³) et les plus faibles en amont (moyenne annuelle au point K : 46 ± 20 ind./m³). Cette distribution classique illustre le caractère polyhalin de l'espèce 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 (point F : 622 ± 103 ind./m³), qu'en zone médiane (point E : 509 ± 103 ind./m³) qu'en amont (point K : 191 ± 52 ind./m³).

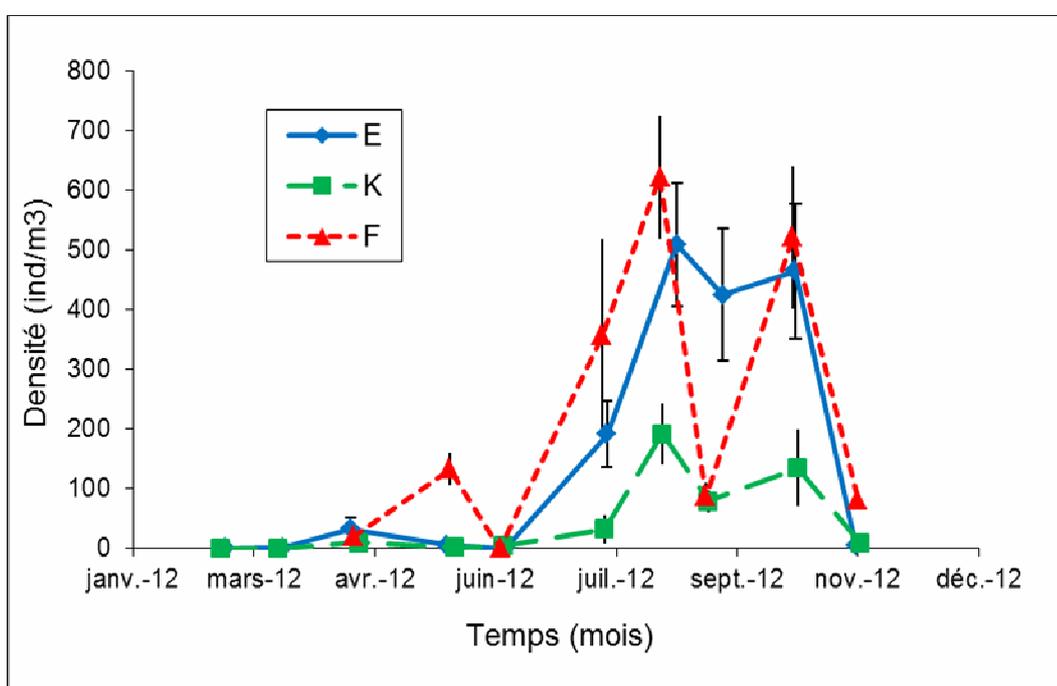


Figure 6-19 : Evolution mensuelle de la densité du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30), au cours de l'année 2012 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 8 prélèvements au cours d'un demi cycle de marée (4 en surface 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 1984-2012 - 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		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
2011	114	151		82
2012	227	163		46

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

6.4.1. Paramètres de population

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

L'évolution saisonnière du sex-ratio (**Figure 6-20**) est assez proche d'une station à l'autre (excepté en juillet et Août dans la station aval alors que les effectifs sont très faibles). On observe globalement des pourcentages du sex ratio inférieurs à la moyenne sur la période d'étude avec, en moyenne, une prédominance de femelles en amont (point F : 55 %, point E : 48%, point K : 47 %). 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). Les acquis de 2012 représentent une généralisation de cette modification à l'ensemble des points suivis. Le schéma « classique » pour la zone aval de dominance des mâles (restant marqué jusque dans les années récentes) est à nouveau observé en 2012.

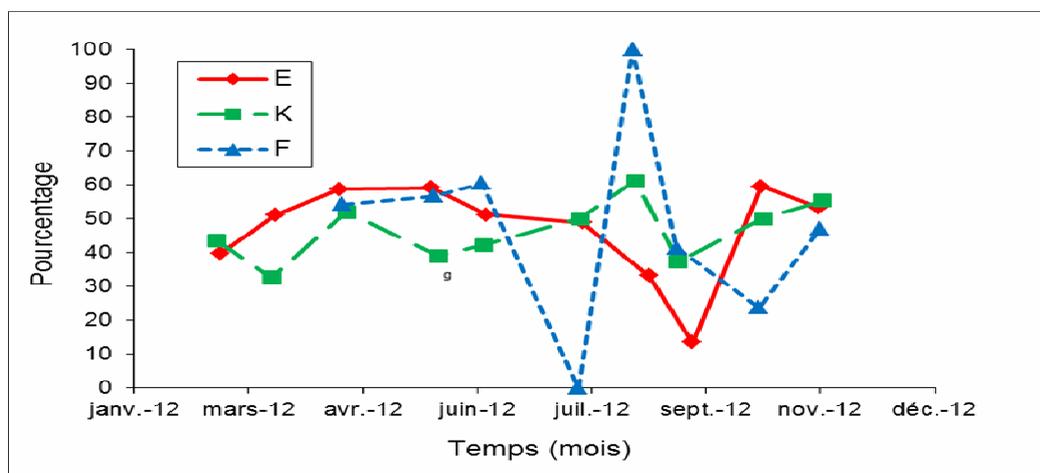
L'année 2012 est marquée dans la zone amont (point K), comme c'était le cas des dernières années d'observation (e.g. 2005-06-07-09-10-11), par une faible représentation moyenne des femelles ovigères : 13 % (16% sur l'ensemble de la série). Cette situation n'est cependant pas observée plus en aval (points E et F) où les pourcentages de femelles ovigères retrouvent des valeurs plus élevées et donc plus classiques : 28% au point E (26% sur la série) et 24% au point K (22% sur la série). Le pourcentage de femelles ovigères est globalement plus élevé juste avant ou lors de la période de forte abondance de l'espèce.

L'évolution du pourcentage de copépodites est habituellement « homogène » dans l'estuaire. Cette année, durant la période de forte production, la population est dominée par les copépodites. L'année 2012 n'est, en revanche, pas marquée par un gradient classique de diminution de la représentativité de l'amont vers l'aval : point K : 59%, point E : 47%, F : 54%. Les pourcentages moyens en copépodites sont proches des valeurs moyennes observées en aval et en amont sur la série (K : 62% ; F : 54%). L'année 2012 se distingue donc par une sous-représentation des stades copépodites en zone médiane (moyenne sur la série au point E : 59%).

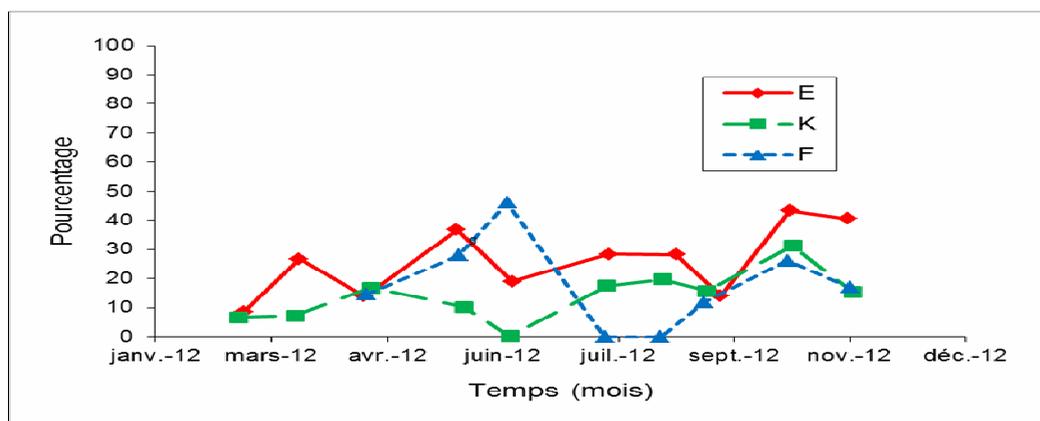
Tableau 6-6 : Principaux paramètres démographiques de *Eurytemora affinis* au cours de la période 1984-2012 - M : % de mâles par rapport à la population adulte, F. ov. : % de femelles ovigères/total des femelles, C : % de copépodites

Année	Point F			Point E			Point K		
	M	Fov	C	M	Fov	C	M	Fov	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	59	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	58	19	54	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
2011	42	22	46	50	26	53	48	13	62
2012	55	24	54	48	28	47	47	15	59

A



B



C

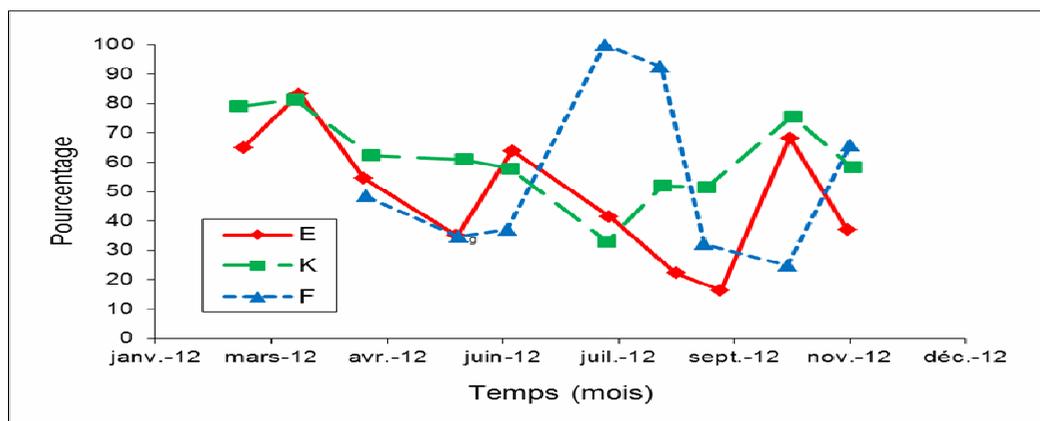


Figure 6-20 : Evolution mensuelle de la structure démographique du copépode *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2012 - % mâles/adultes (A), % femelles ovigères (B), % de copépodites (C), calculés sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond)

6.4.2. Fécondité

En 2012, les fécondités enregistrées aux points K, E et F (**Figure 6-21**) ne diffèrent pas, la plupart du temps (ex. : Mars), significativement d'une station à l'autre : les faibles valeurs trouvées au point E se retrouvent donc en aval et en amont ($3,5 \pm 1,0$ œufs/femelle au point F, $3,2 \pm 0,5$ en E et $2,8 \pm 0,7$ en K). La dynamique temporelle est « classique » et cohérente avec les observations faites d'évolution des abondances : augmentation de la fécondité pendant la période de production printanière et automnale (dans une moindre mesure).

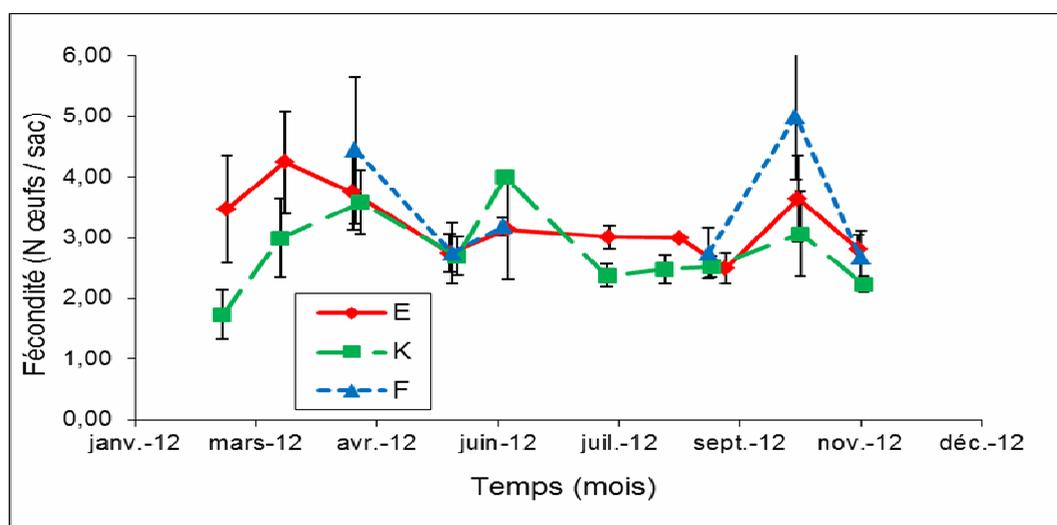


Figure 6-21 : Evolution mensuelle de la fécondité (nombre d'œufs moyen/sac ovigère) des femelles du copépode *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2012 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

En 2012 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 1984-2012 - 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		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 0,6	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 0,1		2,5 \pm 0,2
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
2011	2,8 \pm 0,8	3,3 \pm 0,9		2,4 \pm 0,4
2012	3,5 \pm 1,0	3,2 \pm 0,5		2,8 \pm 0,7

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**) : $0,6 \pm 0,4\%$ au point F, $0,5 \pm 0,5$ en E et $0,6 \pm 0,4$ en K.

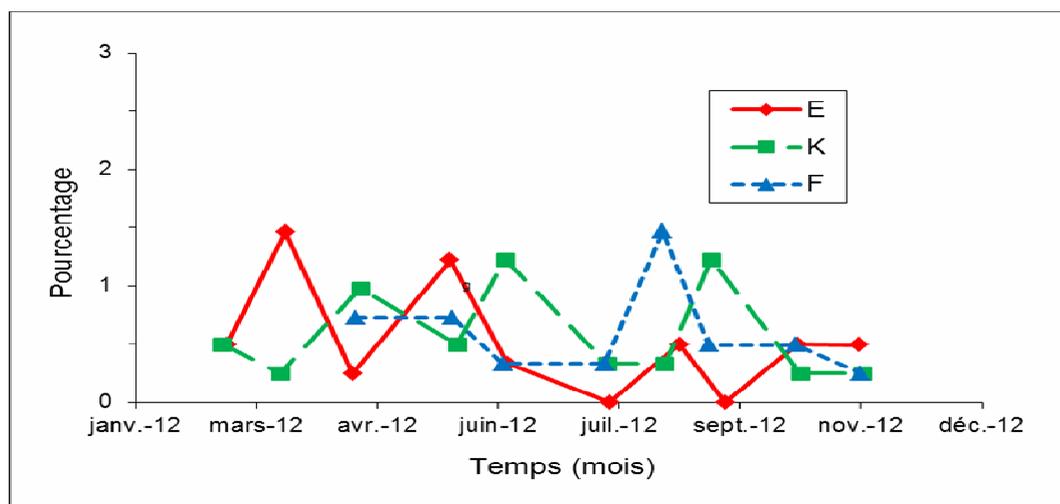


Figure 6-22 : Evolution mensuelle de la mortalité du copépode *Eurytemora affinis* aux points E (pk 52, rejet), F (pk 67) et K (pk 30) au cours de l'année 2012 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 4 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface 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.

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 1984-2012 - 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
2011	0,7 \pm 0,6	0,7 \pm 0,2		0,7 \pm 0,2
2012	0,6 \pm 0,4	0,5 \pm 0,5		0,6 \pm 0,4

Synthèse 2012 :

La stratégie de suivi actuelle permet de dégager les grandes lignes de l'évolution intra et inter- annuelle du zooplancton de l'estuaire de la Gironde, en liaison avec les modifications majeures apportées par l'implantation de la centrale *et son fonctionnement* (e.g. tache thermique). Elle ne donne en aucun cas l'assurance de la détermination d'un éventuel impact ou de l'absence d'impact sur ce compartiment.

L'année 2012 présente une dynamique saisonnière classique à deux pics d'abondance. La période de fortes abondances de l'espèce est globalement identique aux trois stations, mais l'espèce présente en général sa meilleure répartition en amont (point K).

Sur l'ensemble de l'année 2012, la structure démographique des populations d'*E. affinis* présente un faible pourcentage de femelles ovigères sur tous les points, un sex-ratio légèrement favorable aux femelles, et un pourcentage de copépodites indiquant leur présence davantage en amont. Au point E, la fécondité moyenne est légèrement supérieure, et la mortalité moyenne est semblable à celle des autres points.

La stratégie de suivi actuelle permet de dégager les grandes lignes de l'évolution intra- et inter- annuelle du zooplancton de l'estuaire de la Gironde, en liaison avec les modifications majeures apportées par l'implantation de la centrale *et son fonctionnement* (e.g. tache thermique). Elle ne donne en aucun cas l'assurance de la détermination d'un éventuel impact ou de l'absence d'impact sur ce compartiment.

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**. Ces stations sont également échantillonnées d'avril à novembre, et un échantillonnage supplémentaire y est réalisé en février.

Au cours de l'année 2012, l'échantillonnage benthique n'a pu être effectué au point E de juin à septembre, en raison de l'absence de moyen de levage d'une benne sur le navire de remplacement utilisé sur cette station. En outre, les résultats concernant la macrofaune benthique subtidale sont indisponibles pour le mois de juin, du fait de la seule utilisation d'un tamis de maille de 1 mm (le tamisage du sédiment étant habituellement effectué sur maille de 0,5 mm).

7.1. Caractéristiques du sédiment

La composition granulométrique du sédiment (3 cm superficiels, 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, dans l'ensemble des six stations. Dans les stations intertidales, la teneur en eau du sédiment superficiel a été également mesurée après séchage à l'étuve à 60°C pendant 48 heures. L'ensemble de ces analyses a été réalisé sur le contenu de deux échantillons par station, mélangés et homogénéisés.

7.1.1. Sédiments intertidaux

Le sédiment des trois stations intertidales est fortement vaseux (**Figure 7-2**). Comme les années précédentes, la composition granulométrique est remarquablement constante au cours du temps et semblable pour les trois stations, avec toutefois une teneur en fines plus importante à la station amont :

- à St-Christoly (PK 66) : 87-92% de grains < 63 µm (« vases ») ;
- à St-Estèphe (PK 55) : 81-95% de vases ;
- à Lamarque (PK 35) : 93-98% de vases.

La teneur du sédiment en eau interstitielle est nettement plus élevée à Lamarque qu'à St-Estèphe (**Figure 7-3**) ; dans ces deux stations, la teneur en eau est très stable au cours de l'année : 53-59% par rapport au poids du sédiment frais à Lamarque, 43-51% à St-Estèphe. La teneur en eau est beaucoup plus variable à St-Christoly, indiquant une alternance de périodes de dépôt/sédimentation en avril, juin et d'août à novembre (teneurs > 50%) et d'érosion en février, mai et juillet (teneurs ≤ 45%) ; ces mesures confirment les observations de terrain, à savoir une couche de vase fluide dans le premier cas, et un sédiment compact avec des coquilles vides de *Scrobicularia plana* en place en surface du sédiment (alors que ces bivalves sont enfouis habituellement à une dizaine de centimètres de profondeur) dans le second cas.

