

ifremer

IFREMER – Centre de Brest

Département Océanographie et Dynamique des Ecosystèmes (ODE)
Unité DYNamique de l'Environnement CÔtier
Laboratoire Applications Géomatiques (DYNECO/AG)

Université de Bordeaux - Talence

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

Université de Bordeaux - Station Marine d'Arcachon

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

Eurofins Hydrologie - Institut Pasteur de Lille Atlantique

(Eurofins IPL Atlantique)

Asconit Consultants - Agence OUEST

(Asconit)

Mars 2014 – RST DYNECO/AG/14-02

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

SURVEILLANCE ECOLOGIQUE

SITE DU BLAYAIS

RAPPORT SCIENTIFIQUE


ANNEE 2013

Commande d'exécution n°5100-4200471716
du marché n°C4493C0850



FICHE DOCUMENTAIRE

Type de Rapport : RST (Rapports de résultats de recherches scientifiques et/ou techniques)	
Numéro d'identification du rapport : RST DYNECO/AG/14-02 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 2014</i> nombre de pages : 244 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 2013</i> Titre traduit : <i>Ecological monitoring of the "Blayais" nuclear power plant – 2013</i>	
Auteur(s) principal(aux) : <i>QUINTIN Jean-Yves, SOTTOLICHIO Aldo, DERRIENNIC Hervé, SCHMIDT Sabine MALLET Céline, AGION Tony SAUTOUR Benoît, PARRA René, DINDINAUD François, BACHELET Guy, LECONTE Michel.</i>	Organisme / Direction / Service, laboratoire : <i>IFREMER / Centre de Brest / DYNECO/AG Université de Bordeaux / UMR EPOC / Talence</i> <i>Eurofins IPL Atlantique / Bordeaux Asconit Consultants / La Rochelle Université de Bordeaux / 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, Z.I. de la Pointe du Diable, CS 10070, 29280 PLOUZANE UMR 5805 EPOC - Université de Bordeaux – 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 Asconit Consultants Nantes – Agence Ouest, 3 impasse Sirius, 44470 CARQUEFOU</i> Responsable scientifique : <i>Jean-Yves QUINTIN - IFREMER/BREST/ODE/DYNECO/AG</i>	
Cadre de la recherche : Surveillance écologique du site du Blayais Marché n° C4493C0850 Commandes d'exécution n° 5100-4200471716 Projet : <i>surveillance des grands aménagements énergétiques</i> Campagne océanographique : (nom de campagne, année, nom du navire) <i>SOGIR, 2013, Navire « N/O Côte de la Manche », « l'Esturial »</i>	

 **Ifremer** mars 2014 Copyright

Résumé :

L'étude de surveillance n° 36 du site électronucléaire du BLAYAIS (département de la Gironde) concerne la période d'avril à novembre 2013. Les domaines pélagique et benthique sont étudiés (physico-chimie, bathymétrie, hydrobiologie, bactériologie, zooplancton, macrofaune benthique).
[Voir fiche résumé p. 7 - 11]

Abstract :

Monitoring n° 36 of the BLAYAIS nuclear power plant takes into account studies conducted between April and November 2013. 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.* (2014) – Surveillance écologique du site du Blayais, année 2013. Rapp. IFREMER RST DYNECO/AG/14-02, mars 2014, 244 p.

Référence particulière

SOTTOLICHIO A., H. DERRIENNIC, S. SCHMIDT (2014). – Résultats des mesures in situ. *In* : QUINTIN J.Y. *et al.* (2014) - Surveillance écologique du site du Blayais, année 2013. Rapp. IFREMER RST DYNECO/AG/14-02, mars 2014, 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. Mallet³, T. Agion⁴) ;
- chapitre 5 (C. Mallet³, T. Agion⁴) ;
- chapitre 6 (B. Sautour, R. Parra, F. Dindinaud)⁵ ;
- chapitre 7 (G. Bachelet, M. Leconte)⁴

Il a été réalisé suite à la réunion de synthèse, qui s'est tenue le 17 janvier 2014 à l'Université de Bordeaux, et qui a réuni les personnes suivantes : MM. Sottolichio A., Derriennic H. (Université de Bordeaux -Talence), MM. Bachelet G., Sautour B. (Station Marine d'Arcachon), Mme. Mallet C. (Eurofins IPL Atlantique), M. Agion T. (Asconit Consultants) M. Quintin J.Y. (IFREMER). Invité : M. Georges OGGIAN.

¹ IFREMER. Département Dynamiques de l'Environnement Côtier

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

³ Eurofins IPL Atlantique

⁴ Asconit Consultants

⁵ Université Bordeaux 1 - Station Marine d'Arcachon (U.M.R. EPOC 5805)

Surveillance du Blayais 2013 - résumé

L'année 2013 est une année humide, avec un débit annuel moyen de $1082 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, plus élevée qu'en 2012 ($623 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), 2011 ($477 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), et 2010 ($778 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). La moyenne annuelle est en excès de $263 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ par rapport à la moyenne annuelle sur la période 1982-2012 ($819 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). Les débits ont été soutenus entre janvier et juin, avec trois périodes de fortes crues en février, avril et juin. Ces crues ont entraîné un déplacement du bouchon vaseux et de l'intrusion haline vers l'aval de l'estuaire. Lors de l'étiage suivant, même s'il a été aussi sévère qu'en 2012 et 2011, la remontée des structures dans l'estuaire amont n'a pas été aussi prononcée.

Par rapport à la période 1976-2012, la température moyenne des eaux de l'estuaire en 2013 est supérieure en avril, inférieure en juin-juillet, supérieure en août-septembre, et dans la moyenne en fin d'année. La comparaison des cinq dernières années, montre que la première moitié de l'année 2013 (surtout mai-juin) est relativement froide, ainsi que le dernier tiers du suivi (surtout novembre). Cependant, pour la période sensible, l'année 2013 reste dans la moyenne de la période 1976-2012. Au point E, la température maximale de $24,87 \text{ }^\circ\text{C}$ a été relevée en surface le 20 août 2013.

En raison des débits fluviaux élevés, les salinités moyennes et maximales sont inférieures à celles enregistrées en 2012. Au point F, en aval de l'estuaire, 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.

Les valeurs des concentrations en Matières En Suspension (MES) de 2013 sont en moyenne plus faibles qu'en 2012. Aux points F et E, elles varient de la même manière : légèrement plus élevées en début de suivi, les MES diminuent en été, et remontent en novembre. Au point K, les MES augmentent progressivement d'avril à novembre, témoignant d'une remontée progressive du bouchon vaseux de l'aval vers l'amont.

Sur le long terme, l'année 2013, comme les 3 années antérieures (2010 à 2012), se situe parmi les années où les eaux sont les moins turbides durant de longues périodes.

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, à laquelle est associée la matière organique consommatrice d'oxygène, et donc à la position moyenne du bouchon vaseux dans l'estuaire au cours de l'année. En 2013, le bouchon vaseux se localise plutôt en aval, avec des concentrations faibles, 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 d'impact sur les teneurs en oxygène dissous à l'échelle de l'estuaire.

Les valeurs de pH sont dans les valeurs moyennes enregistrées sur le long terme, qui sont contrôlées par le débit fluvial.

Du point de vue des vitesses de courant on ne remarque pas de variation notable par rapport à 2012.

En 2013, le Carbone Organique Total (COT) est fortement tributaire de la charge en MES, en raison de la très forte proportion de COP/COT sur les fortes teneurs. Il n'est pas mis en évidence de gradient flagrant de concentration entre l'amont et l'aval, mais une distinction peut être faite entre le fond, plus stable au long de l'année avec une existence possible de ce gradient, et la surface.

Sur les faibles teneurs en COT, la proportion de Carbone Organique Dissous (COD) est plus grande, avec une limite d'environ 10 mg.l^{-1} de COT, pour atteindre un rapport de 30%. Ce constat se vérifie principalement pour les eaux de surface. La teneur en COD est donc assez stable sur l'année, la modulation du rapport se faisant sur la proportion en COP/COT. Cette répartition est sans doute la conséquence des intrusions halines dans l'estuaire.

La proportion de Carbone Organique Particulaire (COP) sur les MES est stable au long de l'année. Si un gradient amont - aval décroissant ne peut être clairement identifié pour les COT et COP, il est par contre beaucoup plus évident pour les COD, grâce aux apports fluviaux amont.

Les teneurs en Chlorophylle (a) ont été moins élevées par rapport à 2012 avec des pics, en période estivale, beaucoup moins importants pour les trois stations. L'indice phéopigments présente des concentrations assez faibles dans leur ensemble, sauf quelques exceptions au point K, amont.

Pour l'ensemble des points, le gradient de concentration décroissant en sels nutritifs de l'amont à l'aval n'est pas clairement mis en évidence. Néanmoins, les teneurs en amont et au droit de la centrale sont nettement supérieures aux concentrations observées au point F, aval.

Contrairement à ces dernières années, les concentrations en ammonium, toutes stations confondues, dépassent régulièrement la limite de quantification ($0,28 \mu\text{mol.l}^{-1}$). Un pic de concentration est observé en octobre à la station E, avec une valeur proche des $10 \mu\text{mol.l}^{-1}$. Les plus fortes teneurs en ammonium sont observées en avril et en octobre et de préférence en période de basse mer, excepté à la station F (avril, pleine mer).

En ce qui concerne les orthophosphates, les 3 stations ont des comportements différents selon la marée au cours de l'année. Les pics constatés pourraient avoir une possible origine anthropique au regard de l'importance des concentrations obtenues, en aval (point F) et en amont (point K) par rapport au reste de l'année.

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

Le bore (acide borique), utilisé dans le processus de conditionnement des eaux des circuits primaires de la centrale, est un élément présent naturellement dans l'eau de mer. Les profils montrent l'absence d'impact du fonctionnement de la centrale sur les concentrations en bore enregistrées.

Aucune trace des amines, utilisées dans le processus de traitement ou de conditionnement 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 par contre été décelées sur les trois stations, de manière plus régulière qu'en 2012.

Les teneurs globales en *Vibrio*, liées aux conditions climatiques, sont parmi les plus faibles de la chronique 2006-2013. L'ordre d'occurrence est respecté par rapport aux années précédentes, mais on observe une plus forte apparition d'espèces jusque là assez discrètes, dont *V. fluvialis* et *V. cholerae* non cholérique. Le peuplement est remanié avec une majorité de *V. vulnificus*, au détriment de *V. parahaemolyticus* jusque là dominant. *V. fluvialis* voit également son abondance augmenter par rapport à la moyenne 2006–2013.

Dans le zooplancton, l'espèce dominante *Eurytemora affinis* représente habituellement plus de 80 % du zooplancton, sauf quand les conditions d'étiage sont défavorables. En 2013, 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 2013 présente une dynamique saisonnière classique avec deux pics d'abondance, mais atypique d'un point de vu temporel : le premier pic printanier légèrement plus tardif, à partir d'avril, se prolongeant jusqu'en juillet, est suivi d'une très faible production estivale ; le second pic correspond à une faible reprise en automne. La plus forte abondance printanière de l'espèce est favorable au point K, en amont de l'estuaire, alors qu'une situation de forte crue permet en général à l'espèce de se positionner plus en aval ; les pics d'abondances en aval sont cependant assez élevés,

Sur l'ensemble de l'année 2013, la structure démographique des populations d'*E. affinis* présente un faible pourcentage de femelles ovigères sur tous les points, avec une prédominance en aval (22 % au point F, 16 % en E et 14 % en K), un sex-ratio (rapport mâles/total adultes, exprimé en pourcentage), légèrement favorable aux femelles (51 % en F, 44 % en E et 45 % en K), et un pourcentage de copépodites indiquant un gradient décroissant de l'amont vers l'aval (63 % en K, 61 % en E et 50 % en F). Les fécondités moyennes en 2013 ne diffèrent pas significativement d'une station à l'autre : les faibles valeurs trouvées au point E se retrouvent donc en aval et en amont (3,2 œufs/femelle en F, 2,7 en E et 2,4 en K), et la mortalité moyenne reste faible (2,4 % en F, 1,1 en E et 1,4 en K).

Les densités moyennes annuelles d'*E. affinis* au point E sont intermédiaires à celles des autres points (3207 ind./m³ en F, 4354 ind./m³ en E, 6264 ind./m³ en K). L'espèce présente en général sa meilleure répartition en amont (point K).

Le copépode *Acartia bifilosa* présente une forte variabilité interannuelle. Sa densité annuelle moyenne observée en 2013 au point E (399 ind./m³) fait partie des fortes 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*, qui s'observe très nettement cette année. 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 (405 ind./m³) est inférieure à la moyenne des années, qui ont suivi son apparition en Gironde.

Pour les mysidacés, la densité moyenne annuelle de *Neomysis integer* en E (16 ind./m³), est plus forte qu'aux autres points (5 ind./m³ en F et en K) ; plutôt positionnée en zone médiane et amont de l'estuaire, c'est principalement en zone médiane que ces abondances sont fortes en 2013, notamment marquées par des effectifs élevés en juillet (au points E).

La densité moyenne annuelle de *Mesopodopsis slabberi*, espèce polyhaline, est surtout présente en aval (251 ind./m³ au point F, 93 ind./m³ en E, et 26 ind./m³ en amont au point K) ; l'abondance de cette espèce est associée à la pénétration des eaux halines dans l'estuaire.

Pour le compartiment benthique, la composition granulométrique du sédiment a subi, dans le domaine subtidal, d'importantes fluctuations temporelles en 2013, en particulier au point K, avec des teneurs en vases (particules de taille < 63 µm) variant entre 23% (avril) et 85% (août). Aux points F et E, le sédiment a été à dominante vaseuse (respectivement 91-93% et 74-94% de vases) durant la majeure partie de l'année ; néanmoins, de fortes variations de la granulométrie se sont produites en juin au point F (seulement 28% de vases) et en novembre au point E (41% de vases). De telles variations de la composition du sédiment subtidal ont été régulièrement observées par le passé. En revanche, la composition granulométrique du sédiment des stations intertidales a montré, comme les années précédentes, une très grande stabilité temporelle avec 80 à 98% de vases. Dans ces stations intertidales, la mesure des teneurs en eau interstitielle a permis de mettre en évidence (i) une compaction du sédiment de février à juillet, suivie d'une phase de sédimentation d'août à novembre, à St-Christoly (PK 66), et (ii) un sédiment plus fluide à St-Estèphe (PK 55) et Lamarque (PK 35), mais avec des teneurs en eau diminuant en fin d'année.

La richesse spécifique (nombre d'espèces) des peuplements benthiques se montre stable sur la durée du suivi en intertidal. En revanche, dans le domaine subtidal, elle se situe en 2013 à un de ses plus bas niveaux ; la richesse spécifique en subtidal s'avère ainsi en diminution notable durant ces dernières années, comparativement aux fortes valeurs observées en 2004-2005.

L'abondance des peuplements benthiques subtidaux a été très faible en 2013 dans toutes les stations, avec des valeurs maximales de 108 ± 28 ind./m² au point F, 102 ± 22 ind./m² au point E et 172 ± 33 ind./m² au point K. Ces faibles densités ont

affecté toutes les espèces. Les abondances relevées en 2013 sont parmi les plus faibles valeurs depuis le début du suivi. La comparaison inter-annuelle montre que la macrofaune benthique subtidale a été caractérisée par deux années d'abondances relativement fortes en 2004-2005, puis par une diminution marquée depuis 2006 (la remontée des abondances en 2012 n'était due qu'à une prolifération passagère du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi*).

Dans le domaine intertidal, où les densités sont beaucoup plus élevées qu'en subtidal, les abondances en 2013 ont été faibles à St-Christoly et à St-Estèphe (avec des maxima respectifs à 5091 ± 596 ind./m² et 4803 ± 1109 ind./m²) et modérées à Lamarque (maximum 13364 ± 2476 ind./m²). A de rares exceptions près (le Mollusque *Scrobicularia plana* et l'Isopode *Cyathura carinata* à St-Christoly, ainsi que l'Oligochète *Limnodrilus hoffmeisteri* à Lamarque, dont les densités se sont maintenues à un niveau normal), toutes les espèces de ces stations ont été caractérisées par de faibles densités. Sur une échelle pluri-annuelle, si les peuplements benthiques de Lamarque maintiennent sensiblement leur niveau d'abondance d'une année à l'autre, ceux de St-Christoly et St-Estèphe suivent un patron similaire caractérisé par de fortes abondances de 2004 à 2006 (maxima > 20000 ind./m²), puis une diminution significative depuis 2007.

La dynamique inter-annuelle des peuplements macrobenthiques de l'estuaire de la Gironde depuis 10 ans montre une dégradation sensible de ces peuplements (diminution des abondances et du nombre d'espèces) depuis 2006, tant dans le domaine subtidal que dans l'intertidal. Cette dynamique peut être gouvernée par des fluctuations naturelles de l'environnement hydroclimatique ou refléter 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.

Sommaire

Introduction	17
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 2013.....	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 2013.....	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.....	114
4.1.3. Evolution des moyennes annuelles.....	116
4.2. Chlorophylle (a) et phéopigments.....	124

4.2.1. Variations spatio-temporelle	124
4.2.2. Evolution des moyennes annuelles	129
4.3. Sels nutritifs et bore	131
4.3.1. Variations spatio-temporelle	131
4.3.2. Relation avec les paramètres hydro biologiques	144
4.3.3. Evolution des moyennes annuelles	146
4.4. Contaminants	150
4.4.1. Famille des amines	150
4.4.2. Agents de surface anioniques	150
5. <i>Vibrio</i> halophiles	151
5.1. Dénombrement des <i>Vibrio</i> halophiles	151
5.1.1. Variations spatio-temporelles	151
5.2. Spéciation des <i>Vibrio</i> halophiles	156
5.2.1. Occurrence des espèces	156
5.2.2. Densité des espèces	156
6. Zooplancton	159
6.1. Evolution temporelle des principaux contingents au point E	159
6.1.1. Variations des densités du Copépode <i>Eurytemora affinis</i>	159
6.1.2. Variations des densités des copépodes Acartidés	161
6.1.3. Variations des densités des Mysidacés	164
6.2. Structure démographique d' <i>Eurytemora affinis</i> au point E	167
6.2.1. Fécondité	167
6.2.2. Structure des populations	168
6.2.3. Mortalité	171
6.3. Comparaison de l'évolution des principaux contingents aux points F, E, K	173
6.3.1. Variations des densités du Copépode <i>Eurytemora affinis</i>	173
6.3.2. Variation des densités des Copépodes Acartidés	176
6.3.3. Variation des densités de Mysidacés	180
6.4. Structure démographique d' <i>Eurytemora affinis</i> aux points F, E, et K	184
6.4.1. Paramètres de population	184
6.4.2. Fécondité	187
6.4.3. Mortalité	189
7. Macrofaune benthique	193
7.1. Rappels méthodologiques	193
7.2. . Caractéristiques du sédiment	194
7.2.1. Sédiments subtidaux	194
7.2.2. Sédiments intertidaux	195
7.3. Evolution temporelle de la richesse spécifique des peuplements macrobenthiques	198
7.4. Evolution temporelle des peuplements macrobenthiques subtidaux	202
7.4.1. Point F (PK 67)	203
7.4.2. Point E (PK 52)	203
7.4.3. Point K (PK 30)	203
7.4.4. Comparaison avec les années antérieures	203
7.5. Variations de densités des principales espèces subtidales	206
7.5.1. Annélides Oligochètes	206
7.5.2. Annélides Polychètes	206
7.5.3. Crustacés Amphipodes et Isopodes	208
7.5.4. Crustacés Mysidacés	208
7.5.5. Larves d'Insectes	208
7.6. Evolution temporelle des peuplements macrobenthiques intertidaux	211
7.6.1. St-Christoly (PK 66)	212

7.6.2. St-Estèphe (PK 55).....	212
7.6.3. Lamarque (PK 35)	212
7.6.4. Comparaison avec les années antérieures	212
7.7. Variations de densités des principales espèces intertidales.....	215
7.7.1. Annélides Oligochètes	215
7.7.2. Annélides Polychètes	215
7.7.3. Mollusques.....	215
7.7.4. Crustacés.....	216
8. Glossaire et abréviations	223
9. Références bibliographiques.....	225
10. Annexes.....	227
10.1. Annexe 1 : Dénombrement des divers prélèvements et mesures.....	227
10.2. Annexe 2 : Tableaux des résultats de mesures.....	232
10.3. Annexe 3 : Tableau des résultats analytiques.....	236
10.3.1. Résultats bruts de mesures de MES, COD et COP	236
10.3.2. Résultats bruts de mesures de chlorophylle et phaeopigments.....	240
10.3.3. Résultats bruts de mesures de sels nutritifs et du bore	241
10.3.4. Contaminants.....	242
10.3.5. Résultats bruts de <i>Vibrio</i> halophiles	243

Introduction

Les centrales thermonucléaires, à fonctionnement en circuit ouvert, utilisent pour le refroidissement de leurs condenseurs d'importants débits d'eau prélevés et restitués 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 d'eau et rejets, 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 2013, étude effectuée dans le cadre du marché EDF/IFREMER n° C4493C0850. 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 de Bordeaux (UMR 5805 EPOC - Talence)⁶ 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 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)⁷ pour :

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

Eurofins - IPL Atlantique⁸ pour :

- effectuer au laboratoire les dosages de carbone organique particulaire et dissous, de chlorophylle et phaeopigments, 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.

⁶ Anciennement Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine (IGBA), puis Département de Géologie et Océanographie (DGO)

⁷ Anciennement Laboratoire d'Océanographie Biologique (LOB)

⁸ Anciennement Institut Pasteur de Lille Atlantique (IPL Atlantique)

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 2013

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 (de préférence en 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 2013, 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	48	56	48	192	152
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	62	60	192	186 ¹⁴
COT	64	62	60	192	186 ¹⁴
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 (Benne Van Veen)	38	38	40	120	116 ¹⁵

¹⁴ Les analyses manquantes sont la conséquence d'une erreur d'étiquetage des flacons dédiés aux analyses « carbone » pour les prélèvements suivants : station E (20 août 2013 à mi-flot) et à la station K (27 septembre 2013 à pleine mer et basse mer).

¹⁵ Certains flacons contenant des fractions de tamisage sur 1 ou 0,5 mm pour les points E et F ont été perdus en novembre 2013, en raison de mauvaises conditions de navigation.



PK Point Kilométrique
PK0 Pont de Pierre- BORDEAUX

DATES SURVEILLANCE BLAYAIS 2013

17-18-15 Avril	F-E-K
14-22-12 Mai	F-E-K
12-13-10 Juin	F-E-K
8-9-13 Juillet	F-E-K
21-20-23 Août	F-E-K
26-30-27 Septembre	F-E-K
14-10-15 Octobre	F-E-K
19-20-13 Novembre	F-E-K

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

1.4.6. Paramètres, méthodes, précision

1.4.6.1. Mesures in situ

Profondeur : échosondeur.

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

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

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

1.4.6.2. Mesures en laboratoire

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

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

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 $\mu\text{g.l}^{-1}$, sont calculées selon la méthode SCOR-UNESCO. Le seuil de quantification est de 0,1 $\mu\text{g.l}^{-1}$ pour un volume filtré de 1 litre (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.

Eléments 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 $0,01 \text{ mg.l}^{-1}$ pour le nitrite et de $0,1 \text{ mg.l}^{-1}$ pour le nitrate.

Ammonium (NH_4^+) : 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 $0,005 \text{ mg.l}^{-1}$.

Orthophosphates (PO_4^{3-}) : Méthode spectrophotométrique de Murphy et Riley (1962) ; dosage par colorimétrie selon méthode IFREMER. La limite de quantification est de $0,010 \text{ mg/L}$.

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 $0,02 \text{ mg.l}^{-1}$.

Elément mineur de l'eau de mer :

Bore : Le bore est dosé par ICP / AES¹⁶ (plasma optique, NF EN ISO 11885) à partir d'une dilution au $1/10^{\text{ème}}$ de l'échantillon filtré afin de minimiser l'effet de matrice (chlorures). Le seuil de quantification est de $6 \text{ }\mu\text{g.l}^{-1}$.

Contaminants organiques :

Hydrazine : dosage par HPLC¹⁷ après dérivatization pré colonne à l'aldéhyde salicylique, détection par spectrométrie UV. Le seuil de quantification est de $0,1 \text{ mg.l}^{-1}$.

Morpholine : dosage par HPLC après dérivatization pré colonne (FMOC¹⁸), détection par fluorimétrie. Le seuil de quantification est de $0,1 \text{ mg.l}^{-1}$.

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

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

1.4.6.3. Bactériologie

Depuis 2006, les *Vibrio* halophiles sont recherchés dans les eaux de l'estuaire en utilisant la méthode par filtration.

Méthode par filtration : méthode créé en juin 2002 (Khalanski & Delesmont, 2002), procédure technique DRD/P77/Vib¹⁹ révisée en juin 2007 (Touron & Delesmont, 2007). 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.

¹⁶ ICP-AES (Inductively coupled plasma optical emission spectroscopy « ICP-OES or ICP-AES ») = Spectrométrie d'Emission Atomique

¹⁷ HPLC (High Performance Liquid Chromatography) = Chromatographie liquide à haute performance

¹⁸ FMOC (9-fluorenylmethoxycarbonyl chloride) = 9-fluorényl méthyl chloroformate

¹⁹ KHALANSKI Michel (EDF/R&D) et DELESMONT Régis (IPL), juin 2002 (révisée juin 2007).

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 bengale²⁰, 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, copépodites²¹, *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

Les *stations subtidales*²² sont situées à des profondeurs 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*²³ 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. Outre les 8 dates mensuelles d'échantillonnage fixées contractuellement d'avril à

²⁰ rose bengale : sel de potassium dérivé de la fluoresceine. Surcolorer dans une solution aqueuse à 1 pour 100 et régesser, d'abord par l'eau, puis par l'alcool à 70° pour obtenir un rose très léger.

²¹ juvéniles de copépodes

²² situées sur les fonds constamment immergés, hors chenal de navigation.

²³ situées dans la zone d'oscillation de la marée.

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

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

2. Conditions climatiques et hydrologiques

2.1. Caractères climatologiques dominants pour l'année 2013

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 moyennes de l'air depuis 1976 sont indiquées dans le **Tableau 2-1**

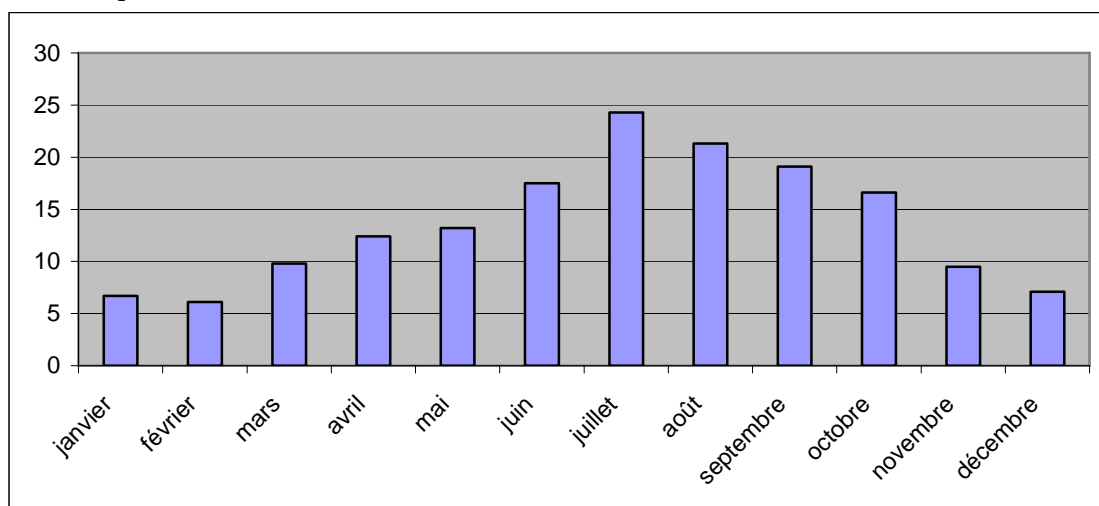


Figure 2-1 : Températures moyennes mensuelles de l'air (Station de Bordeaux - Mérignac)

Janvier

T° moyenne de l'air : +6,7 °C mini : +3,9 °C maxi : +9,5 °C

Le soleil a manqué, avec 60 % de la valeur normale d'insolation d'un mois de janvier. Par ailleurs, les 18 jours de pluie donnent un cumul 60 % au-dessus de la normale. Des minimales plus douces et des maximales plus fraîches donnent au final des moyennes de température proches des normales.

Février

T° moyenne de l'air : +6,1 °C mini : +2,2°C maxi : +10,0 °C

Il pleut presque tous les jours jusqu'au 14, et le cumul de précipitation dépasse la normale de 6% environ. La durée d'insolation est excédentaire de 14 heures. Le temps devient très froid à partir du 21, et des chutes de neige sont observées à Bordeaux. La moyenne des températures se situe 1 à 1,7 ° au-dessous des normales

Mars

T° moyenne de l'air : +9,8 °C mini : +5,2 °C maxi : +14,5 °C

Il y a eu 5 heures d'ensoleillement en moins par rapport à la valeur normale. Le cumul mensuel de pluie est excédentaire de 8%. Les températures sont restées fraîches, avec environ 0.5 °C en dessous des normales. Le vent a été très présent et a soufflé souvent en rafales (maximum de 90,4 km/h de Sud-Ouest le 18).

Avril

T° moyenne de l'air : +12,4 °C mini : +7,6 °C maxi : +17,3 °C

Mois plutôt sec (73% des normales), et avec des températures moyennes proches des normales. A noter un jour de grande chaleur (30° le 17). Le vent orienté plus au nord a apporté plus de fraîcheur en deuxième partie de mois. Le soleil, plutôt généreux en deuxième décennie, a manqué les premiers jours d'avril.

Mai

T° moyenne de l'air : +13,2 °C mini : +8,9°C maxi : +17,4 °C

Le mois a été marqué par sa fraîcheur et son manque de soleil avec seulement 63% de la valeur normale. Les températures minimales sont 2°C au-dessous des normales et les températures maximales se situent 3,8°C plus bas. Les précipitations sont excédentaires de 10 %, avec de nombreuses journées pluvieuses.

Juin

T° moyenne de l'air : +17,5 °C mini : +13,1°C Maxi : +21,9°C

Mois peu ensoleillé, et deux fois plus pluvieux que la normale. Juin 2013 se classe au 5ème rang des mois de juin les plus arrosés. En cause, 3 épisodes en particulier, le 8 (31 mm), le 20 (25 mm) et surtout les 17-18 (59 mm). Les températures sont plus fraîches que la normale, surtout pour les maximales : 3° de moins qu'habituellement.

Juillet

T° moyenne de l'air : +24,3 °C mini : +18,3 °C maxi : +30,4 °C

Mois chaud et ensoleillé. L'ensoleillement est excédentaire de 33% (record mensuel depuis 1991). La moyenne des températures se situe au 2ème rang des mois de juillet les plus chauds depuis 60 ans, après juillet 2006. Les températures maximales ont dépassé les 30 °C 21 jours dans le mois, soit 3 fois plus que la normale. Les précipitations sont excédentaires de 65% surtout à cause des orages des 25 et 26 (respectivement 27 et 49 mm en 24 h). Au cours de la soirée du 26 la rafale maximale de vent a été enregistrée à 82,8 km/h sous orage.

Août

T° moyenne de l'air : +21,3 °C mini : +15,6 °C maxi : +26,9 °C

Mois très ensoleillé, l'alternance des journées chaudes puis fraîches donne des températures moyennes proches des normales. Les précipitations ont eu lieu souvent sous orages (le 2 et le 6). Le cumul mensuel de 36,8 mm est déficitaire de 35 % par rapport à la valeur normale d'un mois d'août, mais celui-ci n'est pas exceptionnel. Le vent est faible le plus souvent.

Septembre

T° moyenne de l'air : +19,1 °C mini : +14,2 °C maxi : +23,9 °C

Les pluies sont excédentaires de 13%. A noter un orage imposant le 28 en fin de journée (30% du cumul mensuel en seulement quelques minutes). Côté températures, en moyenne, les minimales sont plus chaudes que la normale. Les maximales lui sont conformes. Il manque du soleil, surtout pendant la grise deuxième décade.

Octobre

T° moyenne de l'air : +16,6 °C mini : +12,5 °C maxi : +20,7 °C

La pluviométrie est en-dessous de la normale. A noter une journée particulièrement pluvieuse : le 4, des pluies orageuses ont déversé plus de la moitié du cumul mensuel (44.8 mm). Par ailleurs, le mois d'octobre 2013 est plus doux que la norme, surtout pour les minimales qui affichent 2 degrés de plus qu'habituellement. L'insolation est légèrement déficitaire, et le vent n'a vraiment pas soufflé fort ce mois-ci.

Novembre

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

Mois peu ensoleillé (déficit de 25% d'ensoleillement). La moyenne des températures maximales est déficitaire de 0.8°C. Par contre, la moyenne des températures minimales dépasse la normale de 0.4°C. Le 6 novembre a révélé un record pour un mois de novembre avec 15,9°C de température minimale, c'est la nuit la plus chaude depuis 1921. Le cumul mensuel de précipitation est excédentaire à 5% près.

Décembre

T° moyenne de l'air : +7,1 °C mini : +2,9 °C maxi : +11,3°C

La durée d'insolation dépasse largement la moyenne sur le mois. Décembre 2013 est le troisième mois de décembre le plus ensoleillés depuis 1950. Les précipitations pourtant abondantes en fin de période, ne parviennent pas à rattraper le déficit d'eau (65% de la

normale). Les températures ont été basses les nuits (près de 1°C sous la norme) et plutôt douces en journées

Tableau 2-1 : températures moyennes mensuelles, annuelles et pluriannuelle de l'air (°C) à la station de Bordeaux x - 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	17,3	19,8	20	22,8	19,3	15	10,6	8,8	13,9
2013	6,7	6,1	9,8	12,4	13,2	17,5	24,3	21,3	19,1	16,6	9,5	7,1	13,6

Synthèse 2013 :

L'année 2013 est une année humide, avec une pluviométrie supérieure à la normale hormis les mois d'avril, août, octobre et décembre ; le mois de juin, deux fois plus pluvieux que la normale, se classe au 5^{ème} rang des mois de juin les plus arrosés.

Le mois de juillet est très chaud avec une température moyenne de l'air de 24,3 °C, moyenne qui se situe, après juillet 2006, au 2^{ème} rang des mois de juillet les plus chauds depuis 60 ans. Les conditions météorologiques se sont répercutées 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 :
254 m³.s⁻¹ du 1er au 10/09/2013 et 2509 m³.s⁻¹ du 10 au 20/02/2013.

Le débit instantané maximum est de 4867 m³.s⁻¹, relevé le 02/06/2013.

Le débit instantané minimum est de 207 m³.s⁻¹, relevé les 02/09/2013 et 03/09/2013.

La moyenne annuelle pour l'année 2013²⁴ est de 1082 m³.s⁻¹, soit un excès de 263 m³.s⁻¹ par rapport à la moyenne annuelle pour la période 1982-2012 qui s'établit à 819 m³.s⁻¹. L'année 2013 est l'année la plus humide depuis 1994. Les débits ont été soutenus entre janvier et juin, avec de fortes crues février, avril et juin.

Par rapport à la moyenne 1982-2012, les débits 2013 sont :

- très excédentaires entre la deuxième décennie de janvier et la première décennie de mars
- légèrement déficitaires en deuxième décennie de mars
- très excédentaires en avril
- légèrement déficitaires en mai
- très excédentaires de fin mai à début juillet, à cause de grosses crues printanières et estivales
- proches de la moyenne de juillet à novembre
- très excédentaires les deux dernières décennies de novembre (**Figures 2-1 et 2-2**).

L'année 2013 est différente à 2012 et des années antérieures. C'est une année humide sur le long terme, presque autant qu'en 1994. Les crues ont 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 2012 et 2011, la remontée des structures dans l'estuaire amont n'a pas été aussi prononcée que lors des années précédentes.

Synthèse 2013 :

L'année 2013, avec ses débits excédentaires par rapport à la moyenne 1982-2002, est la plus humide depuis 1994 ; ses débits sont soutenus de janvier à juin, avec de fortes crues en février, avril et juin, favorable à l'éjection du bouchon vaseux en aval de l'estuaire.

²⁴ valeur actualisée au 30 mars 2014

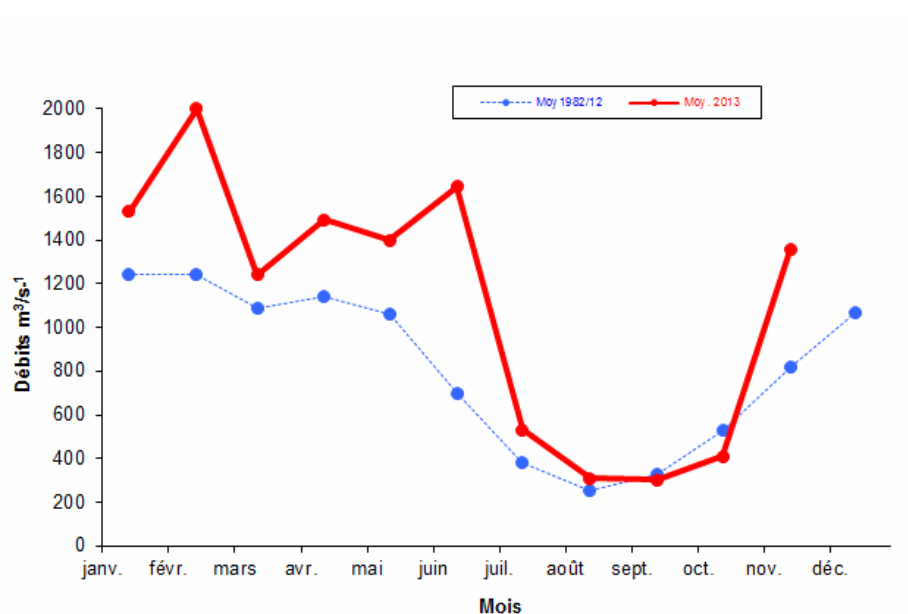


Figure 2-2 : Débits mensuels moyens de la Gironde en 2013

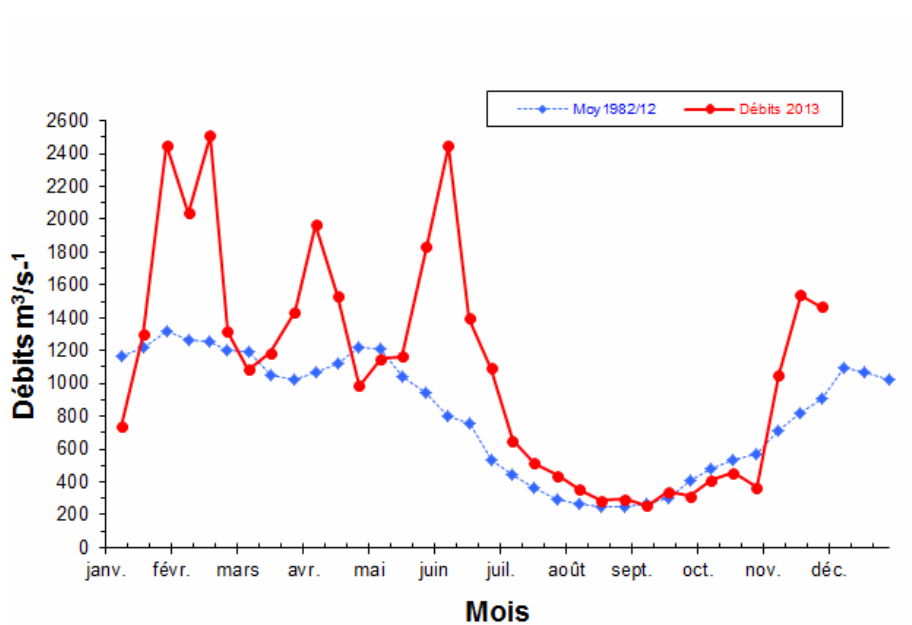


Figure 2-3: Débits moyens de la Gironde par périodes de 10 jours en 2013

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)

0,11 °C et 1,96 °C en surface
0,20 °C et 1,91 °C au fond.