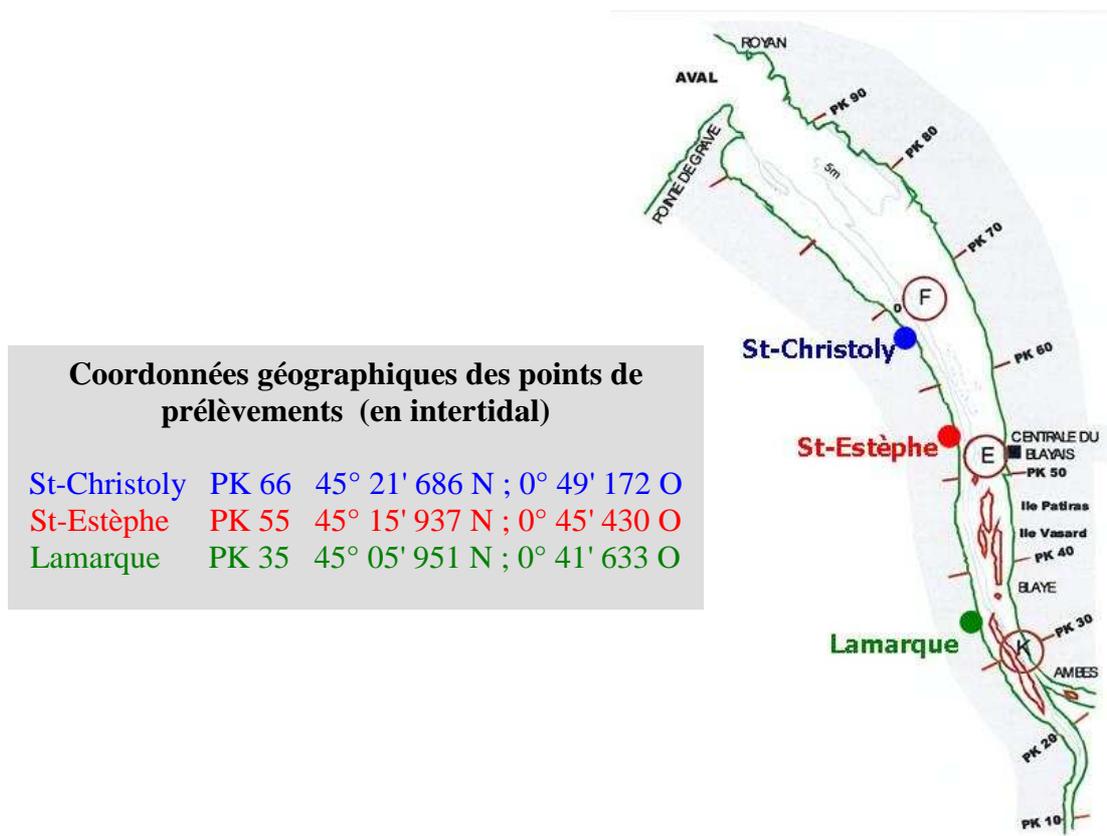


Figure 7-1 : Localisation des stations de prélèvements de la macrofaune benthique intertidale

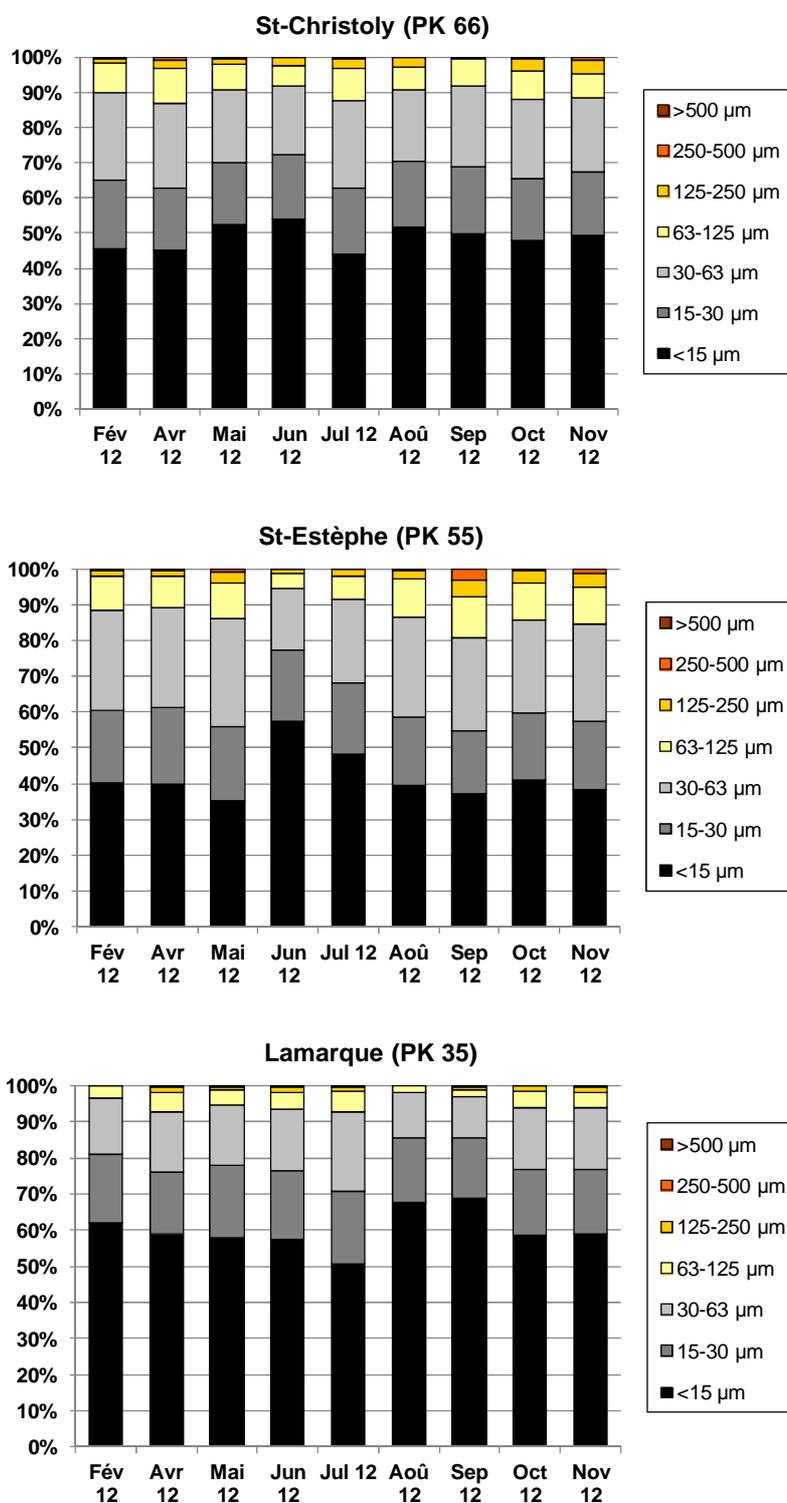


Figure 7-2 : Composition granulométrique du sédiment des stations intertidales en 2012

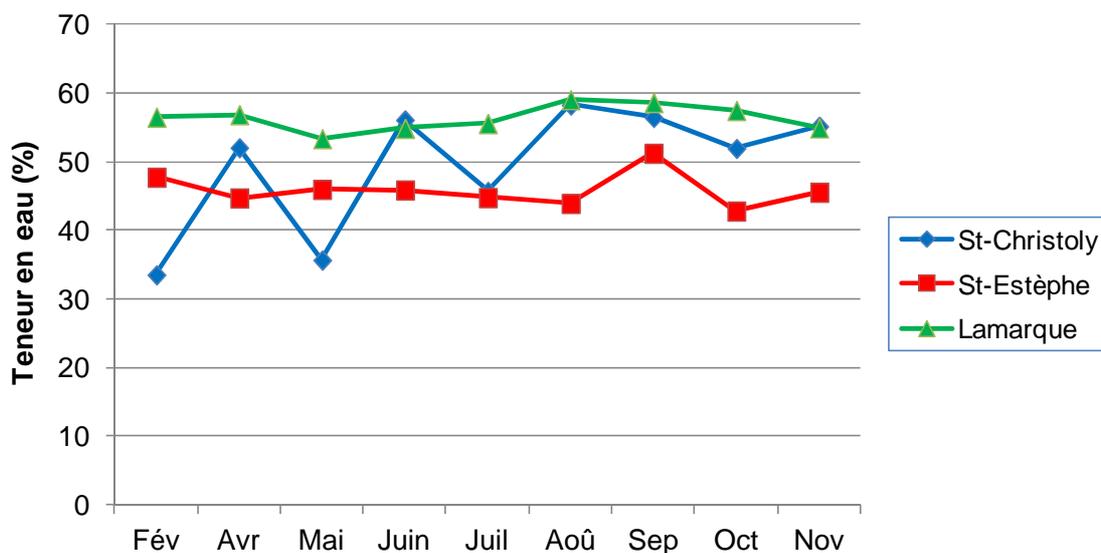


Figure 7-3 : Variations de la teneur en eau interstitielle du sédiment de surface aux stations intertidales en 2012.

7.1.2. Sédiments subtidaux (Figure 7-4)

La composition granulométrique du sédiment observée aux trois stations subtidales lors des années intérieures indiquait la présence d'un sédiment à dominante vaseuse aux points F et E et d'un sédiment à dominante sableuse au point K, avec toutefois des épisodes de changement brusque de la granulométrie. Ce schéma général s'est également produit en 2012 :

- au Point F (PK 67), le sédiment est à dominante vaseuse tout le long de l'année (59-92% de particules < 63 µm), avec une légère tendance à l'ensablement en été ;
- au Point E (PK 52), pour lequel nous ne disposons que de 4 mois d'analyse, le sédiment est à dominante sableuse en avril (46% de vases) et à dominante vaseuse en mai, octobre et novembre (80-88% de vases) ;
- au Point K (PK 30), le sédiment s'avère, comme les années antérieures, extrêmement variable dans sa composition granulométrique, avec des teneurs en vases comprises entre 3% (mai) et 77% (avril).

Ces variations temporelles de la composition granulométrique du sédiment aux trois stations subtidales ont déjà été observées les années antérieures. Elles peuvent résulter de plusieurs causes : débit du fleuve (érosion du sédiment superficiel ou apports sédimentaires), activités de dragage du Grand Port Maritime de Bordeaux, sédiments en mosaïque, etc. 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.

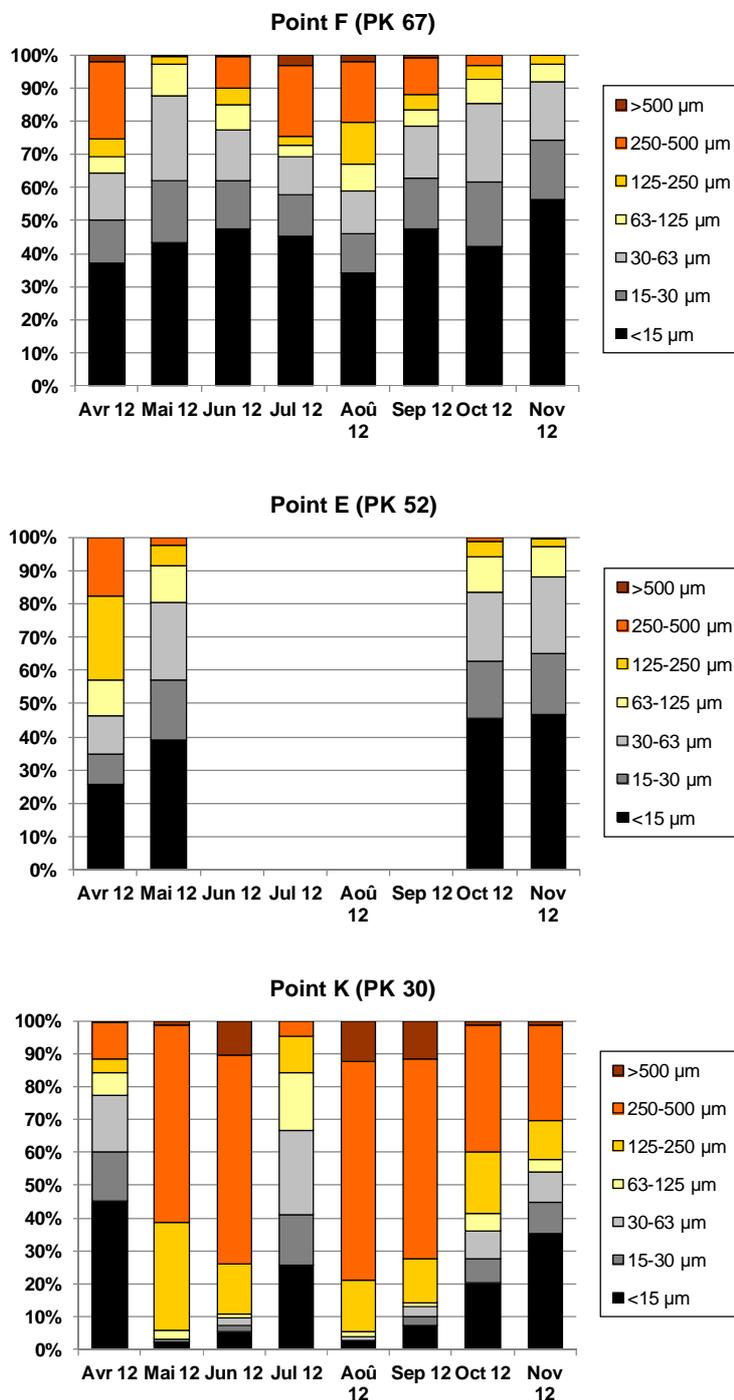


Figure 7-4: Composition granulométrique du sédiment des stations subtidales en 2012

7.2. Evolution temporelle de la richesse spécifique des peuplements macrobenthiques

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

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

La comparaison inter-annuelle de la richesse spécifique aux 6 stations du suivi (**Figures 7-5 et 7-6**) permet de mettre en évidence :

- un gradient croissant du nombre d'espèces vers l'aval, tant au niveau subtidal qu'intertidal ;
- en domaine intertidal, une relative stabilité de la richesse spécifique sur l'ensemble du suivi depuis 2004 (**Figure 7-6**) ;
- en domaine subtidal, une nette tendance pluri-annuelle à la diminution de la richesse spécifique depuis 2004-2005 ; une remontée du nombre d'espèces est cependant perceptible depuis 2010 (**Figure 7-5**) .

Tableau 7-1 : Richesse spécifique de la macrofaune benthique au cours de l'année 2012

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)	10	3 – 8	5,9 \pm 1,8
Point E (PK 52)	8	1 – 7	3,7 \pm 2,8
Point K (PK 30)	5	0 – 3	2,3 \pm 0,8
St-Christoly (PK 66)	11	5 – 8	6,8 \pm 1,0
St-Estèphe (PK 55)	9	4 – 7	4,8 \pm 0,7
Lamarque (PK 35)	6	2 – 4	2,7 \pm 0,7

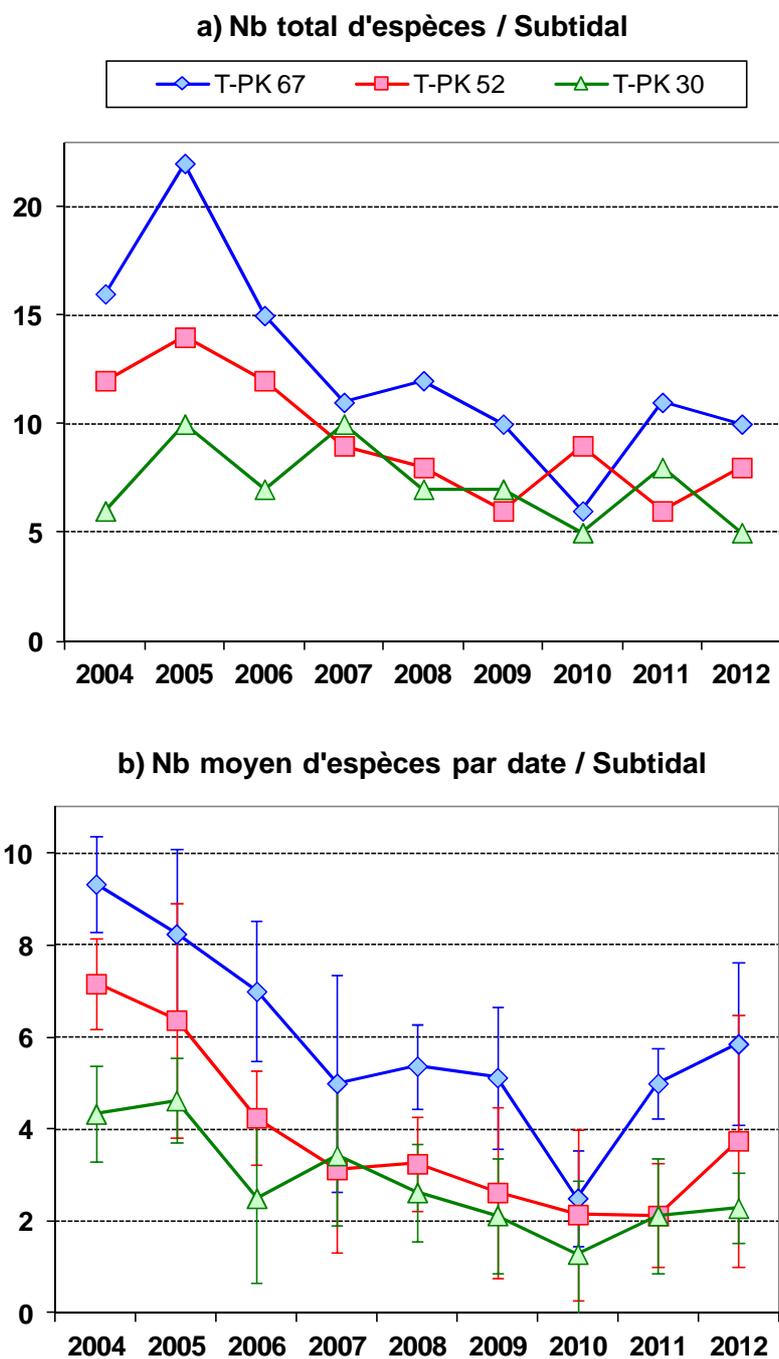


Figure 7-5 : Evolution annuelle de la richesse spécifique du macrobenthos des stations subtidales de 2004 à 2012 : a) nombre total d'espèces échantillonnées au cours de chaque année ; b) nombre moyen (\pm écart-type) d'espèces par date d'échantillonnage.

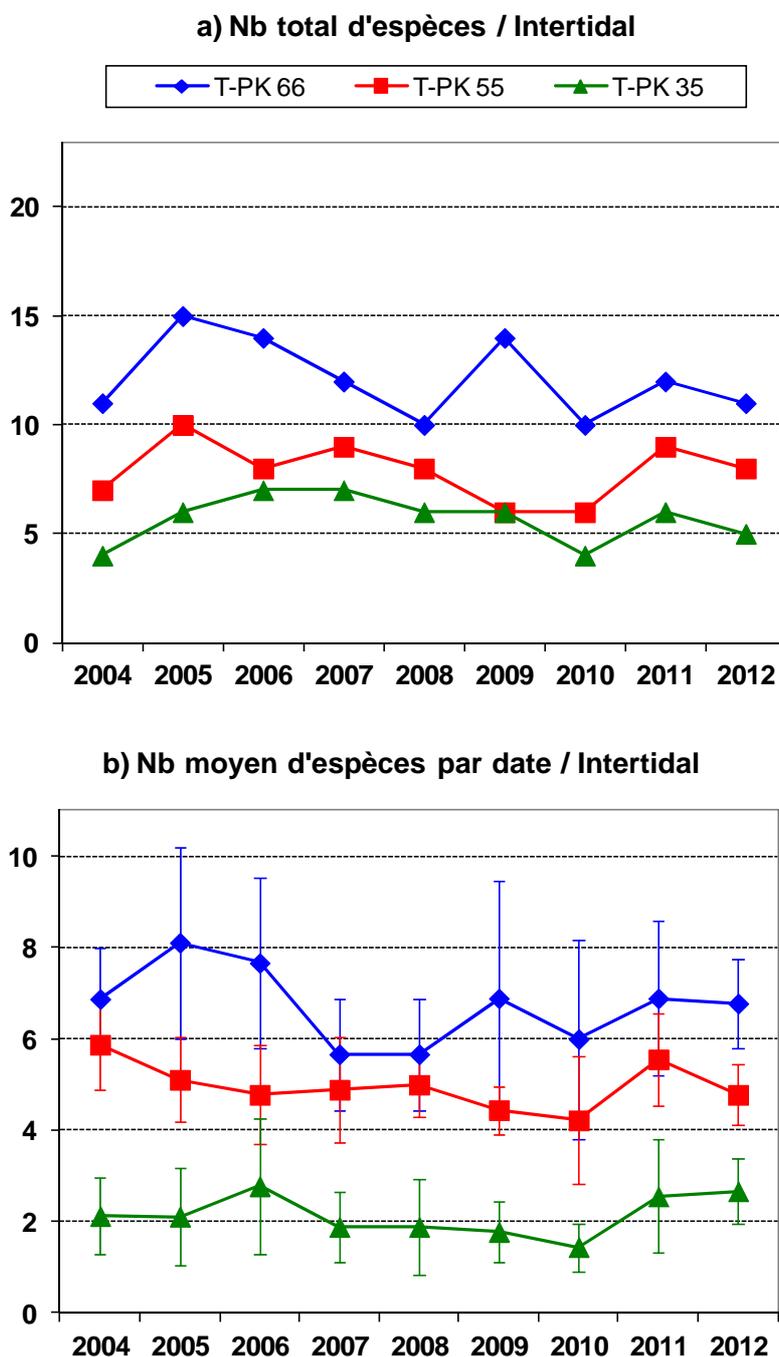


Figure 7-6 : Evolution annuelle de la richesse spécifique du macrobenthos des stations intertidales de 2004 à 2012 : a) nombre total d'espèces échantillonnées au cours de chaque année ; b) nombre moyen (\pm écart-type) d'espèces par date d'échantillonnage.

7.3. Evolution temporelle des peuplements macrobenthiques subtidaux

Le détail des variations mensuelles des densités de l'ensemble des espèces dans chaque station subtidale est donné dans le **Tableau 7-2**.

Tableau 7-2 : Evolution mensuelle des densités (nombres moyens d'individus par m²) des diverses espèces macrobenthiques subtidales au cours de l'année 2012. Entre parenthèses, erreur standard de la moyenne. Les phylums auxquels appartiennent les différents taxons sont indiqués dans la colonne de gauche : C = Crustacés, I = Insectes, O = Annélides Oligochètes, P = Annélides Polychètes.

	Taxons	12/04/12	22/05/12	12/06/12	25/07/12	17/08/12	05/09/12	12/10/12	07/11/12
Point F (PK 67)									
P	<i>Boccardiella ligERICA</i>	-	-		-	44 (24)	12 (7)	4 (4)	-
	<i>Hediste diversicolor</i>	-	-		-	4 (2)	-	2 (2)	-
	<i>Heteromastus filiformis</i>	170 (27)	128 (35)		62 (11)	234 (75)	58 (19)	52 (18)	18 (11)
	<i>Streblospio shrubsolii</i>	16 (7)	12 (4)		8 (4)	134 (16)	2 (2)	4 (2)	-
C	<i>Corophium volutator</i>	-	-		-	70 (63)	-	-	-
	<i>Cyathura carinata</i>	14 (5)	2 (2)		4 (4)	-	2 (2)	10 (5)	2 (2)
	<i>Gammarus salinus</i>	-	2 (2)		2 (2)	2 (2)	-	-	-
	<i>Mesopodopsis slabberi</i>	16 (5)	6 (2)		314 (153)	374 (163)	106 (39)	44 (17)	6 (4)
	<i>Neomysis integer</i>	-	16 (6)		6 (4)	2 (2)	4 (2)	-	-
	<i>Synidotea laticauda</i>	-	-		2 (2)	-	-	6 (4)	-
Point E (PK 52)									
O	<i>Oligochaeta spp.</i>	92 (57)	76 (32)					-	-
P	<i>Streblospio shrubsolii</i>	-	2 (2)					-	-
C	<i>Crangon crangon</i>	6 (4)	-					-	-
	<i>Cyathura carinata</i>	2 (2)	-					-	-
	<i>Gammarus salinus</i>	4 (2)	4 (2)					-	-
	<i>Mesopodopsis slabberi</i>	2 (2)	2 (2)					28 (12)	10 (8)
	<i>Neomysis integer</i>	2 (2)	24 (7)					2 (2)	-
	<i>Palaemon longirostris</i>	2 (2)	-					-	-
Point K (PK 30)									
C	<i>Bathyporeia pilosa</i>	-	2 (2)		-	-	2 (2)	-	-
	<i>Gammarus zaddachi</i>	84 (61)	18 (6)		-	6 (2)	-	-	-
	<i>Mesopodopsis slabberi</i>	4 (2)	-		8 (6)	262 (60)	852 (386)	2 (2)	-
	<i>Neomysis integer</i>	6 (4)	-		8 (4)	26 (10)	90 (47)	-	-
I	Larves Insectes indét.	-	-		-	-	-	24 (14)	2 (2)

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

Sur cette station, les densités maximales et minimales sont observées respectivement en août (864 ± 147 ind./m²) et en novembre (26 ± 9 ind./m²). Le peuplement est dominé par les Annélides Polychètes (en particulier *Heteromastus filiformis* et *Streblospio shrubsolii*, espèces caractéristiques de sédiments envasés) et par le Crustacé Mysidacé *Mesopodopsis slabberi*.

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

Les densités totales sont très faibles, avec des maxima de seulement 110 ± 55 et 108 ± 37 ind./m² observés respectivement en avril et mai. L'absence de données de juin à septembre ne permet pas cependant de suivre l'évolution annuelle du peuplement dans cette station. Le peuplement est dominé par les Annélides Oligochètes en avril-mai, et par les Crustacés Mysidacés en octobre-novembre.

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

Les densités totales sont, ici également, très faibles, à l'exception des mois d'août et septembre (944 ± 401 ind./m² pour ce dernier mois) en raison d'une forte abondance du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi*. Le peuplement de cette station au substrat généralement sableux est constitué essentiellement par des formes nageuses de Crustacés (Amphipodes et Mysidacés) et par des larves d'Insectes, ces dernières abondantes en octobre.

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

D'une manière générale, les peuplements benthiques subtidiaux présentent toujours des abondances faibles et une saisonnalité peu marquée. En 2012, l'état des peuplements est variable selon les stations :

- au Point F, la densité maximale de 864 ind./m² en 2012 est la plus forte depuis 2006, mais se situe toutefois à un niveau inférieur par rapport aux années 2004 et 2005 (2036 ind./m² lors de cette dernière), qui étaient caractérisées par une forte abondance d'Annélides Polychètes ;
- au Point E, l'abondance en 2012 se situe au niveau des plus faibles valeurs observées en 2006, 2010 et 2011 ;
- au Point K, en revanche, la densité maximale de 944 ind./m² observée en 2012 est la plus élevée depuis le début du suivi en 2004, malgré une absence quasi-totale de larves d'Insectes depuis 2009.

Sur les neuf années du suivi réalisé jusqu'à présent, le patron des abondances de la macrofaune benthique subtidale est caractérisé par :

- deux années de fortes abondances en 2004-05,
- une forte diminution des abondances depuis 2006, avec toutefois une reprise marquée au Point K en 2012,

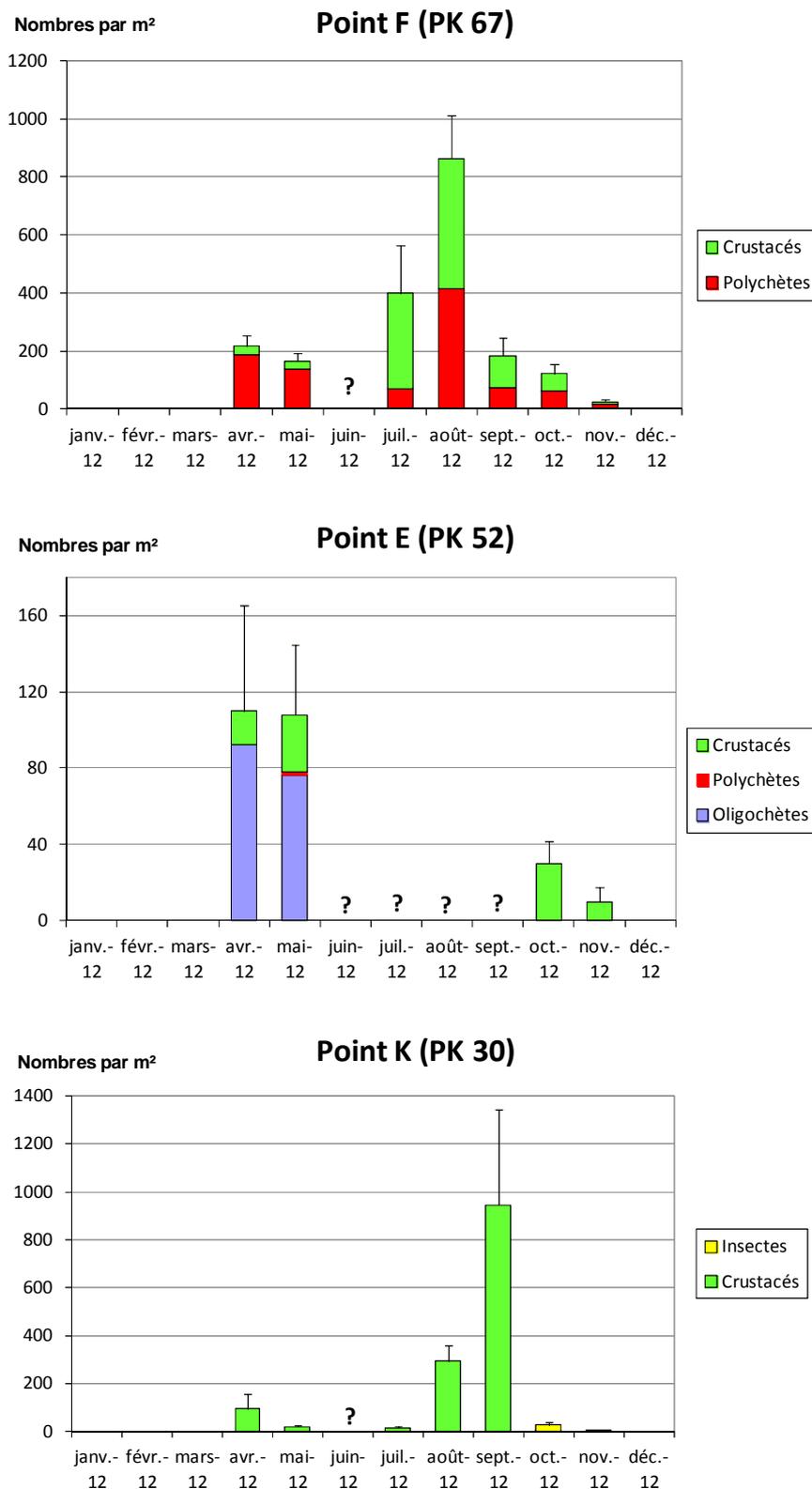


Figure 7-7 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne + ES) du macrobenthos aux stations subtidales en 2012.

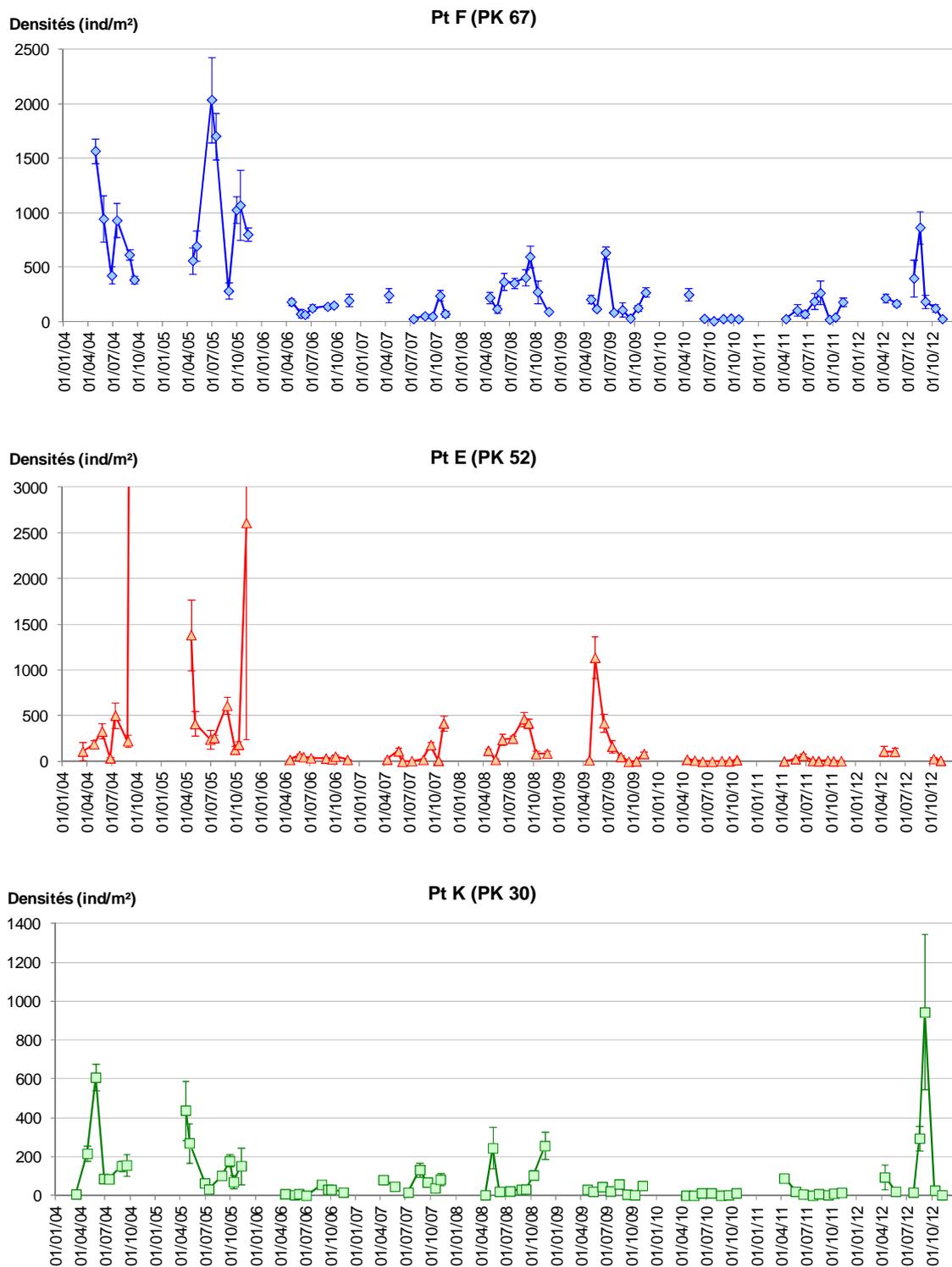


Figure 7-7 : Evolution mensuelle de la densité (moyenne \pm ES) du macrobenthos aux stations subtidales de 2004 à 2012.

7.4. Variations de densités des principales espèces subtidales

7.4.1. Annélides Oligochètes (Figure 7-9)

Très peu d'individus appartenant à ce groupe, particulièrement abondant en estuaire et constitué d'espèces à forte préférence pour les vases, ont été échantillonnés en 2012. La seule occurrence notable est au Point E en avril (92 ± 57 ind./m²) et mai, station où des abondances supérieures à 1000 ind./m² ont été relevées en 2005 et 2009.

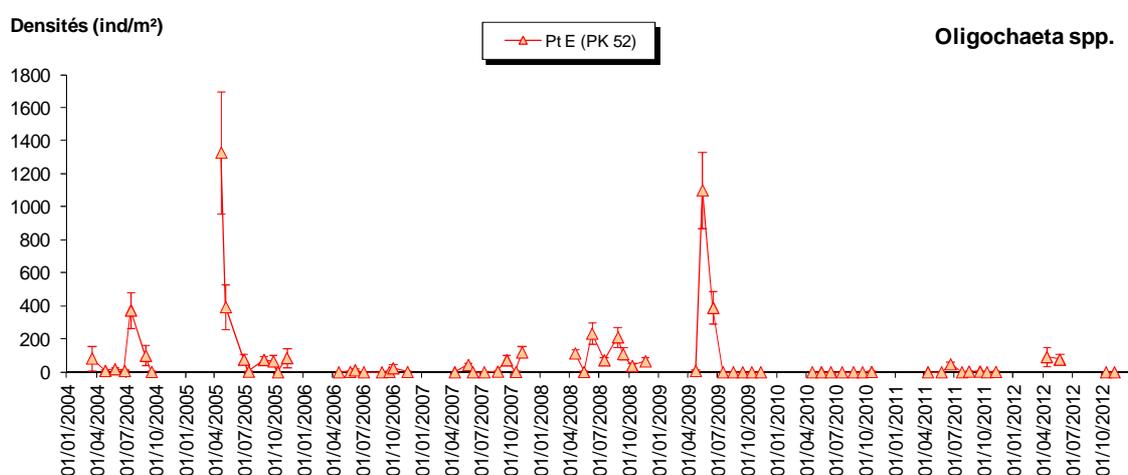


Figure 7-9 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des Annélides Oligochètes dans les stations subtidales de 2004 à 2012 (ce taxon n'est bien représenté qu'au Point E).

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*).

Les abondances d'*Heteromastus filiformis* sont faibles en 2012 au Point F (maximum de densité de 234 ± 75 ind./m² en août). Présentant de fortes abondances en 2004 et 2005, cette espèce est nettement moins présente (< 300 ind./m²) depuis 2006.

Streblospio shrubsolii est également en faible densité en 2012 (maximum de 134 ± 16 ind./m² en août au Point F).

En ce qui concerne *Nephtys hombergii*, abondant uniquement en 2005 au Point F, aucun individu n'a été échantillonné cette année.

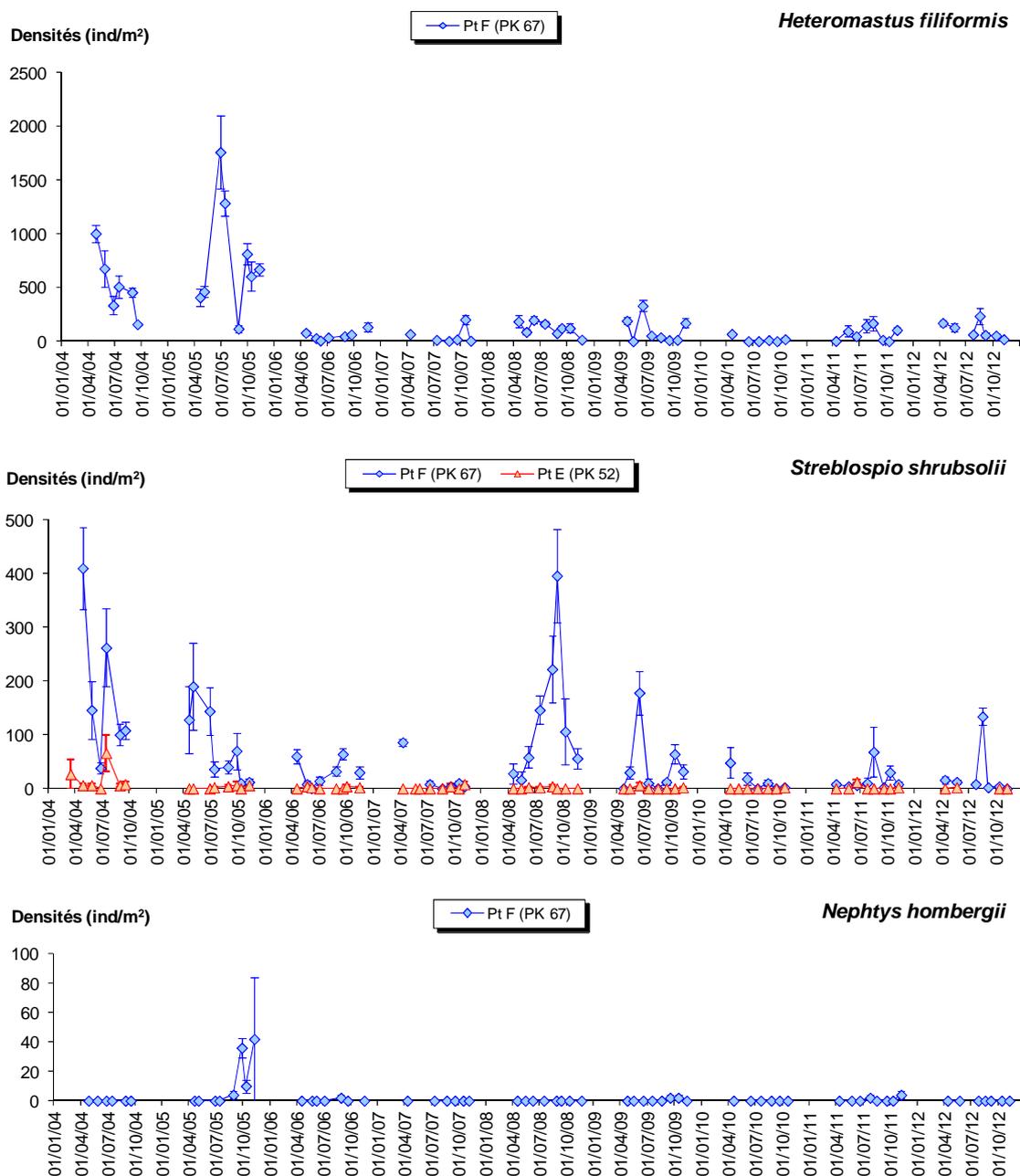


Figure 7-10 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des principales espèces d'Annélides Polychètes dans les stations subtidales de 2004 à 2012.

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

L'Amphipode *Bathyporeia pilosa*, très bien représenté en 2004 au Point K, a depuis lors disparu presque totalement de toutes les stations.

Parmi les Amphipodes du genre *Gammarus*, seul *G. zaddachi* est présent en abondance notable au Point K (maximum : 84 ± 61 ind./m² en avril). L'autre espèce, *G. salinus*, est très peu présente aux Points F et E.

Plus fréquent en domaine intertidal, l'Isopode *Cyathura carinata* est aussi présent en domaine subtidal. C'est la seule espèce subtidale qui se maintient au même niveau d'abondance depuis 2004, tout au moins au Point F car elle a quasiment disparu du Point E depuis 2006.

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* atteint en 2012 ses niveaux d'abondance les plus élevés depuis 2004 (374 ± 163 ind./m² en août au Point F et 852 ± 386 ind./m² en septembre au Point K). *N. integer* atteint également sa plus forte abondance au Point K (90 ± 47 ind./m² en septembre). L'absence de données estivales au Point E ne permet pas de statuer sur l'abondance de ces deux espèces sur cette station en 2012.

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

Les larves d'Insectes (appartenant aux familles des Chironomidae et Ceratopogonidae) – qui pourraient provenir des berges ou de localisations plus en amont – sont habituellement présentes exclusivement au Point K, généralement au printemps et en automne. En 2012, elles ne sont présentes sur cette station qu'en octobre, mais avec de très faibles abondances (24 ± 14 ind./m²). Ces organismes sont quasiment absents durant les quatre dernières années).