L'écart maximum : 1,96 °C en surface le 21 août, la température moyenne étant de 23,08 °C et le débit de 220 m³.s⁻¹.

1,91 °C au fond le 08 juillet, la température moyenne étant de 21,36 °C et le débit de 271 m³.s⁻¹.

L'écart minimum : 0,11 °C en surface le 14 octobre, la température moyenne étant de 17,75 °C et le débit de 211 m³.s⁻¹.

0,20 °C au fond le même jour.

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

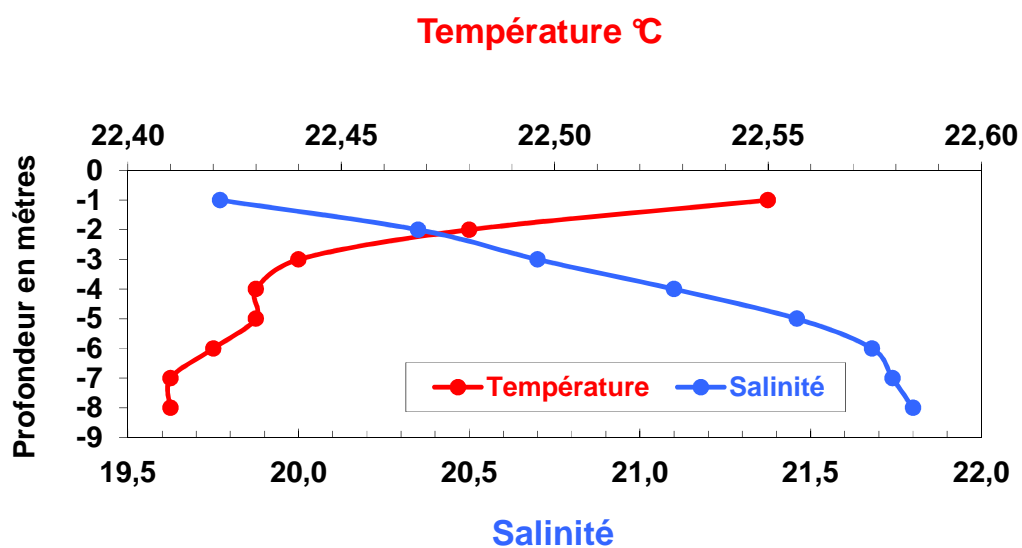


Figure 3-1 : Exemple d'évolution des gradients verticaux de température et de salinité au point F PK 67 (situation du 17 août 2011 à 9h15 à la PM).

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 F2013								
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)
17-avr	S	13,15	13,97	0,82	13,56	0,97	46-41	1670
	F	12,78	13,77	0,99	13,15			
14-mai	S	15,31	15,88	0,57	15,59	0,20	69-65	1090
	F	15,19	15,94	0,75	15,50			
12-juin	S	17,07	18,70	1,63	17,72	0,38	73-71	2157
	F	16,78	18,66	1,88	17,56			
08-juil	S	20,79	22,64	1,85	21,74	0,61	73-75	714
	F	20,41	22,32	1,91	21,36			
21-août	S	22,10	24,06	1,96	23,08	0,22	103-106	286
	F	22,20	23,84	1,64	23,04			
26-sept	S	19,55	21,29	1,74	20,48	1,38	47-41	320
	F	19,30	20,54	1,24	19,91			
14-oct	S	17,70	17,81	0,11	17,75	0,08	52-57	395
	F	17,64	17,84	0,20	17,71			
19-nov	S	11,41	11,83	0,42	11,54	0,19	84-83	1527
	F	11,39	11,64	0,25	11,49			
Mini S	S	11,41	11,83	0,11	11,54	0,08		
Mini F	F	11,39	11,64	0,20	11,49			
Maxi S	S	22,10	24,06	1,96	23,08	1,38		
Maxi F	F	22,20	23,84	1,91	23,04			

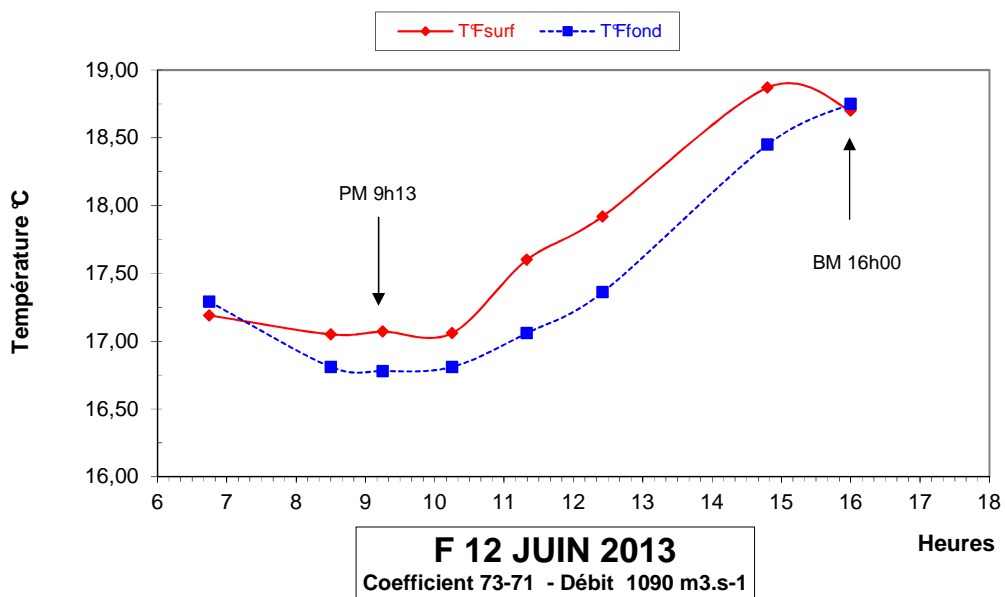
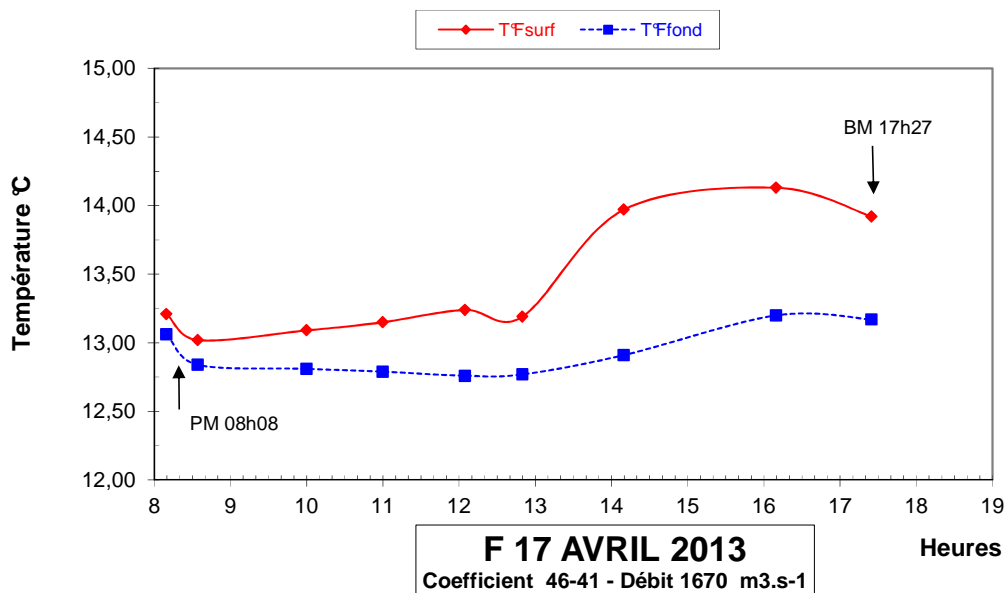


Figure 3-2 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au point F (PK 67) en 2013

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) :

0,67 °C et 1,49 °C en surface

0,26 °C et 1,61 °C au fond.

L'écart maximum : 1,49 °C en surface le 18 avril, la température moyenne étant de 14,75 °C et le débit de 448 m³.s⁻¹.

1,61 °C au fond le 22 mai, la température moyenne étant 15,62 °C et le débit de 914 m³.s⁻¹.

L'écart minimum : 0,67 °C en surface le 13 juin, la température moyenne étant de 18,36 °C. et le débit de 771 m³.s⁻¹.

0,26 °C au fond le 30 septembre, la température moyenne au fond étant de 20,65 °C et le débit était de 228 m³.s⁻¹.

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 E2013								
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)
18-avr	S	14,28	15,77	1,49	14,75	1,62	37-34	1635
	F	14,15	14,72	0,57	14,36			
22-mai	S	14,75	15,56	0,81	15,16	1,93	66-73	1214
	F	15,07	16,68	1,61	15,62			
13-juin	S	17,95	18,62	0,67	18,36	0,10	68-66	1812
	F	17,99	18,70	0,71	18,41			
09-juil	S	22,49	23,44	0,95	22,91	0,28	77-78	693
	F	22,61	23,16	0,55	22,85			
20-août	S	23,79	24,87	1,08	24,22	1,18	92-98	304
	F	23,69	24,22	0,53	23,88			
30-sept	S	20,51	21,95	1,44	21,20	1,42	38-44	317
	F	20,53	20,79	0,26	20,65			
10-oct	S	19,53	20,53	1,00	20,01	0,57	75-69	401
	F	19,67	19,96	0,29	19,87			
20-nov	S	9,91	11,10	1,19	10,55	0,32	80-77	1463
	F	9,92	10,78	0,86	10,42			
Mini S	S	9,91	11,10	0,67	10,55	0,10		
Mini F	F	9,92	10,78	0,26	10,42			
Maxi S	S	23,79	24,87	1,49	24,22	1,93		
Maxi F	F	23,69	24,22	1,61	23,88			

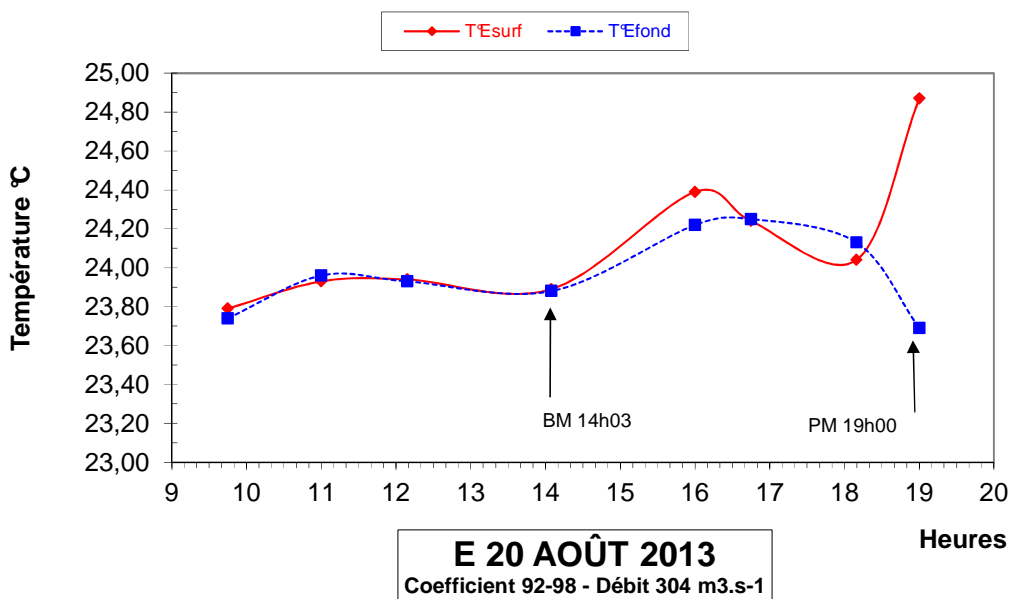
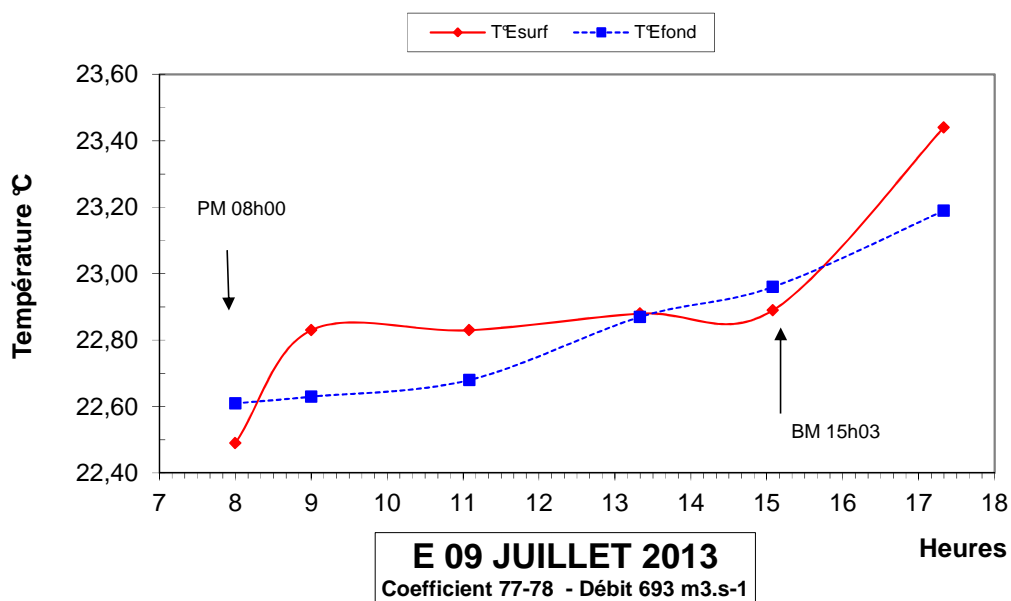


Figure 3-3 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au point E (PK 52) en 2013

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

Le point K est situé dans le cheal 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) :

0,21 °C et 1,43 °C en surface
0,24 °C et 1,34 °C au fond.

L'écart maximum : 1,43 °C en surface le 13 juillet, la température moyenne étant de 24,74 °C et le débit de 269 m³.s⁻¹.
1,34 °C au fond le même jour.

L'écart minimum : 0,21 °C en surface le 23 août, la température moyenne étant de 24,14 °C, et les débits de 211 m³.s⁻¹.
0,24 °C au fond le même jour (température moyenne de 24,16 °C).

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) (**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 K2013								
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)
15-avr	S	12,42	13,02	0,60	12,63	0,08	68-62	1757
	F	12,42	13,02	0,60	12,60			
12-mai	S	15,73	16,40	0,67	16,10	0,04	80-78	1144
	F	15,74	16,39	0,65	16,09			
10-juin	S	17,34	17,80	0,46	17,56	0,38	77-76	2567
	F	17,30	17,81	0,51	17,47			
13-juil	S	24,20	25,63	1,43	24,74	0,05	73-70	625
	F	24,24	25,58	1,34	24,74			
23-août	S	24,04	24,25	0,21	24,14	0,05	108-105	299
	F	24,06	24,30	0,24	24,16			
27-sept	S	20,40	20,98	0,58	20,70	0,18	35-31	315
	F	20,46	20,86	0,40	20,67			
15-oct	S	16,83	17,63	0,80	17,31	0,04	63-69	400
	F	16,84	17,64	0,80	17,31			
13-nov	S	12,69	13,31	0,62	13,05	0,03	60-64	1330
	F	12,69	13,32	0,63	13,04			
Mini S	S	12,42	13,02	0,21	12,63	0,03		
Mini F	F	12,42	13,02	0,24	12,60			
Maxi S	S	24,20	25,63	1,43	24,74	0,38		
Maxi F	F	24,24	25,58	1,34	24,74			

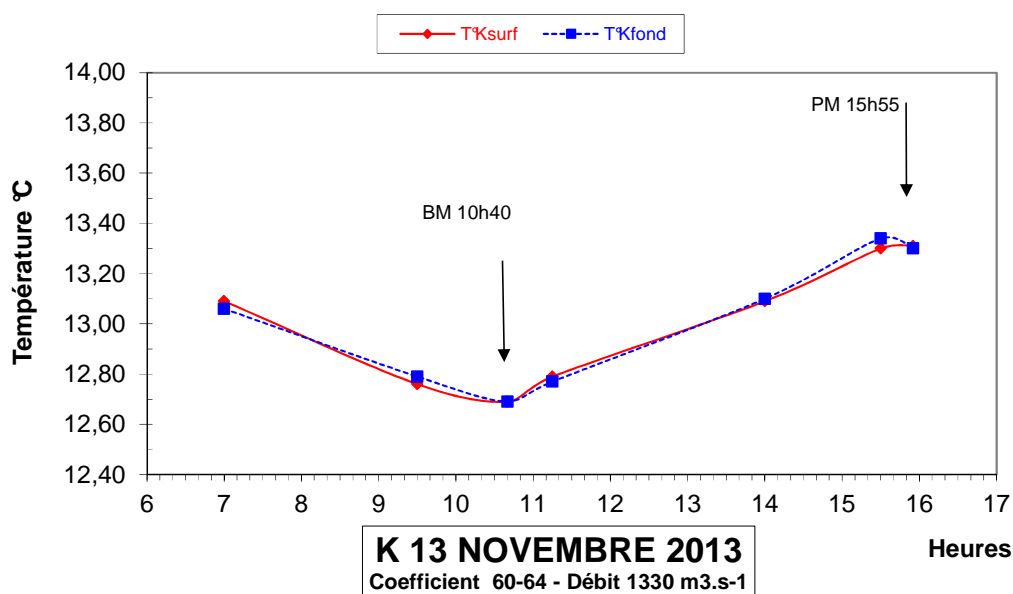
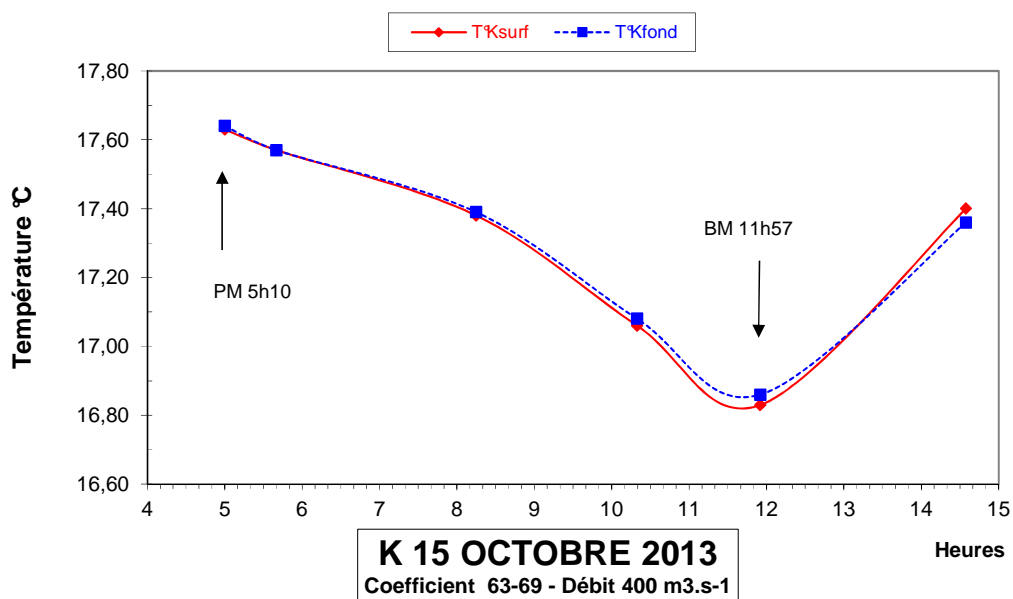


Figure 3-4 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au Point K (PK 30) en 2013

3.1.2. Variations spatio-temporelles

Point F - PK 67 (Figure 3-5)

Les températures moyennes, entre avril et novembre 2013 ont évolué :

de 11,54 °C le 19 novembre
à 23,08 °C le 21 août en surface
et de 11,49 °C le 19 novembre
à 23,04 °C le 21 août au fond

Les températures maximales relevées sont :

24,06 °C le 21 août en surface
23,84 °C le 21 août au fond

Les températures minimales relevées sont

11,41 °C le 19 novembre en surface
11,39 °C le 19 novembre au fond

Point E-PK 52 (Figure 3-5)

Les températures moyennes, entre avril et novembre 2013 ont évolué :

de 10,55 °C le 20 novembre
à 24,22 °C le 20 août en surface
et de 10,42 °C le 20 novembre
à 23,88 °C le 20 août au fond

Les températures maximales relevées sont :

24,87 °C le 20 août en surface
24,22 °C le 20 août au fond

Les températures minimales relevées sont :

9,91 °C le 20 novembre en surface
9,92 °C le 20 novembre au fond

Point K-PK 30 (Figure 3-5)

Les températures moyennes, entre avril et novembre 2013 ont évolué :

de 12,63 °C le 15 avril
à 24,74 °C le 13 juillet en surface
et de 12,60 °C le 15 avril
à 24,74 °C le 13 juillet au fond

Les températures maximales relevées sont :

25,63 °C le 13 juillet en surface
25,58 °C le 13 juillet au fond

Les températures minimales relevées sont :

12,42 °C le 15 avril en surface
12,42 °C le 15 avril au fond

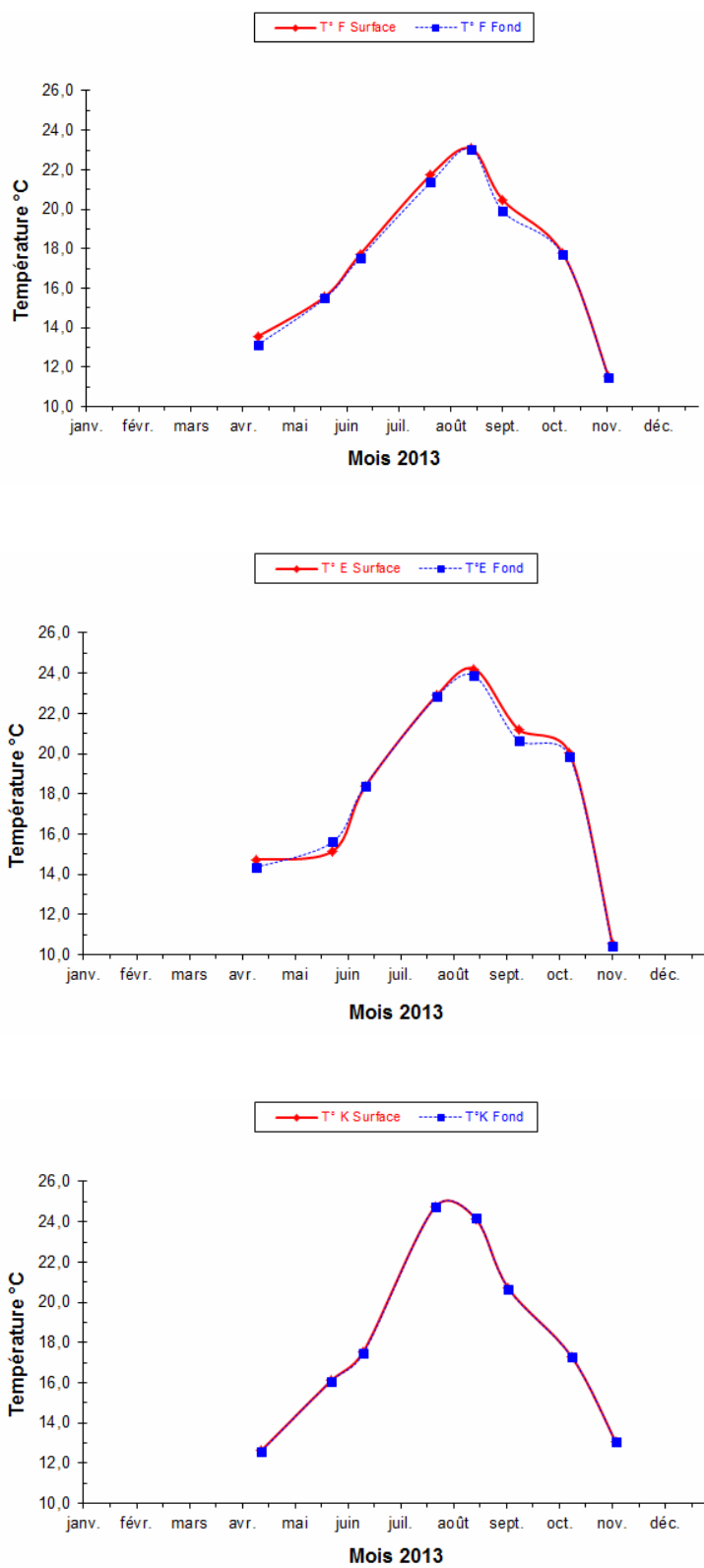


Figure 3-5 : Variations des températures moyennes de l'eau aux Points F,E,K en 2013

Par rapport à la moyenne 1976-2012 (**Figure 3-5**) la température moyenne en 2013 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 2013 (surtout mai et juin) est relativement froide. Mais lors de la période sensible, l'année est dans la moyenne de la période. Ensuite, pendant le dernier tiers du suivi, les températures mensuelles moyennes des eaux à nouveau en-dessous de la moyenne, surtout novembre. Les caractères dominants sont tirés du tableau climatologique mensuel de la station Météo France à Mérignac.

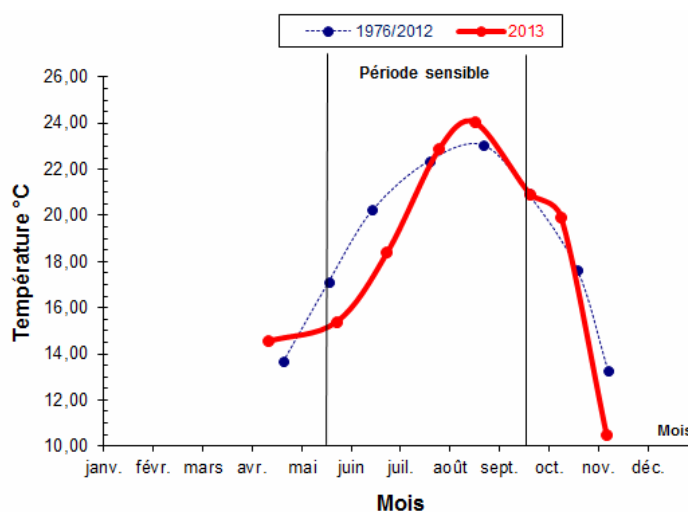


Figure 3-6 : Variations des températures mensuelles moyennes de l'eau au Point E (PK52) de 1976 à 2012 et en 2013

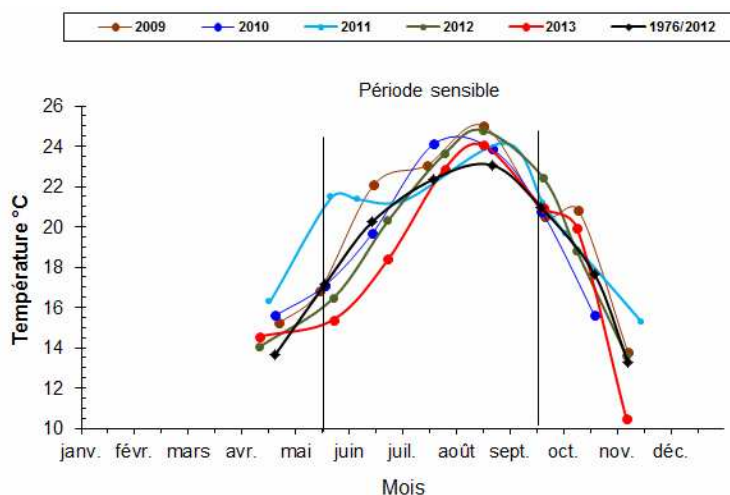


Figure 3-7 : Variations des températures mensuelles moyennes de l'eau au point E (PK 52) en 2009, 2010, 2011, 2012 et 2013

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 réaugmente 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 2013, les températures de l'air et de l'eau varient selon les mêmes tendances. 2013 est une année globalement plus fraîche que 2012.

On peut constater sur l'ensemble du suivi 4 périodes chaudes (1981 à 1983, 1989 à 1991, 1996 à 1997, 2004 à 2007 et 2011 à 2012). La 4ème période semble arriver à sa fin en 2013.

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 (A)**, 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 1978-2013, on note une assez bonne corrélation. On notera qu'en 2013, la température de l'air et de l'eau sont dans la moyenne de celles de la période étudiée, et inférieures à celles enregistrées ces dernières années.

N.B. : 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 **Figure 3-9 (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 régionale (durée et intensité plus marquées des étiages en milieu fluvial Garonne-Dordogne).

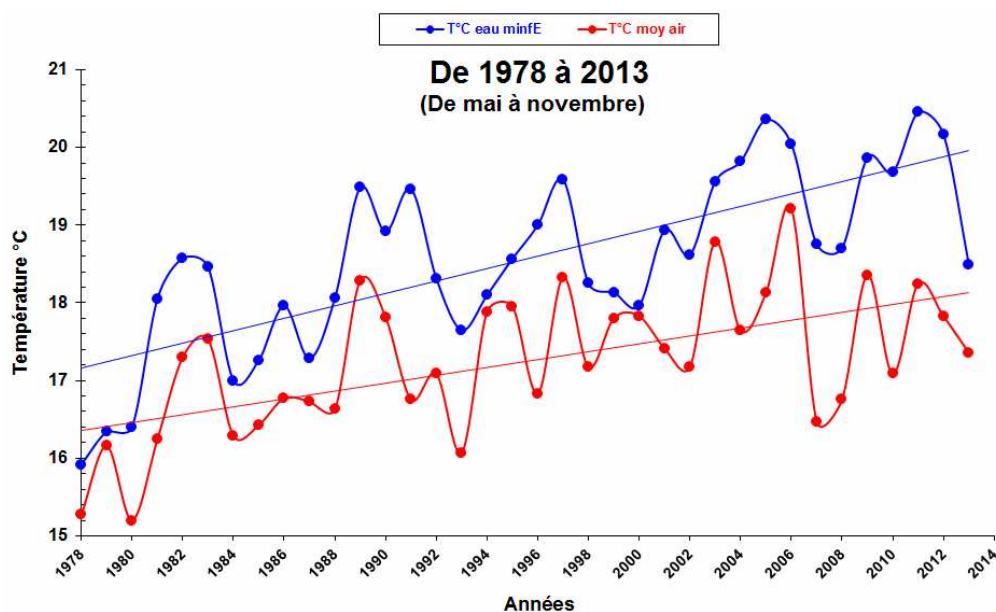


Figure 3-8 : Evolution relative des températures moyennes de l'air et de l'eau près du fond au point E (PK 52) au cours de la période 1978-2013 (de mai à novembre)

Synthèse 2013 :

En 2013, la température moyenne des eaux au point E est inférieure en mai, juin et novembre par rapport à la moyenne 1976-2012 ; conséquence de l'importante pluviométrie et de forts débits. La température moyenne de l'eau pour la période étudiée –mai à novembre-, est moins élevée qu'en 2011 et 2012, et entre dans la moyenne de celle de la période 1978-2013. 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.

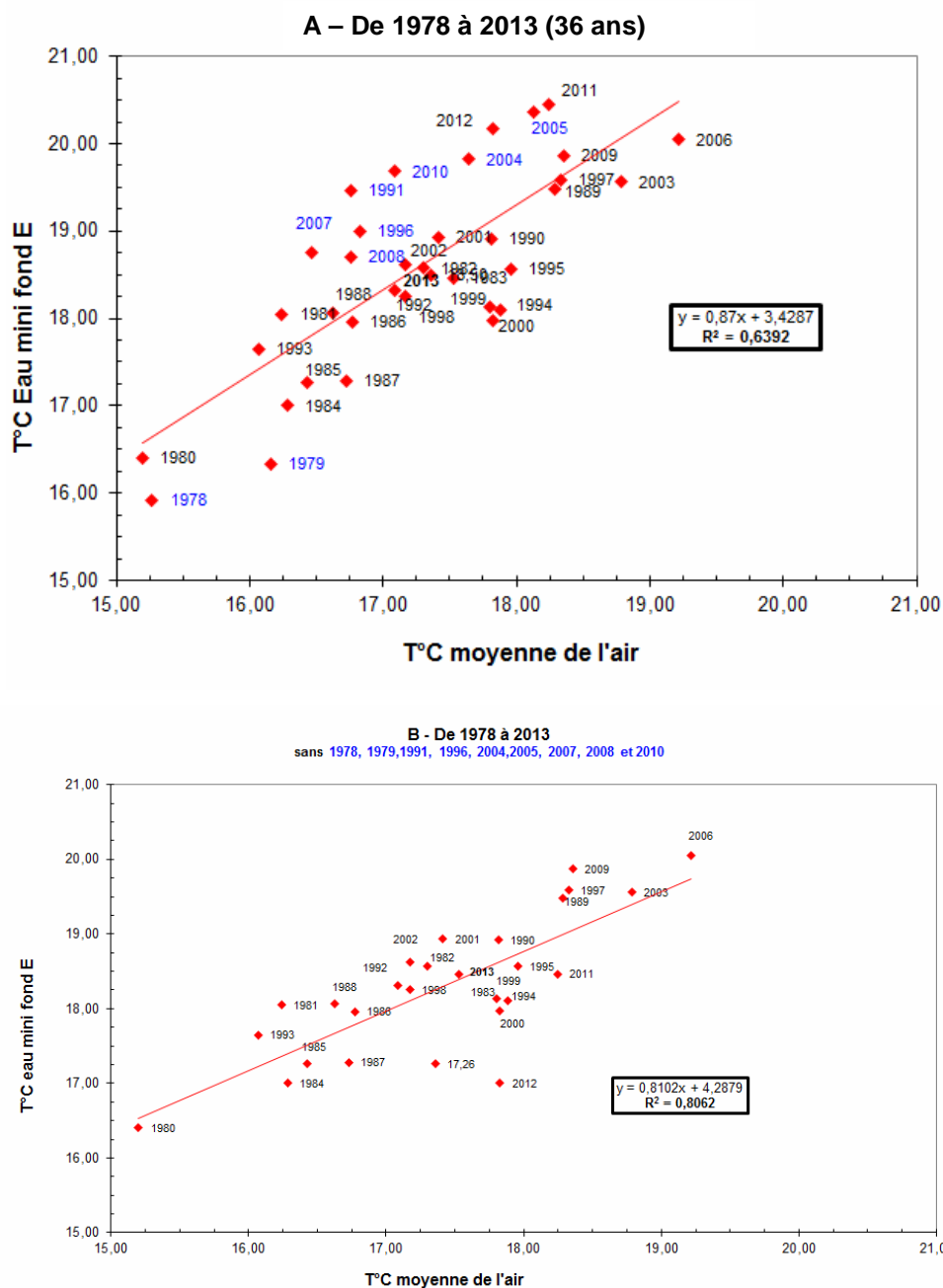


Figure 3- 9 : Corrélations entre les températures moyennes annuelles de l'air et les températures minimales moyennes annuelles de l'eau au point E (PK 52) (mai à novembre) -
A (de 1978 à 2013)
B (de 1980 à 2013 sans 1991, 1996, 2004, 2005, 2007, 2008 et 2010)

3.2. Salinité

3.2.1. Variation au cours de la marée

En 2013, 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 : 3,03 (17 avril, coef 46-41, débit de 1670 m³.s⁻¹)
et 11,88 (14 octobre, coef. 52-57, débit de 395 m³.s⁻¹)
au fond entre : 7,21 (14 mai, coef. 69-65, débit 1090 m³.s⁻¹)
et 11,45 (21 août, coef. 103-106, débit 286 m³.s⁻¹)

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

en surface entre : 0,78 (18 avril, coef 37-34, débit 1635 m³.s⁻¹)
et 6,55 (30 septembre, coef. 38-44, débit 317 m³.s⁻¹)
au fond entre : 1,54 (18 avril, coef 37-34, débit 1635 m³.s⁻¹)
et 7,40 (20 août, coef. 92-98, débit 304 m³.s⁻¹)

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

en surface entre : 0,03 (10 juin, coef. 77-76, débit 2567 m³.s⁻¹)
et 3,33 (15 octobre, coef. 63-69, débit 400 m³.s⁻¹)
au fond entre : 0,03 (10 juin, coef. 77-76, débit 2567 m³.s⁻¹)
et 3,43 (15 octobre, coef. 63-69, débit 400 m³.s⁻¹)

Comme toujours, les salinités les plus fortes ont été relevées au voisinage de la pleine mer près du fond et les salinités les plus faibles à l'étale de basse mer en surface. L'année 2013 est une année globalement humide, avec des salinités assez faibles tout au long de l'année, et en particulier lors des périodes de forts débits fluviaux.