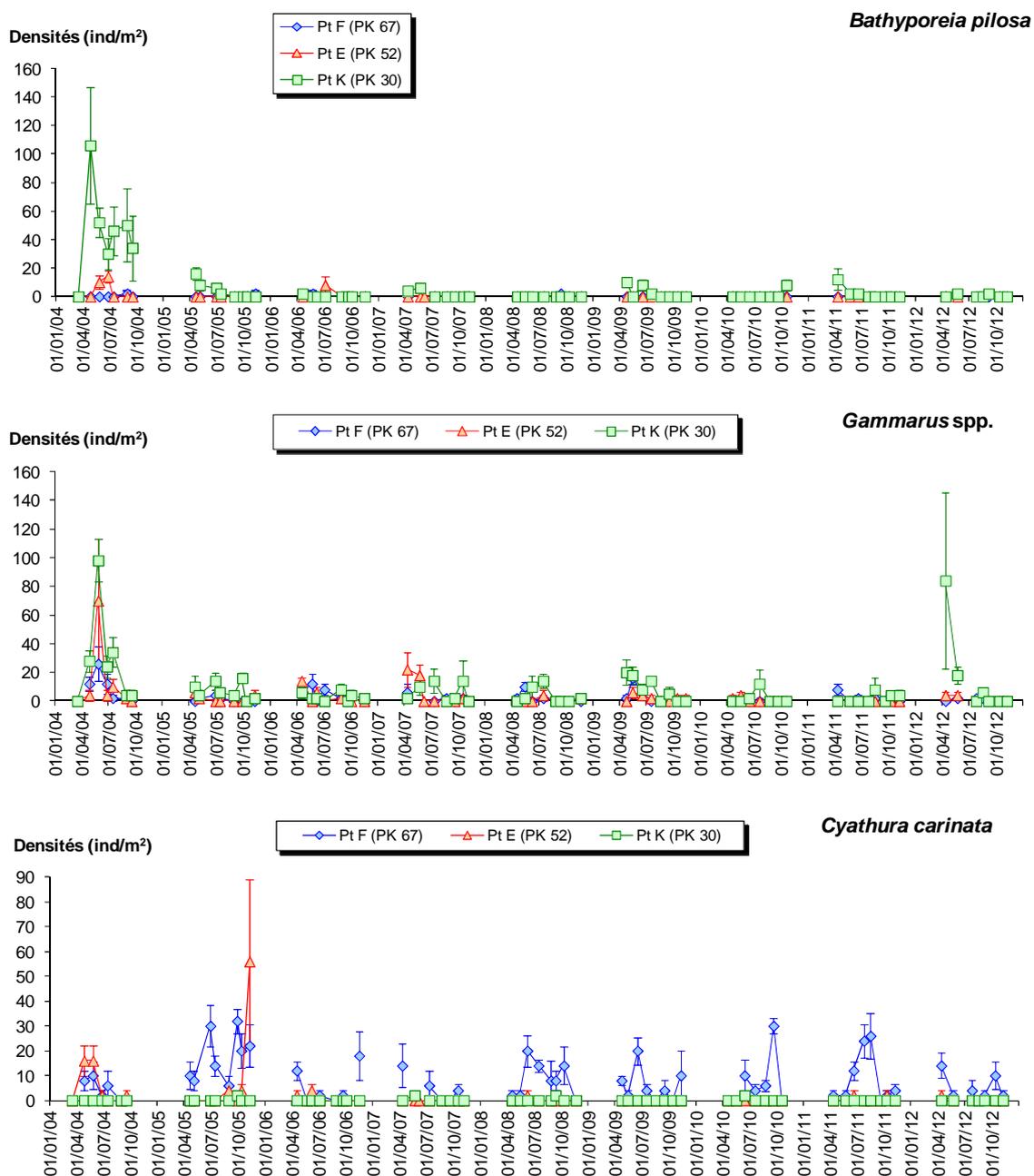


Figure 7-11 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des principales espèces de Crustacés Amphipodes (*Bathyporeia pilosa* et *Gammarus spp.*) et Isopodes (*Cyathura carinata*) dans les stations subtidales de 2004 à 2012.

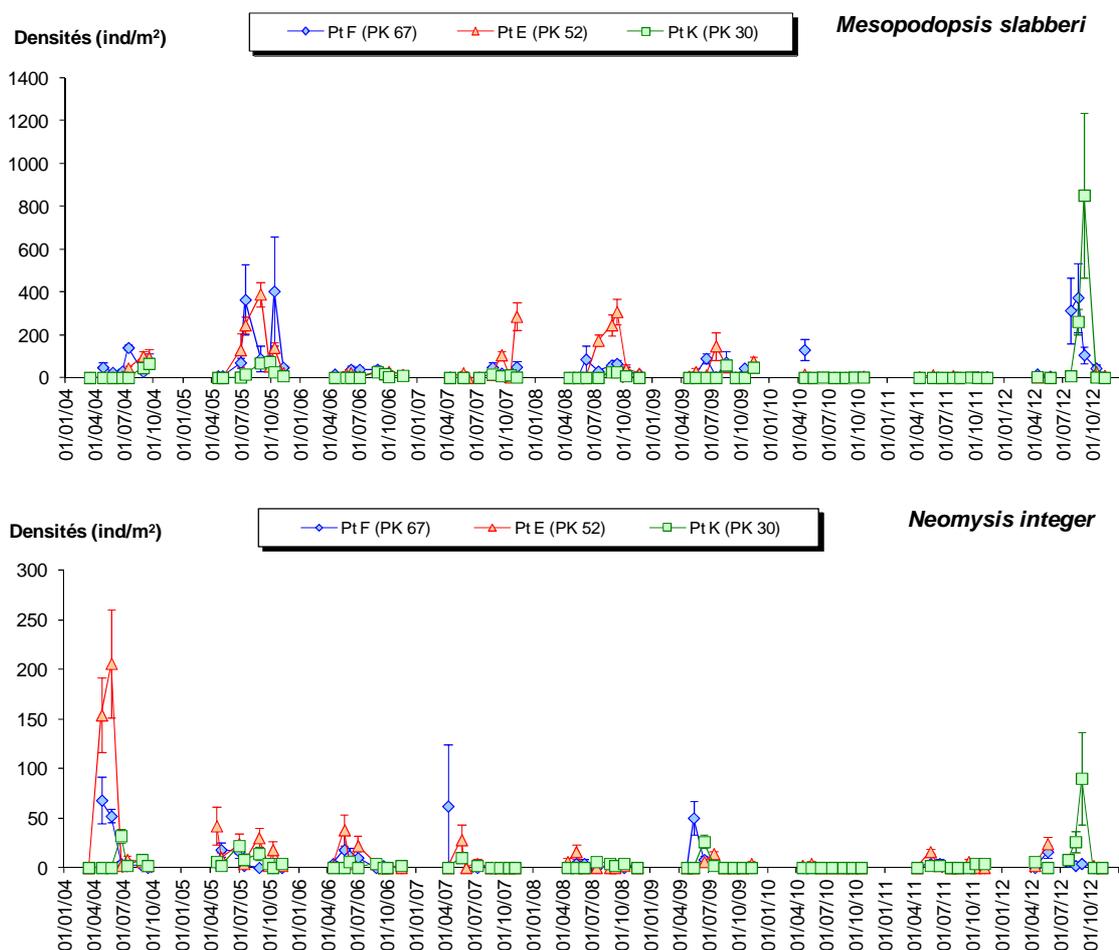


Figure 7-12 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des Crustacés Mysidacés dans les stations subtidales de 2004 à 2012.

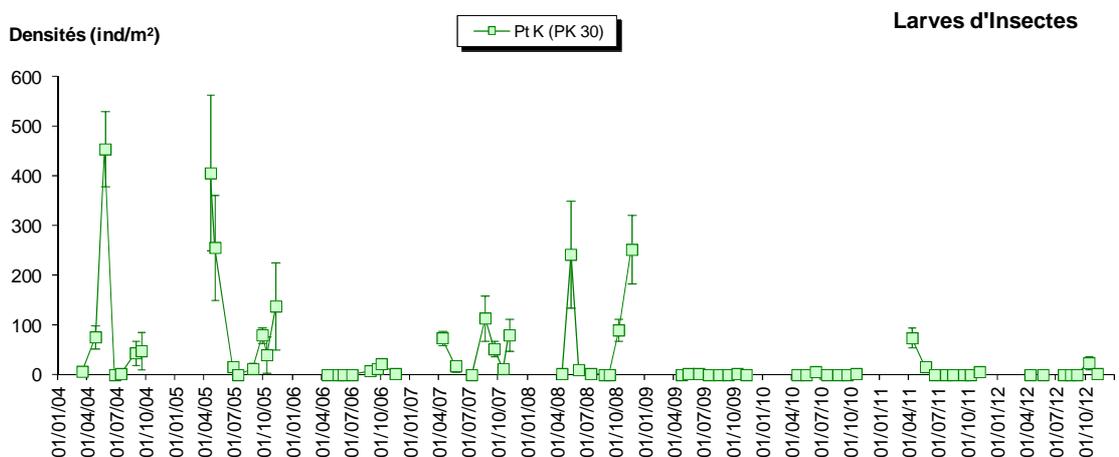


Figure 7-13 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des larves d'Insectes dans les stations subtidales de 2004 à 2012 (ce taxon n'est bien représenté qu'au Point K).

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**.

Tableau 7-3 : Evolution mensuelle des densités (nombres moyens d'individus par m²) des diverses espèces macrobenthiques intertidales au cours de l'année 2012. Entre parenthèses, erreur standard de la moyenne. Les phylums auxquels appartiennent les différents taxons sont indiqués dans la colonne de gauche : B = Mollusques Bivalves, C = Crustacés, G = Mollusques Gastéropodes, I = Insectes, O = Annélides Oligochètes, P = Annélides Polychètes.

Taxons		21/02/12	05/04/12	22/05/12	18/06/12	17/07/12	20/08/12	17/09/12	15/10/12	13/11/12
St-Christoly (PK 66)										
O	Oligochaeta spp.	-	-	15 (15)	15 (15)	106 (51)	-	61 (25)	15 (15)	-
P	<i>Hediste diversicolor</i>	15 (15)	-	61 (25)	15 (15)	-	-	-	-	-
	<i>Heteromastus filiformis</i>	-	15 (15)	15 (15)	-	91 (40)	61 (25)	45 (32)	-	136 (62)
	<i>Pseudopolydora pulchra</i>	-	-	-	-	-	-	-	15 (15)	136 (48)
	<i>Streblospio shrubsolii</i>	682 (408)	894 (358)	909 (289)	621 (277)	439 (116)	1409 (272)	2212 (296)	1924 (525)	3394 (598)
G	<i>Assimineea</i> sp.	-	15 (15)	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Hydrobia ulvae</i>	76 (34)	182 (54)	212 (88)	-	-	15 (15)	15 (15)	30 (30)	-
B	<i>Macoma balthica</i>	-	-	-	-	-	15 (15)	-	30 (20)	15 (15)
	<i>Scrobicularia plana</i>	76 (25)	76 (34)	182 (44)	45 (32)	151 (23)	76 (25)	394 (65)	409 (85)	197 (51)
C	<i>Corophium volutator</i>	515 (141)	-	30 (20)	45 (23)	-	651 (88)	803 (395)	212 (101)	258 (117)
	<i>Cyathura carinata</i>	197 (56)	348 (99)	515 (118)	197 (88)	151 (50)	273 (63)	121 (49)	318 (66)	212 (61)
St-Estèphe (PK 55)										
O	Oligochaeta spp.	1773 (172)	1273 (284)	1288 (172)	303 (87)	258 (90)	227 (116)	348 (117)	106 (39)	76 (25)
P	<i>Streblospio shrubsolii</i>	530 (79)	273 (87)	485 (112)	61 (33)	45 (32)	45 (23)	576 (142)	591 (157)	106 (39)
G	<i>Hydrobia ulvae</i>	-	-	-	-	30 (20)	-	-	15 (15)	-
B	<i>Scobicularia plana</i>	-	-	-	-	-	-	-	15 (15)	30 (20)
C	<i>Bathyporeia pilosa</i>	-	15 (15)	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Corophium volutator</i>	91 (25)	15 (15)	61 (33)	-	30 (20)	45 (45)	2364 (431)	5485 (1914)	91 (40)
	<i>Cyathura carinata</i>	424 (78)	364 (91)	484 (103)	136 (42)	212 (76)	136 (53)	91 (25)	76 (41)	76 (34)
I	Larves Insectes indét.	30 (20)	-	15 (15)	61 (33)	-	-	-	45 (32)	-
Lamarque (PK 35)										
O	Oligochaeta spp.	1212 (288)	2530 (429)	409 (124)	500 (115)	1545 (568)	5682 (1383)	4076 (753)	803 (239)	242 (68)
P	<i>Hediste diversicolor</i>	61 (25)	121 (20)	15 (15)	45 (23)	45 (23)	45 (45)	61 (25)	15 (15)	15 (15)
G	<i>Assimineea</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	15 (15)	-
C	<i>Corophium volutator</i>	30 (30)	30 (20)	-	-	-	-	-	-	-
I	Larves Insectes indét.	15 (15)	-	30 (20)	-	-	-	15 (15)	-	-

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

Les densités totales fluctuent au cours de l'année 2012 entre un minimum à 939 ind./m² en juin (± 273) et juillet (± 115) et un maximum à 4348 ± 708 ind./m² en novembre. 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 imprimant sa dynamique à celle du peuplement dont il représente 43 à 78% de l'abondance totale.

L'Amphipode *Corophium volutator* et l'Isopode *Cyathura carinata* sont les deux autres espèces dominantes à cette station.

7.5.2. St-Estèphe (PK 55) (Figure 7-14)

Les abondances diminuent régulièrement, dans cette station, de février à août (454 ± 137 ind./m²). Elles s'accroissent fortement en septembre et octobre (6318 ± 1965 ind./m²), sous l'effet du recrutement de l'Annélide Polychète *Streblospio shrubsolii* et, surtout, de l'Amphipode *Corophium volutator*, avant de chuter brutalement pour atteindre leur valeur minimale en novembre (379 ± 61 ind./m²).

Deux composantes déterminent la dynamique du peuplement dans cette station :

- les Annélides Oligochètes, qui représentent 45 à 66% de l'abondance totale de février à août ;
- le Crustacé Amphipode *Corophium volutator*, avec 70 à 87% de l'abondance totale en septembre et octobre.

7.5.3. Lamarque (PK 35) (Figure 7-14)

Le peuplement est ici dominé à 90-99% par les Annélides Oligochètes. Les densités totales fluctuent au cours de l'année 2012 entre un maximum à 5727 ± 1394 ind./m² en août et un minimum à 258 ± 72 ind./m² en novembre).

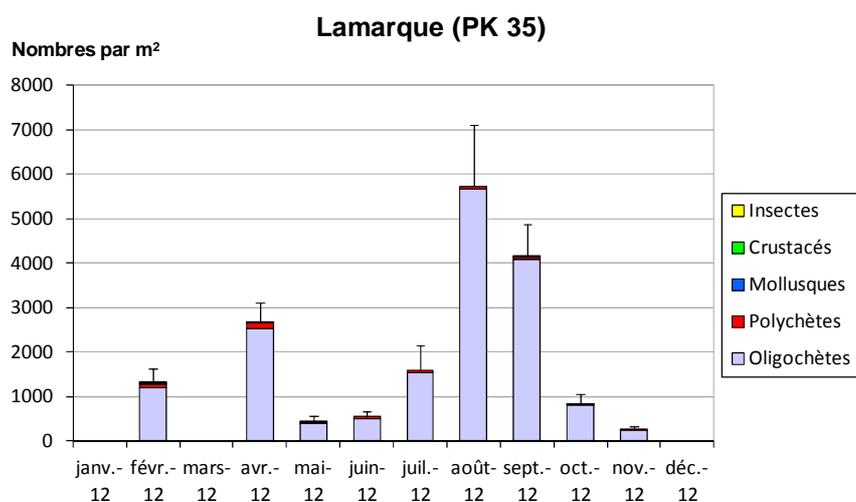
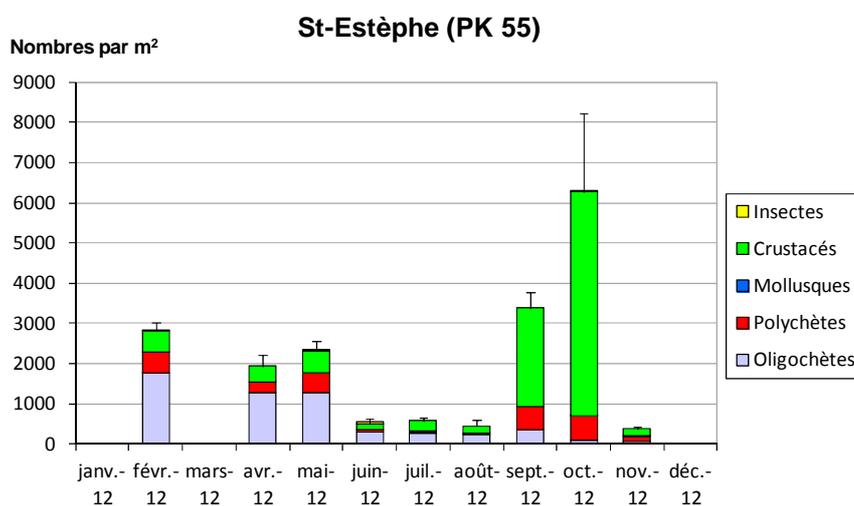
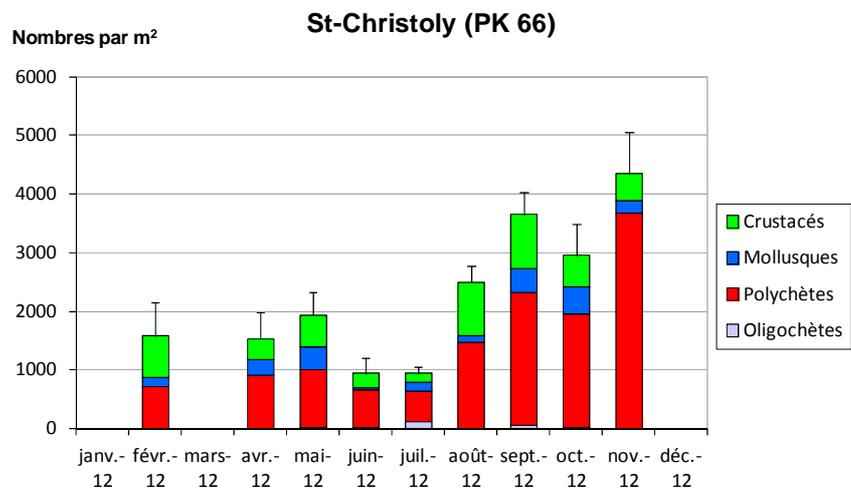


Figure 7-14 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne + ES) du macrobenthos aux stations intertidales en 2012.

7.5.4. Comparaison avec les années antérieures (Figure 7-15)

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 2012 sont faibles (maximum : 4348 ind./m²), du même ordre que celles de 2006 à 2011 (maxima ≤ 10000 ind./m²), très inférieures aux abondances de 2004-2005 (maxima > 20000 ind./m²). Cette station connaît, depuis 2006, une diminution marquée de l'abondance du benthos, en particulier des Crustacés et des Polychètes.

A St-Estèphe, l'abondance du peuplement en 2012 est faible (maximum : 6318 ind./m²), du même ordre que les valeurs relevées en 2011. Comme pour la station précédente, une diminution marquée est observée depuis 2007, alors que des maxima ≥ 20000 ind./m² avaient été relevés dans les années 2004-2006.

A Lamarque, les abondances sont également très faibles en 2012 (≤ 5000 ind./m²), similaires aux plus faibles effectifs des années 2006-07.

7.6. Variations de densités des principales espèces intertidales

7.6.1. Annélides Oligochètes (Figure 7-16)

Composante ultra-dominante du peuplement de la station Lamarque (domaine oligohalin), les abondances de ce groupe diminuent nettement au cours de l'année 2012, fluctuant entre 242 ± 68 ind./m² en novembre et 5682 ± 1383 ind./m² en août, soit à un niveau similaire à celui des plus faibles années (2006-2007).

A la station St-Estèphe, les densités diminuent régulièrement en 2012 de 1773 ± 172 ind./m² en février à 76 ± 25 ind./m² en novembre, soit au niveau des faibles valeurs de 2009-2011.

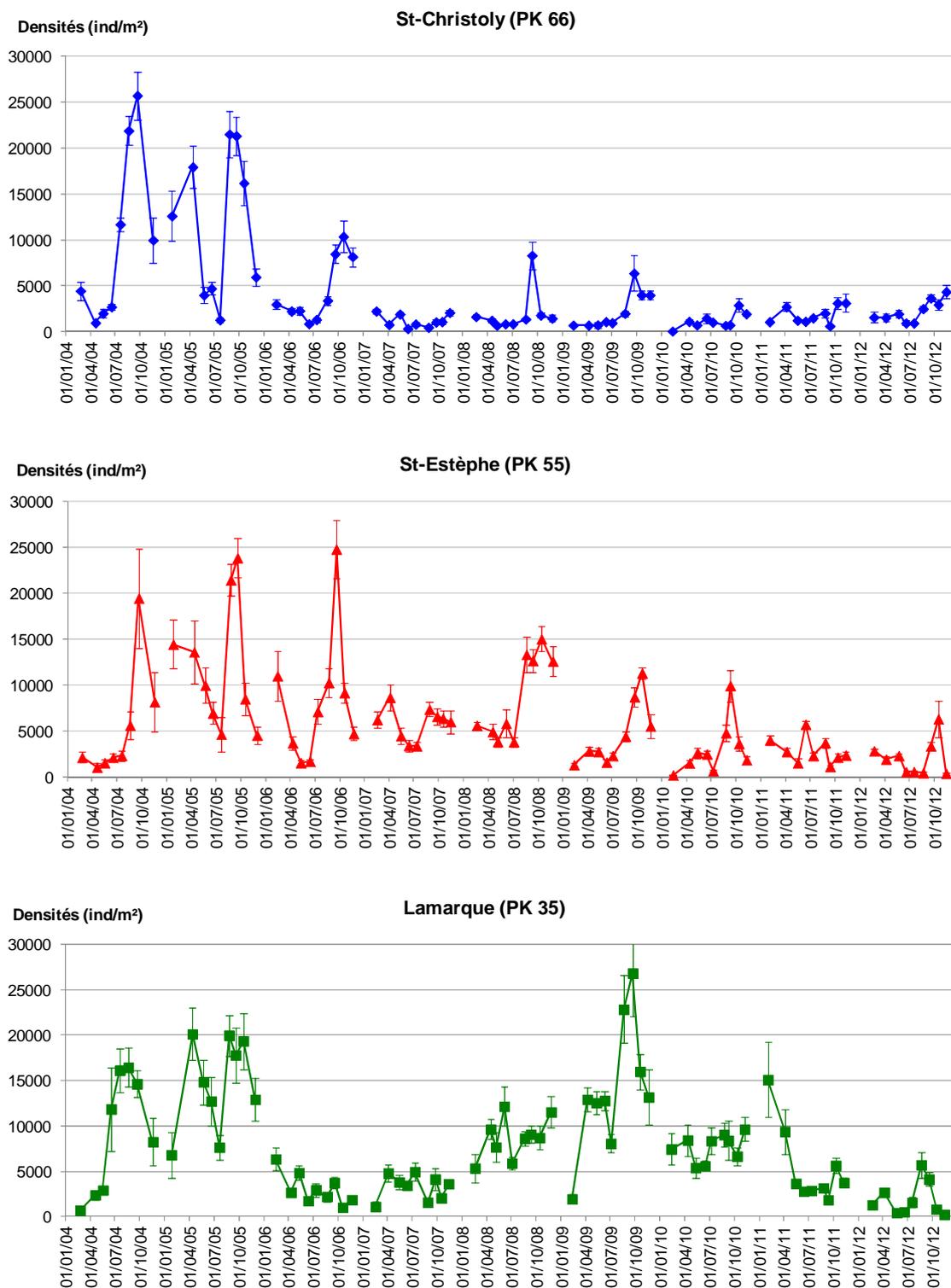


Figure 7-15 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) du macrobenthos aux stations intertidales de 2004 à 2012.