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

VI-T4 POINT F PK 67 SALINITES								
ANNEE F2013								
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfi m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
17-avr	S	2,42	5,45	3,03	3,87	5,95	46-41	1670
	F	2,80	11,40	8,60	7,11			
14-mai	S	3,68	9,47	5,79	6,47	2,29	69-65	1090
	F	3,70	10,91	7,21	7,95			
12-juin	S	1,52	8,85	7,33	5,18	2,89	73-71	2157
	F	1,52	11,74	10,22	6,25			
08-juil	S	3,26	13,98	10,72	7,56	2,14	73-75	714
	F	4,00	15,19	11,19	8,74			
21-août	S	8,80	20,40	11,60	14,36	1,08	103-106	286
	F	9,73	21,18	11,45	15,05			
26-sept	S	10,93	19,41	8,48	14,37	3,66	47-41	320
	F	12,62	21,25	8,63	16,66			
14-oct	S	9,35	21,23	11,88	15,27	1,41	52-57	395
	F	10,76	21,50	10,74	16,16			
19-nov	S	2,07	7,55	5,48	4,42	3,30	84-83	1527
	F	2,07	10,85	8,78	5,52			
Mini S	S	1,52	5,45	3,03	3,87	1,08		
Mini F	F	1,52	10,85	7,21	5,52			
Maxi S	S	10,93	21,23	11,88	15,27	5,95		
Maxi F	F	12,62	21,50	11,45	16,66			

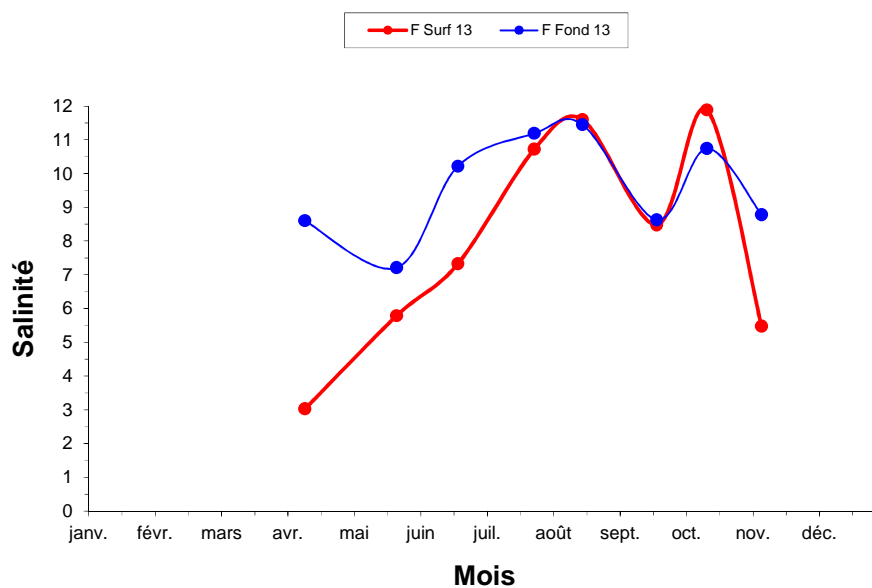


Figure 3-10 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point F (PK 67) en 2013

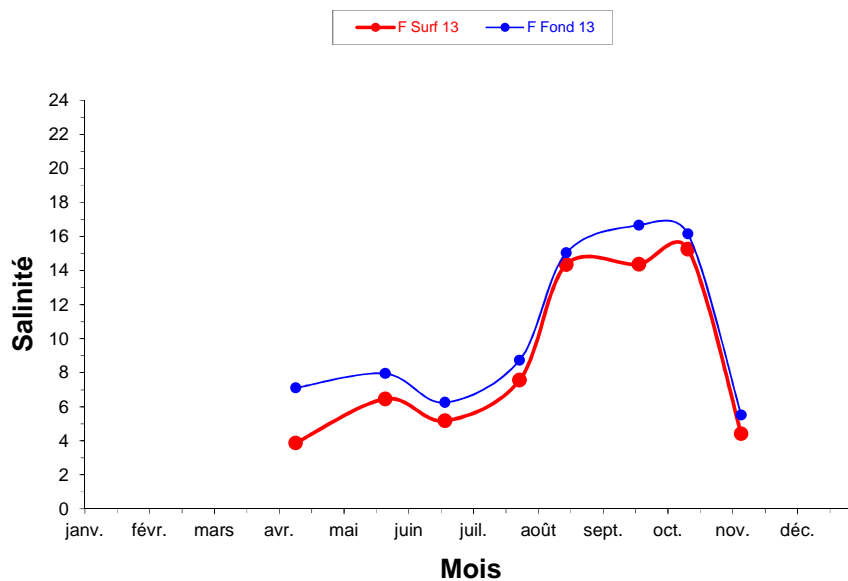


Figure 3-11 : Variations mensuelles des salinités moyennes au point F (PK 67) en 2013

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

VI-5 POINT E PK 52 SALINITES								
ANNEE E2013								
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					
18-avr	S	0,08	0,86	0,78	0,45	0,91	37-34	1635
	F	0,23	1,77	1,54	0,89			
22-mai	S	0,26	1,41	1,15	0,77	0,60	66-73	1214
	F	0,26	2,01	1,75	0,93			
13-juin	S	0,18	1,50	1,32	0,80	0,81	68-66	1812
	F	0,17	2,31	2,14	1,03			
09-juil	S	0,54	4,29	3,75	2,18	0,28	77-78	693
	F	0,54	4,50	3,96	2,35			
20-août	S	4,44	10,28	5,84	7,41	1,56	92-98	304
	F	4,44	11,84	7,40	7,93			
30-sept	S	6,84	13,39	6,55	10,55	1,59	38-44	317
	F	7,33	14,70	7,37	11,46			
10-oct	S	4,70	10,68	5,98	7,94	0,80	75-69	401
	F	5,33	11,48	6,15	8,30			
20-nov	S	0,29	1,80	1,51	0,96	1,63	80-77	1463
	F	0,29	3,43	3,14	1,44			
Mini S	S	0,08	0,86	0,78	0,45	0,28		
Mini F	F	0,17	1,77	1,54	0,89			
Maxi S	S	6,84	13,39	6,55	10,55	1,63		
Maxi F	F	7,33	14,70	7,40	11,46			

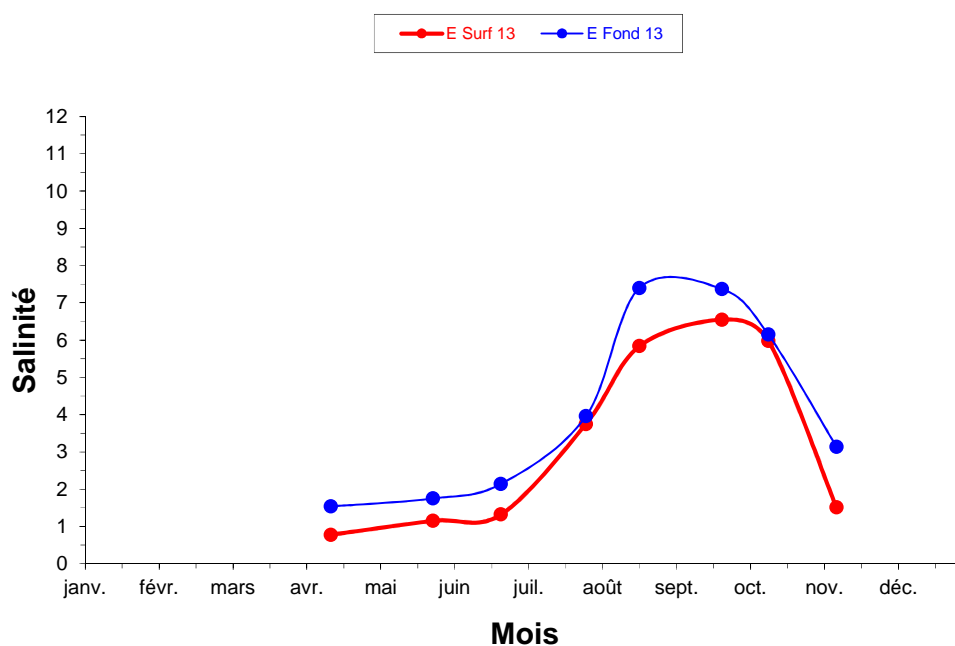


Figure 3-12 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point E (PK 52) en 2013

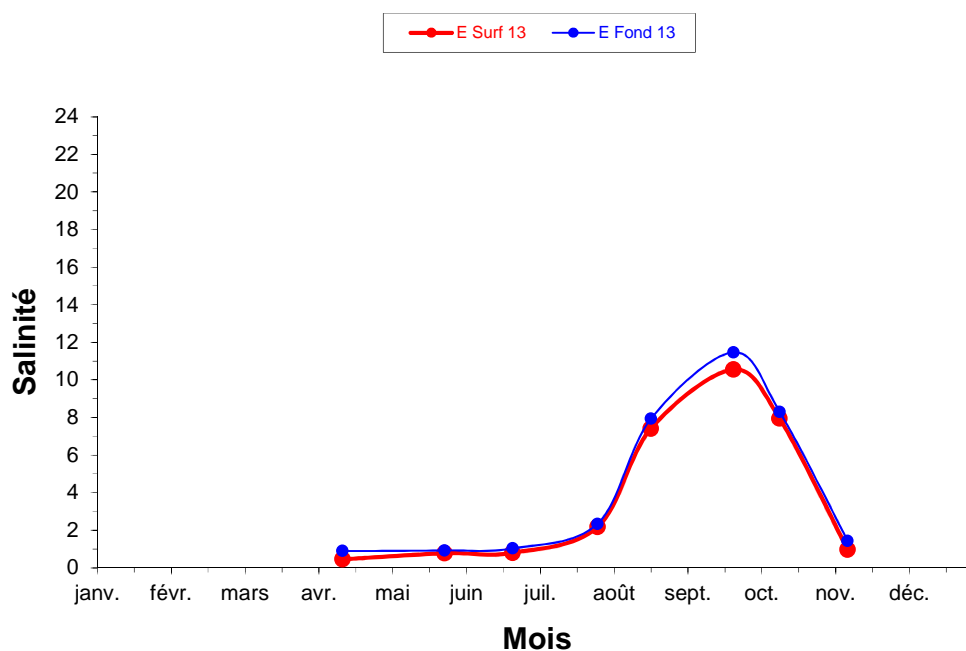


Figure 3-13 : Variations mensuelles des salinités moyennes au point E (PK 52) en 2013

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

VI-6 POINT K PK 30 SALINITES								
ANNEE K2013								
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					
15-avr	S	0,14	0,26	0,12	0,22	0,02	68-62	1757
	F	0,14	0,24	0,10	0,21			
12-mai	S	0,14	0,34	0,20	0,20	0,06	80-78	1144
	F	0,14	0,28	0,14	0,18			
10-juin	S	0,11	0,14	0,03	0,13	0,00	77-76	2567
	F	0,11	0,14	0,03	0,13			
13-juil	S	0,16	0,74	0,58	0,33	0,02	73-70	625
	F	0,16	0,72	0,56	0,33			
23-août	S	0,99	4,02	3,03	2,44	0,25	108-105	299
	F	0,97	4,27	3,30	2,47			
27-sept	S	1,50	3,78	2,28	2,88	0,77	35-31	315
	F	1,68	4,55	2,87	3,10			
15-oct	S	0,87	4,20	3,33	2,62	0,19	63-69	400
	F	0,88	4,31	3,43	2,71			
13-nov	S	0,11	0,15	0,04	0,13	0,01	60-64	1330
	F	0,11	0,15	0,04	0,13			
Mini S	S	0,11	0,14	0,03	0,13	0,00		
Mini F	F	0,11	0,14	0,03	0,13			
Maxi S	S	1,50	4,20	3,33	2,88	0,77		
Maxi F	F	1,68	4,55	3,43	3,10			

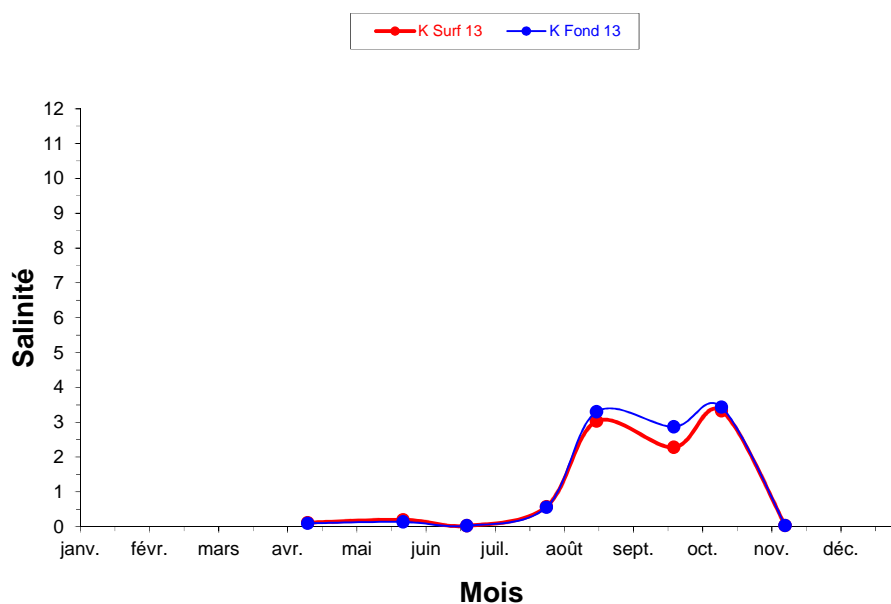


Figure 3-14 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point K (PK 30) en 2013

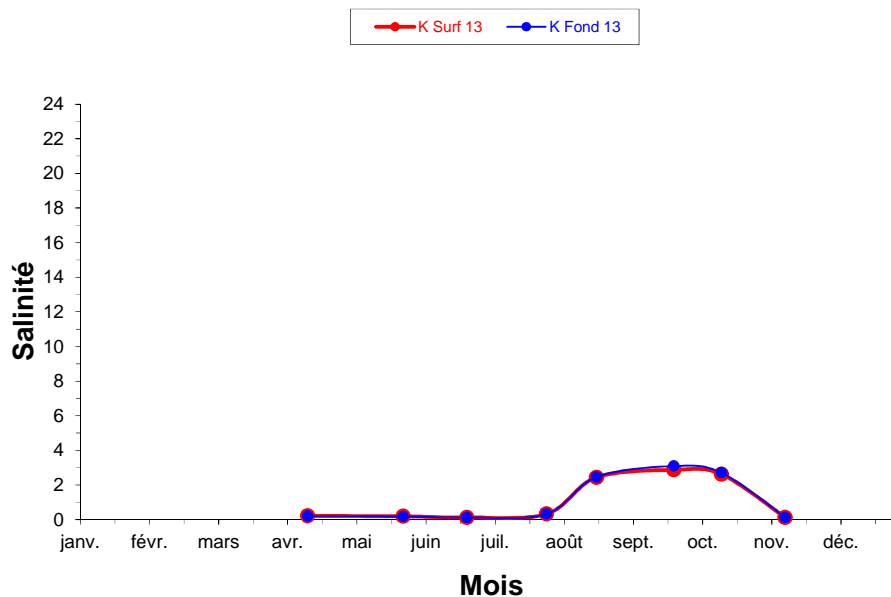


Figure 3-15 : Variations mensuelles des salinités moyennes au point K (PK 30) en 2013

3.2.2. Variations spatio-temporelles

Les salinités moyennes relevées au cours de l'année 2013 ont évolué :

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

en surface entre 3,87 (17 avril) et 15,27 (14 octobre)

au fond entre 5,52 (19 novembre) et 16,66 (14 octobre)

On relève les salinités minimales absolues le 12 juin :

1,52 en surface et 1,52 au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales absolues le 14 octobre en surface (21,23) et au fond (21,50) à pleine mer.

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

en surface entre 0,45 (18 avril) et 10,55 (30 septembre)

au fond entre 0,89 (18 avril) et 11,46 (30 septembre)

On relève les salinités minimales absolues le 18 mai à basse mer en surface (0,08)

et le 13 juin à basse mer au fond (0,17).

On relève les salinités maximales absolues le 30 septembre :

10,55 en surface et 11,46 au fond à pleine mer.

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

en surface entre 0,13 (10 juin) et 2,88 (27 septembre)

au fond entre 0,13 (10 juin) et 3,10 (27 septembre)

On relève les salinités minimales absolues le 10 juin :

0,11 en surface et 0,11 au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales absolues le 15 octobre à pleine mer en surface (4,20) et le 27 septembre au fond à pleine mer (4,55).

En 2013, on relève aux 3 points, les plus grandes variations de salinités aux périodes indiquées ci-après :

Salinités	Point F	Point E	Point K
minimales	12 juin	18 avril	10 juin
maximales	14 octobre	30 septembre	15 octobre
moyennes maxi	14 octobre	30 septembre	27 septembre

Les variations pluriannuelles de salinités²⁵ sont présentées dans le **tableau 3-7** suivant :

Tableau 3-7 : Variations pluriannuelles des salinités

ANNEE	POINT F		POINT E		POINT K	
	Max.ab	Max.m	Max.ab	Max.m	Max.ab	Max.m
1984	-	-	9,80	7,95	4,25	2,68
	-	-	10,10	8,38	4,42	2,82
1985	-	-	12,69	10,23	5,38	3,51
	-	-	13,39	10,58	5,40	3,47
1986	-	-	13,88	11,50	5,08	3,50
	-	-	14,85	12,15	5,52	3,73
1987	-	-	11,45	9,20	5,94	4,87
	-	-	12,37	9,44	6,97	5,11
1988	-	-	10,35	7,24	3,72	2,51
	-	-	11,62	8,00	3,85	2,57
1989	-	-	15,66	13,34	9,40	7,45
	-	-	16,23	14,22	8,90	7,51
1990	-	-	17,92	15,45	12,19	10,45
	-	-	19,08	15,75	12,72	11,01
1991	-	-	13,83	12,32	8,73	7,34
	-	-	15,30	12,80	9,64	7,90
1992	17,53	14,02	8,55	7,57	4,41	3,44
	18,69	14,78	10,03	7,99	4,90	3,53
1993	19,00	14,53	10,10	8,70	5,20	4,18
	19,60	15,03	11,60	9,28	5,90	4,43
1994	20,20	16,50	12,80	9,50	5,15	3,30
	21,50	18,00	13,50	9,90	5,15	3,50
1995	21,20	17,20	12,85	10,84	4,35	3,01
	22,30	20,33	15,20	11,80	4,40	3,14
1996	19,40	14,95	10,05	8,40	5,15	3,90
	21,50	15,53	11,30	8,84	5,15	3,85
1997	16,95	12,74	9,50	7,85	5,25	3,90
	17,50	13,88	10,30	8,08	5,25	4,00
1998	-	-	12,70	10,11	6,85	4,71
	-	-	13,85	10,48	6,80	4,94
1999	20,65	18,29	13,90	11,00	4,07	2,82
	22,35	19,68	15,20	11,37	4,12	2,99
2000	20,70	14,91	10,65	7,44	4,40	2,71
	22,40	16,58	11,43	8,03	4,30	2,90
2001	18,31	12,93	7,68	5,98	2,60	1,75
	20,04	15,49	8,53	6,36	2,90	1,82
2002	19,20	13,66	9,44	7,68	4,50	3,30
	20,75	14,84	10,41	8,15	4,37	3,22
2003	23,97	20,13	15,78	13,44	8,17	6,10
	29,98	21,77	17,11	14,02	7,85	5,95
2004	23,65	18,32	15,25	11,36	5,75	3,65
	24,45	18,74	15,50	11,71	5,87	3,78
2005	22,78	19,74	15,41	12,68	7,74	5,37
	25,80	23,04	16,00	12,82	7,55	5,62
2006	22,40	18,19	12,70	11,12	7,62	4,72
	23,60	19,22	13,66	11,47	6,87	3,75
2007	18,14	13,75	10,12	8,67	5,53	3,89
	21,15	17,52	10,52	8,85	5,45	3,81
2008	23,08	20,44	16,98	12,53	5,38	4,01
	23,97	21,83	17,41	13,21	5,83	4,10
2009	22,36	17,71	13,40	10,81	6,41	4,5
	23,88	18,99	14,25	11,02	7,09	4,66
2010	21,62	18,32	13,56	10,75	6,48	4,54
	23,50	19,38	13,90	11,07	6,59	4,51
2011	21,03	17,27	15,58	13,36	10,2	7,84
	21,88	17,70	15,56	13,38	10,4	7,87
2012	23,75	20,61	15,13	12,35	9,05	6,69
	24,24	21,31	16,31	12,83	9,20	6,76
2013	21,23	15,27	13,39	10,55	4,20	2,88
	21,50	16,66	14,70	11,46	4,55	3,10

Nous soulignons à nouveau le lien 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**).

²⁵ 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.

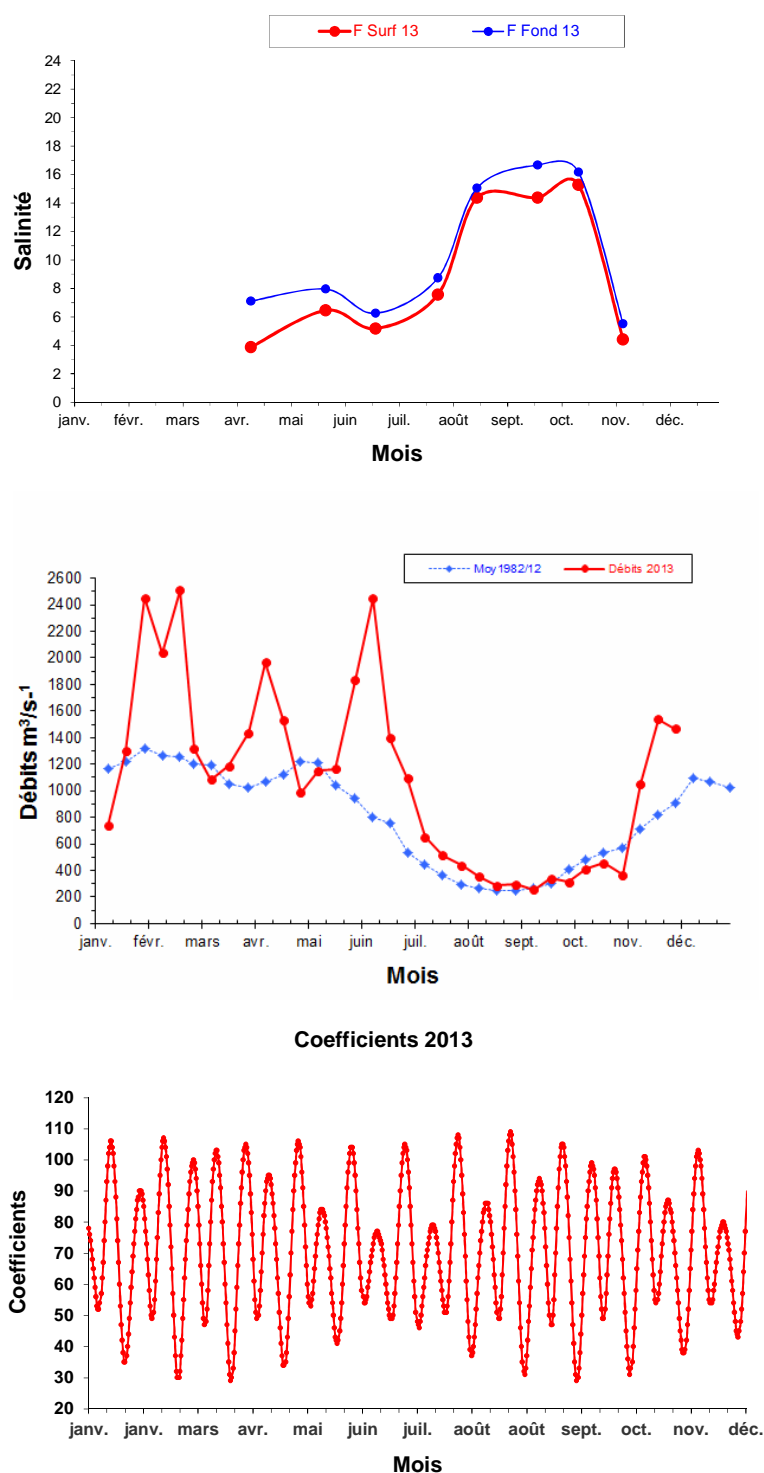


Figure 3-16 : Variations temporelles des salinités moyennes au Point F (PK 67), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2013

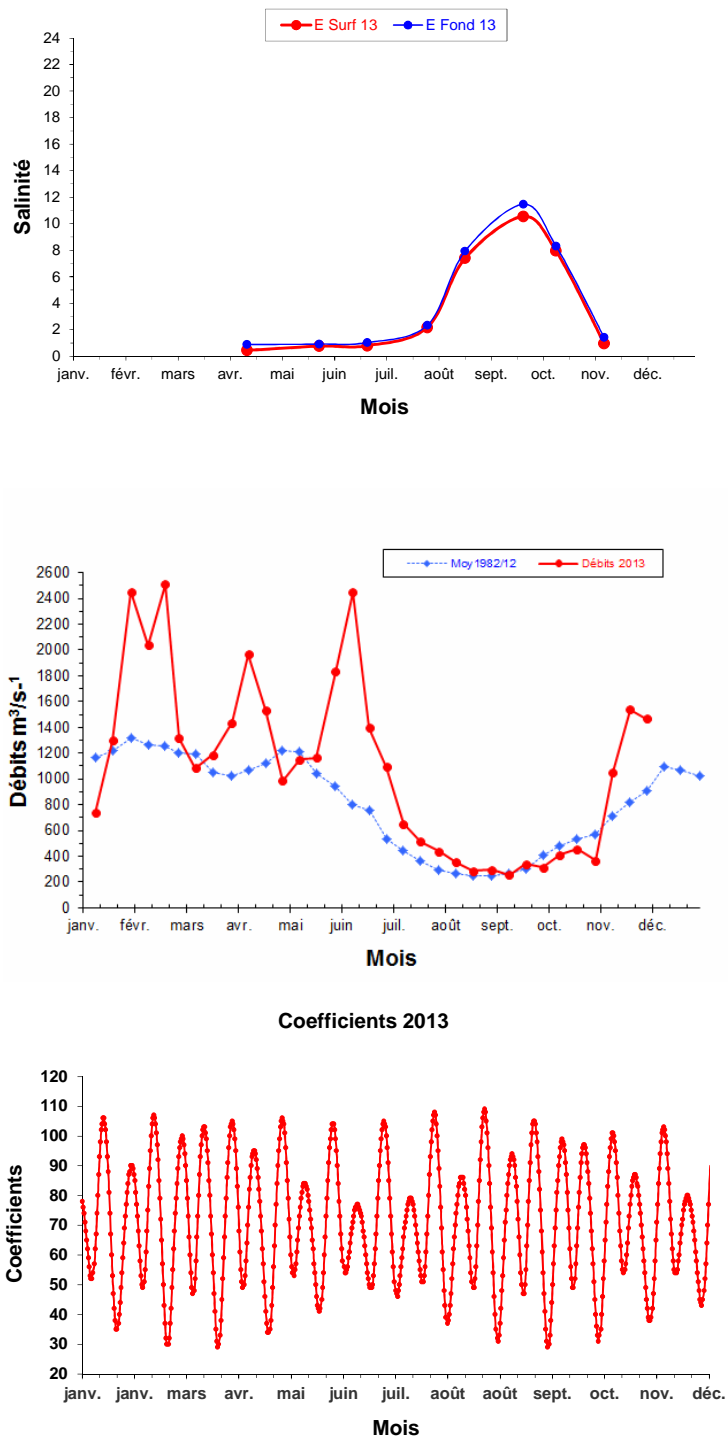


Figure 3-17 : Variations temporelles des salinités moyennes au Point E (PK 52), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2013

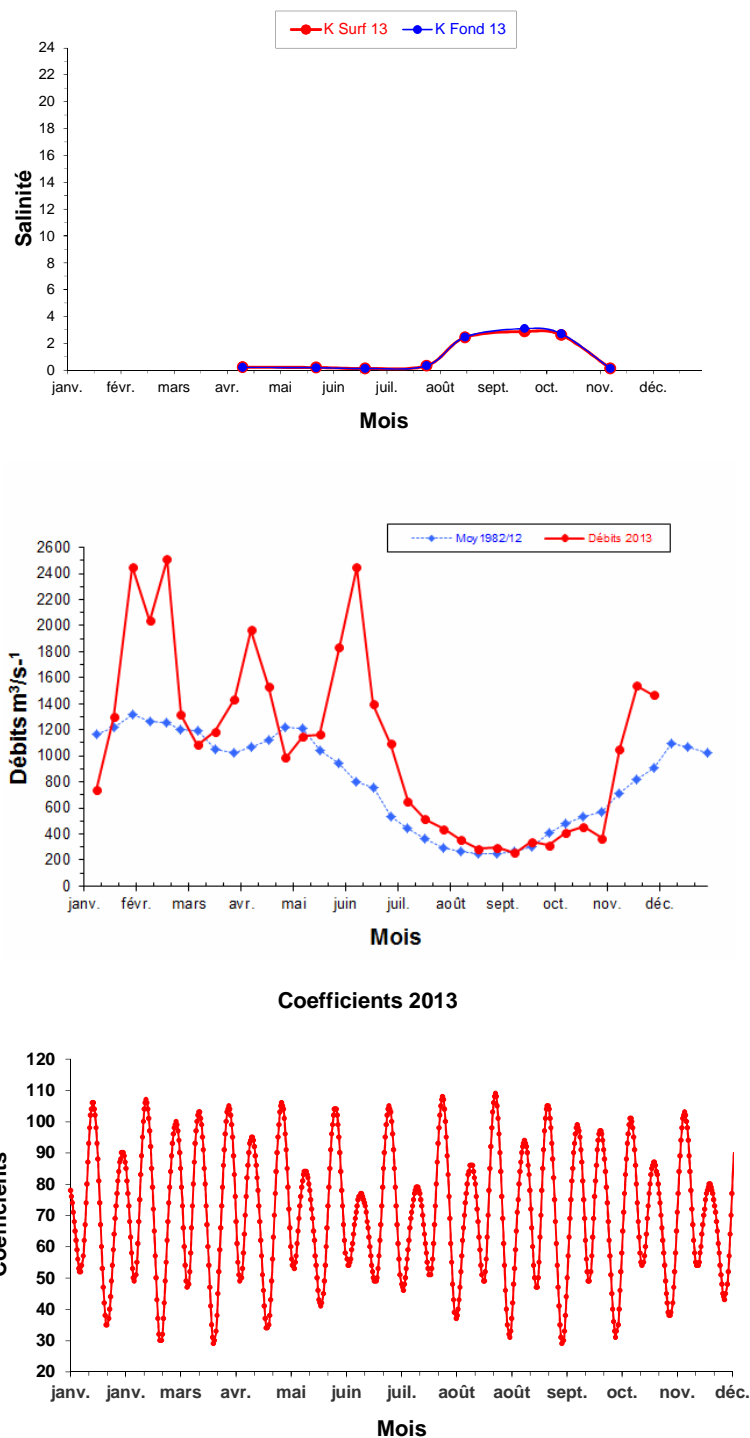


Figure 3-18 : Variations temporelles des salinités moyennes au Point K (PK 30), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2013

Synthèse 2013 :

En 2013, la moyenne annuelle des débits est supérieure à celle de 2012. Pour cette raison, en 2013 aux stations F, E et K, les salinités moyennes et maximales sont inférieures à celles enregistrées en 2012 (tableau 3-7).

Au point F, 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 plus homogènes sur toute la tranche d'eau aux stations E et K situées plus en amont, et en particulier à la station K.

Sur le long terme :

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 (année très sèche) et 17,50 au minimum en 1977 (année très humide)

3.3. Vitesse de courant

Point F

En 2013 les vitesses maximales de courant ont été relevées alternativement en flot et jusant tout au long de l'année, aussi bien en surface qu'au fond, sans qu'une dominance claire puisse se dégager (**Tableau 3-8, Figure 3-20**).

Les plus élevées ont été observées :

- en surface le 14 mai : 152 cm.s^{-1} (Qfl : $1090 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 69-65)
- et le 19 novembre : 152 cm.s^{-1} (Qfl : $1527 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 84-83)
- au fond le 19 novembre : 117 cm.s^{-1} (Qfl : $1527 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 84-83)
- et le 17 avril : 111 cm.s^{-1} (Qfl : $1670 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef 46-41)

Point E

Les vitesses maximales de courant de surface ont été relevées en flot tout au long de l'année. Les vitesses maximales au fond ont été relevées en flot tous les mois, sauf en avril et en octobre, où la vitesse maximale a été enregistrée en jusant (**Tableau 3-8, Figure 3-21**).

Les plus élevées ont été observées :

- en surface le 20 août : 175 cm.s^{-1} (Qfl : $304 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 92-98)
- et le 20 novembre : 175 cm.s^{-1} (Qfl : $1463 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 80-77)
- au fond le 20 août : 157 cm.s^{-1} (Qfl : $304 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 92-98)
- et le 13 juin : 117 cm.s^{-1} (Qfl : $1812 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 68-66)

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 (mai et octobre), où le maximum a été enregistré en jusant (**Tableau 3-8, Figure 3-22**).

Les plus élevées ont été observées :

- en surface le 23 août : 169 cm.s^{-1} (Qfl $299 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 108-105)
- le 13 novembre : 152 cm.s^{-1} (Qfl $1330 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 60-64)
- au fond le 23 août : 128 cm.s^{-1} (Qfl $203 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 65-58)
- le 13 novembre : 117 cm.s^{-1} (Qfl $1330 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 60-64)

Au point E, les vitesses maximales en surface de flot et de jusant en 2013 supérieures à 2012, mais inférieures à 2011 (**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 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$

Année 2013		VITESSES MAXIMALES DE COURANT EN $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$						
DATES	COEFFICIENTS	POINT F PK 67 Vitesses Maximales		POINT E PK 52 Vitesses Maximales		POINT K PK 30 Vitesses Maximales		$\text{Qfl}\cdot\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$
		SURFACE	FOND	SURFACE	FOND	SURFACE	FOND	
17 avril	46-41	-117	111					1670
18 avril	37-34			111	-93			1635
15 avril	68-62					125	82	1757
14 mai	69-65	152	105					1090
22 mai	66-73			123	88			1214
12 mai	80-78					128	-65	1144
12 juin	73-71	-152	-88					2157
13 juin	68-66			128	117			1812
10 juin	77-76					134	99	2567
8 juillet	73-75	134	82					714
9 juillet	77-78			128	88			693
13 juillet	73-70					134	82	625
21 août	103-106	-140	-82					286
20 août	92-98			175	157			304
23 août	108-105					169	128	299
26 septembre	47-41	-117	-99					320
30 septembre	38-44			93	82			317
27 septembre	35-31					105	99	315
14 octobre	52-57	117	64					395
10 octobre	75-69			128	-89			401
15 octobre	63-69					117	-70	400
19 novembre	84-83	152	117					1527
20 novembre	80-77			175	70			1463
13 novembre	60-64					152	117	1330

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

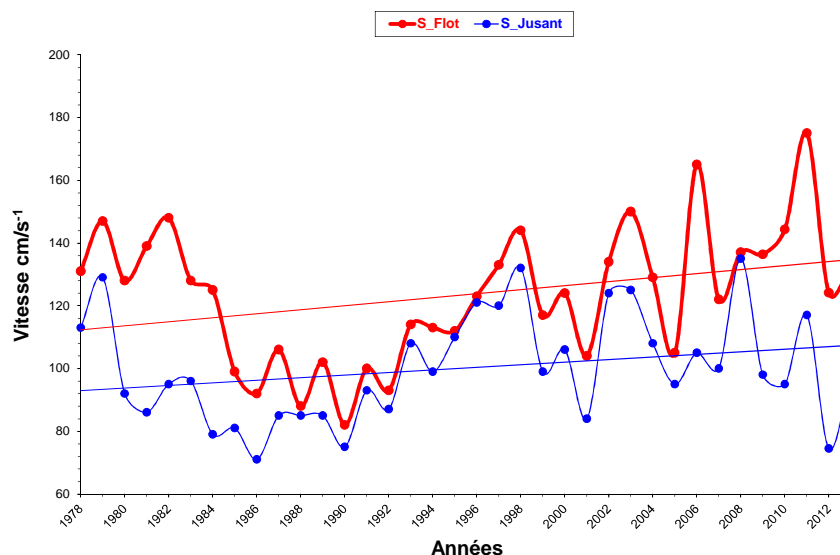


Figure 3-19 : Evolution de la vitesse maximale (moyenne annuelle) en surface au point E (PK52) au cours de la période 1978-2013

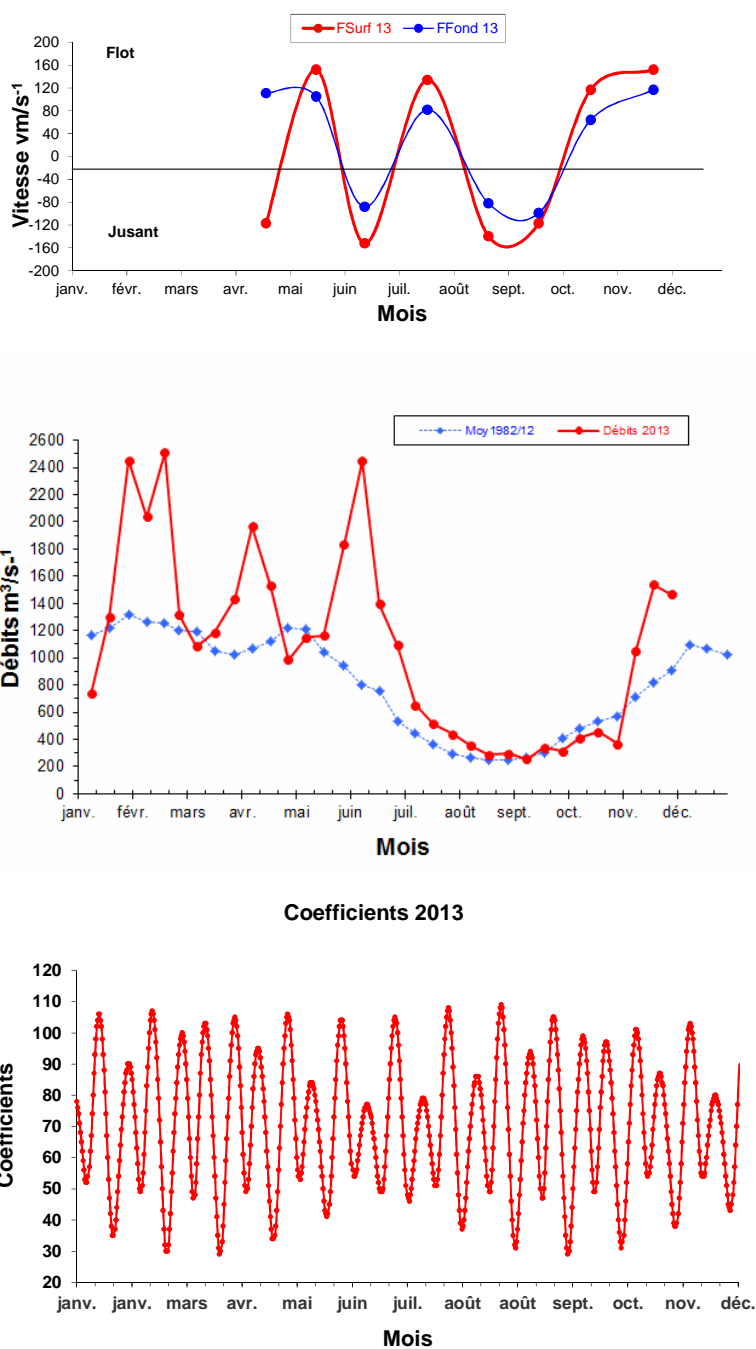


Figure 3-20 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point F (PK 67) au cours de l'année 2013, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux