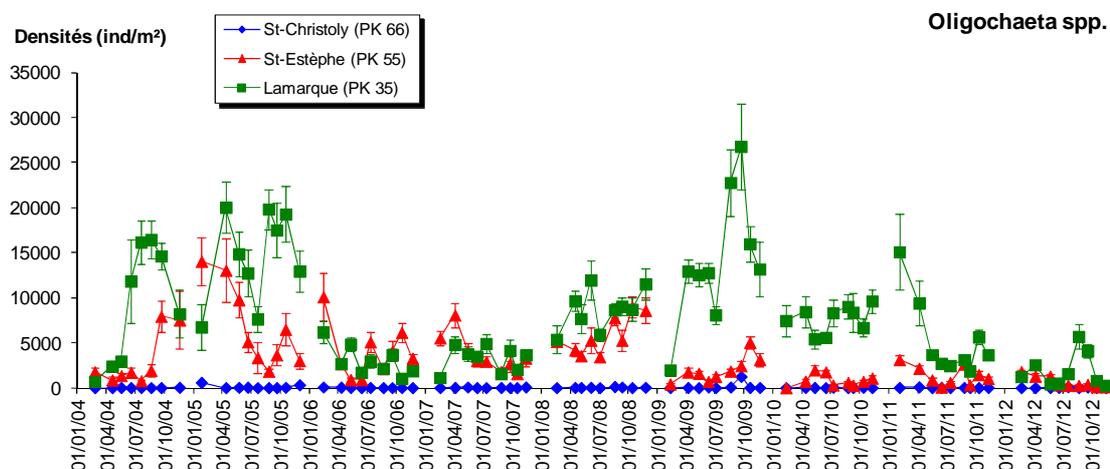


Figure 7-16 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des Annélides Oligochètes dans les stations intertidales de 2004 à 2012.

7.6.2. Annélides Polychètes

Hediste diversicolor, espèce galéricole et omnivore de grande taille, est totalement absent en 2012 à St-Estèphe, où l'espèce est habituellement bien représentée (près de 2000 ind./m² en 2008) (**Figure 7-17**). A St-Christoly, ce néréidé, typique des milieux estuariens et lagunaires, a pratiquement disparu depuis 2005. Paradoxalement, c'est à Lamarque, où l'espèce était jusqu'alors quasi-absente, que *H. diversicolor* est le plus abondant en 2012.

Les densités, très fluctuantes, du capitellidé *Heteromastus filiformis* sont, en 2012, dans la norme des valeurs habituelles à la station St-Christoly (**Figure 7-17**).

Le spionidé *Streblospio shrubsolii*, fortement représenté à St-Christoly de 2004 à 2006 avec des densités maximales de 10000 à 15000 ind./m², a vu ses abondances chuter fortement depuis 2006, atteignant un maximum de seulement 3394 \pm 598 ind./m² en novembre 2012. A St-Estèphe, l'abondance de cette espèce est aussi très faible en 2012 (591 \pm 157 ind./m² en octobre) (**Figure 7-18**).

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 7-18**).

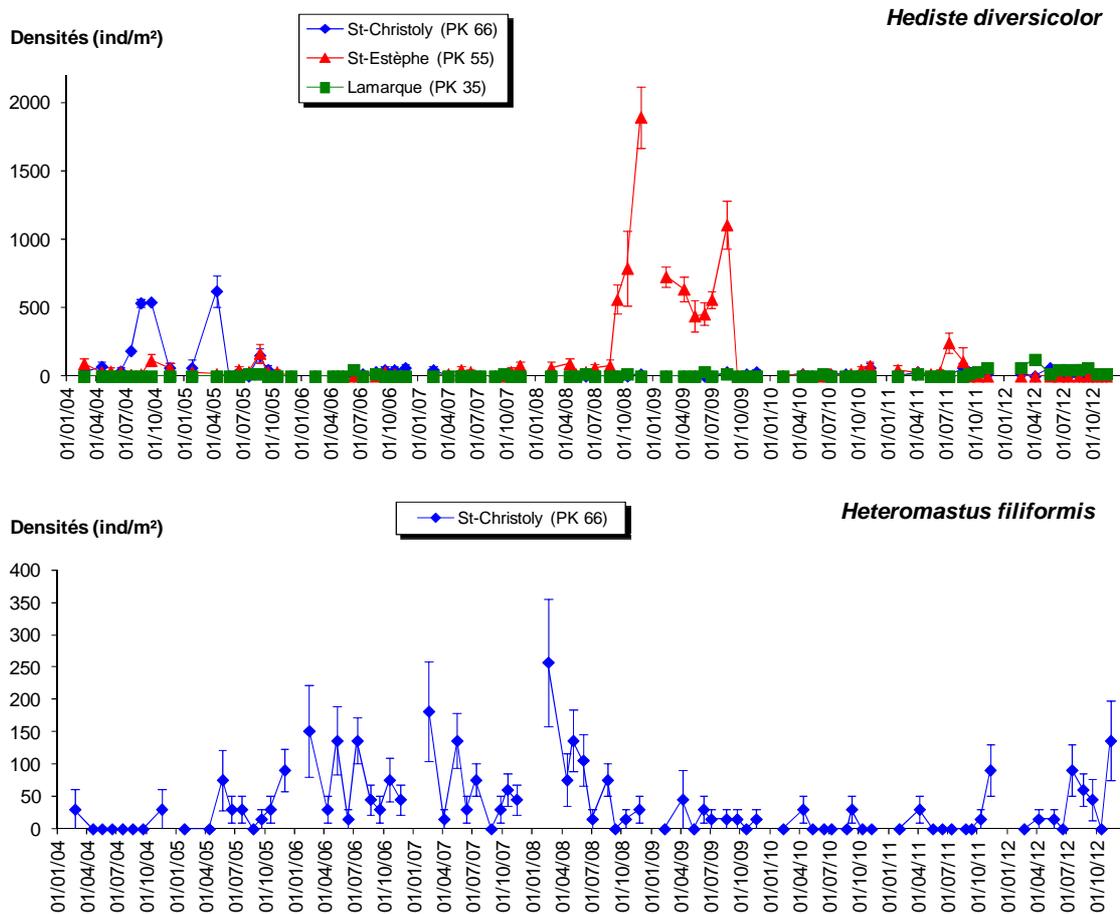


Figure 7-17 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des Annélides Polychètes *Hediste diversicolor* et *Heteromastus filiformis* dans les stations intertidales de 2004 à 2012.

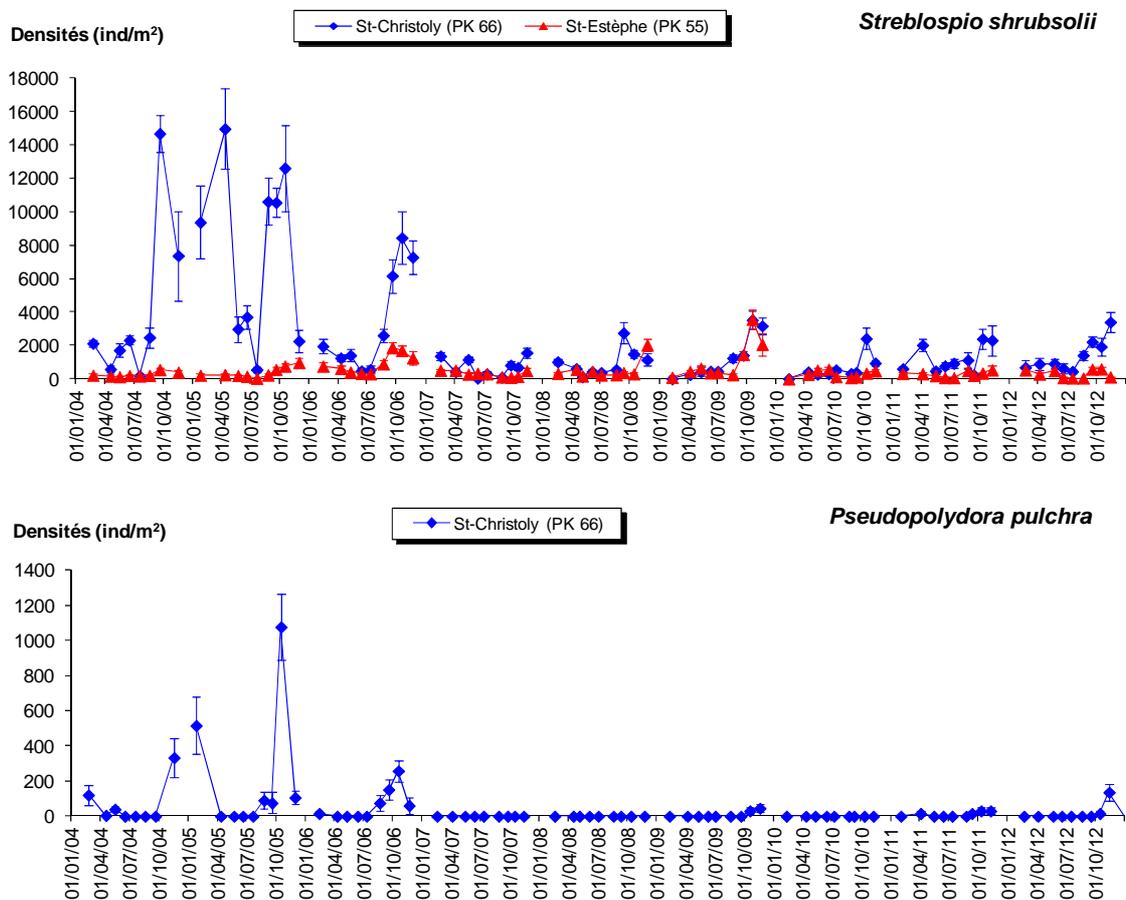


Figure 7-18 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des Annélides Polychètes Spionidae dans les stations intertidales de 2004 à 2012.

7.6.3. Mollusques (Figure 7-19)

Le Gastéropode *Hydrobia ulvae*, plutôt localisé dans la partie aval de l'estuaire ou dans la partie supérieure de la zone intertidale, est sporadiquement présent à St-Christoly, avec une densité maximale de 212 ± 88 ind./m² en mai 2012.

Scrobicularia plana, bivalve de grande taille (jusqu'à 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 s'accroissent avec un recrutement de juvéniles à l'automne 2012 (409 ± 85 ind./m² en octobre). Des densités supérieures ont cependant été relevées en 2004-2005.

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.

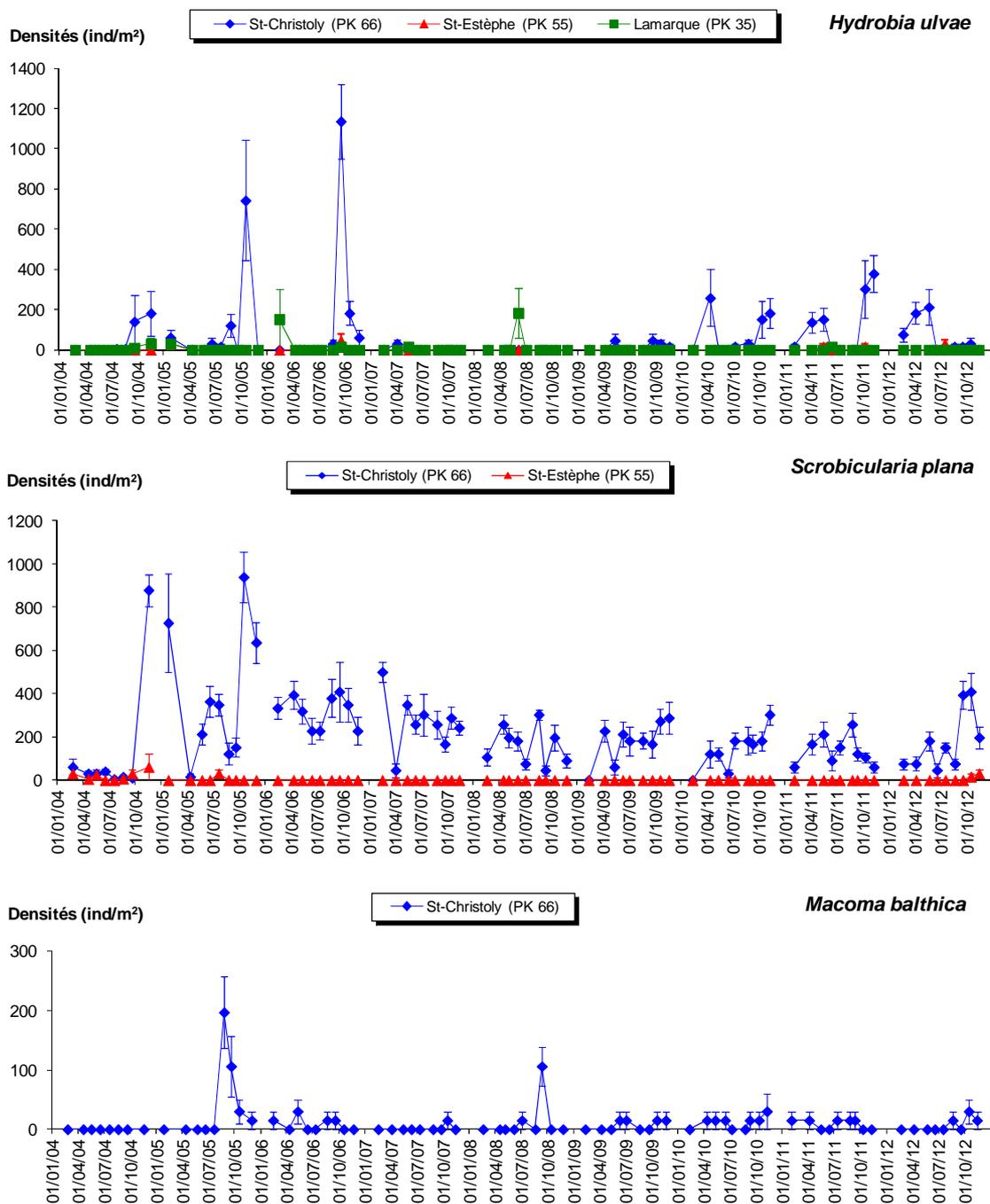


Figure 7-19 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des principales espèces de Mollusques dans les stations intertidales de 2004 à 2012.

7.6.4. Crustacés

L'Amphipode *Corophium volutator* est un élément essentiel des vasières intertidales de tout l'estuaire de la Gironde, ne pénétrant qu'accidentellement en amont de St-Estèphe et présentant un cycle biologique marqué, caractérisé par de fortes abondances en fin d'été. A St-Estèphe, un pic élevé de densité s'était produit en juin 2011, en lien avec les fortes chaleurs printanières de cette année-là. En 2012, le pic d'abondance est observé en octobre (5485 ± 1914 ind./m²), soit à la période habituelle tel qu'il ressort des observations des années antérieures. Le niveau d'abondance maximale de cette espèce, similaire à celui des années 2007-2011, est cependant la moitié de celui des années 2004-2006 (**Figure 7-20**). A St-Christoly, où cette espèce présentait des densités maximales de l'ordre de 20000 ind./m² en 2004-2005, l'abondance de *C. volutator* ne dépasse pas 803 ± 395 ind./m² (en septembre) en 2012.

L'Isopode *Cyathura carinata* est une espèce constante des 2 stations intertidales le plus en aval, mais qui présente des fluctuations assez erratiques. Ses abondances sont, en 2012, du même ordre de grandeur que celles observées les années antérieures (**Figure 7-20**).

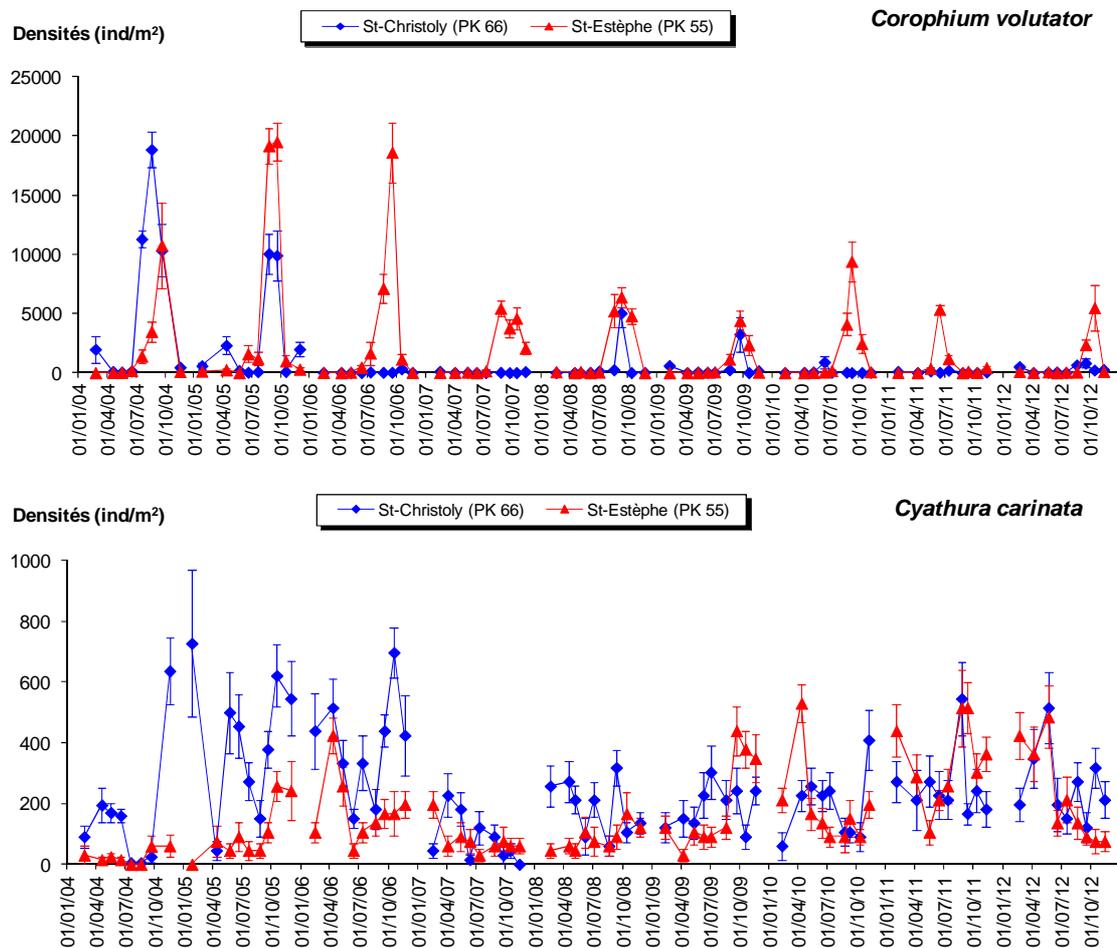


Figure 7-20 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des principales espèces de Crustacés dans les stations intertidales de 2004 à 2012.

Synthèse 2012 :

La composition granulométrique du sédiment a subi, dans le domaine subtidal, d'importantes fluctuations temporelles en 2012, en particulier au Point K, où le sédiment était la plupart du temps à dominante sableuse mais où les teneurs en vases (particules de taille $< 63 \mu\text{m}$) ont cependant varié entre 3% (mai) et 77% (avril). Les teneurs en vases ont été également variables au Point E (46 à 88%), mais les données ne sont disponibles que pour 4 dates d'échantillonnage sur cette station. En revanche, la granulométrie du sédiment s'est avérée relativement stable au Point F, avec une dominante vaseuse (59 à 92%) tout le long de l'année. En ce qui concerne les stations intertidales, la composition granulométrique du sédiment a montré, comme les années précédentes, une très grande stabilité temporelle avec 81 à 98% de vases. La mesure des teneurs en eau interstitielle indique toutefois, à St-Christoly, une alternance de phases de sédimentation et d'érosion, confirmant les observations de terrain.

Alors que la richesse spécifique (nombre d'espèces) des peuplements benthiques s'avère stable sur la durée du suivi en intertidal, elle marque une reprise sensible en domaine subtidal durant les 2 dernières années, après avoir significativement diminué de 2004 à 2010.

L'abondance des peuplements benthiques subtidaux marque également des signes de reprise en 2012 : si l'on excepte le Point E pour lequel seulement 4 mois d'échantillonnage sont disponibles, l'abondance maximale au Point K (944 ind./m^2) a été la plus forte valeur observée depuis le début de la surveillance en 2004, et celle du Point F (864 ind./m^2) a été la plus forte valeur depuis 2006. La comparaison inter-annuelle montre que la macrofaune benthique subtidale a été caractérisée par deux années de fortes abondances en 2004-2005, puis par une diminution marquée depuis 2006, avec, semble-t-il, une reprise sensible en 2012.

Dans le domaine intertidal, où les densités sont beaucoup plus élevées qu'en subtidal, les abondances en 2012 ont été parmi les plus faibles depuis le début de la surveillance en 2004, avec des valeurs maximales de seulement 4348 ind./m^2 à St-Christoly, 6318 ind./m^2 à St-Estèphe et 5727 ind./m^2 à Lamarque. 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 (maxima $> 20000 \text{ ind./m}^2$), puis une diminution significative depuis 2007. A Lamarque, l'évolution est sensiblement différente, avec une remontée des effectifs en 2009, mais qui a été suivie d'une nouvelle diminution depuis cette année-là.

La dynamique inter-annuelle des peuplements macrobenthiques des 6 stations suivies dans l'estuaire de la Gironde depuis 9 ans montre une dégradation sensible (en termes quantitatifs) de ces peuplements depuis 2006, avec toutefois des indices d'amélioration en 2012 en domaine subtidal. Cette dynamique est probablement gouvernée par des fluctuations naturelles de l'environnement hydroclimatique et reflète une dégradation générale de la qualité écologique de l'écosystème girondin, sans que l'activité du CNPE du Blayais puisse être mise en cause en tant que perturbation directe significative du compartiment benthique.

8. Glossaire et abréviations

Glossaire	
Masse d'eau	Désigne un important volume d'eau océanique possédant des caractéristiques spécifiques de température et de salinité (donc de densité) et présentant une certaine extension horizontale et verticale ⁽¹⁾
Zoobenthos	Ensemble des organismes animaux du benthos ⁽¹⁾
Benthos	C'est l'ensemble des organismes présents sur ou dans le fond des eaux : par exemple, les macro-algues sont fixées au fond, elles font partie du benthos (note : les algues unicellulaires ou micro-algues flottent passivement et font donc partie du phytoplancton). Les mollusques, les crustacés, et les vers font aussi partie du benthos, même si leurs oeufs sont planctoniques. Il en est de même avec les échinodermes ⁽¹⁾
Zooplancton	Plancton animal. Il est constitué de tout ce qui flotte passivement à la surface des eaux. On y trouve aussi bien des protozoaires - animalcules unicellulaires, mais aussi des larves de Mollusques et de Crustacés, de poissons; on y trouve aussi divers Cnidaires (méduses souvent redoutables) et Cténares ("Ceinture de Vénus"). Il se nourrit directement ou indirectement de phytoplancton. ⁽¹⁾
Point kilométrique	Distance compté à partir d'un point de référence. Pour la Gironde, la référence (pK 0) est le Pont de Pierre de Bordeaux

(1) Source : <http://envlit.ifremer.fr/infos/glossaire>

Abbréviation	
pK	Point kilométrique
COP	Carbone organique particulaire
COD	Carbone organique dissous
COT	Carbone organique total
TCBS	Thiosulfate Citrate Bile Sucrose
UFC	Unité formant colonie
MES	Matières en suspension
Fmoc	9-fluorenylmethoxycarbonyl chloride, ou 9-fluorényl méthyl chloroformate
HPLC	« High Performance Liquid Chromatography », ou Chromatographie liquide à haute performance
ICP-AES	Inductively coupled plasma optical emission spectroscopy « ICP-OES or ICP-AES »), ou Spectrométrie d'Emission Atomique

9. Références bibliographiques

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

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

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

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

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

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

Castaing P., Jouanneau J.M., Oggian G., Poirier D., 1994.- Evolution des fonds. In : Quintin (coord.) et al. (1994) – Surveillance écologique du site du Blayais, année 1993. Rapp. Ifremer RST DEL-94.08, mai 1994, pp. 95-103.

Castaing P., Jouanneau J.M., Oggian G., 2009.- Evolution des fonds. In : Quintin (coord.) et al. (2009) – Surveillance écologique du site du Blayais, année 2008. Rapp. Ifremer RST Dyneco/AG/09-04, mars 2009, pp. 37-41.

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

Castel J., Courties C., et Poli, 1979.- Etude expérimentale du cycle biologique de *Eurytemora hirundoides* (Crustacea, Copepoda). Rapp. EDF-CNEXO, 16 p.

Castel J., Feurtet A., 1985 - Dynamique du copépode *Eurytemora hirundoides* dans l'estuaire de la Gironde : utilisation d'un modèle à compartiments. J. Rech. Océanogr., 10(4), pp. 134-136.

Castel J., Feurtet A., 1992 - Fecundity and mortality rates of the copepod *Eurytemora affinis* in the Gironde estuary. Proc. 25th Europ. Mar. Biol. Symp., Ferrara. Olsen & Olsen, pp.143-149.

CNEXO, 1977.- Etude écologique de l'estuaire de la Gironde. Rapport final, 490 p.

David V., 2005.- Caractérisation des relations proies/prédateurs des premiers maillons du réseau trophique pélagique estuarien. Thèse Université Bordeaux 1.

Dressel D.M., Heinle D.R. et Grote M.C., 1972 - Vital staining to sort dead and live copepods. Chesapeake Sci., 13, pp. 156-159.

Edmonson W.T., 1971 - Methods for processing samples and developing data. In : "A manual for the assessment of secondary productivity in freshwater (Edmonson W.T. et Winberg édés), I.B.P. Handbook 17, pp. 127-169, Blackwell, Oxford et Edinburgh.

Frontier S., 1972 - Calcul de l'erreur sur un comptage de zooplancton. J. exp. mar. Biol. Ecol., 8, pp. 121-132.

Gaudy (1992) Biologie de la population du copépode *Acartia tonsda* Dana dans un milieu semi-clos : l'Etang de Berre. Ann. Inst. Océanogr., 68(1-2), pp. 159-168.

Hirche H.J. (1992). Egg production of *Eurytemora affinis* effect of K-strategy. Estuar.Coast.Shelf.Sci., 35, pp. 395-407.

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

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

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

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

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.

10. Annexes

10.1. Annexe 1 : Dénombrement des divers prélèvements et mesures

Nombre de mesures réalisées in situ

DATES	Profondeur	Température	Salinité	Direction et Vitesse de Courant	Points
12 avril	4	8	8	8	F
11 avril	4	8	8	8	E
14 avril	4	8	8	8	K
22 mai	4	8	8	8	F
21 mai	4	8	8	8	E
24 mai	4	8	8	8	K
12 juin	4	8	8	8	F
14 juin	4	8	8	8	E
13 juin	4	8	8	8	K
24 juillet	4	8	8	8	F
26 juillet	4	8	8	8	E
25 juillet	4	8	8	8	K
17 août	4	8	8	8	F
24 août	4	8	8	8	E
16 août	4	8	8	8	K
5 septembre	4	8	8	8	F
12 septembre	4	8	8	8	E
6 septembre	4	8	8	8	K
11 octobre	4	8	8	8	F
12 octobre	4	8	8	8	E
13 octobre	4	8	8	8	K
7 novembre	4	8	8	8	F
6 novembre	4	8	8	8	E
8 novembre	4	8	8	8	K
TOTAL	96	192	192	192	

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

DATES	Chimie COP+COT	Phyto- plancton	Sels Nutritifs	Bactéri- logie	Agents de surface	Morpholine Hydrazine	Bore total	Points
12 avril	16	2	2	4	2	2	2	F
11 avril	16	2	2	4	2	2	2	E
14 avril	16	2	2	4	2	2	2	K
22 mai	16	2	2	4	2	2	2	F
21 mai	16	2	2	4	2	2	2	E
24 mai	16	2	2	4	2	2	2	K
12 juin	16	2	2	4	2	2	2	F
14 juin	16	2	2	4	2	2	2	E
13 juin	16	2	2	4	2	2	2	K
24 juillet	16	2	2	4	2	2	2	F
26 juillet	16	2	2	4	2	2	2	E
25 juillet	16	2	2	4	2	2	2	K
17 août	16	2	2	4	2	2	2	F
24 août	16	2	2	4	2	2	2	E
16 août	16	2	2	4	2	2	2	K
5 septembre	16	2	2	4	2	2	2	F
12 septembre	16	2	2	4	2	2	2	E
6 septembre	16	2	2	4	2	2	2	K
11 octobre	16	2	2	4	2	2	2	F
12 octobre	16	2	2	4	2	2	2	E
13 octobre	16	2	2	4	2	2	2	K
7 novembre	16	2	2	4	2	2	2	F
6 novembre	16	2	2	4	2	2	2	E
8 novembre	16	2	2	4	2	2	2	K
TOTAL	384	48	48	96	48	48	48	

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	
12 avril	4	4	4	4	4	4	F
11 avril	4	4	4	4	4	4	E
14 avril	4	4	4	4	4	4	K
22 mai	4	4	4	4	4	4	F
21 mai	4	4	4	4	4	4	E
24 mai	4	4	4	4	4	4	K
12 juin	4	4	4	4	4	4	F
14 juin	4	4	4	4	4	4	E
13 juin	4	4	4	4	4	4	K
24 juillet	4	4	4	4	4	4	F
26 juillet	4	4	4	4	4	4	E
25 juillet	4	4	4	4	4	4	K
17 août	4	4	4	4	4	4	F
24 août	4	4	4	4	4	4	E
16 août	4	4	0	0	4	4	K
5 septembre	4	4	4	4	4	4	F
12 septembre	4	4	4	4	4	4	E
6 septembre	4	4	4	4	4	4	K
11 octobre	4	4	4	4	4	4	F
12 octobre	4	4	4	4	4	4	E
13 octobre	4	4	4	4	4	4	K
7 novembre	4	4	4	4	4	4	F
6 novembre	4	4	4	4	4	4	E
8 novembre	4	4	4	4	4	4	K
TOTAL	96	96	92	92	96	96	

Nombre de prélèvements pour l'étude faunistique

DATES	PLANCTON		BENTHOS Surface	Points
	Surface	Fond		
12 avril	4	4	5	F
11 avril	4	4	5	E
14 avril	4	4	5	K
22 mai	4	4	5	F
21 mai	4	4	5	E
24 mai	4	4	5	K
12 juin	4	4	5	F
14 juin	4	4	5	E
13 juin	4	4	5	K
24 juillet	4	4	5	F
26 juillet	4	4	0	E
25 juillet	4	4	5	K
17 août	4	4	5	F
24 août	4	4	0	E
16 août	4	4	5	K
5 septembre	4	4	5	F
12 septembre	4	4	5	E
6 septembre	4	4	5	K
11 octobre	4	4	5	F
12 octobre	4	4	5	E
13 octobre	4	4	5	K
7 novembre	4	4	5	F
6 novembre	4	4	5	E
8 novembre	4	4	5	K
TOTAL	96	96	110	

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

10.2. Annexe 2 : Tableaux des résultats de mesures

BLAYAIS Avril 2012		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Profondeu 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 12 avril 2012 Coef: 70-62	1 S Mi-Flot 1 F	8h30	8,50	1,00 7,50	6,28 6,49	0,215 7,110	15,45 15,68	13,14 13,28	134 64	189 152	8,11 8,08	P=(753)1004 hPa PM à Richard P=(753)1004 hPa Renverse: P=(753)1004 hPa BM à Richard P=(753)1004 hPa	
	2 S PM 2 F	11h34	9,10	1,00 8,10	6,43 6,31	0,068 1,430	17,46 21,15	13,54 12,82	7 13	129 133	8,13 8,11		
	3 S Mi-Jus 3 F	14h16	7,60	1,00 6,60	6,21 6,25	0,405 1,060	15,40 18,00	13,84 13,09	128 59	337 325	8,15 8,09		
	4 S BM 4 F	17h50	6,00	1,00 5,00	6,10 6,16	0,149 1,530	12,03 12,88	14,23 14,12	7 7	327 066	8,11 8,13		
E PK 52 11 Avril 2012 Coef: 86-76	1 S PM 1 F	11h00	8,80	1,00 7,80	6,32 6,34	0,319 15,200	10,10 11,52	14,20 13,71	24 13	355 327	8,08 8,05	PM à Pauillac P=(754)1006 hPa P=(754)1006 hPa BM à Pauillac P=(754)1006 hPa Renverse: P=(754)1006 hPa	
	2 S Mi-Jus 2 F	14h25	6,80	1,00 5,80	5,76 5,35	0,282 12,100	6,96 7,49	14,11 14,12	186 13	003 323	8,04 7,99		
	3 S BM 3 F	18h15	5,50	1,00 4,50	5,46 5,47	2,630 5,210	4,21 4,15	14,07 14,07	24 35	089 150	8,04 8,03		
	4 S Mi-Flot 4 F	20h30	8,30	1,00 7,30	5,88 6,16	1,110 32,800	8,30 6,10	14,07 14,02	111 53	190 162	8,07 7,99		
K PK 30 14 Avril 2012 Coef: 46	1 S Mi-Jus 1 F	5h18	6,50	1,00 5,50	5,51 5,54	1,550 1,870	3,34 3,28	13,99 13,99	117 99	345 314	8,13 8,12	P=(751)1002 hPa BM à La Reuille P=(753)1004 hPa Renverse: P=(753)1004 hPa PM à La Reuille P=(753)1004 hPa	
	2 S BM 2 F	8h17	6,30	1,00 5,30	5,27 5,44	0,845 3,900	0,94 1,05	13,66 13,71	7 7	100 131	8,07 8,12		
	3 S Mi-Flot 3 F	11h49	7,60	1,00 6,60	5,55 5,51	2,100 4,350	3,45 3,44	14,00 13,94	146 76	124 142	8,16 8,12		
	4 S PM 4 F	14h23	8,90	1,00 7,90	5,62 5,74	0,247 3,310	4,49 5,51	14,13 14,07	0 13	131 065	7,98 8,16		
BLAYAIS Mai 2012		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Profondeu 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 22 Mai 2012 Coef: 77-77	1 S PM 1 F	8h35	8,70	1,00 7,70	6,28 6,27	0,370 0,570	14,10 15,53	15,04 14,94	13 18	287 317	8,08 8,09	PM à Pauillac P=(755) 1007 hPa P=(755) 1007 hPa BM à Pauillac P=(755) 1007 hPa Renverse: P=(755) 1007 hPa	
	2 S Mi-Jus 2 F	11h19	6,30	1,00 5,30	6,08 6,13	0,360 0,732	7,77 8,83	15,72 15,50	99 70	350 336	7,97 8,04		
	3 S BM 3 F	14h25	5,60	1,00 4,60	6,01 5,94	0,697 0,786	4,42 4,49	16,22 16,23	7 13	145 308	7,78 7,96		
	4 S Mi-Flot 4 F	17h22	8,20	1,00 7,20	6,17 6,16	0,337 5,000	9,36 11,98	15,97 15,48	192 64	146 138	8,04 8,13		
EPK 52 21 Mai 2012 Coef: 77-77	1 S Mi-Jus 1 F	11h25	6,30	1,00 5,30	5,52 5,56	1,300 1,810	0,94 1,17	16,49 16,57	111 99	012 346	8,14 8,08	P=(755) 1007 hPa BM à Pauillac P=(755) 1007 hPa Renverse: 15h00 (retard manip) P=(755) 1007 hPa PM à Pauillac P=(755) 1007 hPa	
	2 S BM 2 F	15h23	6,50	1,00 5,50	5,52 5,58	0,612 4,330	0,33 0,33	16,41 16,43	45 31	155 165	7,46 7,66		
	3 S Mi-Flot 3 F	17h07	8,50	1,00 7,50	5,71 5,65	2,050 2,640	1,89 2,15	16,42 16,50	111 76	171 189	7,78 7,89		
	4 S PM 4 F	20h10	9,00	1,00 8,00	5,83 6,35	0,430 3,000	2,58 5,65	16,48 16,42	13 13	291 033	7,84 7,92		
K PK 30 24 Mai 2012 Coef: 74-72	1 S BM 1 F	5h18	5,50	1,00 4,50	5,98 5,99	0,170 0,404	0,14 0,14	15,82 15,82	7 13	137 138	7,16 7,40	BM à La Reuille P=(767) 1023 hPa P=(767) 1023 hPa PM à La Reuille P=(767) 1023 hPa Renverse: P=(767) 1023 hPa	
	2 S Mi-Flot 2 F	7h40	8,30	1,00 7,30	5,83 5,82	0,733 0,870	0,14 0,14	15,97 15,95	111 53	154 140	7,43 7,49		
	3 S PM 3 F	10h00	9,10	1,00 8,10	5,69 5,71	0,250 0,259	0,15 0,15	16,15 16,05	7 7	325 344	7,31 7,45		
	4 S Mi-Jus 4 F	13h43	6,20	1,00 5,20	5,70 5,75	0,618 0,573	0,13 0,13	16,19 16,18	88 88	353 317	7,31 7,10		

BLAYAIS Juin 2012		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Profondeu 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 12 Juin 2012 Coef: 48-46	1 S BM 1 F	7h54	6,00	1,00	5,21	0,280	5,98	19,49	7	126	7,06	BM à Richard P=(756) 1008 hPa	
	2 S Mi-Flot 2 F	10h15	7,60	1,00	5,37	0,095	9,42	19,06	117	132	7,06		P=(756) 1008 hPa
	3 S PM 3 F	13h40	8,30	1,00	5,61	0,107	11,79	18,98	7	098	7,14	PM à Richard P=(756) 1008 hPa Renverse:	
	4 S Mi-Jus 4 F	16h48	7,40	1,00	5,62	0,092	10,50	19,02	82	335	7,13		P=(756) 1008 hPa
					6,40	5,55	0,315	12,42	18,78	53	319	7,15	
E PK 52 14 Juin 2012 Coef: 45-46	1 S Mi-Flot 1 F	13h00	3,50	1,00	5,55	0,453	2,24	20,56	76	160	7,10	P=(762) 1016 hPa	
	2 S PM 2 F	13h30	8,50	1,00	5,56	0,157	2,97	20,93	7	351	7,15		PM à Pauillac P=(763) 1018 hPa Renverse:
	3 S Mi-Jus 3 F	19h35	6,30	1,00	5,43	0,323	1,76	20,42	100	006	7,08	P=(763) 1018 hPa	
	4 S BM 4 F	22h20	5,00	1,00	5,45	0,428	0,99	20,14	7	046	7,08		BM à Pauillac P=(763) 1018 hPa
					4,00	5,44	0,983	0,95	20,09	7	251	7,08	
K PK 30 13 Juin 2012 Coef: 46-44	1 S Mi-Jus 1 F	06h30	6,40	1,00	5,27	0,488	0,15	19,69	76	358	7,01	P=(760) 1014 hPa	
	2 S BM 2 F	10h00	5,96	1,00	5,53	0,192	0,12	19,28	7	081	7,03		BM à La Reuille P=(763) 1018 hPa Renverse:
	3 S Mi-Flot 3 F	12h19	7,50	1,00	5,28	0,567	0,15	19,65	99	124	7,06	P=(763) 1018 hPa	
	4 S PM 4 F	15h28	8,30	1,00	5,16	0,332	0,35	19,73	0	110	7,05		PM à La Reuille P=(763) 1018 hPa
					7,30	5,16	0,783	0,36	19,72	0	338	7,05	

BLAYAIS Juillet 2012		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Profondeu 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 24 Juillet 2012 Coef: 81-78	1 S Mi-Flot 1 F	7h43	7,80	1,00	4,42	0,262	13,07	21,67	111	149	8,11	P=(761) 1015 hPa	
	2 S PM 2 F	10h30	8,80	1,00	4,45	2,630	13,40	21,85	47	128	8,12		PM à Richard P=(762) 1017 hPa Renverse:
	3 S Mi-Jus 3 F	13h39	6,30	1,00	4,72	0,452	18,85	21,34	13	092	8,15	P=(761) 1015 hPa	
	4 S BM 4 F	17h17	5,50	1,00	4,79	0,156	8,91	22,98	0	113	8,15		BM à Richard P=(761) 1015 hPa
					4,50	4,81	0,657	9,05	22,98	7	166	8,17	
E PK 52 26 Juillet 2012 Coef: 65-61	1 S Mi-Flot 1 F	10h10	7,80	1,00	4,80	0,288	6,71	23,49	111	189	8,06	P=(759) 1013 hPa	
	2 S PM 2 F	13h25	8,10	1,00	4,93	0,129	6,01	24,10	13	349	8,09		PM à Pauillac P=(759) 1013 hPa Renverse:
	3 S Mi-Jus 3 F	16h00	6,30	1,00	4,72	0,473	5,75	23,86	111	005	8,06	P=(759) 1013 hPa	
	4 S BM 4 F	19h10	5,10	1,00	4,55	0,280	3,97	23,79	7	359	8,07		BM à Pauillac P=(759) 1013 hPa
					4,10	4,49	1,000	4,09	23,84	13	001	8,02	
K PK 30 25 Juillet 2012 Coef: 74-70	1 S BM 1 F	7h16	5,60	1,00	4,04	0,846	1,07	22,83	13	106	7,98	BM à La Reuille P=(759) 1013 hPa	
	2 S Mi-Flot 2 F	9h34	8,00	1,00	4,48	1,830	2,65	22,62	117	131	7,99		P=(759) 1013 hPa
	3 S PM 3 F	13h32	8,80	1,00	4,54	8,630	2,51	22,65	59	147	7,99	PM à La Reuille P=(759) 1013 hPa Renverse:	
	4 S Mi-Jus 4 F	15h38	5,50	1,00	4,40	2,130	2,43	23,01	70	337	7,96		P=(759) 1013 hPa
					4,50	4,40	2,500	2,49	23,00	47	356	7,98	