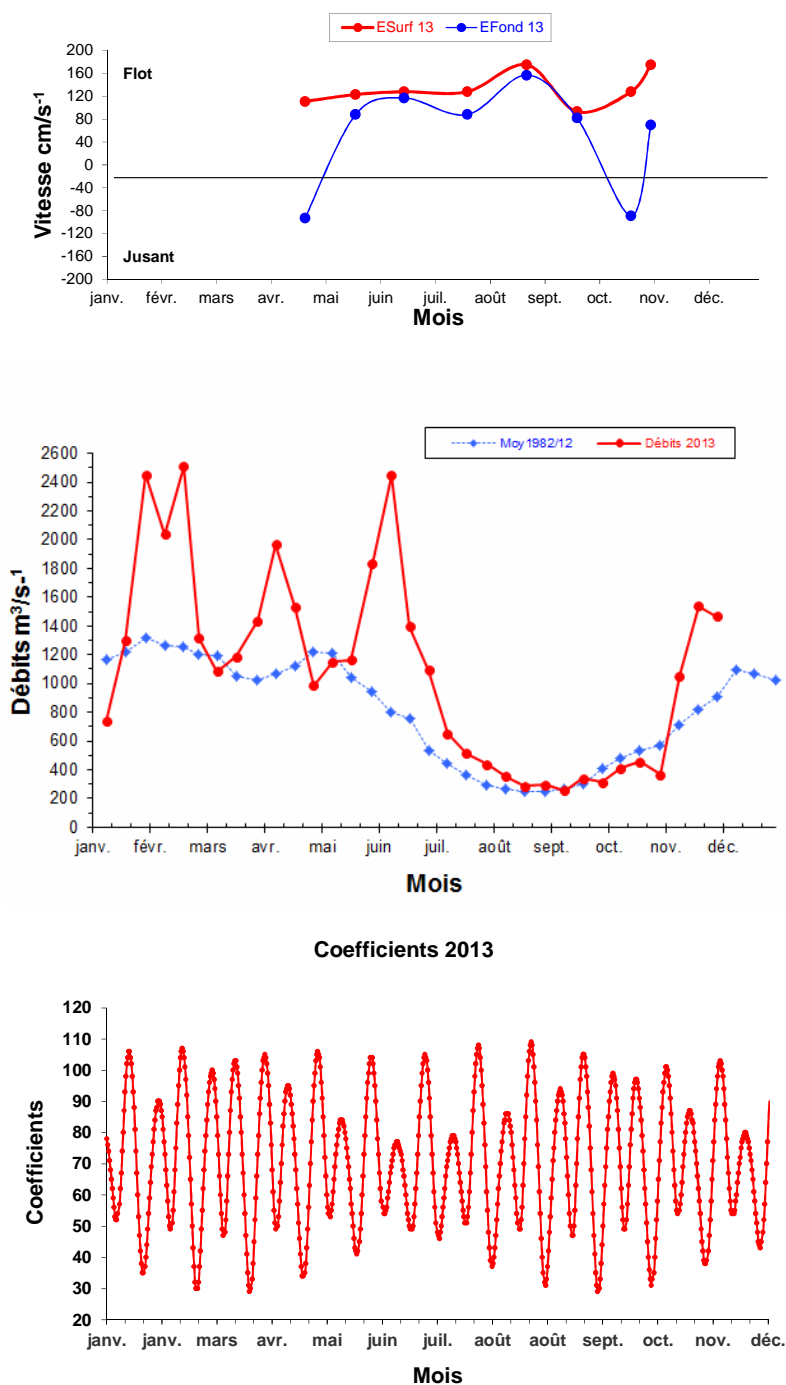


Figure 3-21 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point E (PK 52) au cours de l'année 2013, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux

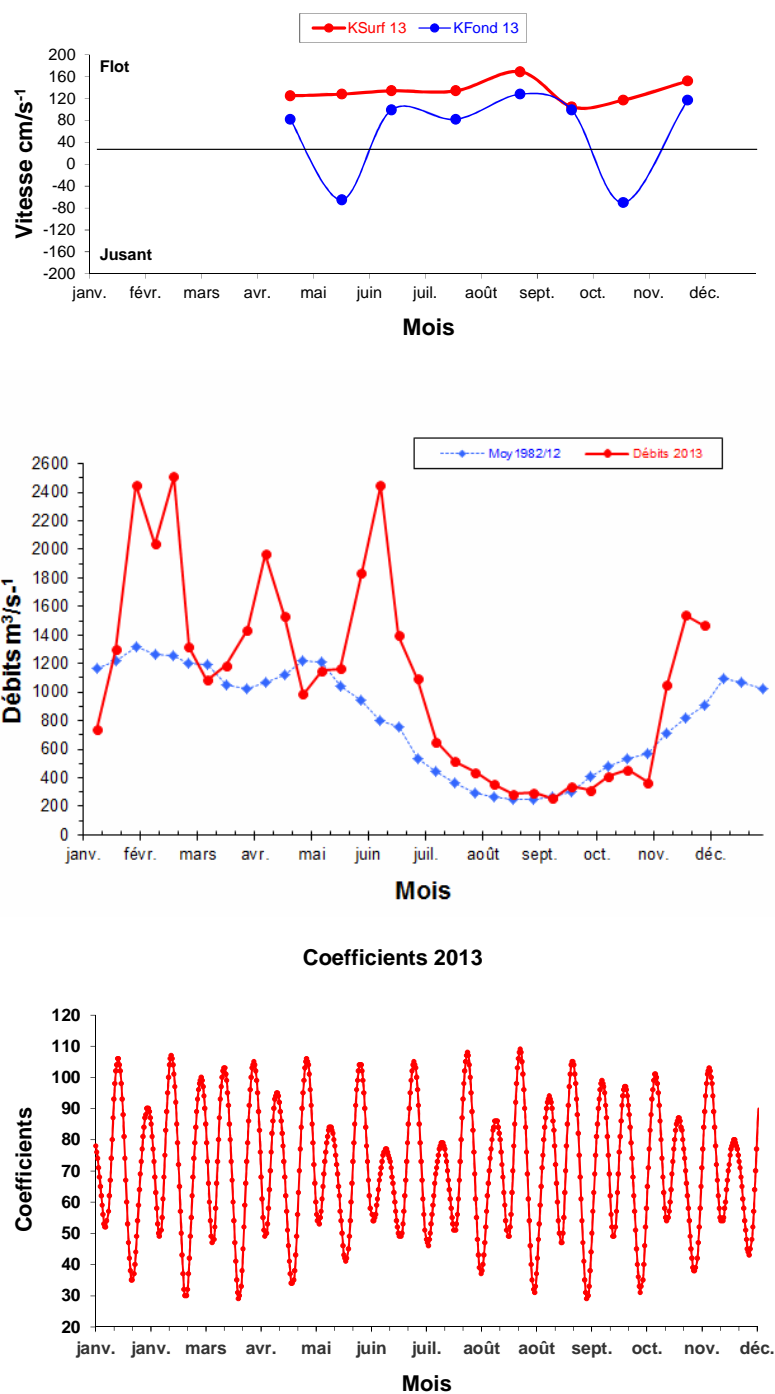


Figure 3-22 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point K (PK 30) au cours de l'année 2013, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux

Synthèse 2013 :

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 il y a quelques années (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, et dans le temps, par les variations de 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 réchauffées de la centrale a pu être moins efficace qu'auparavant dans le zone de mesure des courants.

En 2013, les vitesses de courant mesurées au point E sont plus élevées qu'en 2012, mais moins élevées qu'en 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 2013 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 0,007 g.l⁻¹ le 17 avril (Qfl : 1670 m³.s⁻¹ - coef. 46-41)
 et 3,374 g.l⁻¹ le 19 novembre (Qfl : 1527 m³.s⁻¹ - coef. 84-83)
 au fond entre 0,172 g.l⁻¹ le 26 septembre (Qfl : 320 m³.s⁻¹ - coef. 47-41)
 et 5,463 g.l⁻¹ le 14 mai (Qfl : 1090 m³.s⁻¹ - coef. 63-65)

Au Point E-PK 52 (Tableau 3 10)

en surface entre 0,115 g.l⁻¹ le 9 juillet (Qfl : 693 m³.s⁻¹ - coef. 77-78)
 et 6,768 g.l⁻¹ le 20 novembre (Qfl : 1463 m³.s⁻¹ - coef. 80-77)
 au fond entre 0,214 g.l⁻¹ le 30 septembre (Qfl : 317 m³.s⁻¹ - coef. 38-44)
 et 5,676 g.l⁻¹ le 20 novembre (Qfl : 1463 m³.s⁻¹ - coef. 80-77)

Au Point K-PK 30 (Tableau 3 11)

en surface entre 0,097 g.l⁻¹ le 10 juin (Qfl : 2567 v - coef. 77-76)
 et 2,827 g.l⁻¹ le 13 novembre (Qfl : 1330 m³.s⁻¹ - coef. 60-64)
 au fond entre 0,209 g.l⁻¹ le 15 avril (Qfl : 1757 m³.s⁻¹ - coef. 68-62)
 et 4,342 g.l⁻¹ le 27 septembre (Qfl : 315 m³.s⁻¹ - coef. 35-31)

3.4.1.2. Variations mensuelles

Au Point F-PK 67 (Figure 3 23)

Les M.E.S. moyennes ont varié :

en surface de 0,099 g.l⁻¹ (17 avril) à 2,895 g.l⁻¹ (19 novembre)
 au fond de 0,736 g.l⁻¹ (21 août) à 4,631 g.l⁻¹ (19 novembre)

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

le 17 avril, en surface : 0,007 g.l⁻¹ - Qfl : 1670 m³.s⁻¹ - coef. 46-41
 le 26 septembre au fond : 0,172 g.l⁻¹ - Qfl : 320 m³.s⁻¹ - coef. 47-41

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

le 19 novembre en surface : 3,374 g.l⁻¹ - Qfl : 1527 m³.s⁻¹ - coef. 84-83
 le 14 mai, au fond : 5,463 g.l⁻¹ - Qfl : 1090 m³.s⁻¹ - coef. 63-65

Au Point E-PK 52 (Figure 3 24)

Les M.E.S. moyennes ont varié :

en surface de $0,230 \text{ g.l}^{-1}$ (30 sept) à $4,191 \text{ g.l}^{-1}$ (20 novembre)

au fond de $0,380 \text{ g.l}^{-1}$ (30 sept) à $4,573 \text{ g.l}^{-1}$ (20 novembre)

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

le 9 juillet en surface : $0,115 \text{ g.l}^{-1}$ - Qfl : $693 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 77-78

le 30 septembre au fond : $0,214 \text{ g.l}^{-1}$ - Qfl : $317 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 38-44

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

le 20 novembre, en surface : $6,768 \text{ g.l}^{-1}$ - Qfl : $1463 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 80-77

le 20 novembre au fond : $5,676 \text{ g.l}^{-1}$ - Qfl : $1463 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 80-77

Au Point K-PK 30 (Figure 3 25)

Les M.E.S. moyennes ont varié :

en surface de $0,218 \text{ g.l}^{-1}$ (10 juin) à $2,095 \text{ g.l}^{-1}$ (13 novembre)

au fond de $0,386 \text{ g.l}^{-1}$ (15 avril) à $2,678 \text{ g.l}^{-1}$ (13 novembre)

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

le 10 juin en surf : $0,097 \text{ g.l}^{-1}$ - Qfl : $2567 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 77-76

le 15 avril au fond : $0,209 \text{ g.l}^{-1}$ - Qfl : $1757 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 68-62

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

le 13 novembre en surface : $2,827 \text{ g.l}^{-1}$ - Qfl : $1330 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 60-64

le 27 septembre au fond : $4,342 \text{ g.l}^{-1}$ - Qfl : $315 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 35-31

Les valeurs des minima et des maxima des M.E.S. de 2013 au point E sont comparées à celles des années antérieures dans les **Tableaux 3 12 et 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 F2013								
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)
17-avr	S	0,007	0,158	0,151	0,099	3,167	46-41	1670
	F	0,326	3,325	2,999	1,186			
14-mai	S	0,108	0,433	0,325	0,223	5,319	69-65	1090
	F	0,181	5,463	5,282	2,090			
12-juin	S	0,061	0,264	0,203	0,158	3,093	73-71	2157
	F	0,224	3,357	3,133	1,504			
08-juil	S	0,059	0,164	0,105	0,125	2,106	73-75	714
	F	0,272	2,245	1,973	0,876			
21-août	S	0,128	0,471	0,343	0,292	1,126	103-106	286
	F	0,230	1,490	1,260	0,736			
26-sept	S	0,031	0,263	0,232	0,123	1,829	47-41	320
	F	0,172	2,092	1,920	0,769			
14-oct	S	0,091	0,550	0,459	0,251	1,362	52-57	395
	F	0,396	1,533	1,137	0,859			
19-nov	S	2,297	3,374	1,077	2,895	2,635	84-83	1527
	F	3,556	5,085	1,529	4,631			
Mini S	S	0,007	0,158	0,105	0,099	1,126		
Mini F	F	0,172	1,490	1,137	0,736			
Maxi S	S	2,297	3,374	1,077	2,895	5,319		
Maxi F	F	3,556	5,463	5,282	4,631			

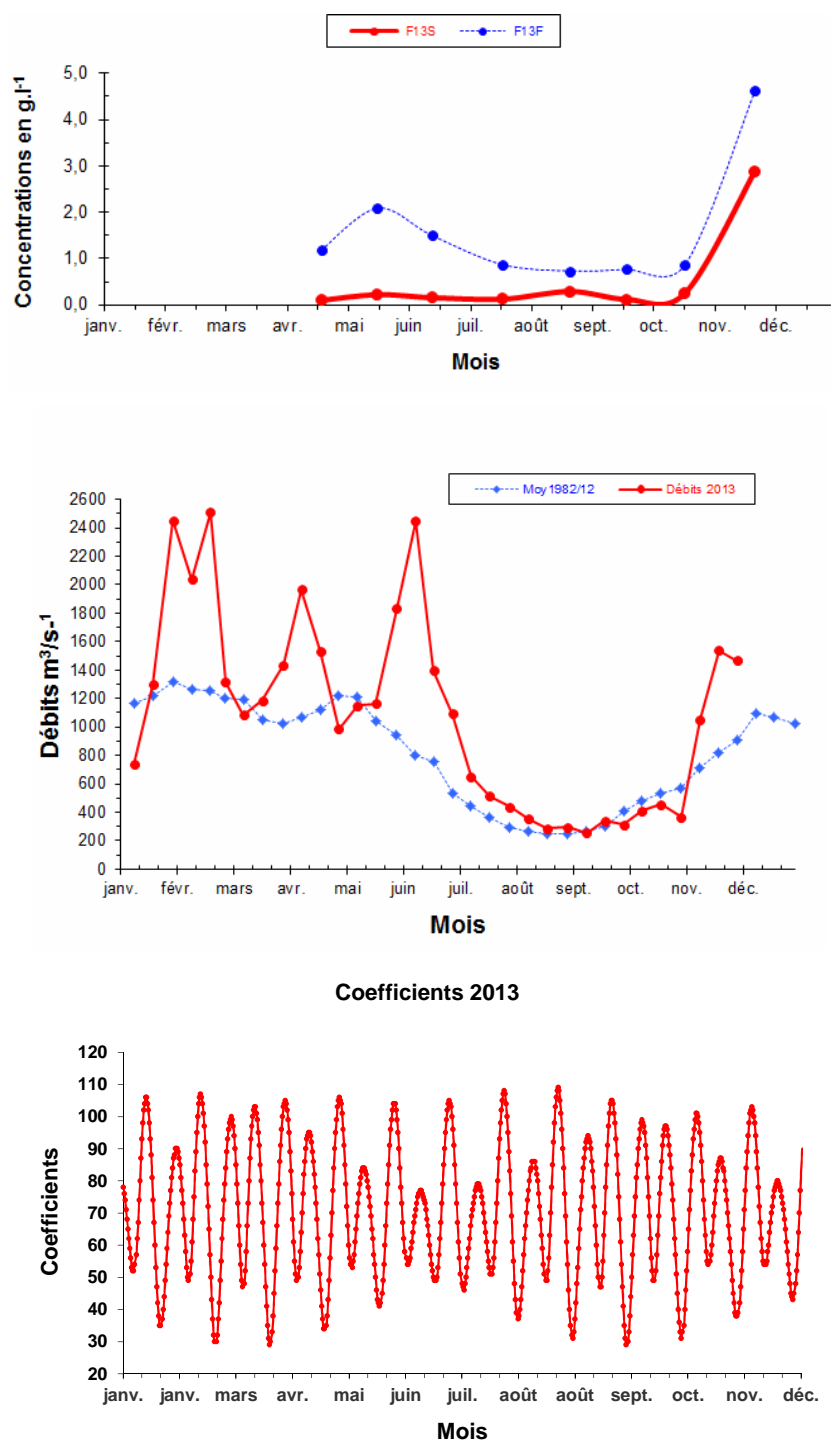


Figure 3-23 : Variations temporelles des MES moyennes au point F (PK 67) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2013

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

		VI-5						
		CONCENTRATIONS EN M.E.S.						
		En g.l⁻¹						
ANNEE E2013								
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)
18-avr	S	0,216	0,397	0,181	0,283	2,003	37-34	1635
	F	0,294	2,290	1,996	1,220			
22-mai	S	0,264	0,536	0,272	0,393	2,146	66-73	1214
	F	0,357	2,682	2,325	1,301			
13-juin	S	0,224	0,553	0,329	0,350	0,488	68-66	1812
	F	0,338	0,989	0,651	0,652			
09-juil	S	0,115	0,465	0,350	0,312	1,248	77-78	693
	F	0,489	1,687	1,198	0,986			
20-août	S	0,125	0,679	0,554	0,348	1,650	92-98	304
	F	0,353	1,963	1,610	1,213			
30-sept	S	0,153	0,288	0,135	0,230	0,362	38-44	317
	F	0,214	0,650	0,436	0,380			
10-oct	S	0,286	0,875	0,589	0,634	1,726	75-69	401
	F	0,826	2,285	1,459	1,715			
20-nov	S	2,299	6,768	4,469	4,191	2,072	80-77	1463
	F	4,301	5,676	1,375	4,573			
Mini S	S	0,115	0,288	0,135	0,230	0,362		
Mini F	F	0,214	0,650	0,436	0,380			
Maxi S	S	2,299	6,768	4,469	4,191	2,146		
Maxi F	F	4,301	5,676	2,325	4,573			

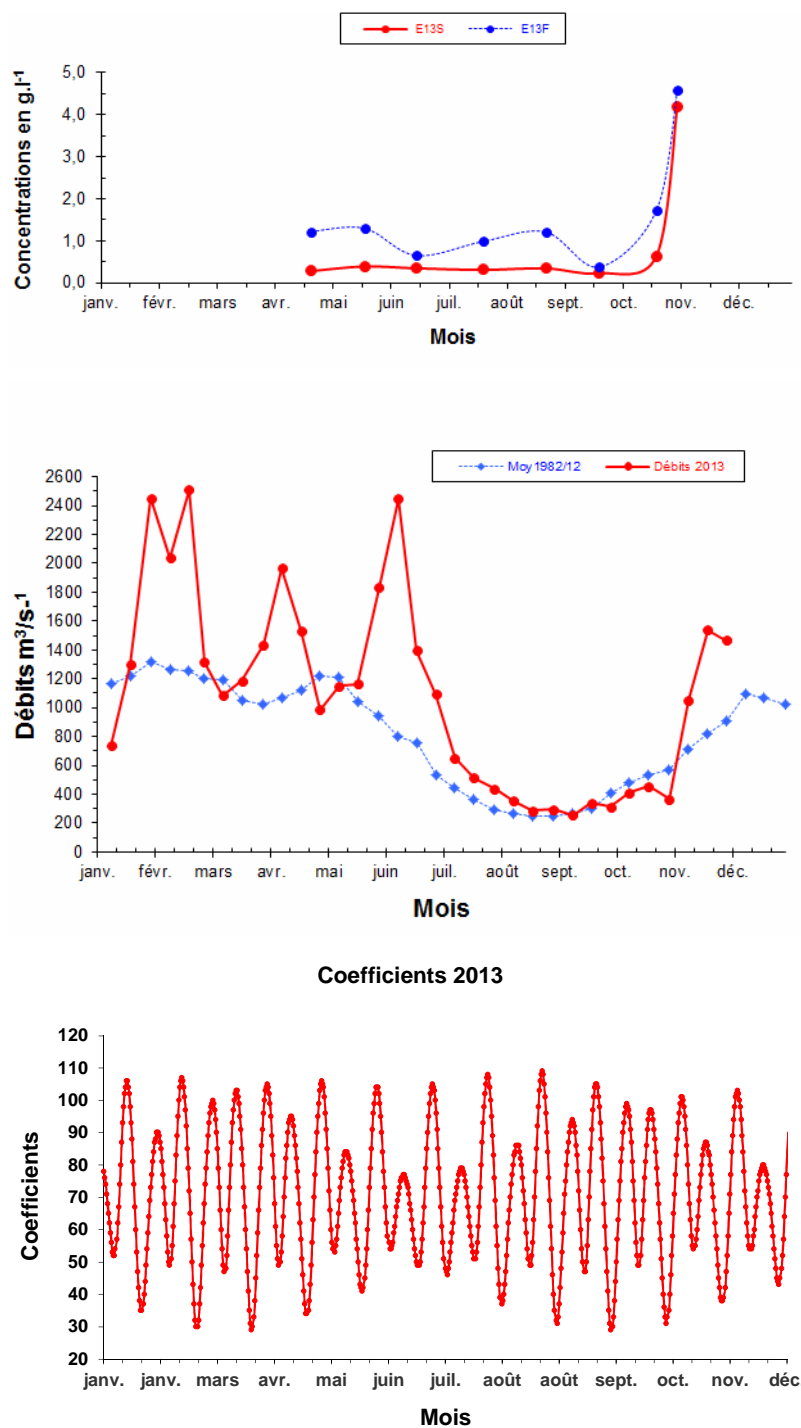


Figure 3-24 : Variations temporelles des MES moyennes au point E (PK 52) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2013

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

VI-6								
CONCENTRATIONS EN M.E.S.								
En g.l ⁻¹								
ANNEE K2013								
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)
15-avr	S	0,149	0,345	0,196	0,252	0,222	68-62	1757
	F	0,209	0,567	0,358	0,386			
12-mai	S	0,182	0,809	0,627	0,495	0,593	80-78	1144
	F	0,406	1,120	0,714	0,803			
10-juin	S	0,097	0,414	0,317	0,218	0,307	77-76	2567
	F	0,221	0,507	0,286	0,401			
13-juil	S	0,281	0,998	0,717	0,636	1,029	73-70	625
	F	0,908	1,634	0,726	1,272			
23-août	S	0,341	1,658	1,317	0,869	1,026	108-105	299
	F	1,159	2,684	1,525	1,728			
27-sept	S	0,121	1,028	0,907	0,634	3,512	35-31	315
	F	0,491	4,342	3,851	1,663			
15-oct	S	0,680	2,274	1,594	1,457	1,657	63-69	400
	F	1,346	2,541	1,195	1,915			
13-nov	S	1,297	2,827	1,530	2,095	1,000	60-64	1330
	F	1,731	3,655	1,924	2,678			
Mini S	S	0,097	0,345	0,196	0,218	0,222		
Mini F	F	0,209	0,507	0,286	0,386			
Maxi S	S	1,297	2,827	1,594	2,095	3,512		
Maxi F	F	1,731	4,342	3,851	2,678			

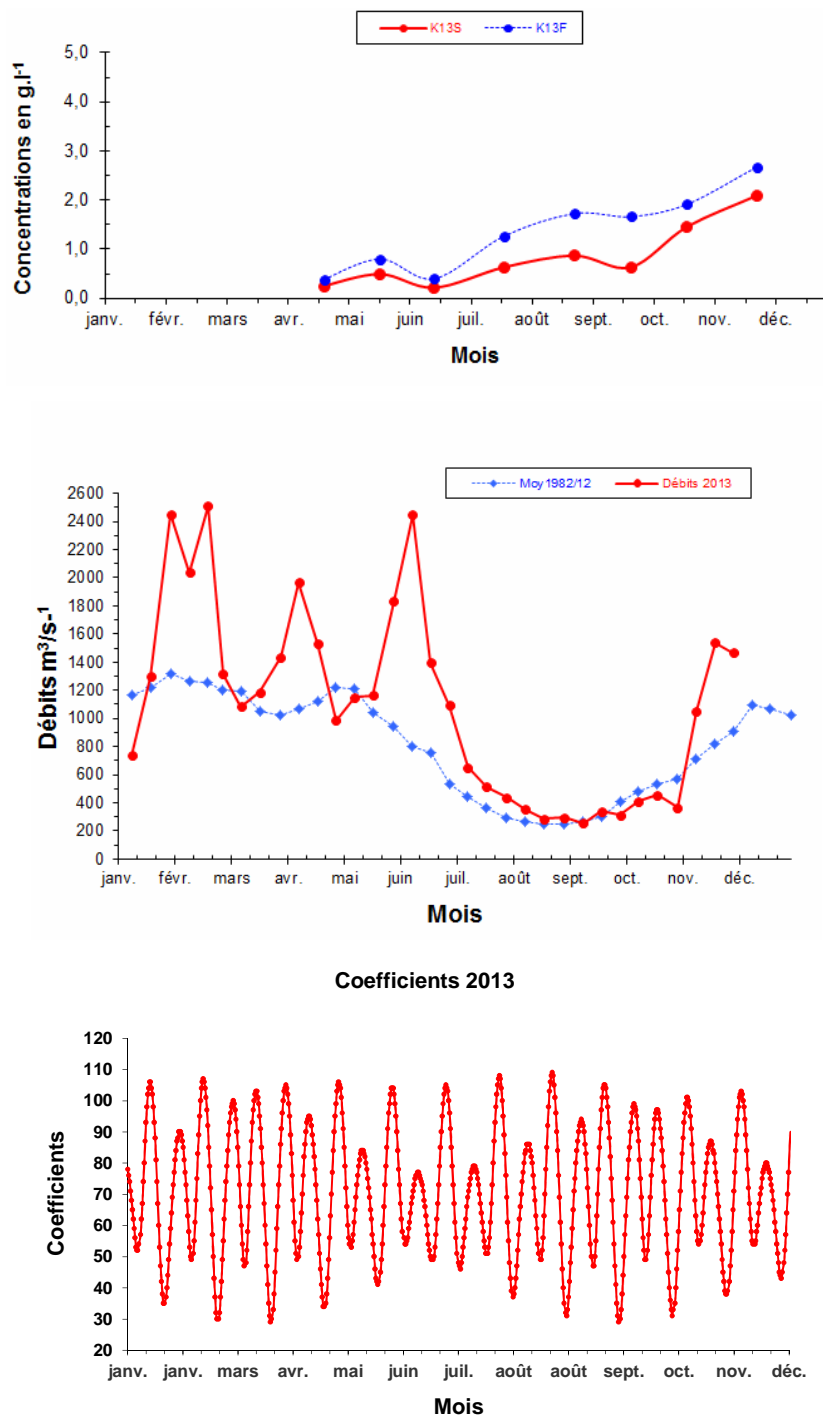


Figure 3-25 : Variations temporelles des MES moyennes au point K (PK 30) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2013

3.4.2. Variations spatiales

3.4.2.1. Variations longitudinales

(Tableaux 3-9 à 3 11)

Les valeurs maximales des M.E.S. sont relevées en novembre et en mai au PK 67, en novembre au PK52, et en novembre et en septembre au PK 30 :

au PK 67 : 3,374 g.l⁻¹ en surface et 5,463 g.l⁻¹ au fond

au PK 52 : 6,768 g.l⁻¹ en surface et 5,676 g.l⁻¹ au fond

au PK 30 : 2,827 g.l⁻¹ en surface et 4,342 g.l⁻¹ au fond

Les valeurs minimales des M.E.S. sont relevées en avril et septembre au PK 67, en juillet et septembre au PK 52, en juin et avril au PK 30 :

au PK 67 : 0,007 g.l⁻¹ en surface et 0,172 g.l⁻¹ au fond

au PK 52 : 0,115 g.l⁻¹ en surface et 0,214 g.l⁻¹ au fond

au PK 30 : 0,097 g.l⁻¹ en surface et 0,209 g.l⁻¹ au fond

3.4.2.2. variations verticales

(Tableaux 3-9 à 3 11)

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

au Point F : de 1,126 g.l⁻¹ (21 août) à 5,319 g.l⁻¹ (14 mai)

au Point E : de 0,362 g.l⁻¹ (30 sept) à 2,146 g.l⁻¹ (22 mai)

au Point K : de 0,222 g.l⁻¹ (15 avril) à 3,512 g.l⁻¹ (27 sept)

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

au Point F : de 0,105 g.l⁻¹ (08 juillet) à 5,282 g.l⁻¹ (14 mai)

au Point E : de 0,135 g.l⁻¹ (30 sept) à 4,469 g.l⁻¹ (20 nov)

au Point K : de 0,196 g.l⁻¹ (15 avril) à 3,851 g.l⁻¹ (27 septembre)

Synthèse 2013 :

Les valeurs des concentrations en M.E.S. de 2013 sont en moyenne plus faibles qu'en 2012. Aux points F et E, elles varient de la même manière : elles sont légèrement plus élevées en début de suivi, puis diminuent en été, et remontent significativement au mois de novembre. Au point K, les MES augmentent progressivement depuis avril jusqu'en novembre, témoignant d'une remontée progressive du bouchon vaseux depuis l'aval vers l'amont.

Sur le long terme, l'année 2013 tout comme les 3 années antérieures (2010 à 2012), se situe parmi les années où les eaux sont les moins turbides durant de longues périodes.

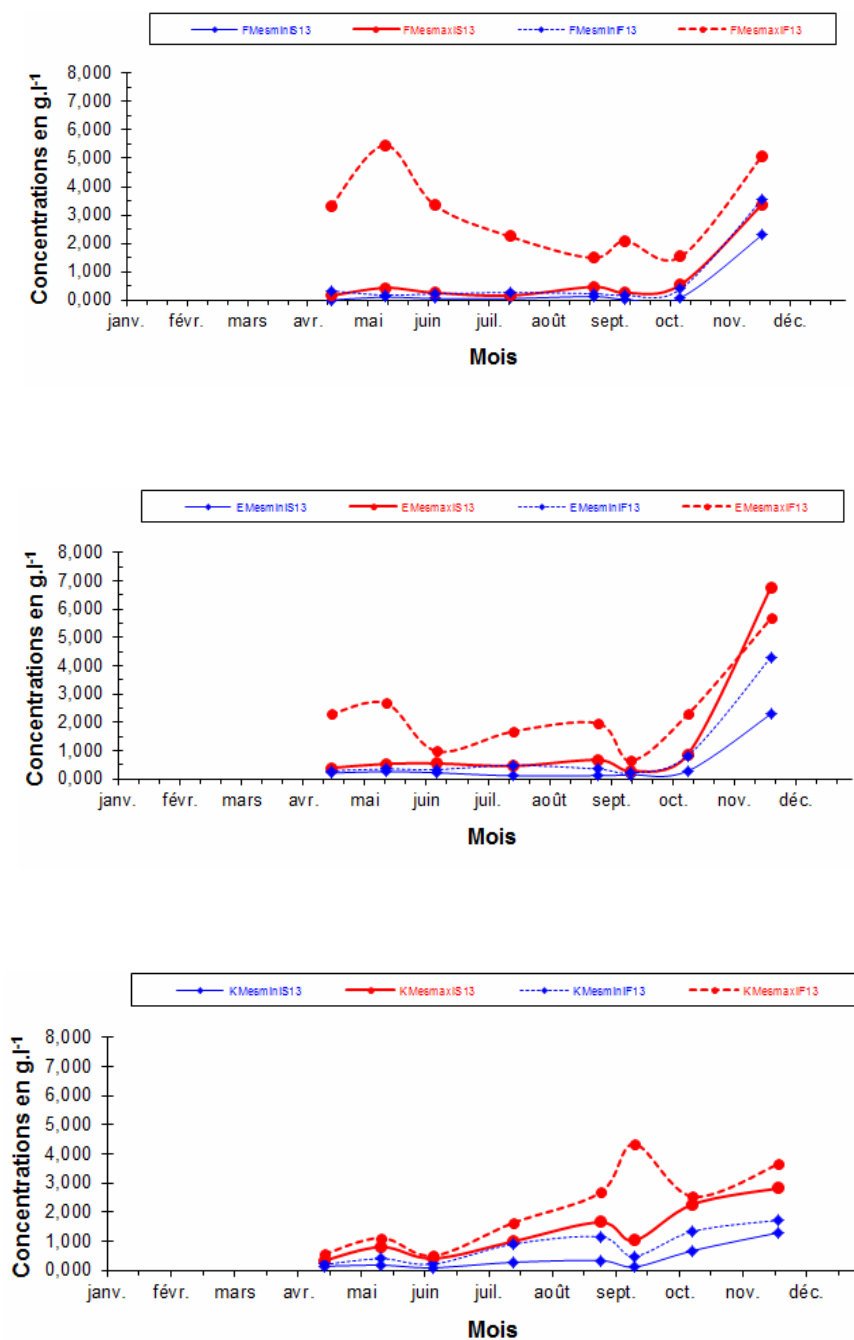


Figure 3-26 : Variations mensuelles des MES minimales et maximales aux points F-E-K en 2013

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) de 1978 à 2013

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
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
2013	0,115	09-juil	693	77-78	-111
	6,768	20-nov	1463	80-77	175

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) de 1978 à 2013

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
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
2013	0,214	30-sept	317	38-44	Etale PM
	5,678	20-nov	1463	80-77	-59

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 $-0,17 \text{ ml.l}^{-1}$ (17 avril) et $1,28 \text{ ml.l}^{-1}$ (12 juin)

au fond entre $-0,27 \text{ ml.l}^{-1}$ (14 octobre) et $1,25 \text{ ml.l}^{-1}$ (26 septembre)

Au Point E PK 52 (Tableau 3 15)

en surface entre $-0,19 \text{ ml.l}^{-1}$ (22 mai) et $1,34 \text{ ml.l}^{-1}$ (13 juin)

au fond entre $-0,12 \text{ ml.l}^{-1}$ (22 mai) et $1,27 \text{ ml.l}^{-1}$ (13 juin)

Au Point K-PK 30 (Tableau 3 16)

en surface entre $-0,37 \text{ ml.l}^{-1}$ (13 novembre) et $2,10 \text{ ml.l}^{-1}$ (27 septembre)

au fond entre $-0,35 \text{ ml.l}^{-1}$ (13 novembre) et $2,14 \text{ ml.l}^{-1}$ (27 septembre)

3.5.1.2. Variations mensuelles

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

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

en surface : $0,01 \text{ ml.l}^{-1}$ (0,09 %) le 14 octobre et $1,16 \text{ ml.l}^{-1}$ (18,05 %) le 12 juin.

au fond : $0,00 \text{ ml.l}^{-1}$ (0,00 %) le 14 octobre et $1,14 \text{ ml.l}^{-1}$ (17,85 %) le 12 juin.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées :

le 19 nov. en surface : $7,07 \text{ ml.l}^{-1}$ (93,94 %) (Qfl : $1527 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 84-83)

le 19 nov au fond : $7,01 \text{ ml.l}^{-1}$ (93,80 %) (Qfl : $1527 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 84-83)

Les déficits moyens correspondants:

en surface : $0,46 \text{ ml.l}^{-1}$ (6,06 %)

au fond : $0,47 \text{ ml.l}^{-1}$ (6,20 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 26 septembre en surface : $4,88 \text{ ml.l}^{-1}$ (83,75 %) (Qfl : $320 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 47-41)

le 26 septembre au fond : $4,84 \text{ ml.l}^{-1}$ (83,39 %) (Qfl : $320 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 47-41)

Les déficits moyens correspondants :

en surface : $0,95 \text{ ml.l}^{-1}$ (16,25 %)

au fond : $0,97 \text{ ml.l}^{-1}$ (16,61 %)

Les déficits minimum de l'année ont été relevés :

le 14 octobre en surface : $-0,017 \text{ ml.l}^{-1}$ (-2,79 %) (Qfl : $395 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 52-57)

le 14 octobre au fond : $-0,27 \text{ ml.l}^{-1}$ (-4,47 %) (Qfl : $395 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 52-57)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 12 juin en surface : $1,28 \text{ ml.l}^{-1}$ (19,73 %) (Qfl : $2157 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 73-71)

le 26 septembre au fond : $1,25 \text{ ml.l}^{-1}$ (21,21 %) (Qfl : $320 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 47-41)

Les valeurs moyennes de l'année 2013 au point F évoluaient autour de 89 % du taux de saturation ($5,45 \text{ ml.l}^{-1}$). En 2010, les valeurs moyennes évoluent autour de 89.93 % ($5,58 \text{ ml.l}^{-1}$). Le déficit moyen annuel est évalué à $0,63 \text{ ml/l}$ (10.07 %) alors qu'en 2009, il était évalué à $0,68 \text{ ml/l}$ (11.00 %). (**Tableau 3 14**)(**Tableau 3 17**)

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

VI-13 - OXYGENE DISSOUS														
POINT F PK 67														
ANNEE F 2013														
DATES		VALEUR DE SATURATION			DERICIT						ECART MAXI TRANCHE D'EAU		COEFFICIENT	Qfl: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents)
		m/l	m/l	%	Moyen		Minimum		Maximum		m/l	%		
17	S	7,03	6,44	91,59	0,59	8,41%	0,43	6,11%	0,79	11,16%	0,17	4,34	46-41	1670
Avril 2013	F	6,94	6,48	93,38	0,46	6,62%	0,37	5,37%	0,59	8,45%				
14	S	6,66	5,93	89,07	0,73	10,93%	0,64	9,60%	0,96	14,18%	0,15	2,75	69-65	1090
Mai 2013	F	6,59	5,95	90,28	0,64	9,72%	0,54	8,24%	0,77	11,44%				
12	S	6,42	5,26	81,95	1,16	18,05%	1,09	16,93%	1,28	19,73%	0,05	1,38	73-71	2157
Juin 2013	F	6,40	5,26	82,15	1,14	17,85%	1,04	16,46%	1,21	18,74%				
8	S	5,89	5,11	86,79	0,78	13,21%	0,71	12,27%	0,82	13,75%	0,07	1,19	73-75	714
Juil 2013	F	5,89	5,13	87,05	0,76	12,95%	0,75	12,57%	0,78	13,46%				
21	S	5,51	4,98	90,33	0,53	9,67%	0,47	8,50%	0,56	10,33%	0,08	1,29	103-106	286
Août 2013	F	5,49	4,94	89,89	0,56	10,11%	0,50	8,99%	0,63	11,45%				
26	S	5,83	4,88	83,75	0,95	16,25%	0,69	11,85%	1,13	19,13%	0,13	2,20	47-41	320
Sept 2013	F	5,81	4,84	83,39	0,97	16,61%	0,82	14,05%	1,25	21,21%				
14	S	6,08	6,07	99,91	0,01	0,09%	-0,17	-2,79%	0,27	4,29%	0,13	2,46	52-57	395
Oct 2013	F	6,04	6,13	101,52	0,00	0,00%	-0,27	-4,47%	0,26	4,21%				
19	S	7,53	7,07	93,94	0,46	6,06%	0,30	3,94%	0,76	9,98%	0,13	1,70	84-83	1527
Nov 2013	F	7,48	7,01	93,80	0,47	6,20%	0,26	3,63%	0,74	9,77%				
Moyennes	S	6,37	5,72	89,67	0,65	10,33%	0,52	8,30%	0,82	12,82%				
	F	6,33	5,72	90,18	0,62	10,01%	0,50	8,11%	0,78	12,34%				
	G	6,35	5,72	89,92	0,64	10,17%	0,51	8,20%	0,80	12,58%				
min Surf		5,51	4,88	81,95	0,01	0,09%	-0,17	-2,79%	0,27	4,29%	0,05	1,19		
min Fond		5,49	4,84	82,15	0,00	0,00%	-0,27	-4,47%	0,26	4,21%				
max Surf		7,53	7,07	99,91	1,16	18,05%	1,09	16,93%	1,28	19,73%	0,17	4,34		
max Fond		7,48	7,01	101,52	1,14	17,85%	1,04	16,46%	1,25	21,21%				

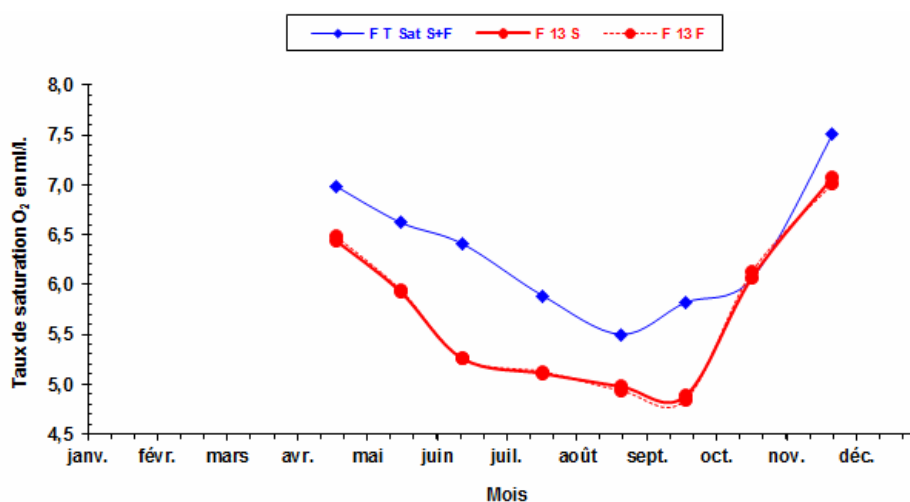


Figure 3-27 : Variations mensuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml.l⁻¹ au Point F (PK 67) en 2013

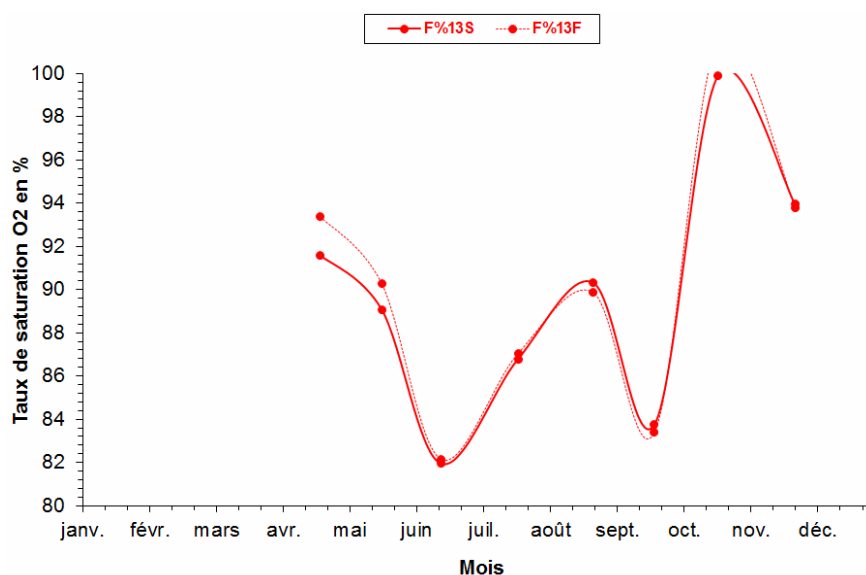


Figure 3-28 : Variations mensuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % de saturation au Point F (PK 67) en 2013

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

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

en surface : 0,06 ml.l⁻¹ (0,82 %) le 22 mai et 1,21 ml.l⁻¹ (18,3 %) le 13 juin,
au fond : -0,03 ml.l⁻¹ (-0,42 %) le 22 mai et 1,17 ml.l⁻¹ (17,94 %) le 13 juin.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées

le 20 nov. en surface : 7,22 ml.l⁻¹ (92,02 %) (Qfl : 1463 m³.s⁻¹ - coef. 80-77)

le 20 nov. au fond : 7,19 ml.l⁻¹ (91,77 %) (Qfl : 1463 m³.s⁻¹ - coef. 80-77)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 0,63 ml.l⁻¹ (7,98 %)

au fond : 0,65 ml.l⁻¹ (8,23 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 24 août en surface : 4,59 ml.l⁻¹ (84,51 %) (Qfl : 188 m³.s⁻¹ - coef. 66-60)

le 24 août au fond : 4,67 ml.l⁻¹ (85,87 %) (Qfl : 188 m³.s⁻¹ - coef. 66-60)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 0,85 ml.l⁻¹ (15,49 %)

au fond : 0,77 ml.l⁻¹ (14,13 %)

Les déficits minimum de l'année ont été observés :

le 22 mai en surface : -0,19 ml.l⁻¹ (-2,71 %) (Qfl : 1214 m³.s⁻¹ - coef. 66-73)

le 22 mai au fond : -0,12 ml.l⁻¹ (-1,68 %) (Qfl : 1214 m³.s⁻¹ - coef. 66-73)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 13 juin en surface : 1,34 ml.l⁻¹ (20,55 %) (Qfl : 1812 m³.s⁻¹ - coef. 68-66)

le 13 juin au fond : 1,27 ml.l⁻¹ (19,47 %) (Qfl : 1812 m³.s⁻¹ - coef. 68-66)

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

VI-14 - OXYGENE DISSOUS														
POINT E PK 52														
ANNEE E 2013														
DATES		VALEUR DE SATURATION	MOY DE LA MAREE		DEFICIT						ECART MAXI TRANCHE D'EAU		COEFFICIENT	Off: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents)
		m/l	m/l	%	Moyen		Minimum		Maximum		m/l	%		
					m/l	%	m/l	%	m/l	%	m/l	%		
18	S	7,01	6,63	94,50	0,39	5,50%	0,24	3,45%	0,49	6,98%	0,10	3,49	37-34	1635
Avril 2013	F	7,03	6,64	94,32	0,40	5,68%	0,30	4,29%	0,48	6,94%				
22	S	6,96	6,91	99,18	0,06	0,82%	-0,19	-2,71%	0,26	3,71%	0,06	5,26	66-73	1214
Mai 2013	F	6,87	6,90	100,42	-0,03	-0,42%	-0,12	-1,68%	0,05	0,78%				
13	S	6,55	5,35	81,57	1,21	18,43%	1,10	16,56%	1,34	20,58%	0,07	1,70	68-66	1812
Juin 2013	F	6,54	5,37	82,06	1,17	17,94%	1,05	15,80%	1,27	19,47%				
9	S	5,92	4,90	82,66	1,03	17,34%	0,99	16,89%	1,10	18,39%	0,04	1,24	77-78	693
Juillet 2013	F	5,92	4,90	82,71	1,02	17,29%	0,95	16,22%	1,08	18,15%				
20	S	5,59	4,99	89,28	0,60	10,72%	0,44	7,97%	0,89	15,54%	0,06	1,68	92-98	304
Août 2013	F	5,63	4,99	88,75	0,64	11,25%	0,45	8,21%	0,88	15,37%				
30	S	5,81	5,04	86,83	0,77	13,17%	0,61	10,80%	1,15	19,08%	0,13	1,71	38-44	317
Sept 2013	F	5,83	5,09	87,23	0,75	12,77%	0,59	10,24%	1,04	17,37%				
10	S	6,03	5,80	96,08	0,24	3,92%	-0,04	-0,64%	0,51	8,31%	0,05	0,99	75-69	401
Oct 2013	F	6,05	5,82	96,26	0,23	3,74%	-0,01	-0,13%	0,52	8,44%				
20	S	7,84	7,22	92,02	0,63	7,98%	0,58	7,41%	0,80	10,06%	0,05	0,63	80-77	1463
Nov 2013	F	7,83	7,19	91,77	0,65	8,23%	0,62	7,92%	0,85	10,68%				
Moyennes	S	6,47	5,66	90,01	0,61	9,99%	0,45	7,47%	0,82	13,23%				
	F	6,46	5,67	90,25	0,60	9,75%	0,46	7,56%	0,76	12,36%				
	G	6,47	5,66	90,13	0,61	9,87%	0,46	7,52%	0,79	12,79%				
min Surf		5,59	4,90	81,57	0,06	0,82%	-0,19	-2,71%	0,26	3,71%	0,04	0,99		
min Fond		5,63	4,90	82,06	-0,03	-0,42%	-0,12	-1,68%	0,05	0,78%				
max Surf		7,84	7,22	99,18	1,21	18,43%	1,10	16,89%	1,34	20,58%	0,13	5,26		
max Fond		7,83	7,19	100,42	1,17	17,94%	1,05	16,22%	1,27	19,47%				

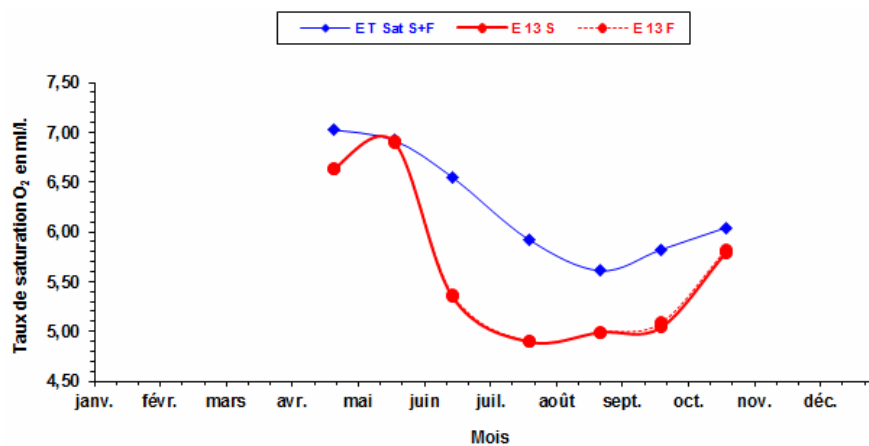


Figure 3-29 : Variations mensuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml.l⁻¹ au Point E (PK 52) en 2013

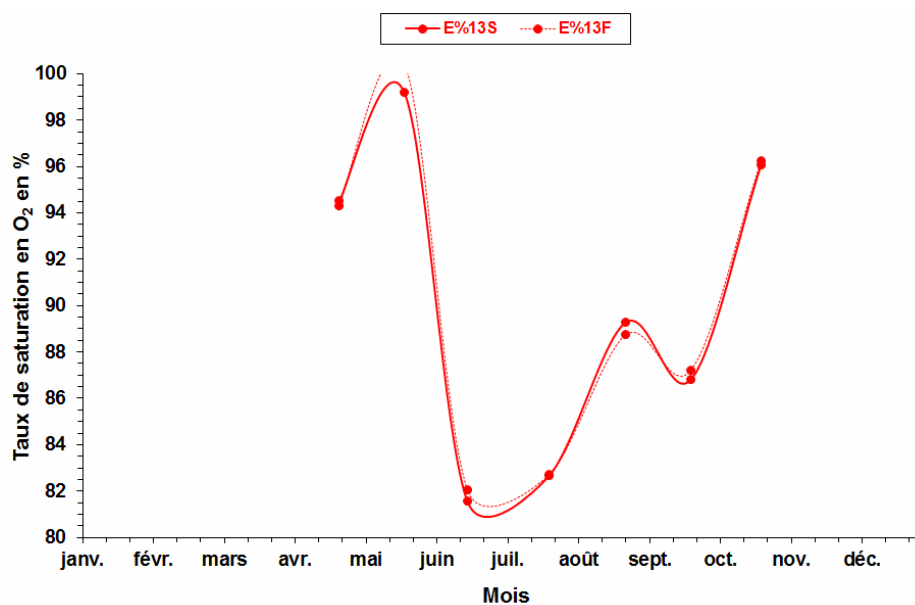


Figure 3-30 : Variations mensuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % de saturation au Point E (PK 52) en 2013

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

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

en surface : $-0,06 \text{ ml.l}^{-1}$ (-0,83 %) le 13 novembre et $1,89 \text{ ml.l}^{-1}$ (32,66 %) le 13 juillet,
 au fond : $-0,07 \text{ ml.l}^{-1}$ (-0,93 %) le 13 novembre et $1,89 \text{ ml.l}^{-1}$ (32,74 %) le 13 juillet.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées

le 13 nov. en surface : $7,49 \text{ ml.l}^{-1}$ (100,83 %) (Qfl : $1330 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 60-64)

le 13 nov. au fond : $7,46 \text{ ml.l}^{-1}$ (100,93 %) (Qfl : $1330 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 60-64)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de:

en surface : $-0,06 \text{ ml.l}^{-1}$ (-0,81 %)

au fond : $-0,07 \text{ ml.l}^{-1}$ (-0,40 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 13 juillet en surface : $3,90 \text{ ml.l}^{-1}$ (67,34 %) (Qfl : $625 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 73-70)

le 13 juillet au fond : $3,89 \text{ ml.l}^{-1}$ (67,26 %) (Qfl : $625 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 73-70)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : $1,89 \text{ ml.l}^{-1}$ (32,66 %)

au fond : $1,89 \text{ ml.l}^{-1}$ (32,74 %)

Les déficits minimum de l'année ont été observés :

le 13 novembre en surface : $-0,37 \text{ ml.l}^{-1}$ (-5,01 %) (Qfl : $1330 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 60-64)

le 13 novembre au fond : $-0,35 \text{ ml.l}^{-1}$ (-4,74 %) (Qfl : $1330 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 60-64)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 27 sept. en surface : $2,10 \text{ ml.l}^{-1}$ (33,70 %) (Qfl : $315 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 35-31)

le 27 sept. au fond : $2,14 \text{ ml.l}^{-1}$ (34,56 %) (Qfl : $315 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ - coef. 35-31)

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

VI-15 - OXYGENE DISSOUS														
POINT K PK 30														
ANNEE K 2013														
DATES		VALEUR DE SATURATION		MOY DE LA MAREE		DEFCIT				ECART MAXI TRANCHE D'EAU		COEFFICIENT	Qfl: 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	%			
15	S	7,36	7,42	100,83	-0,06	-0,83%	-0,09	-1,20%	-0,02	0,16	2,16	68-62	1757	
Avril 2013	F	7,36	7,43	100,93	-0,07	-0,93%	-0,25	-3,36%	0,09	1,24%				
12	S	6,94	6,24	89,88	0,70	10,12%	0,54	7,87%	0,81	11,67%	0,03	0,43	80-78	1144
Mai 2013	F	6,95	6,23	89,70	0,72	10,30%	0,57	8,30%	0,84	12,08%				
10	S	6,70	5,97	89,45	0,73	10,55%	0,68	10,10%	0,80	11,84%	0,04	0,86	77-76	2567
Juin 2013	F	6,71	5,98	89,70	0,73	10,30%	0,65	9,65%	0,86	12,70%				
13	S	5,79	3,90	67,34	1,89	32,66%	1,82	31,30%	1,96	33,70%	0,07	1,23	73-70	625
Juillet 2013	F	5,79	3,89	67,26	1,89	32,74%	1,80	31,61%	2,01	34,56%				
23	S	5,77	4,64	80,31	1,14	19,69%	0,99	17,13%	1,40	24,13%	0,11	1,77	108-105	299
Août 2013	F	5,77	4,59	79,47	1,18	20,53%	1,01	17,45%	1,50	25,89%				
27	S	6,22	4,45	71,51	1,77	28,49%	1,53	24,86%	2,10	33,22%	0,06	0,92	35-31	315
Sept 2013	F	6,21	4,41	71,00	1,80	29,00%	1,58	25,71%	2,14	33,96%				
15	S	6,58	5,83	88,53	0,76	11,47%	0,50	7,78%	1,13	16,78%	0,16	2,71	63-69	400
Oct 2013	F	6,59	5,87	89,19	0,72	10,81%	0,42	6,55%	1,19	17,67%				
13	S	7,43	7,49	100,81	-0,06	-0,81%	-0,37	-5,01%	-0,03	-0,40%	0,08	1,08	60-64	1330
Nov 2013	F	7,43	7,46	100,40	-0,03	-0,40%	-0,35	-4,74%	-0,04	-0,81%				
Moyennes	S	6,58	5,71	85,60	0,88	14,40%	0,70	11,82%	1,05	16,98%				
	F	6,58	5,70	85,42	0,89	14,58%	0,68	11,65%	1,11	17,80%				
	G	6,58	5,70	85,51	0,88	14,49%	0,69	11,73%	1,08	17,39%				
min Surf		5,77	3,90	67,34	-0,06	-0,83%	-0,37	-5,01%	-0,03	-0,40%	0,03	0,43		
min Fond		5,77	3,89	67,26	-0,07	-0,93%	-0,35	-4,74%	-0,04	-0,81%				
max Surf		7,43	7,49	100,83	1,89	32,66%	1,82	31,30%	2,10	33,70%	0,16	2,71		
max Fond		7,43	7,46	100,93	1,89	32,74%	1,80	31,61%	2,14	34,56%				

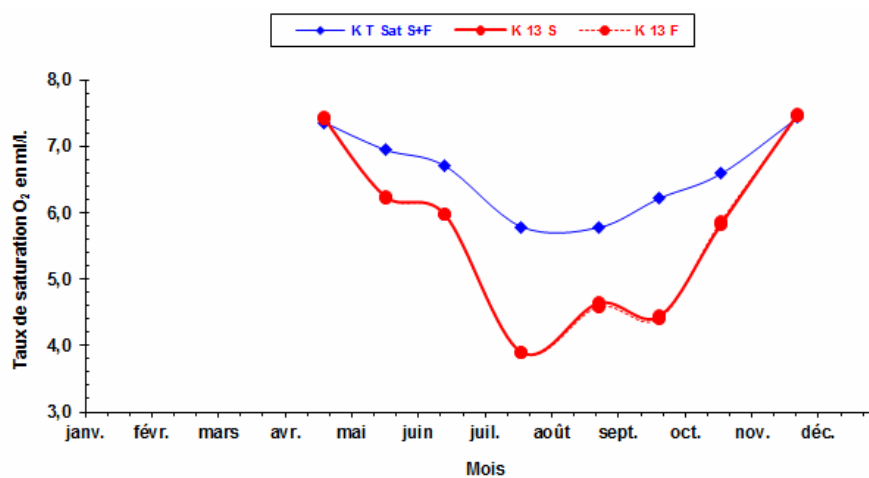


Figure 3-31 : Variations mensuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml.l¹ au Point K (PK 30) en 2013

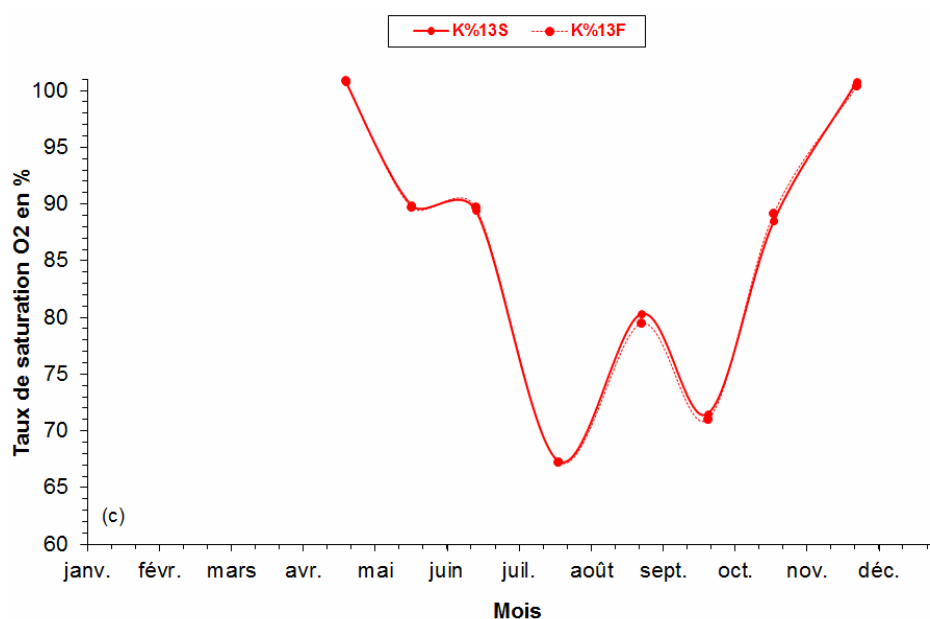


Figure 3-32 : Variations mensuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % de saturation au Point K (PK 30) en 2013

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	
2013	64	0,632	0,0756	0,362	
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	
2013	64	0,609	0,0825	0,395	

Les moyennes annuelles établies d'après les valeurs mesurées à chaque point montrent l'évolution des déficits moyens 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	
2013	64	0,864	0,1484	0,711	

Les moyennes annuelles établies d'après les valeurs mesurées à chaque point montrent l'évolution des déficits moyens 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 2013 est de :

En surface :

Au Point F :

5,72 ml.l⁻¹ (89,67 %) pour une valeur de saturation de 6,37 ml.l⁻¹,
d'où un déficit de 0,65 ml.l⁻¹ (10,33 %).

Au Point E :

5,66 ml/l (90,01 %) pour une valeur de saturation de 6,47 ml.l⁻¹,
d'où un déficit de 0,61 ml.l⁻¹ (9,99 %).

Au Point K:

5,71 ml.l⁻¹ (85,60 %) pour une valeur de saturation de 6,58 ml.l⁻¹,
d'où un déficit de 0,88 ml.l⁻¹ (14,40 %).

Au fond :

Au point F :

5,72 ml/l (89,67 %) pour une valeur de saturation de 6,33 ml.l⁻¹,
d'où un déficit de 0,62 ml.l⁻¹ (10,01 %).

Au point E :

5,67 ml/l (90,25 %) pour une valeur de saturation de 6,46 ml.l⁻¹,
d'où un déficit de 0,60 ml/l (9,75 %).

Au Point K :

5,70 ml.l⁻¹ (85,42 %) pour une valeur de saturation de 6,58 ml.l⁻¹,
d'où un déficit de 0,89 ml.l⁻¹ (14,58 %).

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

Au Point F :

entre 0,00 ml.l⁻¹ (0,05 %) le 14 octobre et 1,15 ml.l⁻¹ (17,95 %) le 12 juin.

Au Point E :

entre 0,02 ml.l⁻¹ (0,20 %) le 22 mai et 1,03 ml.l⁻¹ (17,32 %) le 9 juillet.

Au Point K :

entre -0,06 ml.l⁻¹ (-0,88 %) le 15 avril et 1,89 ml.l⁻¹ (32,70 %) le 13 juillet.

Pour l'année 2013, la comparaison des déficits aux trois points est représentée sur la **Figure 3 36**

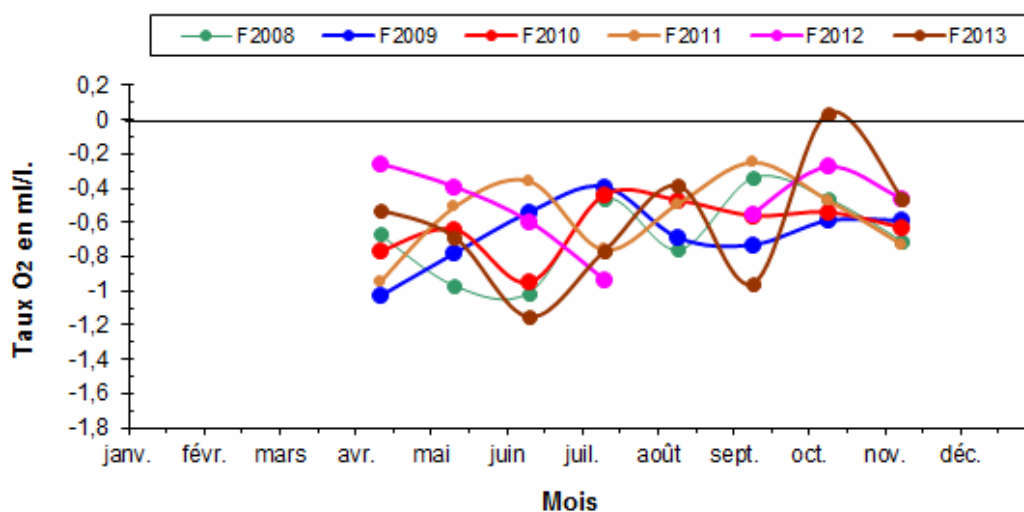


Figure 3-33 : Variations du déficit en oxygène dissous au point F (PK 67) (valeurs moyennes) de 2008 à 2013

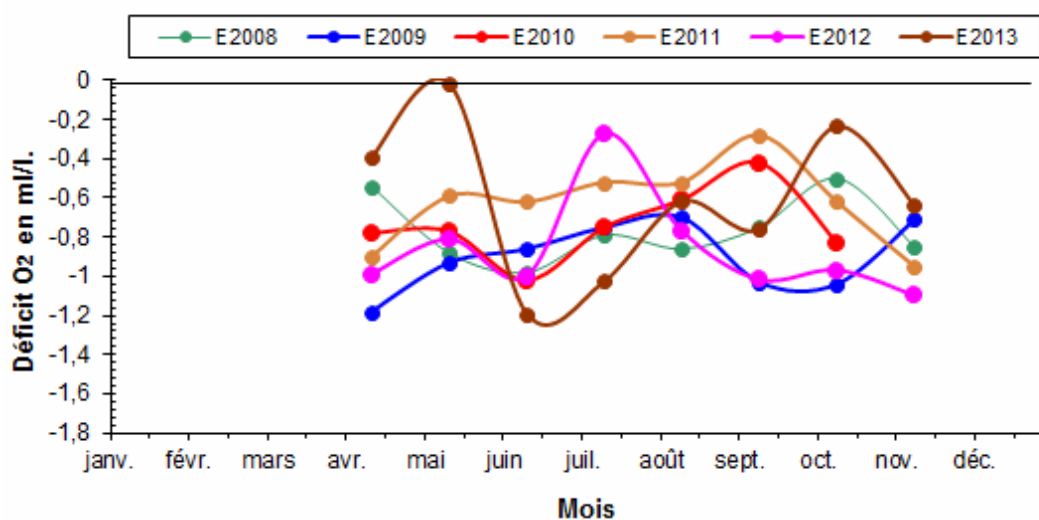


Figure 3-34 : Variations du déficit en oxygène dissous au point E (PK 52) (valeurs moyennes) de 2008 à 2013

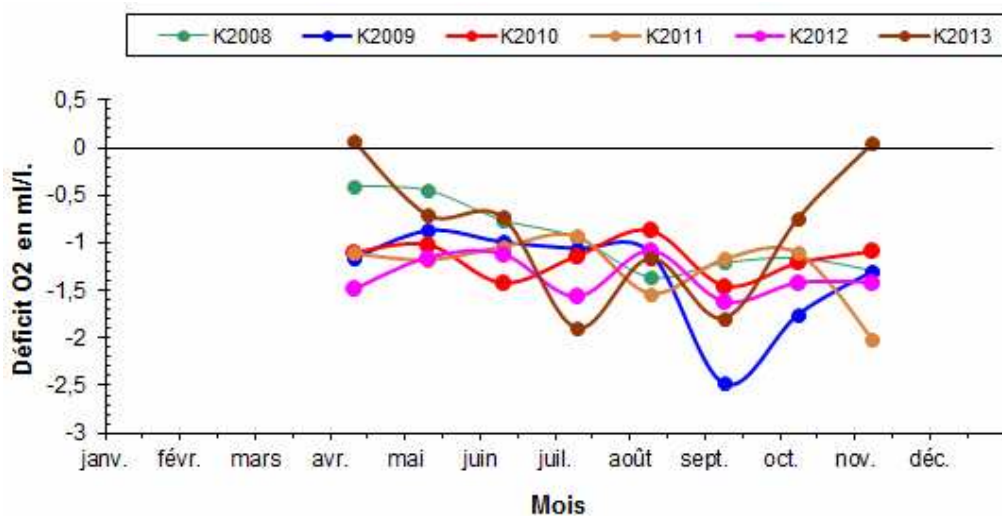


Figure 3-35 : Variations du déficit en oxygène dissous au point K (PK 30) (valeurs moyennes) de 2008 à 2013

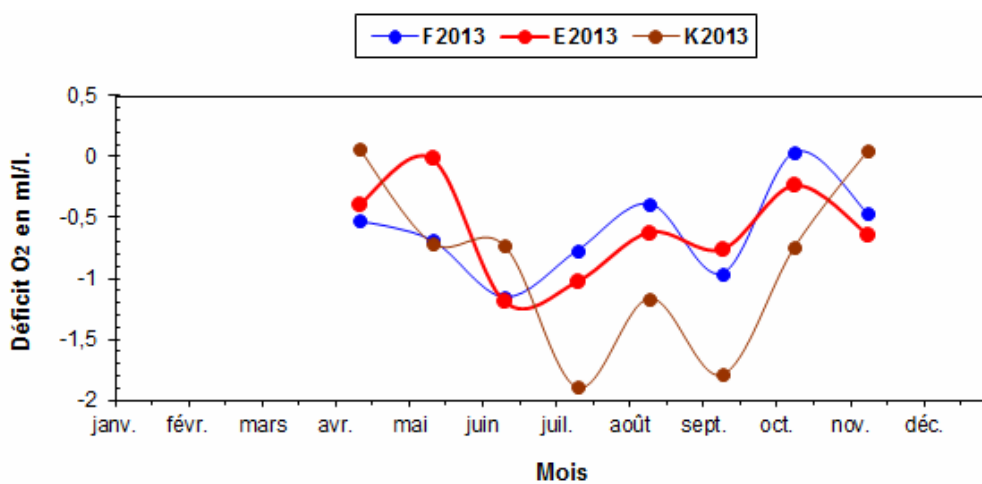


Figure 3-36 : Variations du déficit en oxygène dissous au point F, E, et K (valeurs moyennes) en 2013

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 (Tableaux 3-14)

Entre 0,05 ml.l⁻¹ (1,38 %) le 12 juin et 0,17 ml.l⁻¹ (4,34 %) le 17 avril.

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

Entre 0,04 ml.l⁻¹ (1,24 %) le 9 juillet et 0,13 ml.l⁻¹ (1,71 %) le 30 sept.

m³.s⁻¹

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

Entre 0,03 ml.l⁻¹ (0,43 %) le 12 mai et 0,16 ml.l⁻¹ (2,71 %) le 15 octobre.

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

Synthèse 2013 :

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 (à laquelle est associée la matière organique consommatrice d'oxygène), et donc à la position moyenne du bouchon vaseux au cours de l'année. Ces dernières années, le bouchon vaseux se localise plutôt en aval, avec des concentrations faibles, 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 2013 a évolué :

Au point F (Figure 3-37)

en surface entre 7,68 (26 sept) et 7,93 (12 juin)

au fond entre 7,66 (21 août) et 7,93 (08 juillet)

Au point E (Figure 3-37)

en surface entre 7,48 (20 août) et 8,01 (22 mai)

au fond entre 7,58 (30 sept) et 7,92 (22 mai)

Au point K (Figure 3-37)

en surface entre 7,34 (23 août) et 7,91 (13 juillet)

au fond entre 7,33 (23 août) et 7,94 (13 juillet)

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.

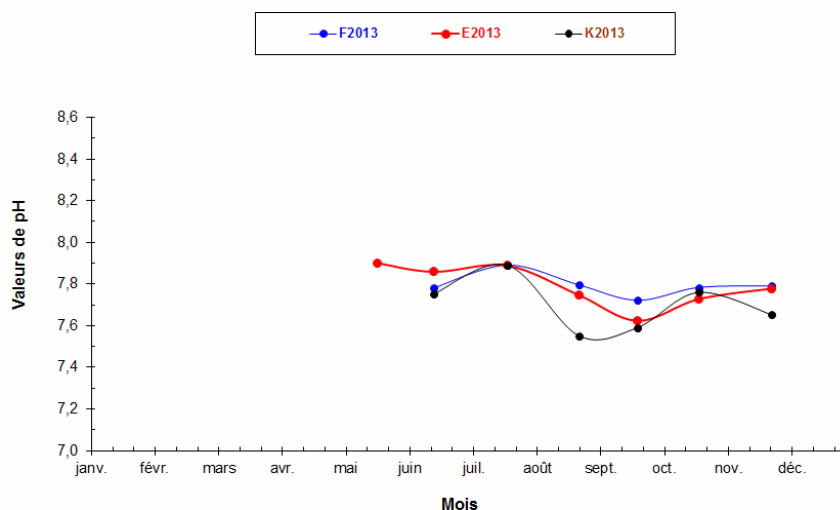
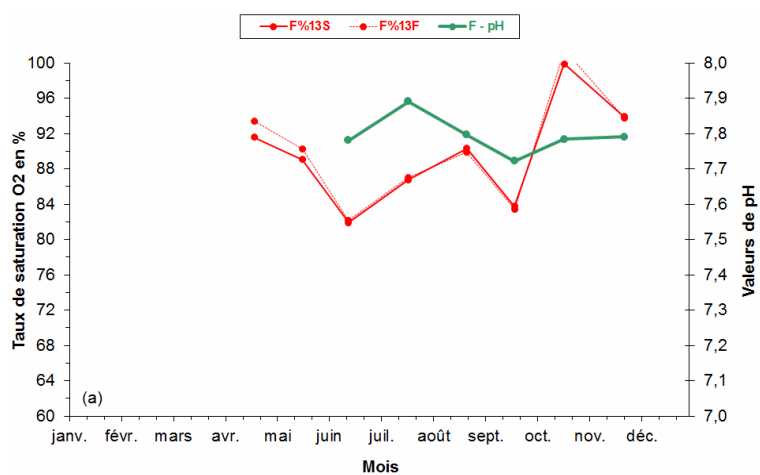
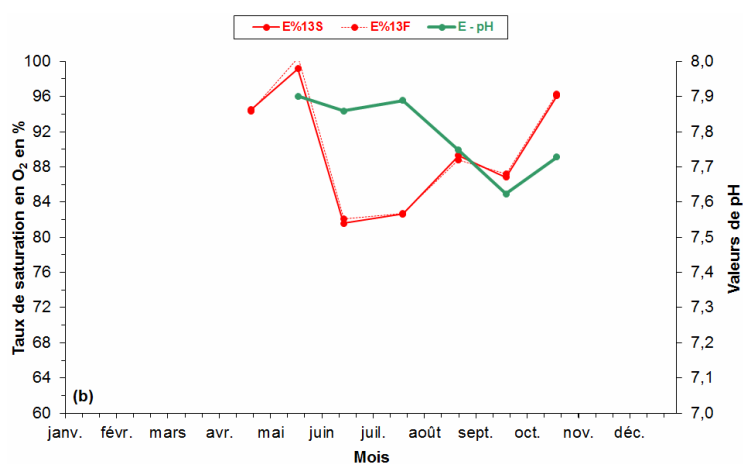


Figure 3-37 : Evolution du pH moyen (fond+surface) aux points F E K en 2013

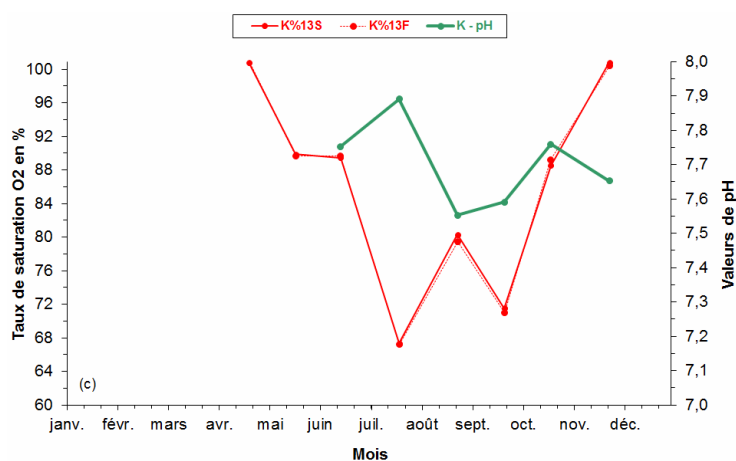
Les **Figure 3-38** et **3-39** montrent l'évolution du taux de saturation en oxygène dissous et du pH aux stations F, E et K.



(a)

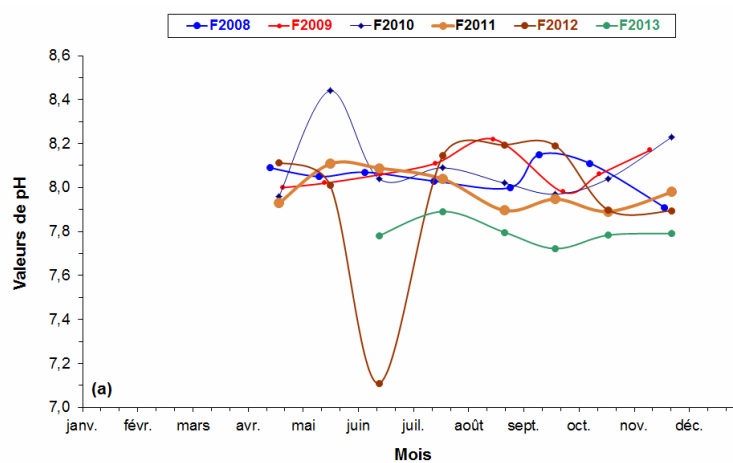


(b)

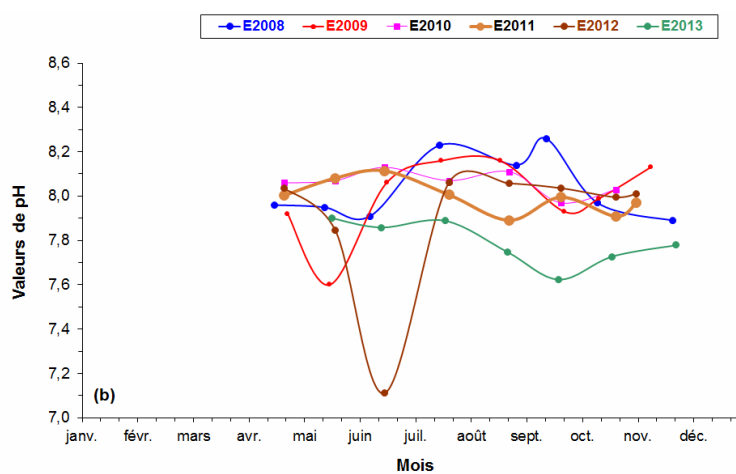


(c)

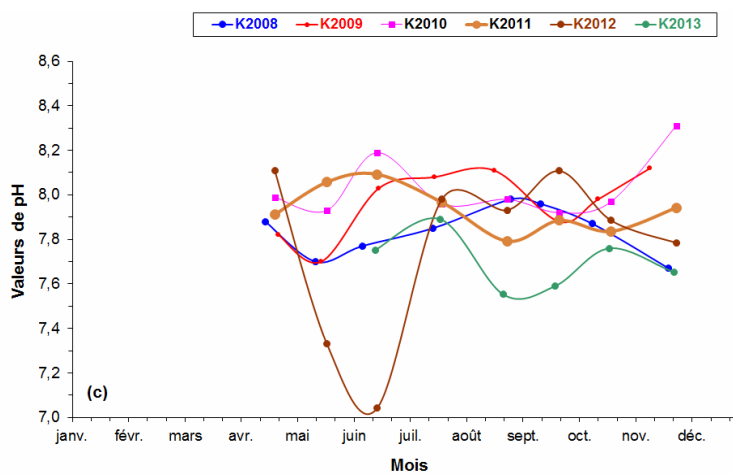
Figure 3-38 : Variations moyennes du pH (fond, surface) et du taux de saturation en oxygène aux points F (a), E (b), K (c) en 2013



(a)



(b)



(c)

Figure 3-39 : Comparaison des valeurs moyennes de pH aux points F (a), E (b), K (c) de 2008 à 2013

Synthèse 2013 :

La gamme de variation des pH est moins large qu'en 2012. Si on compare 2013 avec les 5 années précédentes, on note que le pH est très sensible au débit fluvial, et relativement plus faible cette 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 décidé²⁶ 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

Les variations saisonnières du Carbone Organique Total au niveau des 3 stations (E, F et K) restent faibles avec une amplitude maximale d'environ 20 mg/l (**Figure 4-1**).