BLAYAIS Août 2012		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Profondeu 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 17 Août 2012 Coef: 83-87	1 S Mi-Jus 1 F	10h06	8,30	1,00	7,50	0,115	17,47	23,17	128	319	8,18	P=(760) 1014 hPa BM à Richard P=(760) 1014 hPa Renverse: P=(760) 1014 hPa PM à Richard P=(760) 1014 hPa	
	2 S BM 2 F	13h45	6,30	1,00	6,05	0,061	12,51	24,18	0	230	8,19		
	3 S Mi-Flot 3 F	16h22	9,00	1,00	7,57	0,096	17,70	23,41	99	140	8,20		
	4 S PM 4 F	18h46	10,50	1,00	8,45	0,063	22,03	23,10	0	169	8,21		
					9,50	9,91	0,380	22,70	22,88	0	130		8,23
E PK 52 24 Août 2012 Coef: 66-60	1 S Mi-Flot 1 F	9h15	6,90	1,00	4,70	0,640	11,90	24,94	99	180	8,02	P=(759) 1012 hPa PM à Pauillac P=(759) 1012 hPa Renverse: P=(759) 1012 hPa BM à Pauillac P=(759) 1012 hPa	
	2 S PM 2 F	11h56	8,00	1,00	4,64	0,150	12,62	24,83	13	177	8,10		
	3 S Mi-Jus 3 F	15h21	6,30	1,00	4,78	0,420	11,13	24,74	76	012	8,00		
	4 S BM 4 F	19h15	5,10	1,00	4,25	0,180	7,10	24,70	13	146	8,06		
					4,10	4,25	0,855	7,36	24,75	13	180		8,08
K PK 30 16 Août 2012 Coef: 72-77	1 S BM 1 F	15h06	7,80	1,00	4,79	0,430	1,98	23,94	30	132	7,86	BM à La Reuille P=(759) 1012 hPa P=(759) 1012 hPa PM à La Reuille P=(759) 1012 hPa Renverse: P=(759) 1012 hPa	
	2 S Mi-Flot 2 F	17h00	9,80	1,00	4,83	1,315	4,38	24,10	134	144	7,99		
	3 S PM 3 F	19h43	10,90	1,00	4,63	0,210	5,68	24,13	64	130	7,99		
	4 S Mi-Jus 4 F	22h50	8,00	1,00	4,52	1,500	4,30	23,97	105	318	7,80		
					7,00	4,51	1,720	4,34	24,00	76	319		7,86

BLAYAIS Septembre 2012		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Profondeu 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 5 Septembre 2012 Coef: 76-71	1 S Mi-Flot 1 F	6h55	8,50	1,00	4,88	0,357	17,09	21,38	88	148	8,19	P=(766) 1022 hPa PM à Richard P=(766) 1022 hPa Renverse: P=(766) 1022 hPa BM à Richard P=(766) 1022 hPa	
	2 S PM 2 F	10h01	9,60	1,00	4,89	3,150	18,34	21,32	47	134	8,21		
	3 S Mi-Jus 3 F	12h50	7,20	1,00	5,15	0,100	22,98	20,86	7	284	8,20		
	4 S BM 4 F	16h28	5,60	1,00	4,96	0,117	17,31	21,60	117	347	8,16		
					6,20	5,20	0,599	18,96	21,22	70	353		8,19
					1,00	5,14	0,100	13,46	22,16	7	045		8,18
					4,60	5,14	0,230	13,45	22,09	13	038		8,18
E PK 52 12 Septembre 2012 Coef: 44-51	1 S Mi-Jus 1 F	7h57	5,90	1,00	5,36		12,01	22,56	64	011	8,08	P=(757) 1010 hPa BM à Pauillac P=(757) 1010 hPa Renverse: P=(757) 1010 hPa PM à Pauillac P=(757) 1010 hPa	
	2 S BM 2 F	11h06	5,30	1,00	4,90	5,28	13,05	22,50	47	004	8,05		
	3 S Mi-Flot 3 F	14h54	7,50	1,00	5,13	0,105	9,03	22,20	13	063	8,04		
	4 S PM 4 F	17h13	7,80	1,00	4,30	5,03	0,157	9,34	22,36	7	122		7,99
					1,00	5,48		13,24	22,25	82	183		8,04
					6,50	5,47		13,13	22,30	47	178		8,03
					1,00	5,48	0,115	15,13	22,73	7	259		8,07
					6,80	5,45	0,237	15,81	22,11	7	180		7,99
K PK 30 6 Septembre 2012 Coef: 65-58	1 S BM 1 F	6h33	5,60	1,00	3,96	0,820	3,38	22,00	13	153	8,13	BM à La Reuille P=(766) 1022 hPa P=(766) 1022 hPa PM à La Reuille P=(766) 1022 hPa Renverse: P=(766) 1022 hPa	
	2 S Mi-Flot 2 F	8h40	7,80	1,00	4,60	4,06	3,54	22,07	13	143	8,12		
	3 S PM 3 F	11h45	8,00	1,00	4,13	1,580	5,61	21,89	99	127	8,07		
	4 S Mi-Jus 4 F	14h22	6,80	1,00	4,62	0,155	7,03	22,12	7	334	8,16		
					7,00	4,64	0,851	7,52	22,07	7	286		8,12
					1,00	4,31	2,080	5,79	22,21	82	346		7,98
					5,80	4,69	1,790	5,79	22,20	64	342		8,16

BLAYAIS Octobre 2012		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Profondeu 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 11 Octobre 2012 Coef: 42-49	1 S Mi-Jus 1 F	6h36	7,30	1,00	5,49	0,108	21,13	18,39	117	319	7,95	P=(759) 1012 hPa BM à Richard P=(759) 1012 hPa Renverse: P=(759) 1012 hPa PM à Richard P=(759) 1012 hPa
	2 S			6,30	5,50	0,233	21,75	18,39	76	313	7,51	
	3 S BM 2 F	10h06	6,40	1,00	5,39	0,033	17,31	18,87	13	170	7,94	
	3 S			5,40	5,42	0,099	19,04	18,63	18	35	7,93	
	3 S Mi-Flot 3 F	12h29	7,70	1,00	5,45	0,150	20,23	18,55	64	135	7,96	
	4 S			6,70	5,56	0,210	20,21	18,55	42	041	7,96	
	4 S PM 4 F	15h46	9,00	1,00	5,57	0,074	23,75	18,43	13	121	7,96	
	4 S			8,00	5,55	0,229	24,24	18,39	13	102	7,97	
EPK 52 12 Octobre 2012 Coef: 57-65	1 S Mi-Jus 1 F	7h56	7,20	1,00	5,01	0,071	10,48	18,76	175	024	7,98	P=(759) 1012 hPa BM à Pauillac P=(759) 1012 hPa Renverse: P=(759) 1012 hPa PM à Pauillac P=(759) 1012 hPa
	2 S			6,20	5,01	1,91	12,62	18,85	99	300	7,97	
	3 S BM 2 F	11h26	5,70	1,00	4,97	0,689	8,77	18,69	13	009	7,98	
	3 S			4,70	4,95	4,59	8,44	18,72	13	327	7,98	
	3 S Mi-Flot 3 F	14h02	7,70	1,00	4,99	0,854	9,36	18,82	88	174	7,97	
	4 S			6,70	4,95	4,32	9,97	18,74	105	156	7,98	
	4 S PM 4 F	17h30	9,50	1,00	5,31	0,191	13,26	19,51	13	218	8,07	
	4 S			8,50	5,31	0,709	16,31	18,72	13	121	8,03	
K PK 30 13 Octobre 2012 Coef: 73-80	1 S Mi-Flot 1 F	3h57	7,30	1,00	4,85	2,37	6,91	18,44	117	165	7,90	P=(757) 1010 hPa PM à La Reuille P=(757) 1010 hPa Renverse: P=(757) 1010 hPa BM à La Reuille P=(757) 1010 hPa
	2 S			6,30	4,85	2,66	6,88	18,46	88	152	7,90	
	3 S PM 2 F	6h39	8,50	1,00	5,15	0,229	9,05	18,32	7	174	7,88	
	3 S			7,50	5,28	2,73	9,20	18,53	13	120	7,80	
	3 S Mi-Jus 3 F	9h42	6,30	1,00	4,80	2,67	7,04	18,31	76	321	7,98	
	4 S			5,30	5,01	3,07	7,09	18,30	59	357	7,95	
	4 S BM 4 F	13h41	5,60	1,00	4,51	1,88	3,76	18,43	13	134	7,86	
	4 S			4,60	4,43	4,88	3,85	18,39	13	139	7,81	
BLAYAIS Novembre 2012		Heure Légale (TU+1)	Profond Totale (m)	Profondeu 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 7 novembre 2012 Coef: 37-37	1 S Mi-Flot 1 F	8h41	7,70	1,00	6,25	0,177	14,77	12,98	70	121	7,94	P=(770)1032 hPa PM à Richard P=(770) 1032 hPa Renverse: P=(772) 1029 hPa BM à Richard P=(772) 1029 hPa
	2 S			6,70	6,28	1,310	17,25	13,14	47	168	7,90	
	3 S PM 2 F	11h24	8,50	1,00	6,42	0,073	18,18	13,00	7	129	7,86	
	3 S			7,50	6,37	0,216	21,16	13,11	13	301	7,85	
	3 S Mi-Jus 3 F	14h53	6,60	1,00	6,32	0,383	13,38	13,41	117	034	7,91	
	4 S			5,60	6,37	0,923	16,52	13,09	64	321	7,92	
	4 S BM 4 F	18h06	5,80	1,00	6,22	0,215	11,97	13,50	0	002	7,91	
	4 S			4,80	6,12	0,355	12,54	13,43	7	186	7,87	
EPK 52 6 novembre 2012 Coef: 42-39	1 S Mi-Flot 1 F	7h35	7,40	1,00	5,91	0,874	8,10	14,21	59	181	8,16	P=() 1016 hPa PM à Pauillac P=() 1022 hPa Renverse: P=(769) 1022 hPa BM à Pauillac P=(770) 1024 hPa
	2 S			6,40	5,88	3,940	8,38	13,92	76	164	8,33	
	3 S PM 2 F	11h04	8,50	1,00	6,04	0,456	9,93	13,68	13	313	7,94	
	3 S			7,50	6,00	0,772	10,02	13,69	13	75	7,94	
	3 S Mi-Jus 3 F	13h47	7,50	1,00	6,08	0,215	7,78	13,65	117	001	7,94	
	4 S			6,50	5,87	1,27	8,78	13,67	88	305	7,88	
	4 S BM 4 F	17h42	5,70	1,00	5,73	0,425	5,37	13,03	13	20	7,96	
	4 S			4,70	5,74	0,815	5,37	13,10	13	315	7,93	
K PK 30 8 novembre 2012 Coef: 39	1 S Mi-Jus 1 F	4h23	6,80	1,00	5,98	0,998	4,36	12,33	82	336	7,74	P=(767) 1022 hPa BM à La Reuille P=(766) 1020 hPa Renverse: P=(766) 1020 hPa PM à La Reuille P=(766) 1020 hPa
	2 S			5,80	5,97	1,010	4,42	12,36	47	331	7,87	
	3 S BM 2 F	8h08	5,50	1,00	5,86	1,060	1,77	11,69	13	302	7,91	
	3 S			4,50	5,84	2,410	1,60	11,81	7	348	7,82	
	3 S Mi-Flot 3 F	10h40	7,30	1,00	5,96	2,100	4,25	12,29	99	086	7,71	
	4 S			6,30	5,93	3,230	4,26	12,33	53	179	7,74	
	4 S PM 4 F	13h50	8,30	1,00	6,04	0,346	5,04	12,51	13	103	7,73	
	4 S			7,30	6,08	1,270	6,14	12,69	13	125	7,76	

10.3. Annexe 3 : Tableau des résultats analytiques

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

Date	Station	Temps Marée	Niveau	COT mg/L	COD mg/L	MES mg/L	COP mg/L	COP/MES
12/04/12	F	BM	S	9,34	1,4	531	7,94	1,50%
12/04/12	F	BM	F	21,56	1,36	1170	20,2	1,73%
12/04/12	F	MF	S	4,39	1,27	227	3,12	1,37%
12/04/12	F	MF	F	132,33	1,33	8280	131	1,58%
12/04/12	F	PM	S	3,80	1,51	150	2,29	1,53%
12/04/12	F	PM	F	25,12	1,32	1430	23,8	1,66%
12/04/12	F	MJ	S	2,52	1,52	54	1	1,85%
12/04/12	F	MJ	F	26,78	1,48	1520	25,3	1,66%
11/04/12	E	BM	S	41,69	1,59	2440	40,1	1,64%
11/04/12	E	BM	F	104,53	1,53	6680	103	1,54%
11/04/12	E	MF	S	17,60	1,5	1070	16,1	1,50%
11/04/12	E	MF	F	1391,58	1,58	86900	1390	1,60%
11/04/12	E	PM	S	4,68	1,47	216	3,21	1,49%
11/04/12	E	PM	F	236,48	1,48	14300	235	1,64%
11/04/12	E	MJ	S	4,28	1,47	202	2,81	1,39%
11/04/12	E	MJ	F	321,54	1,54	18400	320	1,74%
14/04/12	K	BM	S	9,90	1,56	733	8,34	1,14%
14/04/12	K	BM	F	34,56	1,56	2180	33	1,51%
14/04/12	K	MF	S	11,86	1,46	797	10,4	1,30%
14/04/12	K	MF	F	99,74	1,54	5710	98,2	1,72%
14/04/12	K	PM	S	7,19	1,41	341	5,78	1,70%
14/04/12	K	PM	F	27,87	1,47	1490	26,4	1,77%
14/04/12	K	MJ	S	15,50	1,5	848	14	1,65%
14/04/12	K	MJ	F	27,68	1,68	1620	26	1,60%
22/05/12	F	BM	S	16,20	2,4	742	13,8	1,86%
22/05/12	F	BM	F	16,58	2,38	851	14,2	1,67%
22/05/12	F	MF	S	7,88	2,19	336	5,69	1,69%
22/05/12	F	MF	F	98,50	2,1	6150	96,4	1,57%
22/05/12	F	PM	S	9,01	1,92	418	7,09	1,70%
22/05/12	F	PM	F	12,74	1,84	608	10,9	1,79%
22/05/12	F	MJ	S	7,49	2,17	426	5,32	1,25%
22/05/12	F	MJ	F	16,17	1,97	753	14,2	1,89%
21/05/12	E	BM	S	15,12	2,42	783	12,7	1,62%
21/05/12	E	BM	F	88,11	2,11	4820	86	1,78%
21/05/12	E	MF	S	35,94	2,24	1910	33,7	1,76%
21/05/12	E	MF	F	55,14	2,64	2890	52,5	1,82%
21/05/12	E	PM	S	10,55	2,51	490	8,04	1,64%
21/05/12	E	PM	F	83,90	2,2	4850	81,7	1,68%
21/05/12	E	MJ	S	28,35	2,25	1370	26,1	1,91%
21/05/12	E	MJ	F	40,86	2,26	2190	38,6	1,76%
24/05/12	K	BM	S	4,30	2,48	162	1,82	1,12%
24/05/12	K	BM	F	9,80	2,5	591	7,3	1,24%
24/05/12	K	MF	S	13,11	2,21	767	10,9	1,42%

24/05/12	K	MF	F	19,13	2,23	1050	16,9	1,61%
24/05/12	K	PM	S	6,36	2,4	239	3,96	1,66%
24/05/12	K	PM	F	5,72	2,11	301	3,61	1,20%
24/05/12	K	MJ	S	10,15	2,3	476	7,85	1,65%
24/05/12	K	MJ	F	15,86	2,26	731	13,6	1,86%
12/06/12	F	BM	S	7,39	2,04	365	5,35	1,47%
12/06/12	F	BM	F	3,87	1,93	212	1,94	0,92%
12/06/12	F	MF	S	3,29	1,82	108	1,47	1,36%
12/06/12	F	MF	F	78,81	1,71	4330	77,1	1,78%
12/06/12	F	PM	S	3,20	1,75	124	1,45	1,17%
12/06/12	F	PM	F	4,40	1,66	172	2,74	1,59%
12/06/12	F	MJ	S	2,68	1,77	100	0,91	0,91%
12/06/12	F	MJ	F	6,94	1,66	365	5,28	1,45%
14/06/12	E	BM	S	6,17	1,97	438	4,2	0,96%
14/06/12	E	BM	F	10,90	2,18	818	8,72	1,07%
14/06/12	E	MF	S	7,21	1,77	430	5,44	1,27%
14/06/12	E	MF	F	14,83	2,03	933	12,8	1,37%
14/06/12	E	PM	S	4,66	1,95	216	2,71	1,25%
14/06/12	E	PM	F	3,57	2,01	142	1,56	1,10%
14/06/12	E	MJ	S	4,27	1,91	323	2,36	0,73%
14/06/12	E	MJ	F	8,16	1,86	581	6,3	1,08%
13/06/12	K	BM	S	4,44	2,41	154	2,03	1,32%
13/06/12	K	BM	F	6,61	2,2	338	4,41	1,30%
13/06/12	K	MF	S	8,82	2,02	453	6,8	1,50%
13/06/12	K	MF	F	11,18	1,98	656	9,2	1,40%
13/06/12	K	PM	S	4,70	1,76	337	2,94	0,87%
13/06/12	K	PM	F	10,01	1,82	728	8,19	1,13%
13/06/12	K	MJ	S	7,08	1,86	473	5,22	1,10%
13/06/12	K	MJ	F	23,86	1,86	1410	22	1,56%
24/07/12	F	BM	S	5,03	1,67	207	3,36	1,62%
24/07/12	F	BM	F	14,11	1,61	775	12,5	1,61%
24/07/12	F	MF	S	6,28	1,42	289	4,86	1,68%
24/07/12	F	MF	F	58,68	1,48	3860	57,2	1,48%
24/07/12	F	PM	S	2,06	1,27	67	0,79	1,18%
24/07/12	F	PM	F	8,22	1,21	475	7,01	1,48%
24/07/12	F	MJ	S	4,79	1,42	243	3,37	1,39%
24/07/12	F	MJ	F	11,88	1,48	892	10,4	1,17%
26/07/12	E	BM	S	5,51	1,6	253	3,91	1,55%
26/07/12	E	BM	F	19,02	1,62	870	17,4	2,00%
26/07/12	E	MF	S	6,69	1,51	271	5,18	1,91%
26/07/12	E	MF	F	102,68	1,68	6210	101	1,63%
26/07/12	E	PM	S	3,33	1,49	107	1,84	1,72%
26/07/12	E	PM	F	8,44	1,41	402	7,03	1,75%
26/07/12	E	MJ	S	6,77	1,51	305	5,26	1,72%
26/07/12	E	MJ	F	19,37	1,57	1220	17,8	1,46%
25/07/12	K	BM	S	12,97	2,07	882	10,9	1,24%
25/07/12	K	BM	F	96,66	2,06	6110	94,6	1,55%
25/07/12	K	MF	S	32,04	1,74	1980	30,3	1,53%
25/07/12	K	MF	F	169,93	1,93	10700	168	1,57%
25/07/12	K	PM	S	3,07	1,55	127	1,52	1,20%
25/07/12	K	PM	F	22,48	1,78	1230	20,7	1,68%

25/07/12	K	MJ	S	38,05	1,65	2290	36,4	1,59%
25/07/12	K	MJ	F	44,81	1,71	2690	43,1	1,60%
17/08/12	F	BM	S	3,27	1,44	42	1,83	4,36%
17/08/12	F	BM	F	4,89	1,35	111	3,54	3,19%
17/08/12	F	MF	S	4,60	1,31	80	3,29	4,11%
17/08/12	F	MF	F	27,89	1,29	1340	26,6	1,99%
17/08/12	F	PM	S	9,81	1,57	39	8,24	21,13%
17/08/12	F	PM	F	8,43	1,12	352	7,31	2,08%
17/08/12	F	MJ	S	5,20	1,24	96	3,96	4,13%
17/08/12	F	MJ	F	9,49	1,19	474	8,3	1,75%
24/08/12	E	BM	S	5,32	1,78	246	3,54	1,44%
24/08/12	E	BM	F	10,51	1,66	626	8,85	1,41%
24/08/12	E	MF	S	9,18	1,61	491	7,57	1,54%
24/08/12	E	MF	F	13,26	1,66	760	11,6	1,53%
24/08/12	E	PM	S	7,02	2,49	124	4,53	3,65%
24/08/12	E	PM	F	19,22	1,52	1130	17,7	1,57%
24/08/12	E	MJ	S	6,06	1,5	304	4,56	1,50%
24/08/12	E	MJ	F	30,91	1,51	1990	29,4	1,48%
16/08/12	K	BM	S	6,29	1,51	358	4,78	1,34%
16/08/12	K	BM	F	18,09	1,59	1200	16,5	1,38%
16/08/12	K	MF	S	18,35	1,55	1130	16,8	1,49%
16/08/12	K	MF	F	26,77	1,67	1620	25,1	1,55%
16/08/12	K	PM	S	3,93	1,43	164	2,5	1,52%
16/08/12	K	PM	F	56,15	1,55	3600	54,6	1,52%
16/08/12	K	MJ	S	20,89	1,49	1300	19,4	1,49%
16/08/12	K	MJ	F	24,84	1,54	1560	23,3	1,49%
05/09/12	F	BM	S	3,11	1,5	91	1,61	1,77%
05/09/12	F	BM	F	6,05	1,38	198	4,67	2,36%
05/09/12	F	MF	S	6,41	1,95	296	4,46	1,51%
05/09/12	F	MF	F	56,35	1,45	3417	54,9	1,61%
05/09/12	F	PM	S	3,14	1,2	80	1,94	2,43%
05/09/12	F	PM	F	6,64	1,16	327	5,48	1,68%
05/09/12	F	MJ	S	11,47	1,27	584	10,2	1,75%
05/09/12	F	MJ	F	3,23	1,3	156	1,93	1,24%
12/09/12	E	BM	S	3,35	1,54	97	1,81	1,87%
12/09/12	E	BM	F	4,60	1,51	138	3,09	2,24%
12/09/12	E	MF	S	5,27	1,43	183	3,84	2,10%
12/09/12	E	MF	F	6,28	1,41	216	4,87	2,25%
12/09/12	E	PM	S	3,07	1,38	109	1,69	1,55%
12/09/12	E	PM	F	5,97	1,34	222	4,63	2,09%
12/09/12	E	MJ	S	6,05	1,38	216	4,67	2,16%
12/09/12	E	MJ	F	23,42	1,42	1057	22	2,08%
06/09/12	K	BM	S	11,64	1,44	698	10,2	1,46%
06/09/12	K	BM	F	111,56	1,56	6876	110	1,60%
06/09/12	K	MF	S	22,66	1,46	1252	21,2	1,69%
06/09/12	K	MF	F	200,50	1,5	12590	199	1,58%
06/09/12	K	PM	S	4,09	1,51	144	2,58	1,79%
06/09/12	K	PM	F	14,17	1,37	853	12,8	1,50%
06/09/12	K	MJ	S	30,62	1,32	1852	29,3	1,58%
06/09/12	K	MJ	F	34,46	1,56	2036	32,9	1,62%
11/10/12	F	BM	S	1,94	1,23	51	0,71	1,39%