Globalement, les teneurs en COT et COP sont très proches sur l'ensemble de l'année pour les trois stations compte tenu de la forte turbidité des eaux de la Gironde (**Figure 4-2** à **Figure 4-4**).

Pour la station F (**Figure 4-1**), les concentrations en COT augmentent jusqu'à atteindre une valeur maximum au mois de juin. Ensuite, les concentrations diminuent jusqu'au mois d'octobre puis augmentent sensiblement en novembre.

Pour la station intermédiaire (station E au droit de la centrale ; **Figure 4-3**), les teneurs en COT et COP oscillent autour de 10 mg/l. le mois de septembre se démarque nettement avec une forte baisse des teneurs en COP et COT.

Pour la station K (**Figure 4-4**), les plus fortes valeurs en COP et en COT sont observées en période estivale. Les concentrations en COD diminuent jusqu'au mois d'octobre puis augmentent brutalement en novembre contrairement aux teneurs en COT et COP.

²⁶ Réunion annuelle de suivi du 18 décembre 2003 au CNPE du Blayais

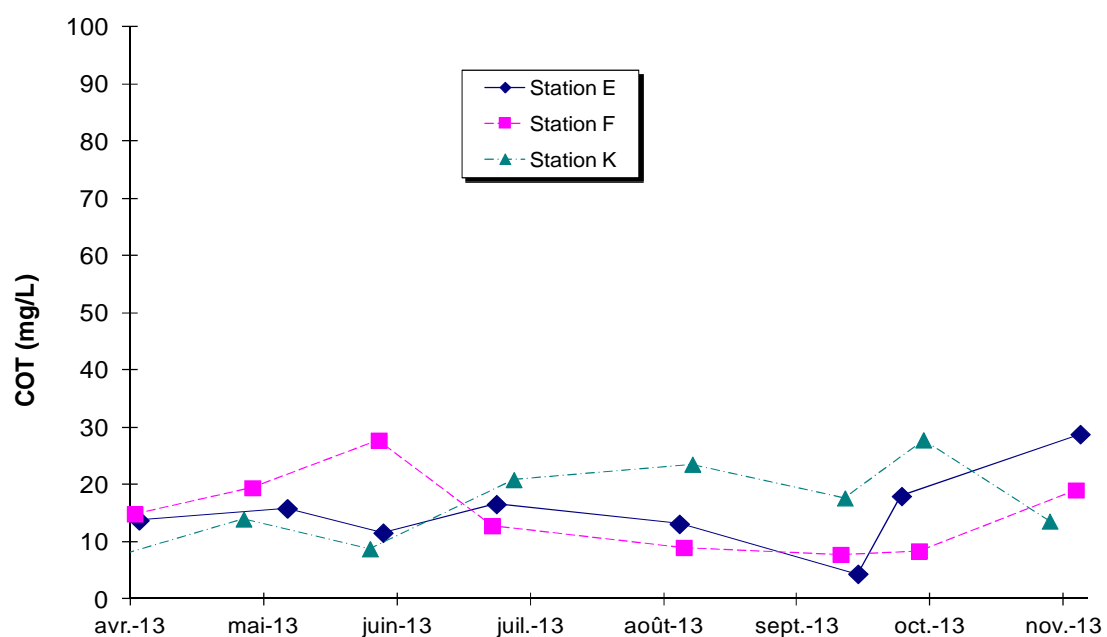


Figure 4-1 : Variations mensuelles des teneurs en carbone organique total, moyenne par mission, station E, F et K

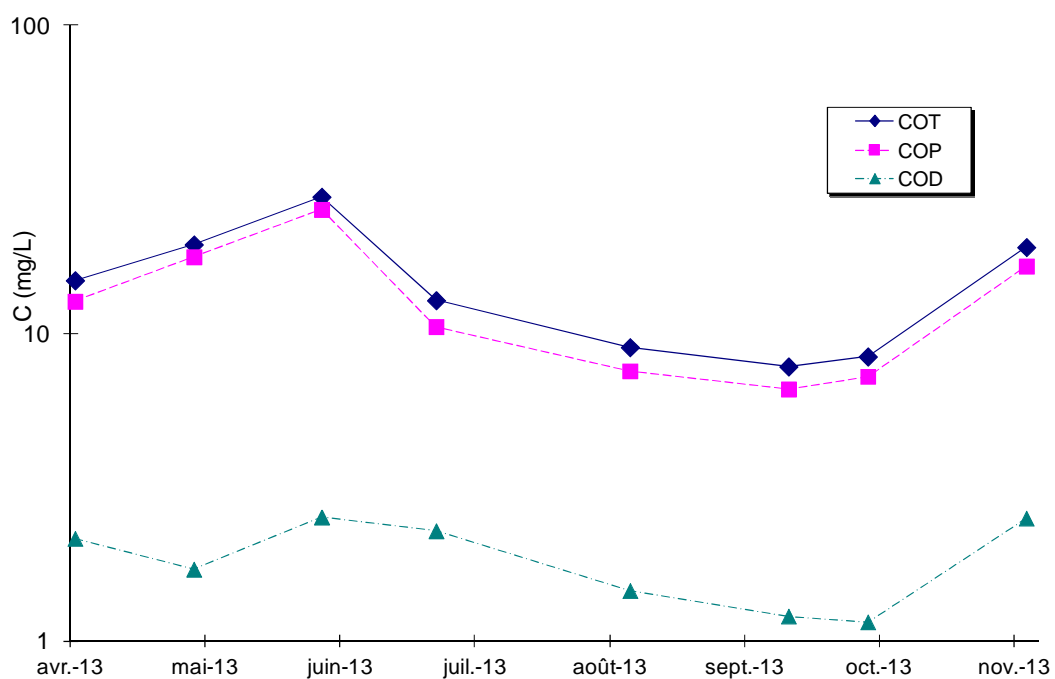


Figure 4-2 : Variations mensuelles des teneurs en carbone organique, en moyenne par mission, station F

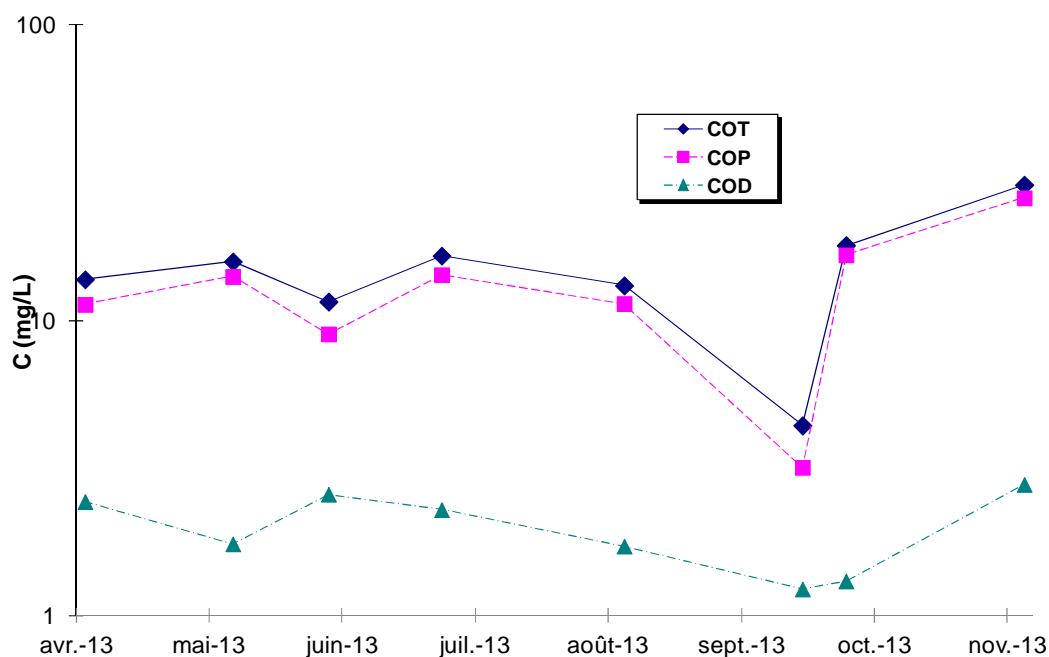


Figure 4-3 : Variations mensuelles des teneurs en carbone organique, en moyenne par mission, station E. [COT : Carbone Organique Total ; COP : Carbone Organique Dissous ; COD = Carbone Organique Dissous].

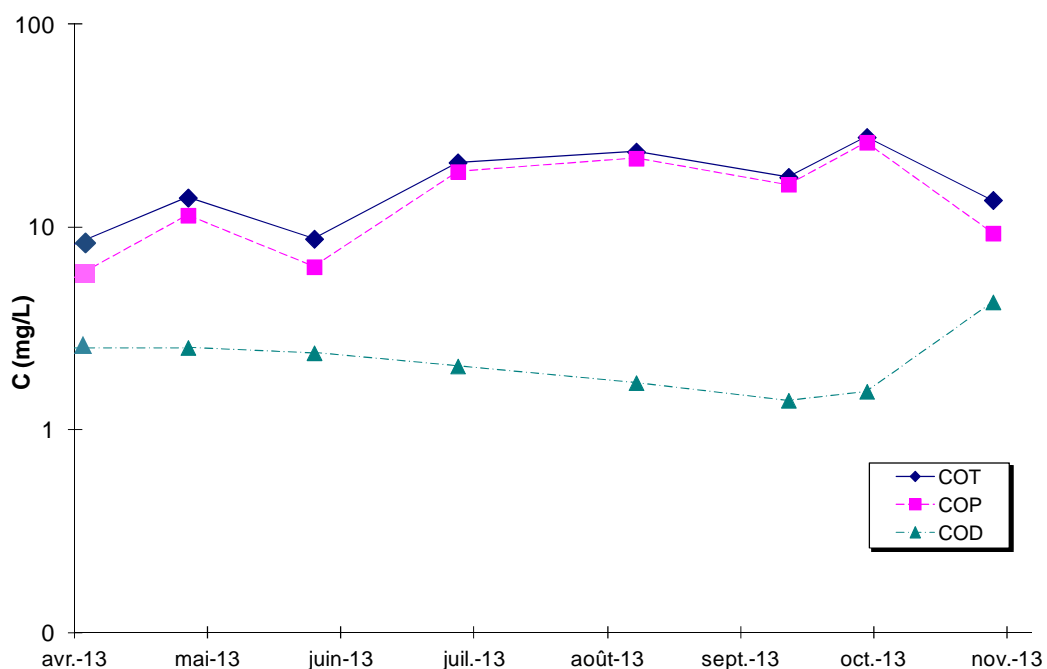


Figure 4-4 : Variations mensuelles des teneurs en carbone organique, moyenne par mission, station K. [COT : Carbone Organique Total ; COP : Carbone Organique Dissous ; COD = Carbone Organique Dissous]

En 2013, aucune évolution remarquable de la fraction dissoute ne se dégage entre amont et aval, excepté au mois de novembre. Les teneurs diminuent jusqu'au mois d'octobre à l'exception des stations E et F en mai. Une augmentation brutale des concentrations est observée en novembre au sein des 3 stations, et ce de manière significative pour le point K (**Figure 4-5**).

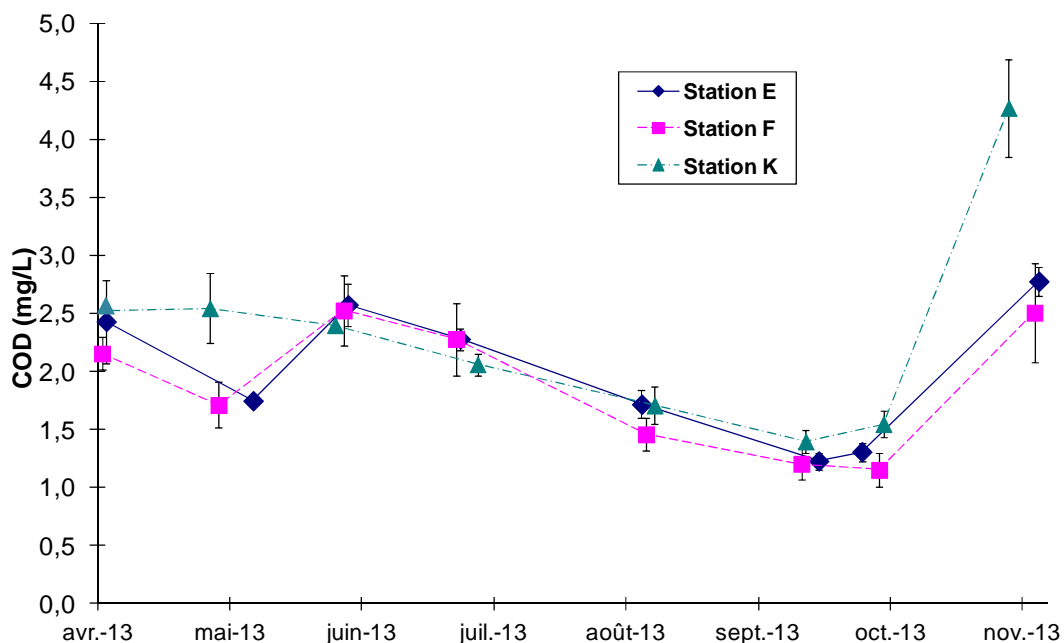


Figure 4-5 : Variations mensuelles des teneurs en carbone organique dissous (COD), en moyenne par mission

La fraction particulaire du carbone organique (COP) est étroitement liée aux matières en suspension (MES ; **Figures 4-6 et 4-7**). Les teneurs en MES et en COP présentent peu de variations spatio-temporelles. En 2013, les teneurs en MES et en COP oscillent respectivement autour de 1000 mg/l et 10 mg/l.

Ainsi, pour chaque station, nous notons toujours une harmonisation des variations saisonnières des teneurs en MES et en COP, avec un rapport moyen sur l'année de 1,45 % (**Figures 4-8**). La répartition des concentrations en COP par rapport à celles des MES est caractéristique des eaux de la Gironde en raison de la nature des sédiments drainés par les deux principaux fleuves qui le constituent.

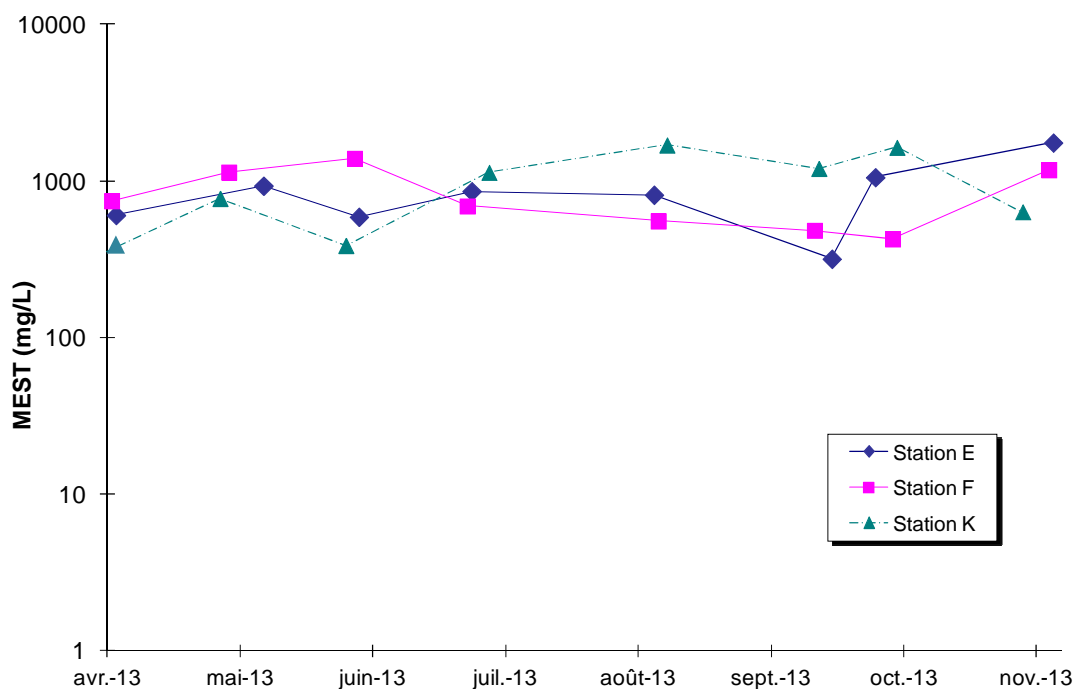


Figure 4-6 : Variations mensuelles des teneurs en matières en suspension (MES), en moyenne par mission

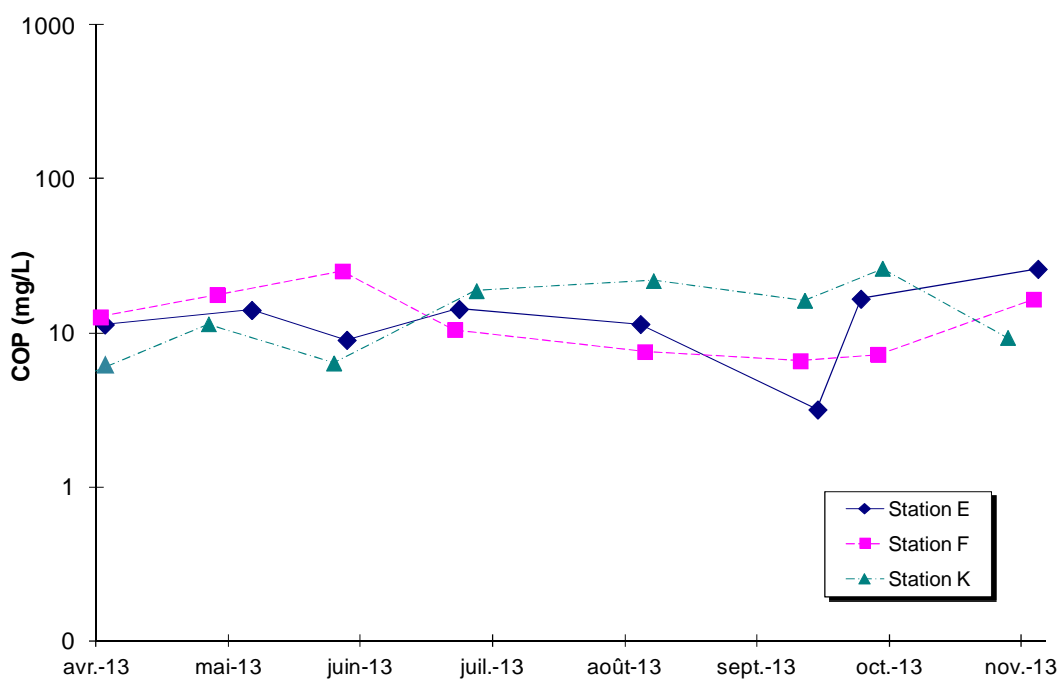


Figure 4-7 : Variations mensuelles des teneurs en carbone organique particulaire (COP), en moyenne par mission

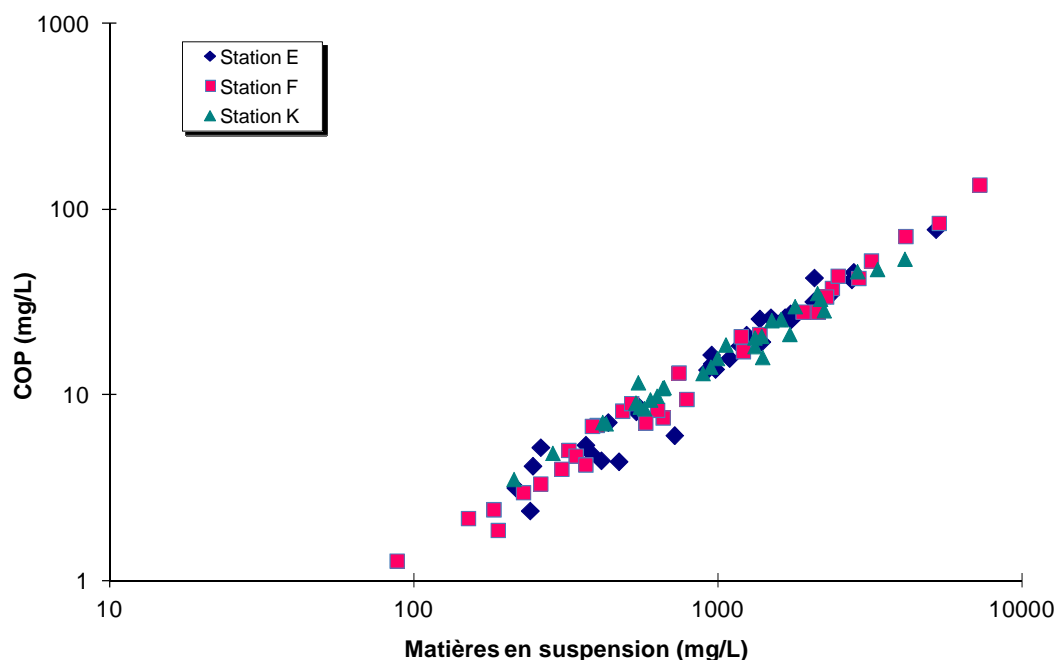


Figure 4-8 : Répartitions des teneurs en Carbone Organique Particulaire (COP) par rapport à celles des matières en suspension, tous niveaux et toutes missions confondus par station

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 de la fraction de carbone organique contenue dans les matières en suspension (COP/MES).

Les valeurs du ratio COP/MES varient peu en profondeur. Des variations notables sont en revanche observées en surface. La distinction d'un gradient amont/aval est moins flagrante qu'en 2012, mais reste tout de même envisageable pour le fond (**Figure 4-9** et **Figure 4-10**). Les écarts les plus importants entre stations sont constatés en surface sur le mois de septembre, avec un aval plus riche en COP et une station au rejet moins chargée (creux COP – COT déjà constaté sur la Figure 4-3).

Les rapports COP/MES restent proches (1,45%) de la moyenne des mesures réalisées depuis 1993, toutes stations, temps de marée et niveaux confondus (1,60%).

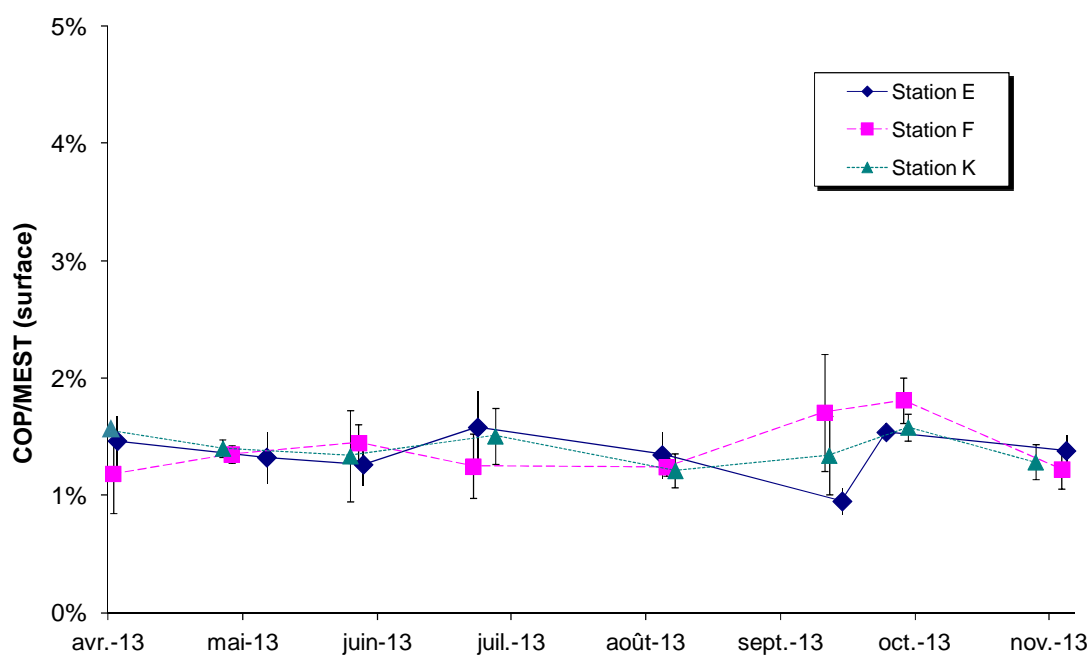


Figure 4-9 : Variations mensuelles du rapport COP/MES au niveau de la surface, en moyenne par station et par mission

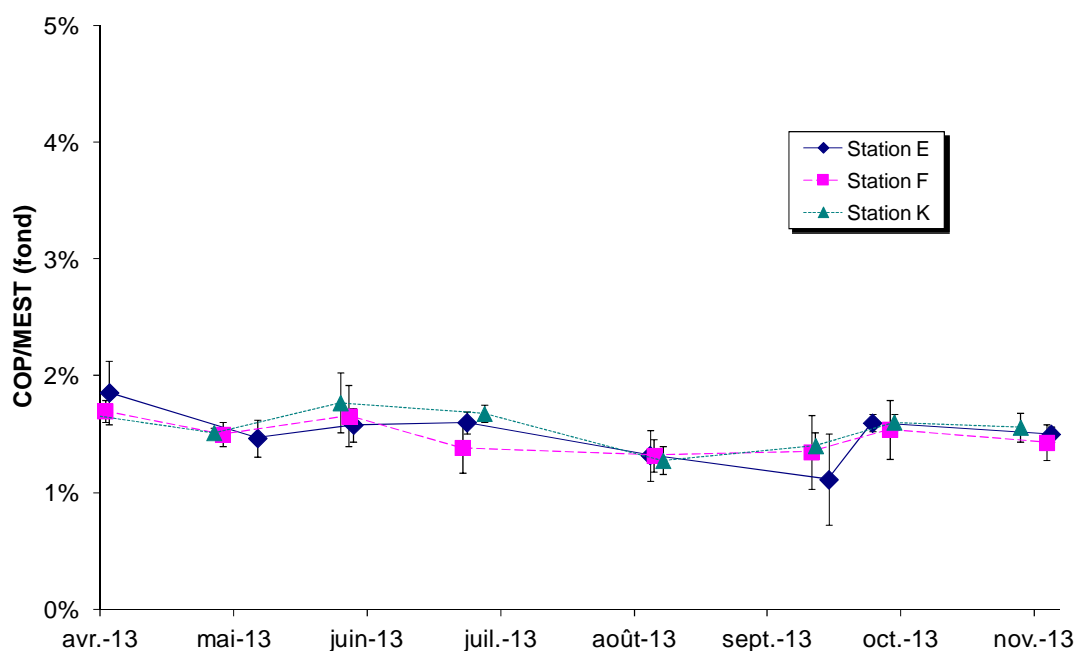


Figure 4-10 : Variations mensuelles du rapport COP/MES au niveau du fond, en moyenne par station et par mission

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

4.1.2.1. Répartition du carbone organique

Globalement, 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**).

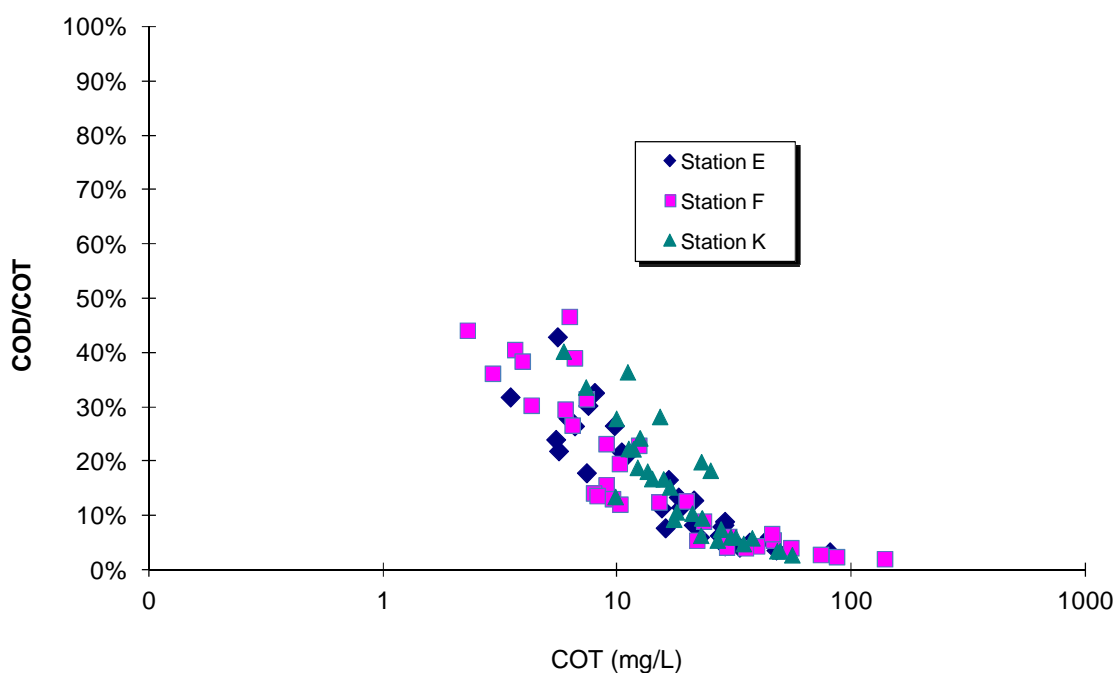


Figure 4-11 : Répartition du carbone organique, toutes stations, niveaux et temps de marée confondus. [COD : Carbone Organique Dissous ; COT : Carbone Organique Total]

Pour les 192 mesures réalisées en 2012, 48 d'entre elles avaient 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 étaient plus élevées qu'en 2011, proches des valeurs observées en 2010.

Cette année, les ratios COD/COT supérieurs à 30% sont plus nombreux qu'en 2012, 2011 et 2010 ; ils sont répartis de la façon suivante entre les 3 stations de mesure :

- 22 pour la station E,
- 18 pour la station K (amont),
- 31 pour la station F (aval).

Il est également à noter que :

- 77% des mesures de COD supérieures ou égales à 30% du COT sont enregistrées pour les points prélevés en surface, soit une proportion similaire à 2012 ;
- 43% des valeurs sont relevées pour la station aval, ce qui est un peu inférieur à 2012 (50%).

L'intrusion des eaux halines dans l'estuaire semble être l'explication de cette répartition.

Les 16 prélèvements réalisés au fond présentant un ratio supérieur ou égal à 30% sont détaillés dans le **Tableau 4-1**

Tableau 4-1 : Récapitulatif des prélèvements présentant un ratio supérieur ou égal à 30% réalisés au fond

Station	Niveau	Date	COD mg/L	COT mg/L	COD/COT	Période
E	F	18/04/2013	2.27	7.50	30%	Basse mer
E	F	18/04/2013	2.38	5.55	43%	Pleine mer
E	F	13/06/2013	2.61	8.00	33%	Pleine mer
E	F	30/09/2013	1.11	3.49	32%	Pleine mer
F	F	17/04/2013	2.32	7.37	31%	Basse mer
F	F	14/05/2013	1.48	3.65	41%	Pleine mer
F	F	12/06/2013	2.91	6.24	47%	Basse mer
F	F	08/07/2013	2,56	6,56	39%	Basse Mer
F	F	08/07/2013	1,77	5,99	30%	Pleine mer
F	F	21/08/2013	1,51	3,93	38%	Basse Mer
F	F	21/08/2013	1,30	4,29	30%	Pleine Mer
F	F	26/09/2013	1,06	2,93	36%	Pleine mer
F	F	14/10/2013	1,01	2,29	44%	Pleine mer
K	F	15/04/2013	2,37	5,89	40%	Pleine mer
K	F	10/06/2013	2,47	7,34	34%	Pleine mer
K	F	13/11/2013	4,03	11,06	36%	Pleine mer

Il est intéressant de relever que, de manière générale, ces rapports supérieurs à 30% se rencontrent pour des valeurs de COT de moins de 10mg/l (**Figure 4-11**).

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**).

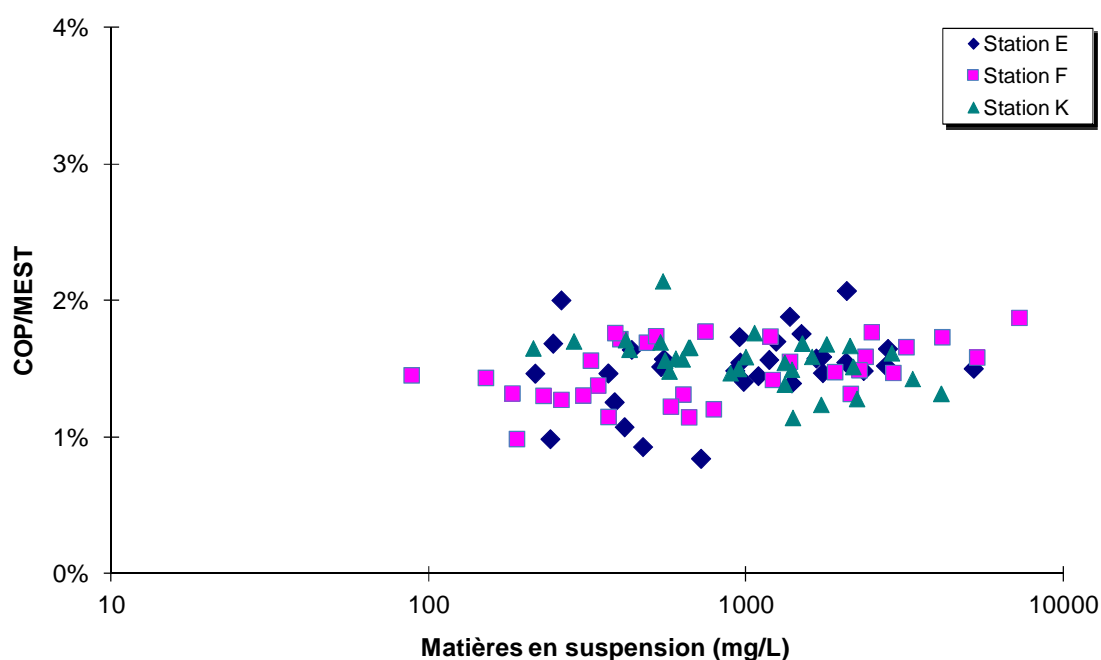


Figure 4-12 : Répartition des valeurs du rapport COP/MES (y) avec les teneurs en MES (x), par station.

Pour 2013, 5 mesures présentent des rapports COP/MES supérieurs à 2%, en nette diminution par rapport à 2012 (14 mesures, uniquement en août et septembre).

Ce ratio élevé est observé pour les 3 stations de mesure toute l'année sans qu'il soit possible de statuer sur la cause directe de cette répartition (**Tableau 4-2**).

Tableau 4-2 : Récapitulatif des prélèvements présentant un ratio supérieur à 2%

Stat.	Niv	Date	S %	COD mg/L	MES mg/l	COP mg/l	COP/MES	COT mg/L	Période
E	F	18/04/2013	0,23	2,27	261	5,23	2,00%	7,50	Basse Mer
E	F	18/04/2013	0,87	2,36	2070	42,9	2,07%	45,26	Mi-Flot
F	S	26/09/2013	13,00	1,20	35	0,75	2,14%	1,95	Mi-Jusant
F	S	14/10/2013	9,35	1,45	583	12,00	2,06%	13,45	Basse Mer
K	F	10/06/2013	0,11	2,36	546	11,70	2,14%	14,06	Basse 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 2013 ; après l'augmentation des moyennes annuelles enregistrées au cours de l'année 2006, pour l'ensemble des stations de mesure, les valeurs retrouvent un niveau proche de ceux enregistrés au cours des années 2004-2005 et 2007-2010. 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 (**Figure 4-13**).

Les concentrations moyennes annuelles en COT restent plus élevées en amont qu'en aval. Le carbone organique total étant principalement composé de carbone organique particulaire, les évolutions annuelles du COP suivent celles du COT (**Figure 4-14**). Cette année 2013 verra donc le retour à des valeurs similaires à celles de 2004 – 2005 / 2007 – 2010.

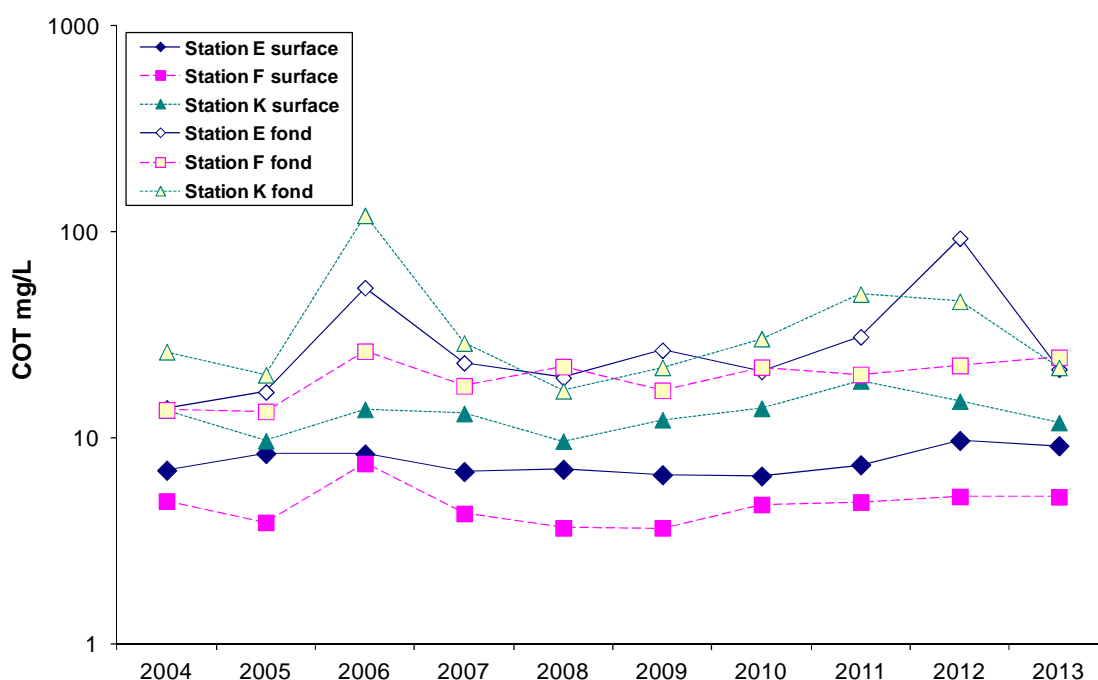


Figure 4-13 : évolution des moyennes annuelles des concentrations en Carbone Organique Total (COT), par station et par niveau

Concernant le Carbone Organique Dissous (COD) la tendance initiée en 2010 se confirme, avec une augmentation des teneurs en COD et l'existence d'un gradient décroissant amont – aval (**Figure 4-15**). À noter que la situation redevient similaire à celle de 2004. La station E affiche toujours cette situation intermédiaire entre les stations F et K en raison de sa localisation dans l'estuaire de la Gironde.

Ce gradient décroissant s'explique par l'origine principalement dulcicole du COD : la station K, plus en amont est sous l'influence d'apports d'eau douce. Cette influence s'atténue progressivement vers l'aval. Après une année 2012 où cette distinction était atténuée, la séparation redevient évidente sans pour autant atteindre l'intensité constatée sur les années 2008 à 2010.

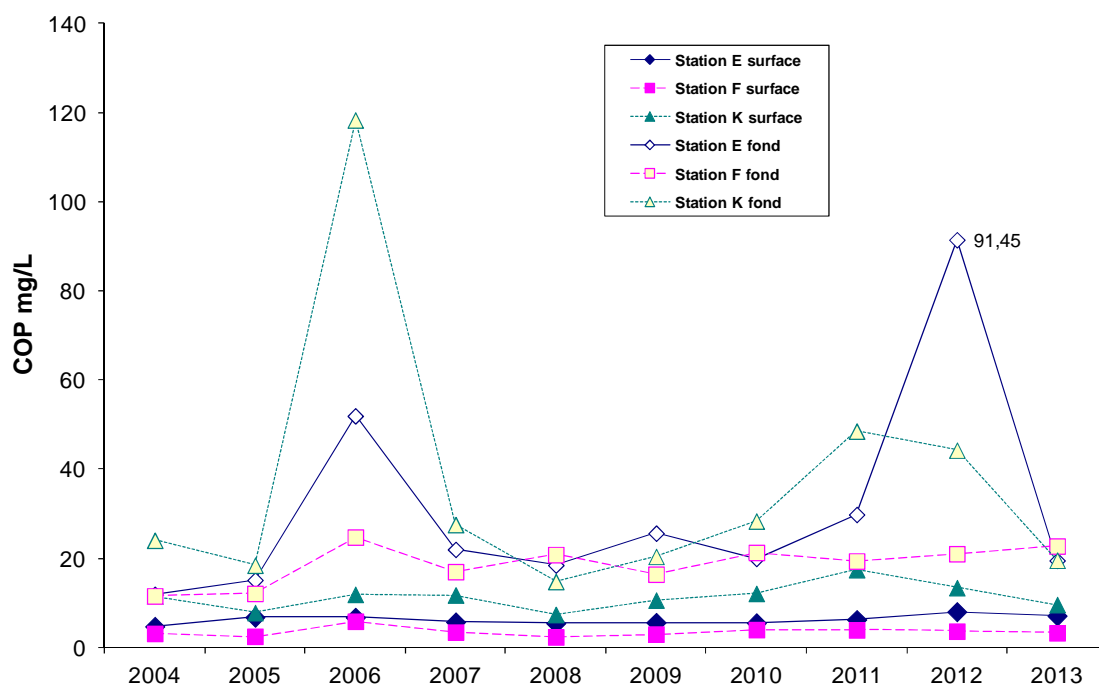


Figure 4-14 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en Carbone Organique Particulaire (COP), par station et par niveau

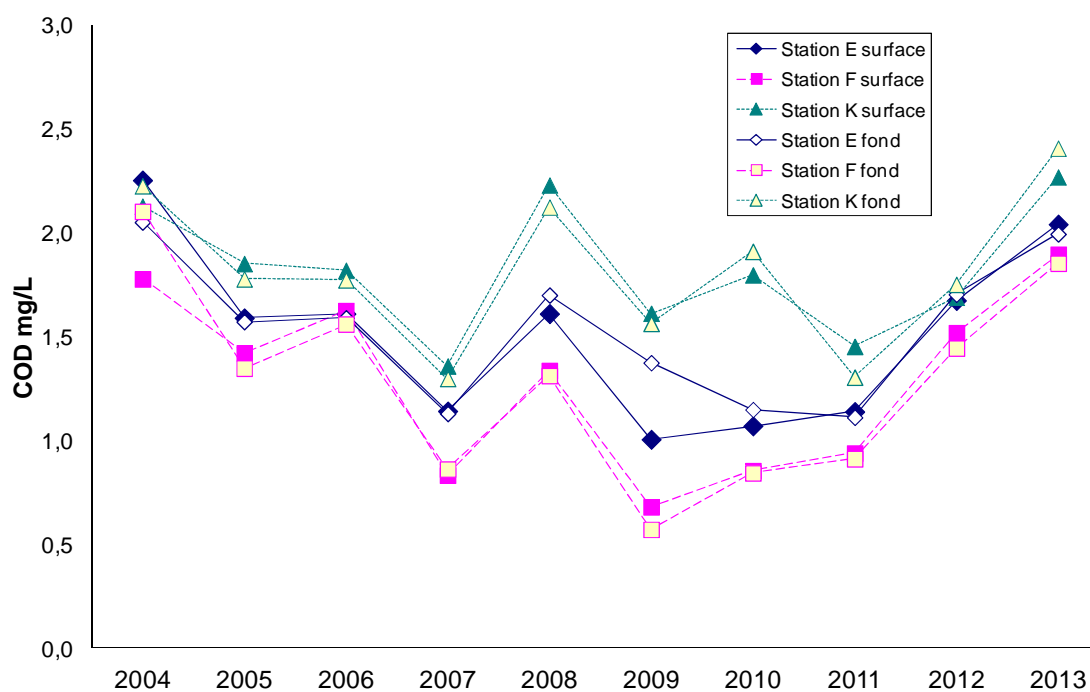


Figure 4-15 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en Carbone Organique Dissous (COD), par station et par niveau

4.1.3.2. Carbone organique particulaire et matières en suspension

Pour les trois stations, les évolutions des concentrations moyennes annuelles en matières en suspension (MES) et en Carbone Organique Particulaire (COP) sont étroitement dépendantes (**Figure 4-16** à **Figure 4-18**).

Après une augmentation en 2012, les concentrations moyennes annuelles en COP et en MES chutent en surface au sein de la station E, et regagnent un niveau comparable à celui de 2010 (**Figure 4-16**). En profondeur, les variations sont en revanche moins marquées.

Les valeurs de la station F, à l'aval, se stabilisent à un niveau comparable à celui de 2010 – 2012, exception faite du COP de surface qui semble diminuer.

Pour la station amont (K), les enregistrements de fond et de surface continuent de diminuer en comparaison à 2011 et se rapprochent des moyennes de 2009.

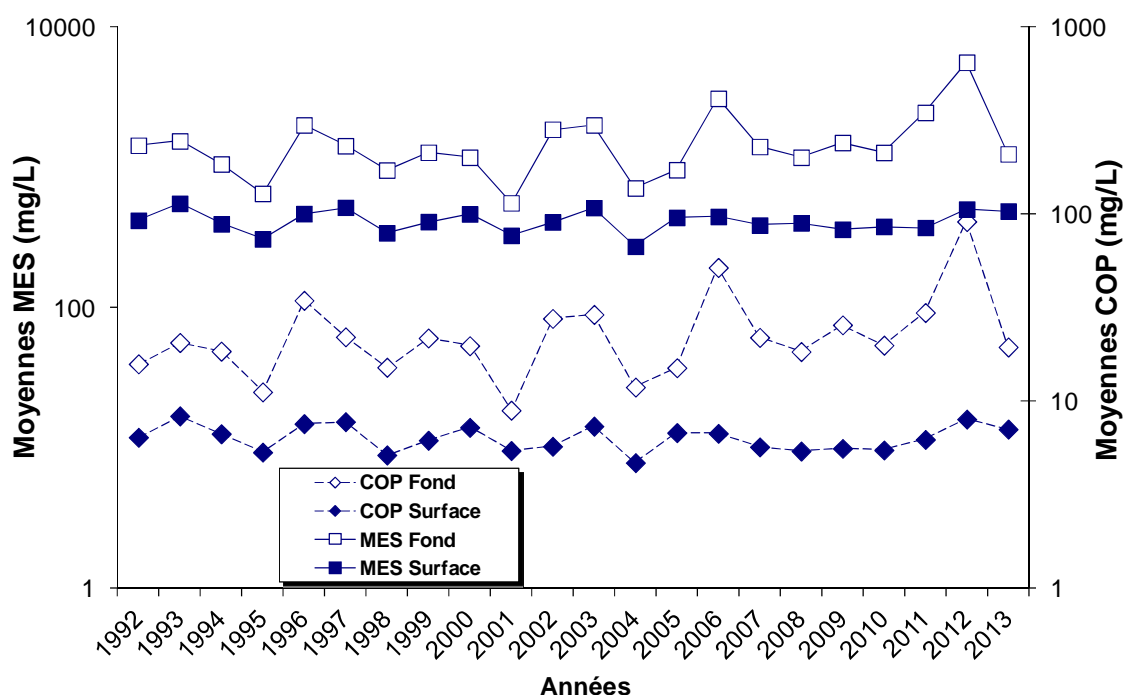


Figure 4-16 : Evolution par niveau des moyennes annuelles des concentrations en Matières En Suspension (MES) et en Carbone Organique Particulaire (COP) à la station E.

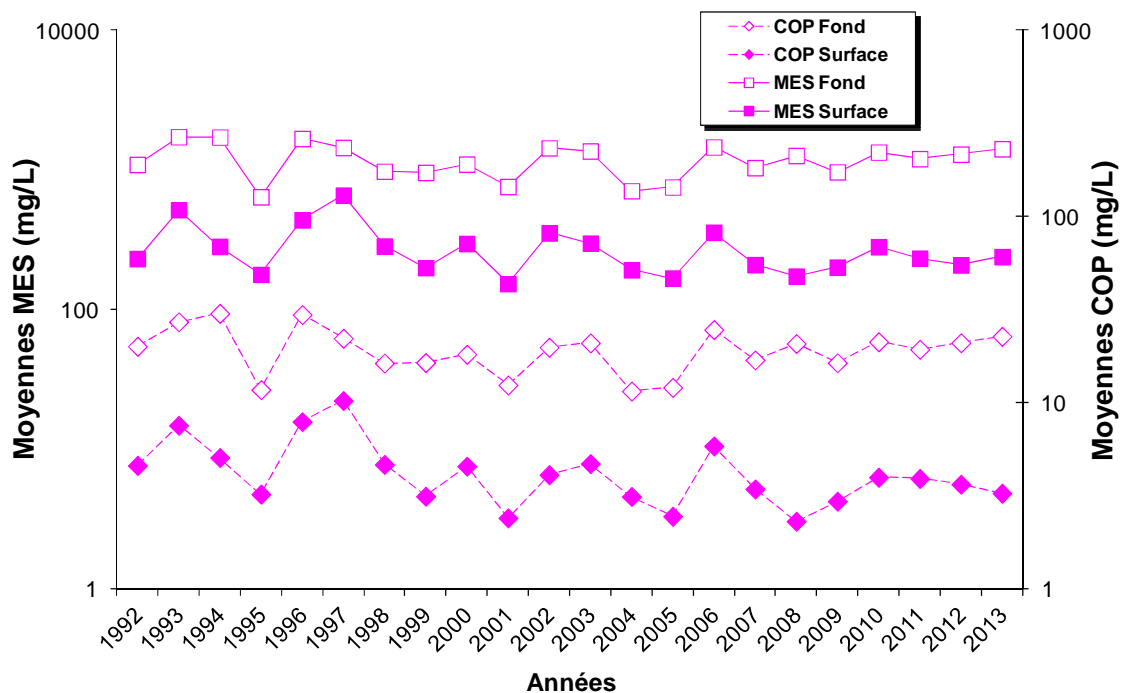


Figure 4-17 : Evolution par niveau des moyennes annuelles des concentrations en Matières En Suspension (MES) et en Carbone Organique Particulaire (COP) à la station F.

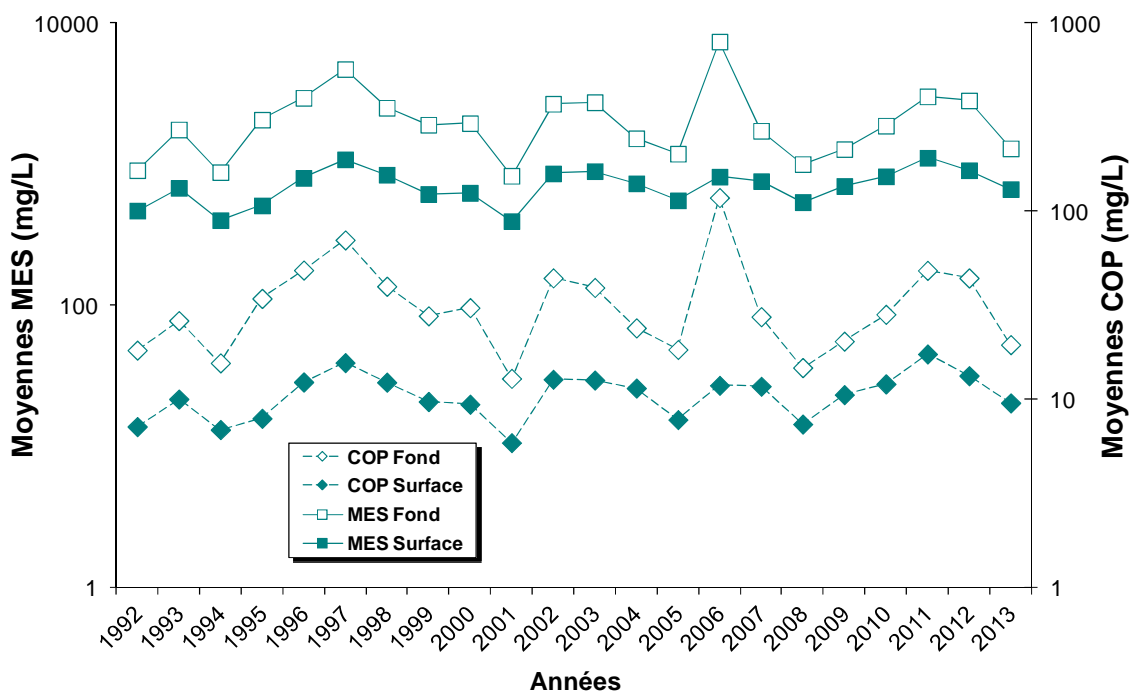


Figure 4-18 : Évolution par niveau des concentrations moyennes annuelles en Matières En Suspension (MES) et en Carbone Organique Particulaire (COP) à la station K.

Le **Tableau 4-3** 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. La moyenne annuelle (1,45%) obtenue en 2013 est l'une des plus faibles valeurs constatées depuis 1993 et elle s'éloigne de la moyenne pluriannuelle 1993-2013 (1,63%).

Tableau 4-3 : Paramètres des droites de régressions entre les teneurs en Carbone Organique Particulaire (mg/L) et celles en Matière En Suspension (mg/L), moyennes annuelles du rapport COP/MES, toutes stations confondues, période 1993 à 2013.

	Nb	Pente	Ord.	R	α	COP/MES
1993	188	1,36%	1,2	0,94	5.10^{-89}	1,56%
1994	192	1,77%	-0,1	1,00	4.10^{-240}	1,86%
1995	168	1,67%	0,2	0,98	1.10^{-118}	1,72%
1996	192	1,77%	-1,1	1,00	3.10^{-202}	1,68%
1997	192	1,48%	0,4	0,99	8.10^{-168}	1,51%
1998	168	1,62%	-0,4	1,00	3.10^{-185}	1,59%
1999	191	1,62%	-0,3	0,97	3.10^{-116}	1,64%
2000	189	1,63%	-0,3	1,00	3.10^{-189}	1,62%
2001	192	1,61%	-0,1	0,99	1.10^{-161}	1,62%
2002	191	1,50%	-0,3	0,97	3.10^{-113}	1,46%
2003	192	1,42%	0,5	0,98	3.10^{-126}	1,57%
2004	192	1,50%	0,7	0,99	1.10^{-161}	1,56%
2005	192	1,59%	-0,3	0,99	1.10^{-147}	1,60%
2006	184	1,65%	-0,8	1,00	2.10^{-227}	1,53%
2007	168	1,55%	0,2	0,99	1.10^{-153}	1,67%
2008	191	1,72%	-1,58	1,00	2.10^{-193}	1,39%
2009	192	1,75%	-1,07	0,99	9.10^{-170}	1,58%
2010	184	1,57%	-0,43	0,99	7.10^{-172}	1,48%
2011	192	1,57%	0,50	1,00	6.10^{-217}	1,66%
2012	192	1,61%	-0,14	1,00	2.10^{-297}	1,61%
2013	188	1,64%	-0,99	0,98	4.10^{-154}	1,45%

Il semble se dessiner une stabilisation de ces moyennes depuis 2009. L'écart entre les moyennes de 2013 et les moyennes interannuelles peut s'expliquer par l'amortissement encore imparfait des fortes valeurs de 1992, 1994 et 2004.

D'autre part, il est intéressant de constater que seule la station K se stabilise, alors que les stations à l'aval (E et F) voient leurs valeurs chuter sur 2013.

Pour la station E, la moyenne annuelle COP/MES en 2013 est encore en baisse (**Figure 4-19**). À titre indicatif, les moyennes annuelles 2013 sont de 1,41 % au fond et 1,36 % en surface contre 1,60 % au fond et 1,57 % en surface sur la période 1993-

2013. Cette baisse amorcée en 2012 semble atteindre des valeurs comparables à 2010 et 2012.

Concernant la station aval (F), les valeurs des moyennes annuelles COP/MES chutent pour atteindre le niveau de 2008 (**Figure 4-20**). Il est à relever que les moyennes annuelles 2013 sont de 1,48 % au fond et 1,40 % en surface contre 1,69 % au fond et 1,71 % en surface sur la période 1993-2013. Une tendance à la baisse semble s'opérer depuis 1993.

L'écart entre les moyennes annuelles et interannuelles serait, comme pour la station K, une conséquence de l'amortissement encore imparfait des fortes valeurs de 1992, 2007 et, dans une moindre mesure, 1994 à 1996, 2011 et 2012.

En 2013, la station K donne une moyenne annuelle COP/MES proche de la moyenne 2009 (**Figure 4-21**). À titre indicatif, les moyennes annuelles 2013 sont de 1,57 % au fond et de 1,40 % en surface contre 1,67 % au fond et 1,52 % en surface sur la période 1993-2013.

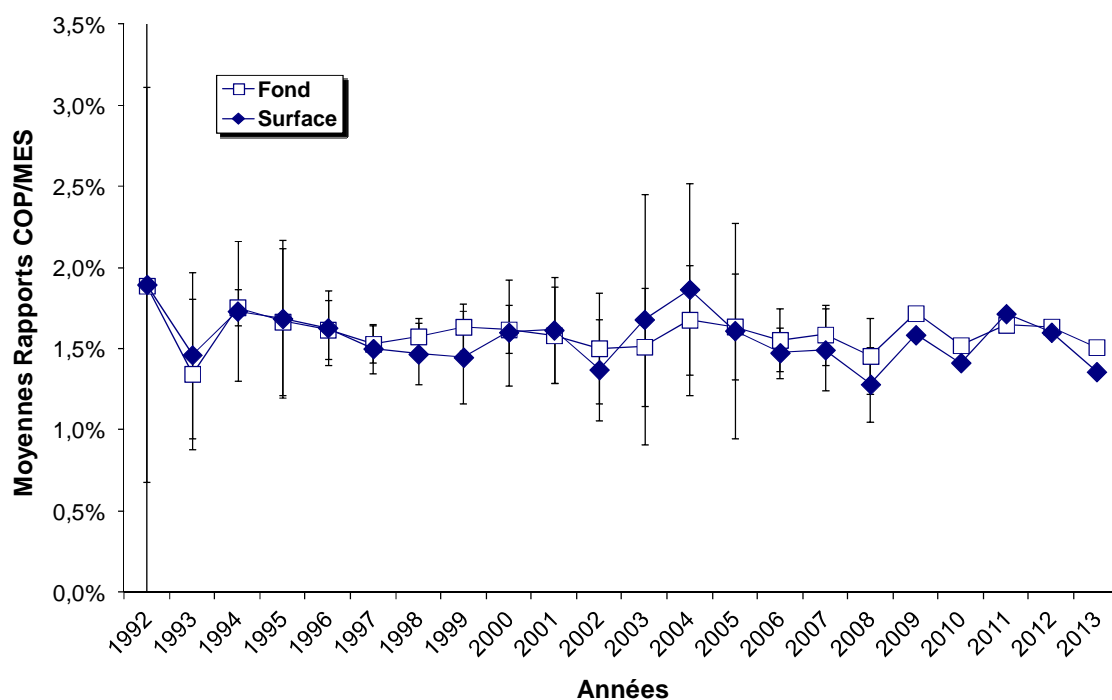


Figure 4-19 : Evolution par niveau des moyennes annuelles des rapports COP/MES à la station E.

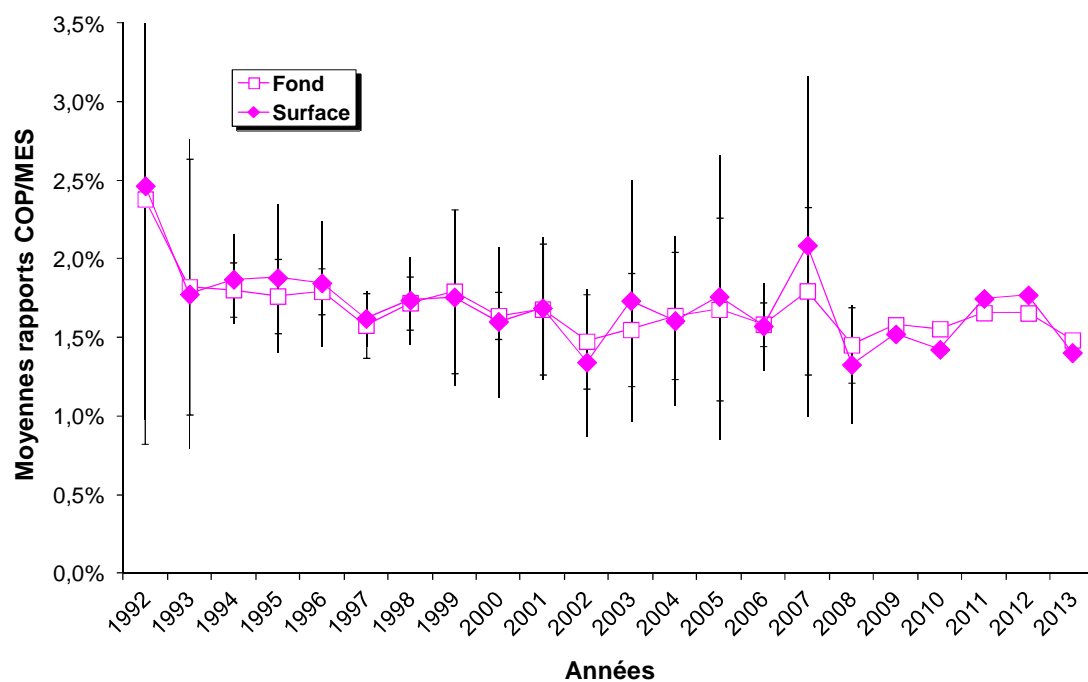


Figure 4-20 : Evolution par niveau des moyennes annuelles des rapports COP/MES à la station F.

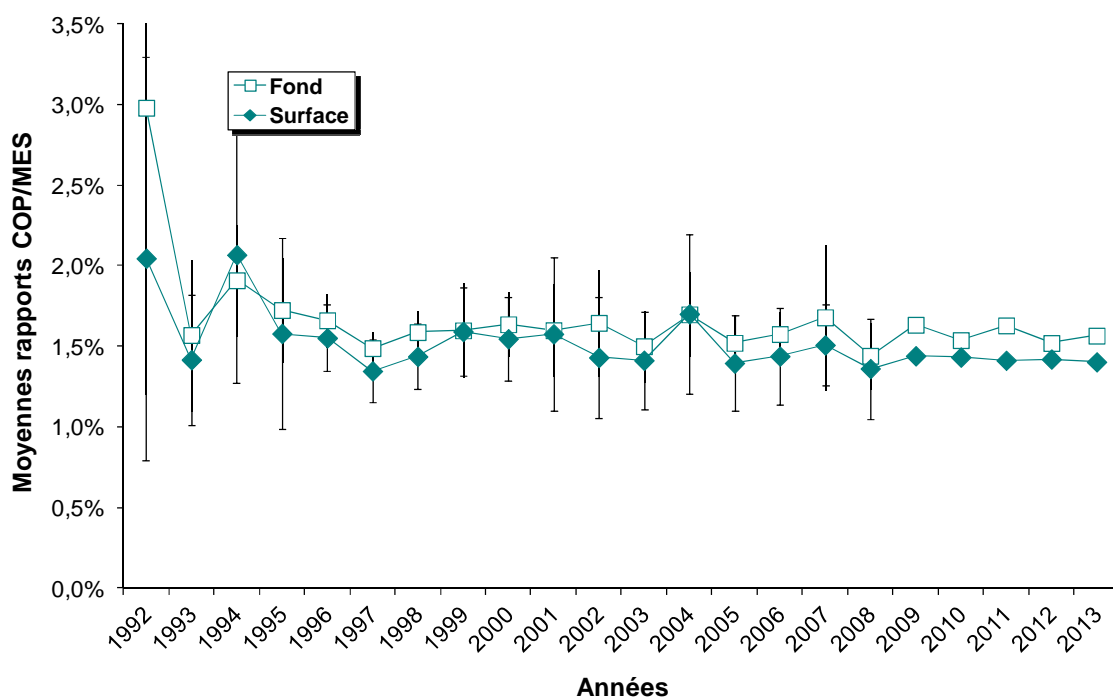


Figure 4-21 : Evolution par niveau des moyennes annuelles des rapports COP/MES à la station K.

4.2. Chlorophylle (a) et phéopigments

4.2.1. Variations spatio-temporelle

4.2.1.1. Concentration en chlorophylle (a)

Globalement, au niveau de la station E, les concentrations de pleine mer sont supérieures à celles de basse mer, plus particulièrement en période estivale (de juin à septembre). Les plus faibles productions primaires sont observées en mai à pleine mer et en juin en période de basse mer. Les plus fortes concentrations apparaissent en août et en septembre (**Figure 4-22**). Les valeurs de cette année sont proches de celles observées en 2008.

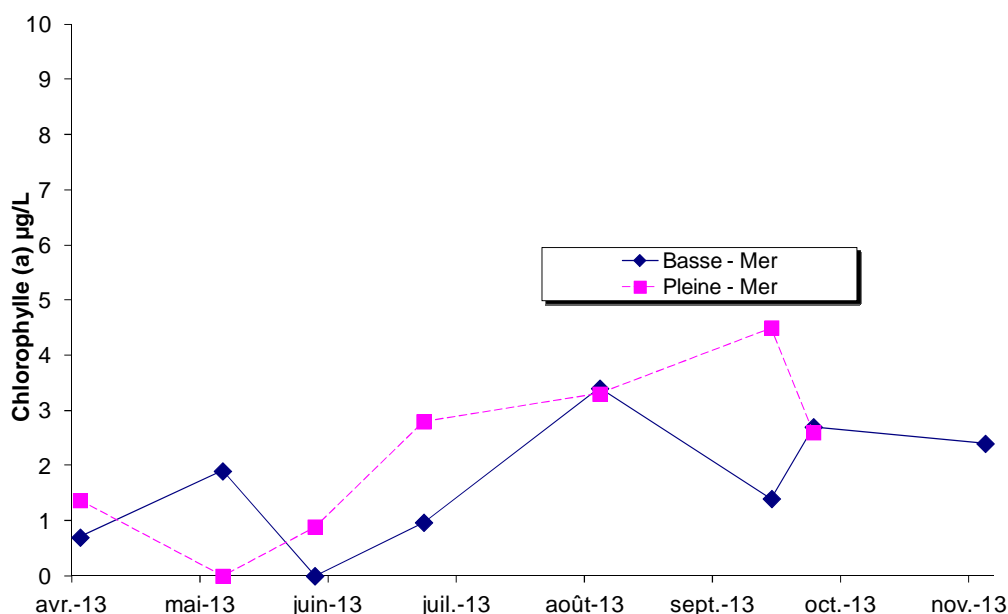


Figure 4-22 : Variations mensuelles des teneurs en chlorophylle (a) à la station E

À la station F, les concentrations de pleine mer et de basse mer en chlorophylle (a) présentent des profils globalement similaires. La production primaire s'initie en début de période estivale ; les plus faibles valeurs apparaissent au mois de juin, les plus fortes en septembre (**Figure 4-23**).

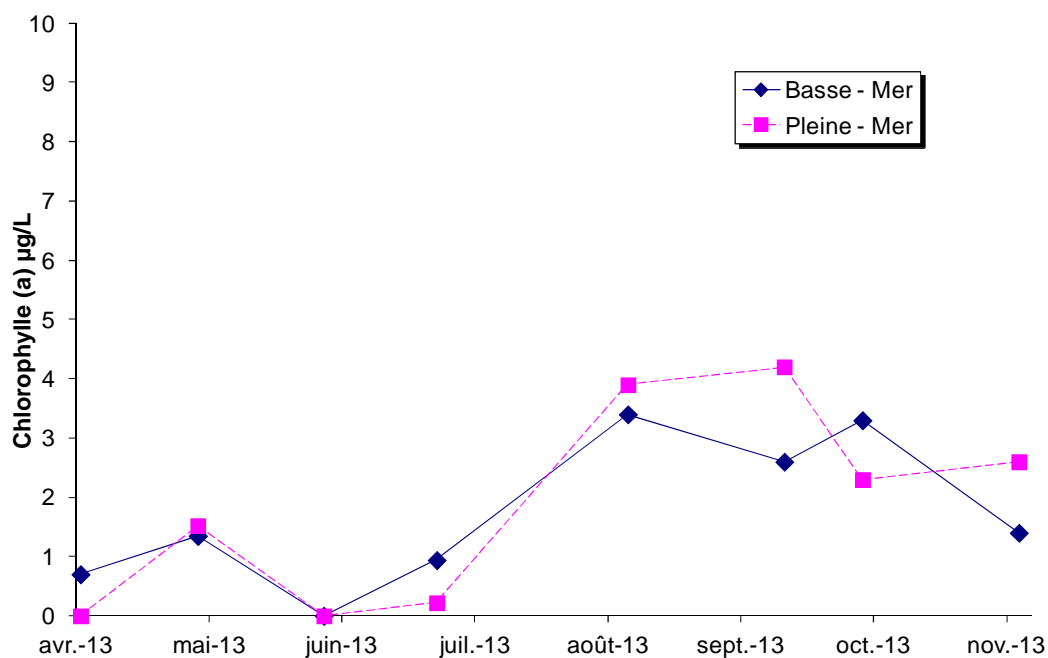


Figure 4-23 : Variations mensuelles des teneurs en chlorophylle (a) à la station F.

Au niveau de la station K, la tendance s'inverse, les concentrations sont de manière générale plus élevée en basse mer qu'en pleine mer, notamment en période estivale – début d'automne. Les plus faibles teneurs sont observées en juin et en octobre en pleine mer. Le mois de septembre affiche la plus forte valeur (proche de 4 µg/l) en basse mer (Figure 4-24).

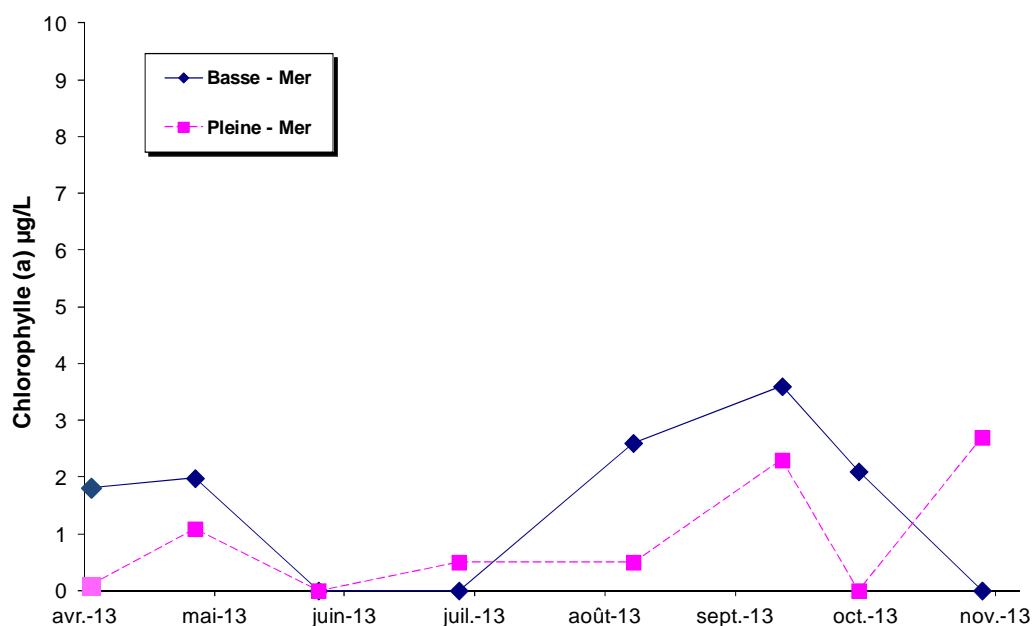


Figure 4-24 : Variations mensuelles des teneurs en chlorophylle (a) à la station K.

Au final, les stations présentent des concentrations en chlorophylle (a) relativement faibles ($< 5 \mu\text{g/l}$) en période estivale, qui augmentent en fin de période estivale avec des valeurs plus élevées à basse mer en amont (point K), tendance qui s'inverse sur les deux autres stations (points E et F).

Contrairement à 2012, aucune concentration en chlorophylle (a) n'est supérieure à $5 \mu\text{g/L}$, quelle que soit la station considérée ; à titre indicatif, les maxima sont enregistrés aux mois d'août et de septembre, voire octobre. À l'inverse, les concentrations les plus basses (inférieures aux seuils de quantification) sont obtenues aux mois de juin et d'avril pour les stations aval (points E et F), à basse mer comme à pleine mer. Pour la station K, ces périodes sont plus fluctuantes (avril, juin, juillet...) (**Tableau 4-4**).

Tableau 4-4 : Concentrations en chlorophylle (a) inférieures aux limites de quantification toutes stations confondues, et phaeopigments associés.

St	TM	Date	Chl a ($\mu\text{g/L}$)	Phaeo ($\mu\text{g/L}$)
E	BM	13/06/2013	$<0,6$	$<1,0$
E	PM	13/06/2013	$<0,6$	$<1,0$
F	BM	12/06/2013	$<0,6$	$<1,0$
F	PM	17/04/2013	$<0,6$	2.4
F	PM	12/06/2013	$<0,6$	$<1,0$
K	BM	10/06/2013	$<0,3$	$<0,5$
K	BM	13/07/2013	$<0,6$	9.78
K	BM	13/11/2013	$<0,6$	1.80
K	PM	15/04/2013	$<0,6$	1.5
K	PM	10/06/2013	$<0,6$	$<1,0$
K	PM	15/10/2013	$<1,1$	23.80

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.

Comme en 2012, au regard des données disponibles, la normalisation n'apporte pas d'information complémentaire quant à l'évolution saisonnière de la biomasse algale au niveau des 3 stations. Pour les stations aval (stations E et F), cette normalisation permet de marquer l'augmentation significative de la biomasse algale enregistrée lors des mois d'octobre et de novembre, respectivement en période de pleine mer et basse mer.