11/10/12	F	BM	F	3,09	1,17	110	1,92	1,75%
11/10/12	F	MF	S	4,44	1,13	190	3,31	1,74%
11/10/12	F	MF	F	4,32	1,16	182	3,16	1,74%
11/10/12	F	PM	S	2,01	0,98	66	1,03	1,56%
11/10/12	F	PM	F	5,20	0,98	266	4,22	1,59%
11/10/12	F	MJ	S	3,02	1,1	105	1,92	1,83%
11/10/12	F	MJ	F	4,19	1,15	215	3,04	1,41%
12/10/12	E	BM	S	7,24	1,48	432	5,76	1,33%
12/10/12	E	BM	F	72,81	1,51	4280	71,3	1,67%
12/10/12	E	MF	S	15,83	1,33	835	14,5	1,74%
12/10/12	E	MF	F	75,10	1,4	4370	73,7	1,69%
12/10/12	E	PM	S	3,13	1,29	124	1,84	1,48%
12/10/12	E	PM	F	13,24	2,74	663	10,5	1,58%
12/10/12	E	MJ	S	2,22	1,48	48	0,74	1,54%
12/10/12	E	MJ	F	32,70	1,4	1920	31,3	1,63%
14/10/12	K	BM	S	15,34	1,54	1050	13,8	1,31%
14/10/12	K	BM	F	66,96	1,56	4240	65,4	1,54%
14/10/12	K	MF	S	33,52	1,22	2020	32,3	1,60%
14/10/12	K	MF	F	49,64	1,74	3030	47,9	1,58%
14/10/12	K	PM	S	3,74	1,32	193	2,42	1,25%
14/10/12	K	PM	F	52,56	1,46	3410	51,1	1,50%
14/10/12	K	MJ	S	45,29	1,39	2790	43,9	1,57%
14/10/12	K	MJ	F	54,69	1,49	3140	53,2	1,69%
07/11/12	F	BM	S	3,91	1,27	221	2,64	1,19%
07/11/12	F	BM	F	6,55	1,33	389	5,22	1,34%
07/11/12	F	MF	S	3,41	1,44	167	1,97	1,18%
07/11/12	F	MF	F	23,19	1,39	1430	21,8	1,52%
07/11/12	F	PM	S	2,21	1,2	75	1,01	1,35%
07/11/12	F	PM	F	3,63	1,1	233	2,53	1,09%
07/11/12	F	MJ	S	2,41	1,25	107	1,16	1,08%
07/11/12	F	MJ	F	8,45	1,19	443	7,26	1,64%
06/11/12	E	BM	S	8,38	1,55	580	6,83	1,18%
06/11/12	E	BM	F	62,96	1,46	4330	61,5	1,42%
06/11/12	E	MF	S	13,48	1,38	842	12,1	1,44%
06/11/12	E	MF	F	62,96	1,46	4010	61,5	1,53%
06/11/12	E	PM	S	7,83	1,36	465	6,47	1,39%
06/11/12	E	PM	F	13,70	1,4	823	12,3	1,49%
06/11/12	E	MJ	S	4,06	1,44	210	2,62	1,25%
06/11/12	E	MJ	F	24,02	1,42	1350	22,6	1,67%
08/11/12	K	BM	S	18,65	1,65	1230	17	1,38%
08/11/12	K	BM	F	44,28	1,98	2950	42,3	1,43%
08/11/12	K	MF	S	35,74	1,74	2310	34	1,47%
08/11/12	K	MF	F	50,06	1,56	3340	48,5	1,45%
08/11/12	K	PM	S	5,47	1,53	357	3,94	1,10%
08/11/12	K	PM	F	23,20	1,5	1390	21,7	1,56%
08/11/12	K	MJ	S	16,37	1,57	1060	14,8	1,40%
08/11/12	K	MJ	F	17,82	1,72	1180	16,1	1,36%

10.3.2. Résultats bruts de mesures de chlorophylle et phaeopigments

Date	Station	Temps Marée	Niveau	Chl a µg/L	Phaeo µg/L	Chl a / COP	Pig/MES ppm	Taux Chl a
12/04/12	F	BM	S	3,03	3,24	0,04%	12	0,48
12/04/12	F	PM	S	2,09	1,01	0,09%	21	
11/04/12	E	BM	S	4,17	11	0,01%	6	
11/04/12	E	PM	S	2,2	1,52	0,07%	17	0,59
14/04/12	K	BM	S	1,1	2,9	0,01%	5	0,28
14/04/12	K	PM	S	1,6	1,9	0,03%	10	0,46
22/05/12	F	BM	S	1,3	3,3	0,01%	6	0,28
22/05/12	F	PM	S	1,3	2,3	0,02%	9	0,36
21/05/12	E	BM	S	1,4	3,7	0,01%	7	0,27
21/05/12	E	PM	S	0,9	2,2	0,01%	6	0,29
24/05/12	K	BM	S	0,5	0,9	0,03%	9	0,36
24/05/12	K	PM	S	0,8	1,3	0,02%	9	0,38
12/06/12	F	BM	S	<0,8	<0,5			
12/06/12	F	PM	S	<0,4	<0,3			
14/06/12	E	BM	S	<0,8	<0,5			
14/06/12	E	PM	S	<0,6	<0,4			
13/06/12	K	BM	S	<0,8	<0,5			
13/06/12	K	PM	S	<1,1	<0,8			
24/07/12	F	BM	S	1,9	1,9	0,06%	18	0,50
24/07/12	F	PM	S	4,4	0,8	0,56%	78	
26/07/12	E	BM	S	<1,1	2,7			
26/07/12	E	PM	S	2,2	1,3	0,12%	33	
25/07/12	K	BM	S	3	3,6	0,03%	7	0,45
25/07/12	K	PM	S	1,9	0,9	0,13%	22	0,68
17/08/12	F	BM	S	16,1	2,53	0,88%	444	0,86
17/08/12	F	PM	S	149	10,1	1,81%	4079	0,94
24/08/12	E	BM	S	0,66	9,61	0,02%	42	0,06
24/08/12	E	PM	S	59,4	4,94	1,31%	519	0,92
16/08/12	K	BM	S	0,69	2,38	0,01%	9	0,22
16/08/12	K	PM	S	1,66	1,76	0,07%	21	0,49
05/09/12	F	BM	S	13,7	<0,6	0,85%		
05/09/12	F	PM	S	10,7	<0,6	0,55%		
12/09/12	E	BM	S	8,1	1,5	0,45%	99	0,84
12/09/12	E	PM	S	6,5	3,7	0,38%	94	0,64
06/09/12	K	BM	S	2,6	5,8	0,03%	12	0,31
06/09/12	K	PM	S	3,9	1,1	0,15%	35	0,78
11/10/12	F	BM	S	2,2	0,4	0,31%	51	0,85
11/10/12	F	PM	S	1,9	0,6	0,18%	38	0,76
12/10/12	E	BM	S	2,5	6,3	0,04%	20	0,28
12/10/12	E	PM	S	3,6	2	0,20%	45	0,64
14/10/12	K	BM	S	2,1	4,2	0,02%	6	0,33
14/10/12	K	PM	S	0,6	2,2	0,02%	15	0,21
07/11/12	F	BM	S	0,8	1,2	0,03%	9	0,40
07/11/12	F	PM	S	2,3	0,8	0,23%	41	0,74
06/11/12	E	BM	S	1,7	3,6	0,02%	9	0,32

06/11/12	E	PM	S	1,8	2,7	0,03%	10	0,40
08/11/12	K	BM	S	1,9	4,5	0,01%	5	0,30
08/11/12	K	PM	S	0,6	1,4	0,02%	6	0,30

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

Date	Station	Temps Marée	Niveau	NH4 μmol/L	NOx μmol/L	PO4 μmol/L	N/P	Silicates μmol/L	Bore mg/L
12/04/12	F	BM	S	<0,28	97	1,5	65	68,8	1,4
12/04/12	F	PM	S	<0,28	76	1,4	54	55,6	2
11/04/12	E	BM	S	0,72	123	1,35	91	83,5	0,51
11/04/12	E	PM	S	<0,28	104	1,45	72	74,5	1,2
14/04/12	K	BM	S	0,56	117	1,49	79	82,3	0,13
14/04/12	K	PM	S	<0,28	116	1,47	79	79,8	0,55
22/05/12	F	BM	S	1,5	125	3,4	37	121	0,44
22/05/12	F	PM	S	0,89	90,7	2,32	39	83,4	1,7
21/05/12	E	BM	S	0,72	127	7,23	18	133	<0,1
21/05/12	E	PM	S	0,56	136	1,78	76	126	0,32
24/05/12	K	BM	S	0,83	119	1,05	113	166	<0,1
24/05/12	K	PM	S	0,61	125	1,58	79	147	<0,1
12/06/12	F	BM	S	<0,28	121	1,72	70	117	0,72
12/06/12	F	PM	S	<0,28	100	1,61	62	94,3	1,4
14/06/12	E	BM	S	0,39	124	1,39	89	131	0,45
14/06/12	E	PM	S	<0,28	120	1,68	71	121	0,17
13/06/12	K	BM	S	<0,28	101	2,14	47	159	<0,1
13/06/12	K	PM	S	<0,28	122	1,66	73	136	<0,1
24/07/12	F	BM	S	<0,28	97,7	1,99	49	109	0,92
24/07/12	F	PM	S	0,44	65,7	1,93	34	64,5	2
26/07/12	E	BM	S	<0,28	122	2,19	56	139	0,51
26/07/12	E	PM	S	<0,28	103	3,14	33	118	0,97
25/07/12	K	BM	S	<0,28	132	2,15	61	149	0,16
25/07/12	K	PM	S	<0,28	110	2,12	52	131	0,48
17/08/12	F	BM	S	<0,28	78	1,77	44	101	1,4
17/08/12	F	PM	S	1,89	1,81	0,44	4	45,2	2,4
24/08/12	E	BM	S	<0,28	109	2,29	48	140	0,87
24/08/12	E	PM	S	0,5	74,8	1,69	44	98,8	1,4
16/08/12	K	BM	S	0,28	120	2,48	48	163	0,34
16/08/12	K	PM	S	0,28	115	2,53	45	144	0,72
05/09/12	F	BM	S	<0,28	74,8	4,08	18	97,9	1,5
05/09/12	F	PM	S	<0,28	33,8	1,8	19	46,4	2,4
12/09/12	E	BM	S	<0,28	100	2,61	38	125	1
12/09/12	E	PM	S	<0,28	71,2	1,94	37	83	1,7
06/09/12	K	BM	S	<0,28	122	2,61	47	157	0,4
06/09/12	K	PM	S	<0,28	115	2,85	40	138	0,82
11/10/12	F	BM	S	0,32	70,3	2,06	34	83,3	1,8
11/10/12	F	PM	S	<0,28	46,6	1,64	28	51,3	2,4
12/10/12	E	BM	S	<0,28	97,9	2,58	38	110	0,97
12/10/12	E	PM	S	<0,28	84,8	2,39	35	89,9	1,5
14/10/12	K	BM	S	<0,28	113	2,52	45	120	0,49

14/10/12	K	PM	S	<0,28	101	2,6	39	111	1
07/11/12	F	BM	S	<0,28	90,6	2,2	41	121	1,3
07/11/12	F	PM	S	<0,28	72,6	1,92	38	97,4	1,8
06/11/12	E	BM	S	<0,28	99,6	2,19	45	134	0,63
06/11/12	E	PM	S	<0,28	92,1	2,32	40	128	1,1
08/11/12	K	BM	S	<0,28	69,1	2,19	32	157	0,29
08/11/12	K	PM	S	<0,28	47	2,37	20	141	0,69

10.3.4. Contaminants

Date	Station	Temps Marée	Niveau	Hydrazine mg/L	Morpholine mg/L	Ethanolamine mg/L	Agents de surface anioniques (µg/L)
12/04/12	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
12/04/12	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
11/04/12	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
11/04/12	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
14/04/12	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	15
14/04/12	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	20
22/05/12	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
22/05/12	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
21/05/12	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
21/05/12	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
24/05/12	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
24/05/12	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
12/06/12	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
12/06/12	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	20
14/06/12	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
14/06/12	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
13/06/12	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
13/06/12	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
24/07/12	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
24/07/12	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
26/07/12	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
26/07/12	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
25/07/12	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
25/07/12	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
17/08/12	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
17/08/12	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
24/08/12	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
24/08/12	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
16/08/12	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
16/08/12	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
05/09/12	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
05/09/12	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
12/09/12	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
12/09/12	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
06/09/12	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
06/09/12	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
11/10/12	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	30
11/10/12	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
12/10/12	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
12/10/12	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
14/10/12	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
14/10/12	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
07/11/12	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20

07/11/12	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
06/11/12	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
06/11/12	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
08/11/12	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
08/11/12	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	30

10.3.5. 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
12/04/12	F	BM	S	<10	0	40	0	0	0	0
12/04/12	F	PM	S	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
11/04/12	E	BM	S	10	0	20	40	0	0	0
11/04/12	E	PM	S	0	0	40	0	0	0	0
14/04/12	K	BM	S	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
14/04/12	K	PM	S	0	0	20	0	0	0	0
22/05/12	F	BM	S	0	0	0	0	0	20	0
22/05/12	F	PM	S	10	0	0	0	0	0	0
21/05/12	E	BM	S	0	0	0	60	0	0	0
21/05/12	E	PM	S	0	0	0	120	0	0	0
24/05/12	K	BM	S	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
24/05/12	K	PM	S	0	0	<10	0	0	0	0
12/06/12	F	BM	S	70	220	250	0	50	0	0
12/06/12	F	PM	S	200	70	70	0	220	0	0
14/06/12	E	BM	S	100	0	0	100	220	60	0
14/06/12	E	PM	S	20	100	20	0	0	0	0
13/06/12	K	BM	S	50	0	0	0	0	0	0
13/06/12	K	PM	S	10	0	0	80	300	0	0
24/07/12	F	BM	S	100<Vp	100<Va	1800	0	0	0	0
24/07/12	F	PM	S	<100Vp	200	800	0	0	100	0
26/07/12	E	BM	S	100<Vp	100<Va	75000	<100Vc	4000	0	0
26/07/12	E	PM	S	<1000	<1000	100000	0	35000	1000	0
25/07/12	K	BM	S	<100Vp	0	<100Vv	<100Vc	1200	0	0
25/07/12	K	PM	S	<100Vp	100	700	700	200	0	0
17/08/12	F	BM	S	100<Vp	100<Va	1900	0	0	0	0
17/08/12	F	PM	S	3000	200	<100Vv	0	0	0	0
24/08/12	E	BM	S	100<Vp	100<Va	36000	0	0	8000	0
24/08/12	E	PM	S	<1000	30000	18000	0	0	0	0
16/08/12	K	BM	S	1000	<100Va	700	0	12000	<100Vf	0
16/08/12	K	PM	S	100<Vp	100<Va	38000	0	0	100 <Vf	0
05/09/12	F	BM	S	100<Vp	100<Va	1000	0	0	0	0
05/09/12	F	PM	S	100<Vp	100<Va	100 <Vv	0	0	0	0
12/09/12	E	BM	S	<1000	<1000	0	0	0	0	0
12/09/12	E	PM	S	100 <Vp	100 <Va	19000	0	0	100 <Vf	0
06/09/12	K	BM	S	0	<1000	100 <Vv	32000	100<Vm	0	0

							100<Vc			
06/09/12	K	PM	S	<100Vp	1000	1000	<1000	2000	0	0
11/10/12	F	BM	S	200	200	<100Vv	0	0	0	0
11/10/12	F	PM	S	200	400	100	0	0	0	0
12/10/12	E	BM	S	700	1500	200	0	0	<100	0
					100<Va	100 <Vv				
12/10/12	E	PM	S	1600	<1000	<1000	0	0	<100	0
14/10/12	K	BM	S	350	550	<100Vv	0	0	<100Vf	0
14/10/12	K	PM	S	550	400	<100Vv	0	0	<100Vf	0
07/11/12	F	BM	S	200	400	0	0	0	200	0
07/11/12	F	PM	S	60	150	400	0	0	0	0
06/11/12	E	BM	S	<100	300	300	0	0	1600	0
06/11/12	E	PM	S	700	150	0	0	0	0	0
08/11/12	K	BM	S	150	<100Va	0	0	0	1700	0
08/11/12	K	PM	S	100	<100Va	0	0	0	800	0

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

10.3.6. Tableau synthétique des résultats de dénombrements des *Vibrio* halophiles – méthode milieu solide

Campagne 2012

Campagne du	Station E		Station F		Station K	
	Basse mer	Pleine mer	Basse mer	Pleine mer	Basse mer	Pleine mer
Avril	40 Vc 20 Vv 10 Vp	40 Vv	40 Vv	<10	<10	20 Vv
Mai	60 Vc	120 Vc	20 Vf	10 Vp	<10	10 Vc
Juin	60 Vf 100 Vp 220 Vm 100 Vc	20 Vv 100 Va 20 Vp	70 Vp 250 Vv 50 Vm 220 Va	200 Vp 70 Va 70 Vv 220 Vm	50 Vp	80 Vc 10 Vp 300 Vm
Juillet	présence < 100 Vc 100 < Vp < 1 000 100 < Va < 1 000 4 000 Vm 75 000 Vv	100 < Vp < 1 000 100 < Va < 1 000 1 000 Vf 35 000 Vm > 100 000 Vv	100 < Vp < 1 000 100 < Va < 1 000 1 800 Vv	présence < 100 Vp 200 Va 100 Vf 800 Vv	présence < 100 Vp présence < 100 Vc présence < 100 Vv 1 200 Vm	présence < 100 Vp 700 Vc 100 Va 700 Vv 200 Vm
Août	100 < Vp < 1 000 100 < Va < 1 000 8 000 Vf 36 000 Vv	100 < Vp < 1 000 30 000 Va 18 000 Vv	100 < Vp < 1 000 100 < Va < 1 000 1 900 Vv	présence < 100 Vv 200 Va 3 000 Vp	présence < 100 Va présence < 100 Vf 1 000 Vp 700 Vv 12 000 Vm	100 < Vp < 1 000 100 < Va < 1 000 100 < Vf < 1 000 38 000 Vv
Septembre	100 < Vp < 1 000 100 < Va < 1 000	100 < Vp < 1 000 100 < Va < 1 000 100 < Vf < 1 000 19 000 Vv	100 < Vp < 1 000 100 < Va < 1 000 1 000 Vv	100 < Vp < 1 000 100 < Va < 1 000 100 < Vv < 1 000	100 < Vv < 1 000 100 < Va < 1 000 100 < Vm < 1 000 32 000 Vc	présence < 100 Vp 100 < Vc < 1 000 1 000 Va 1 000 Vv 2 000 Vm
Octobre	présence < 100 Vf 700 Vp 200 Vv 1 500 Va	présence < 100 Vf 100 < Vv < 1 000 100 < Va < 1 000 1 600 Vp	présence < 100 Vv 200 Va 200 Vp	100 Vv 200 Vp 400 Va	présence < 100 Vf présence < 100 Vv 550 Va 350 Vp	présence < 100 Vf présence < 100 Vv 400 Va 550 Vp
Novembre	présence < 100 Vp 300 Va 300 Vv 1 600 Vf	700 Vp 150 Va	400 Va 200 Vp 200 Vf	150 Va 60 Vp 400 Vv	présence < 100 Va 1 700 Vf 150 Vp	présence < 100 Va 100 Vp 800 Vf

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

*Impression : Service IDM/RIC
IFREMER – Centre de Brest
BP 70 – 29280 Plouzané
Tél. : 02 98 22 43 53*