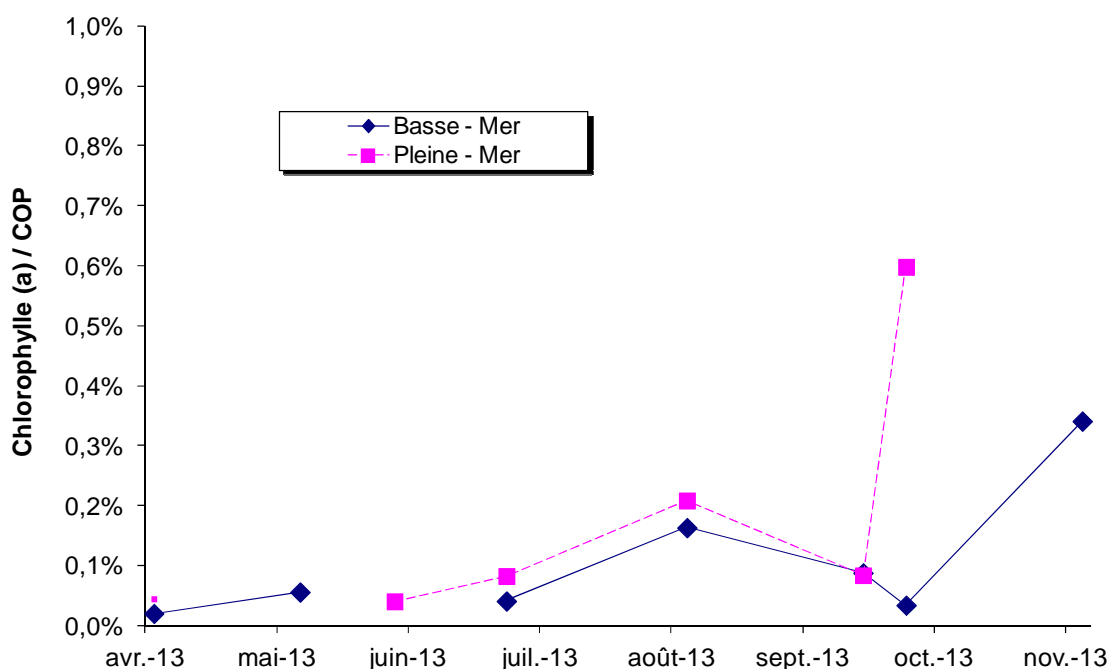


Figure 4-25 : Variations mensuelles du rapport entre la chlorophylle (a) et le COP à la station E

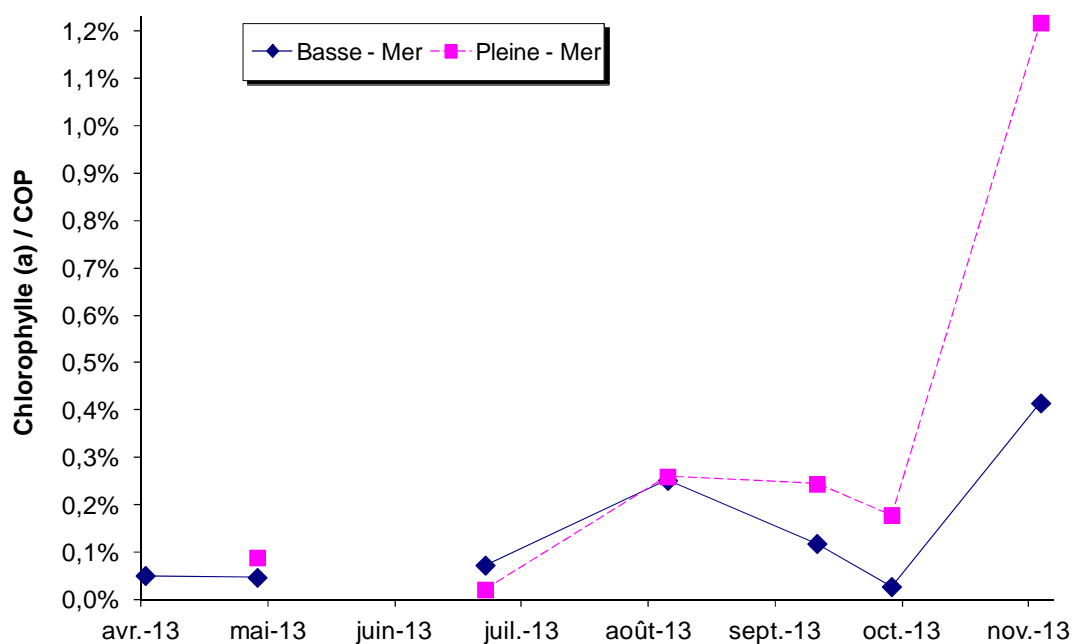


Figure 4-26 : Variations mensuelles du rapport entre la chlorophylle (a) et le Carbone Organique Particulaire (COP) à la station F

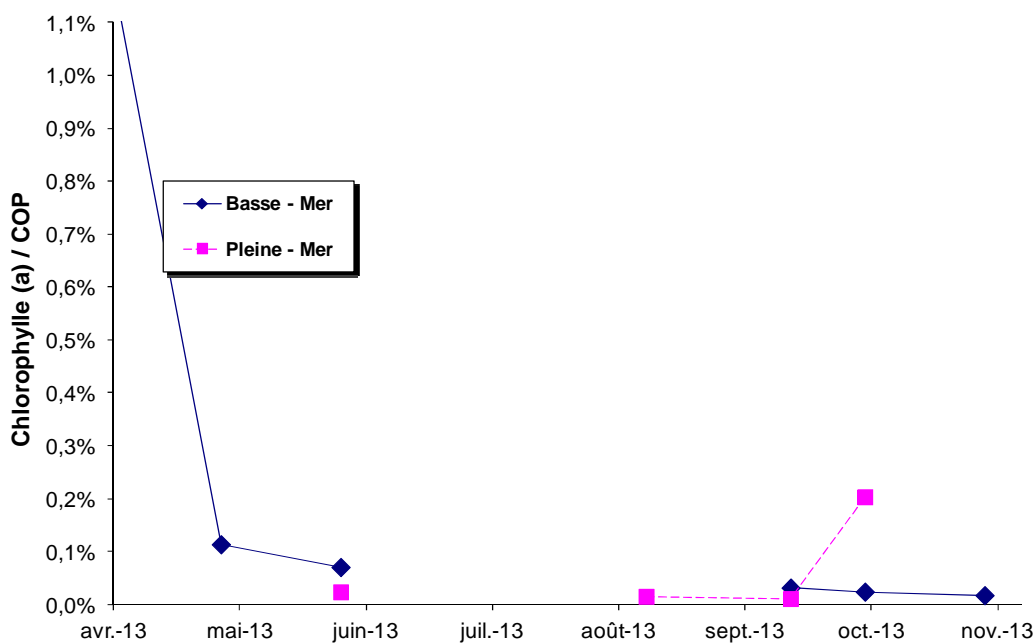


Figure 4-27 : Variations mensuelles du rapport entre la chlorophylle (a) et le Carbone Organique Particulaire (COP) à la station K

4.2.2. Evolution des moyennes annuelles

Pour rappel : 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 4-28**)

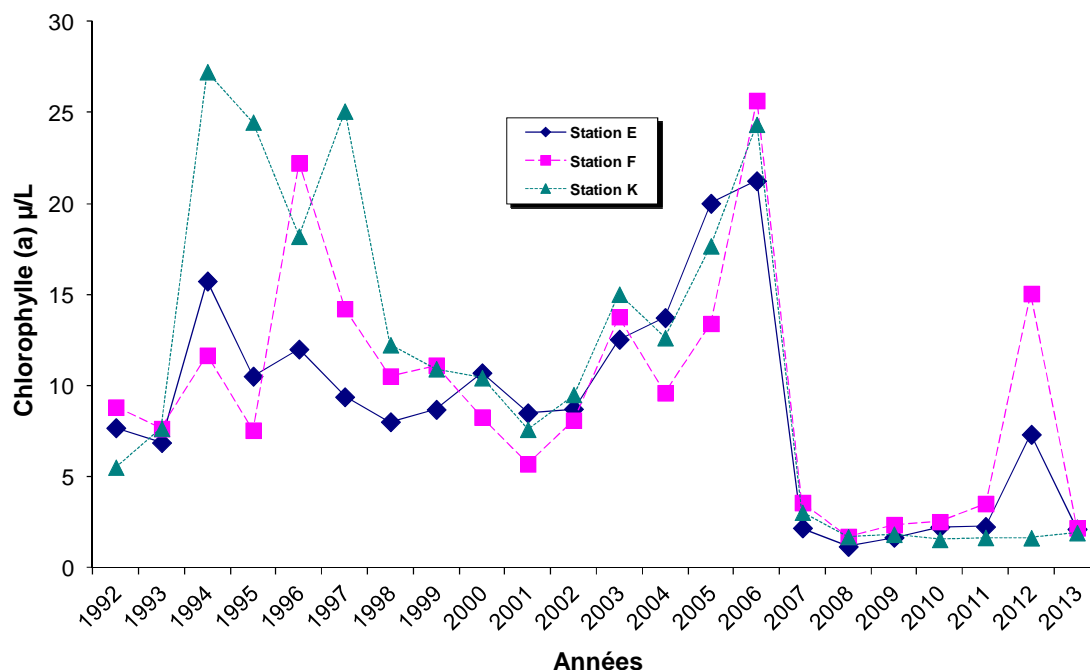


Figure 4-28 : Evolution par station des moyennes annuelles des teneurs en chlorophylle (a) entre 1992 et 2013.

L'augmentation des concentrations constatée depuis 2008, pour les stations F et E s'est accompagnée d'une forte hausse en 2012. L'évolution obtenue en 2013 (forte baisse) semble indiquer que la forte augmentation de 2012 pourrait être exceptionnelle (due uniquement aux concentrations en chlorophylle (a) du mois d'août). Pour la station K, l'évolution reste stable depuis 2008 (**Figure 4-29**).

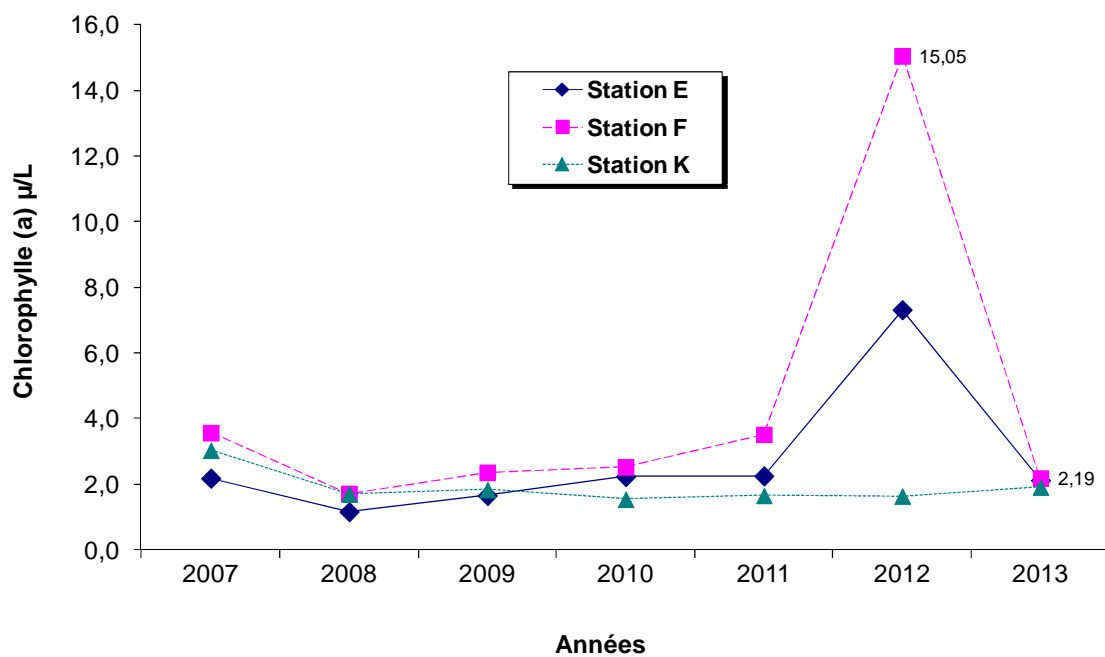


Figure 4-29 : Évolution par station des moyennes annuelles des teneurs en chlorophylle (a) entre 2007 et 2013.

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. L'acide borique est un composé dissous de l'eau de mer naturel, nous n'avons donc pas considéré cet élément comme un contaminant.

4.3.1. Variations spatio-temporelle

4.3.1.1. Sels azotés

4.3.1.1.1 Ammonium

Contrairement à ces dernières années, les concentrations en ammonium, toute station confondue, dépassent régulièrement la limite de quantification ($0,28 \mu\text{mol/L}$). Un pic de concentration est observé en octobre à la station E, avec une valeur proche des $10 \mu\text{mol/L}$ (**Figure 4-30**). Les concentrations en ammonium ont varié au cours de cette campagne 2013 de $0,28$ à $1,7 \mu\text{mol/L}$ à la station F (**Figure 4-31**), de $0,28$ à $1,56 \mu\text{mol/L}$ à la station K (**Figure 4-32**). Les plus fortes teneurs en ammonium sont observées en avril et en octobre et de préférence en période de basse mer, excepté à la station F (avril, pleine mer).

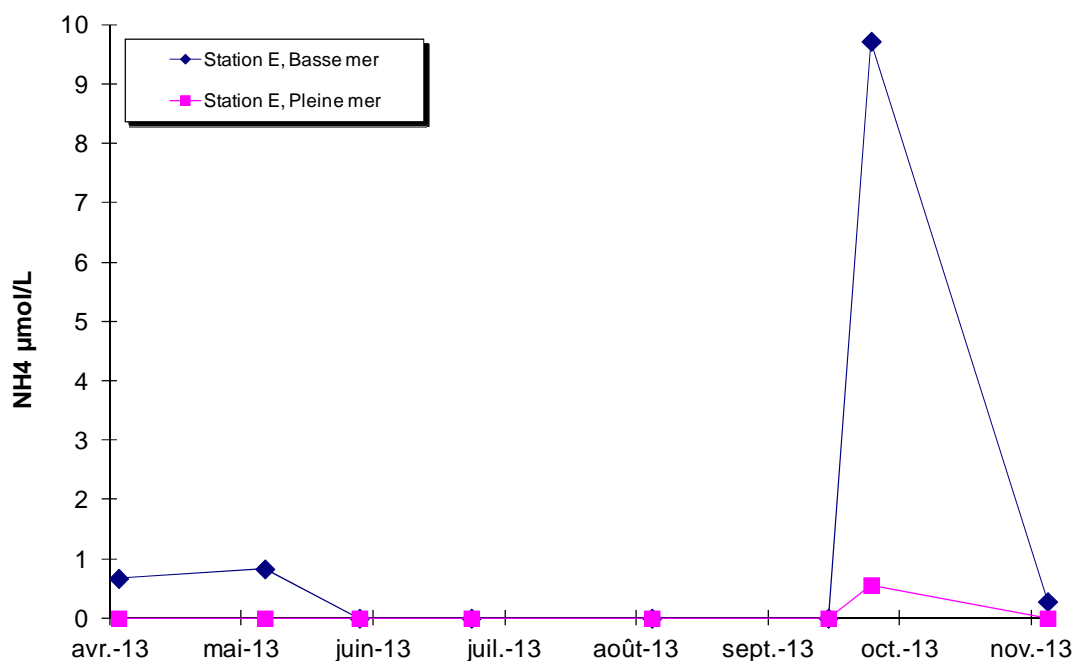


Figure 4-30 : Variations mensuelles des teneurs en ammonium à la station E.

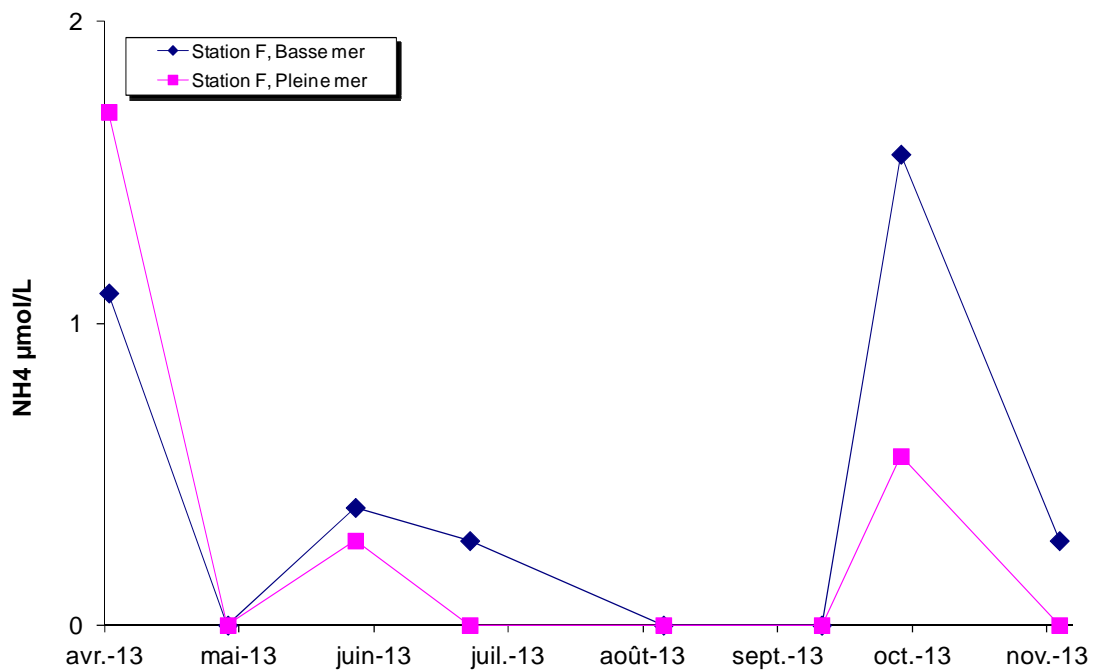


Figure 4-31 : Variations mensuelles des teneurs en ammonium à la station F.

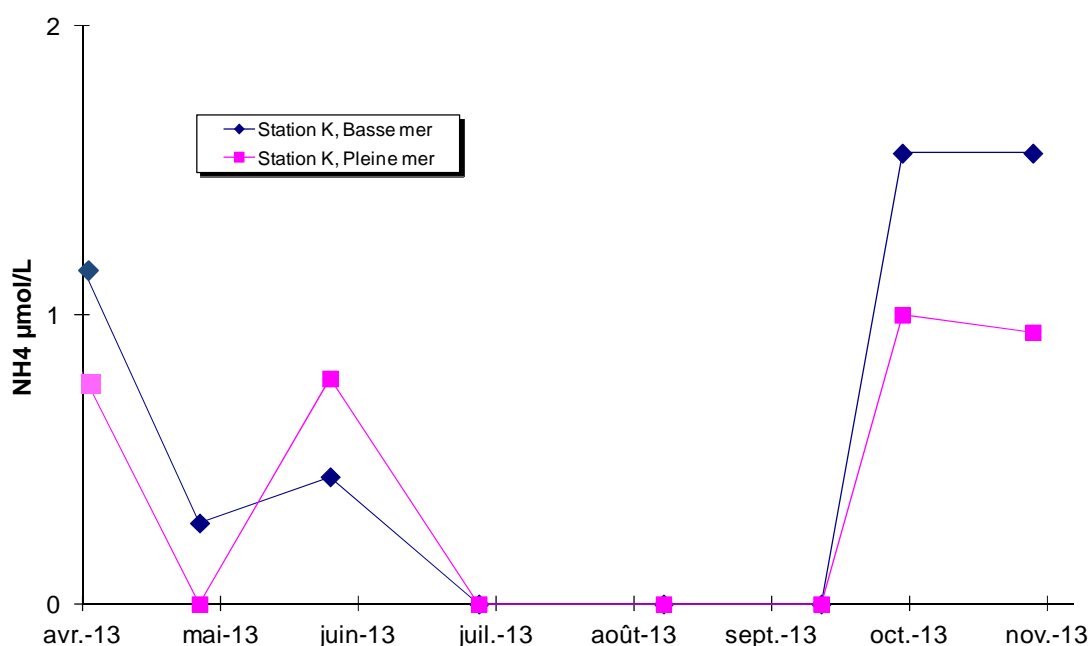


Figure 4-32 : Variations mensuelles des teneurs en ammonium à la station K.

Des apports externes (autres que l'activité biologique et le processus de reminéralisation) sont véhiculés par la Garonne et la Dordogne et les éventuels rejets ponctuels de la centrale.

4.3.1.1.2 Nitrate et nitrite

L'évolution saisonnière des 3 stations présente des similitudes en termes de variations (cf. figures ci-dessous) : un maximum est constaté en période estivale (juillet) suivi d'une baisse des teneurs en nitrate/nitrite d'août à octobre, avant une nouvelle hausse sur la fin d'automne.

Au niveau de la station E, les concentrations mesurées en basse mer sont supérieures à celles en pleine mer avec une amplitude entre les deux temps de marée plus prononcée en période estivale (**Figure 4-33**).

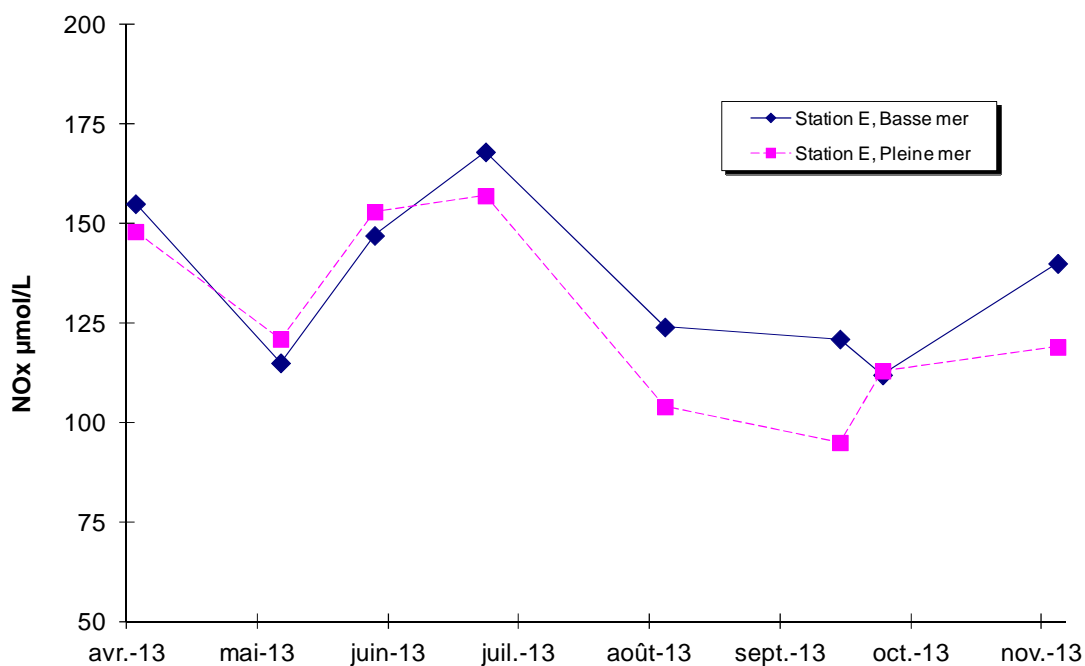


Figure 4-33 : Variations mensuelles des teneurs en nitrates – nitrites à la station E

A la station F, les teneurs sont systématiquement supérieures en période basse mer avec une amplitude entre les deux temps de marée globalement homogène sur la période comprise entre juillet et octobre. Les concentrations augmentent progressivement pour atteindre un maximum en juillet. On constate ensuite une baisse des teneurs entre juillet et octobre suivi d'une nouvelle augmentation en novembre (**Figure 4-34**).

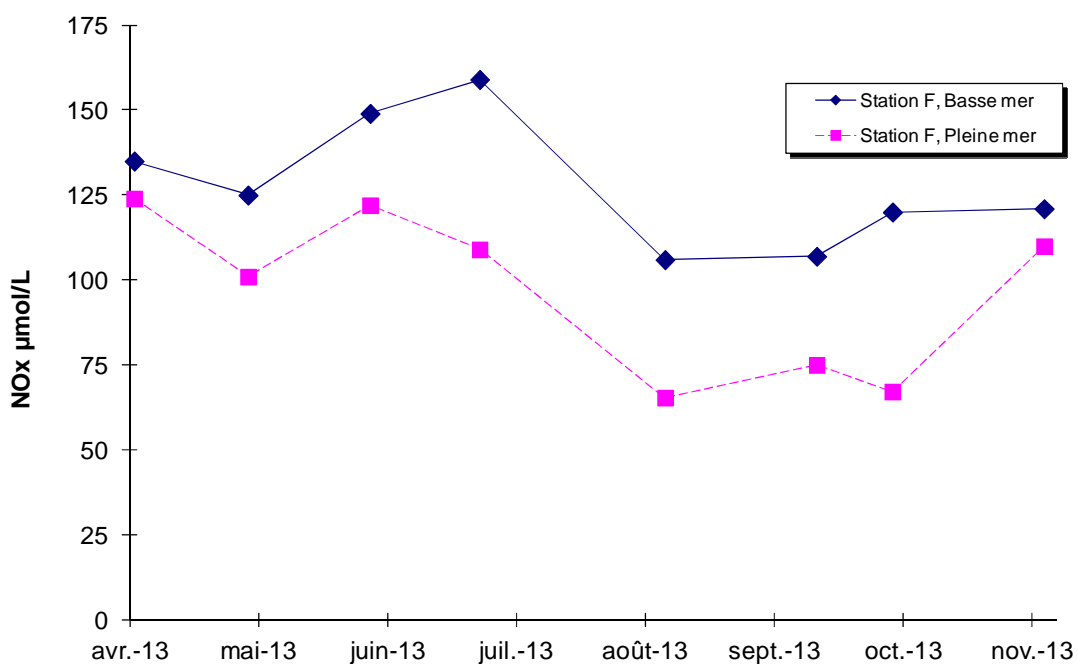


Figure 4-34 : Variations mensuelles des teneurs en nitrates – nitrites à la station F

La station K présente un profil différent avec des teneurs supérieures en pleine mer par rapport à la basse mer. Les concentrations augmentent jusqu'au mois de juillet suivi d'une baisse en période automnale (**Figure 4-35**).

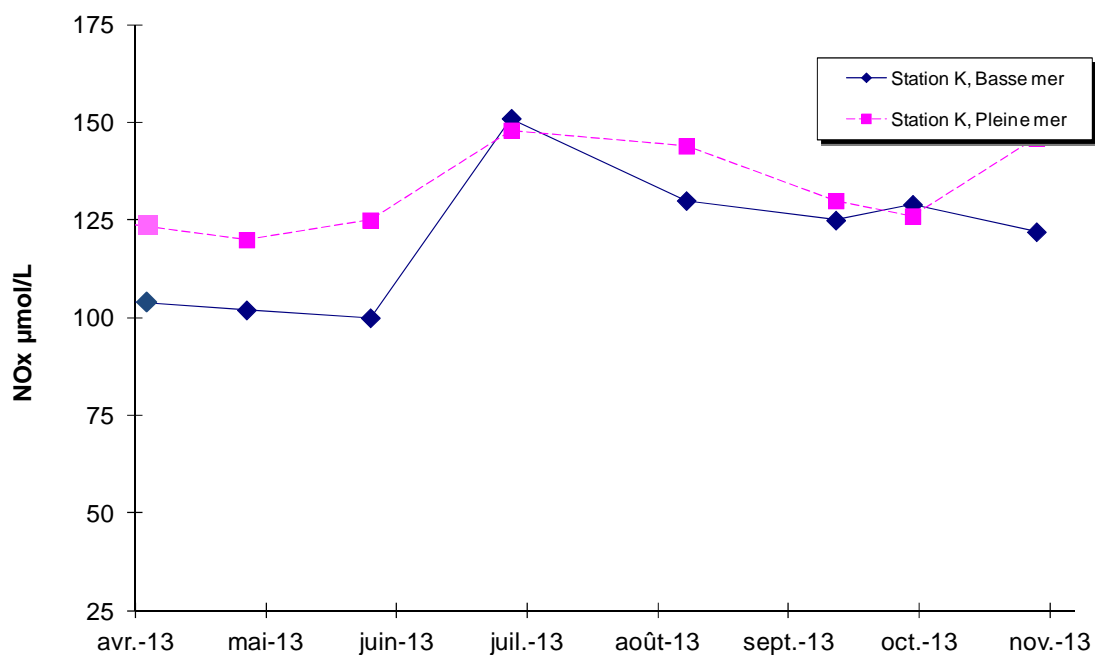


Figure 4-35 : Variations mensuelles des teneurs en nitrates – nitrites à la station K

Il est intéressant de constater que les valeurs obtenues lors de la pleine mer sont globalement supérieures aux valeurs obtenues en basse mer sur la station K, puis cette tendance s'inverse progressivement à mesure que l'on descend en aval pour être toujours supérieure sur la station F. Cette progression est caractéristique de l'apport d'origine fluvial de ces éléments.

4.3.1.2. Orthophosphates

Les 3 stations ont des comportements différents au long de l'année et selon la marée, sans qu'il soit possible de trouver un élément commun. Les pics constatés pourraient avoir une possible origine anthropique au regard de l'importance des concentrations obtenues par rapport au reste de l'année.

La station E, au droit du rejet, présente un profil relativement stable sur l'ensemble de l'année. Les valeurs oscillent autour de 1,8 $\mu\text{mol/L}$, à l'exception du mois d'août avec des valeurs légèrement supérieures (3,6 $\mu\text{mol/L}$ à pleine mer, contre 2,8 $\mu\text{mol/L}$ à basse mer).

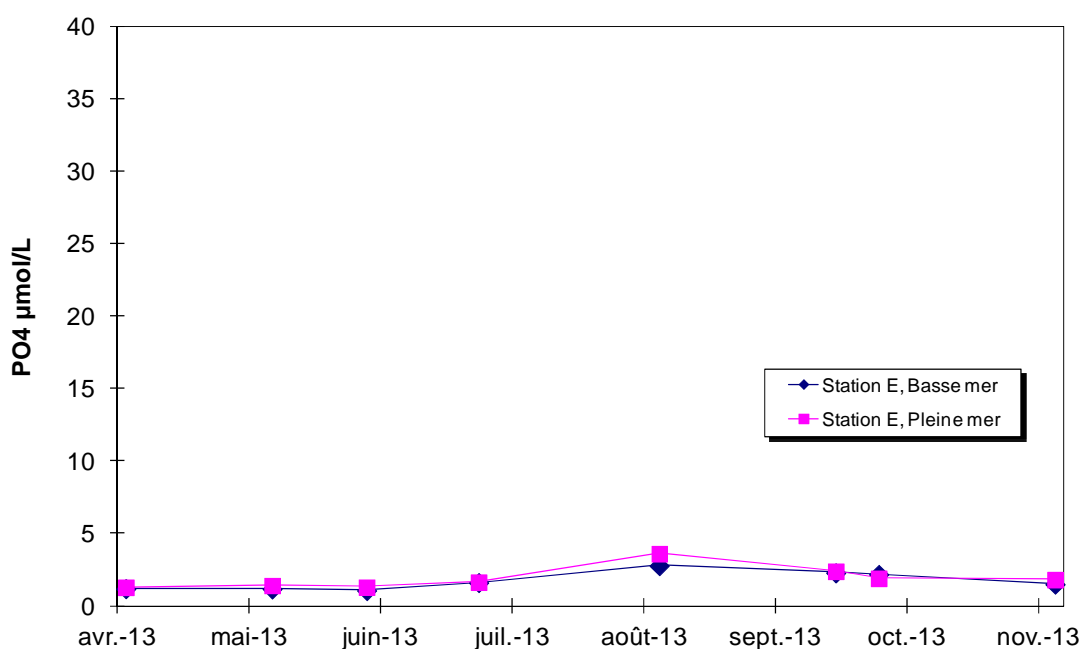


Figure 4-36 : Variations mensuelles des teneurs en orthophosphates à la station E.

Au niveau de la station F en période de pleine mer, un premier pic de concentration est observé en juin (34,6 $\mu\text{mol/L}$), la concentration rechute ensuite (**Figure 4-37**), puis un deuxième pic de moindre amplitude est constaté en août (20,8 $\mu\text{mol/L}$) avant de revenir à des niveaux comparables au début du cycle (autour de 1,9 $\mu\text{mol/L}$). En période de basse mer, les teneurs sont relativement stables.

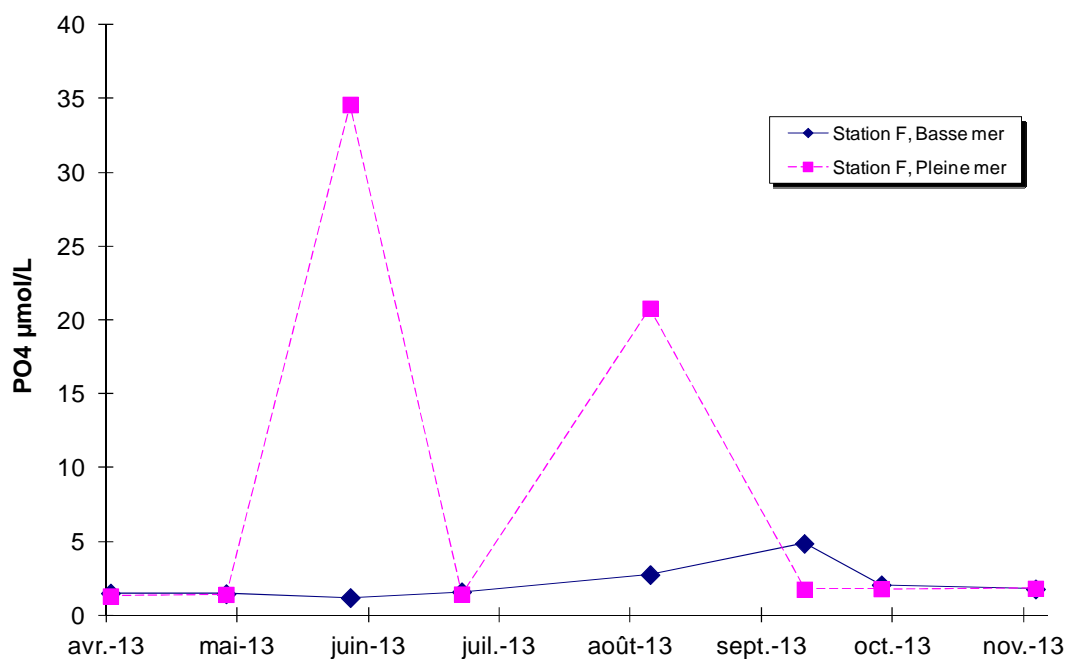


Figure 4-37 : Variations mensuelles des teneurs en orthophosphates à la station F

Le profil saisonnier observé à la station K est relativement comparable à celui de la station E, à l'exception d'un pic de concentration en octobre à basse mer (32µmol/L). Les teneurs obtenues lors de la basse mer et de la pleine mer sont relativement proches (Figure 4-38).

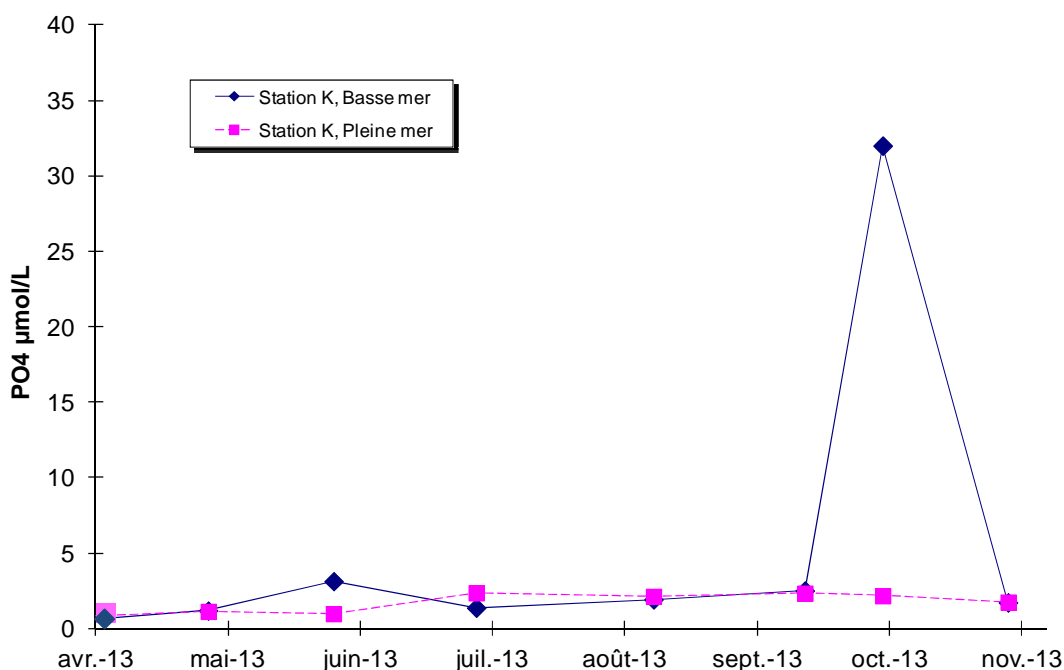


Figure 4-38 : Variations mensuelles des teneurs en orthophosphates à la station K

4.3.1.3. Rapport N/P

L'étude du rapport molaire N/P en milieu estuarien est primordiale pour apprécier les évolutions de biomasses planctoniques. En effet, en milieu océanique la valeur de ce rapport est de 16 (Redfield et al, 1963).

L'évolution générale du rapport N/P semble similaire sur les 3 points : légère diminution au fil de l'année à l'exception de quelques missions où ce rapport N/P chute en rapport avec l'augmentation des concentrations en orthophosphates pour la majorité.

Pour la station E, les valeurs obtenues au cours de cette campagne de surveillance 2013 ont été comprises entre 29 et 133, avec une moyenne de 112 (**Figure 4-39**). Les variations saisonnières du rapport molaire N/P sont à peu près identiques pour les deux temps de marée. Sous l'effet des apports en nitrates les fortes valeurs sont enregistrées au printemps, avec un maximum en juin ; le minimum a été enregistré lors de la campagne d'août, en raison des teneurs légèrement plus élevées en orthophosphates.

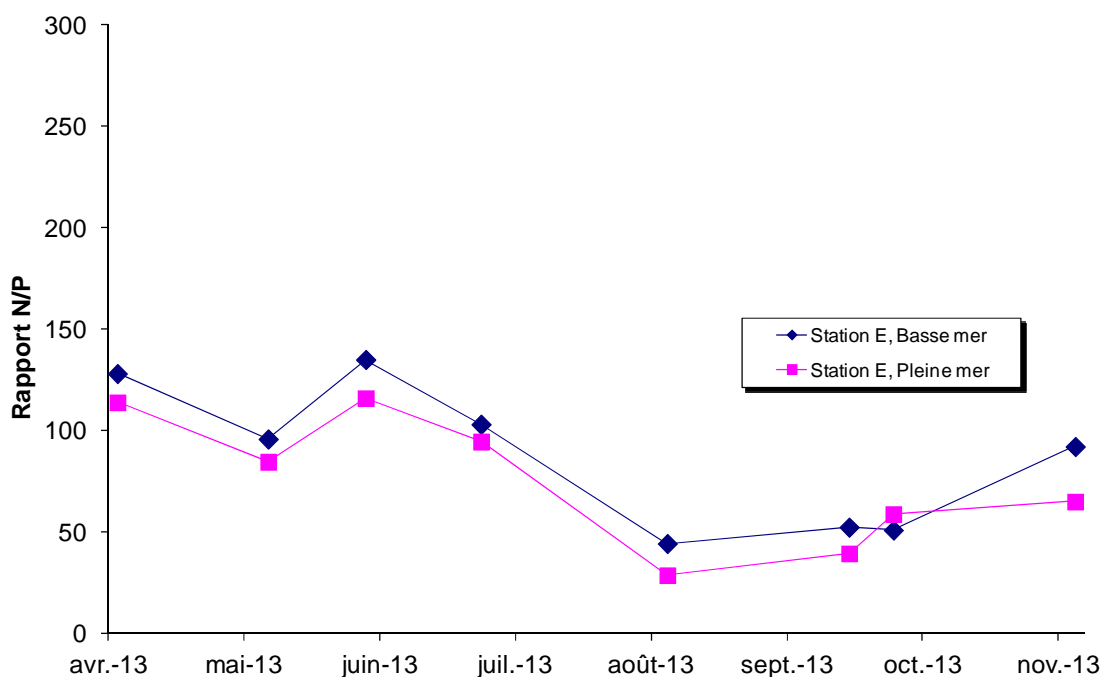


Figure 4-39 : Variations mensuelles du rapport N/P à la station E

Au niveau de la station F, les valeurs ont varié au cours de cette campagne 2013 de 3 à 124, avec une moyenne de 61. Sous l'effet des apports en nitrates le maximum est enregistré lors de la campagne du mois de juin en période de basse mer; les minima ont été enregistrés en juin et en août en période de pleine mer, en raison des teneurs élevées en orthophosphates (**Figure 4-40**).

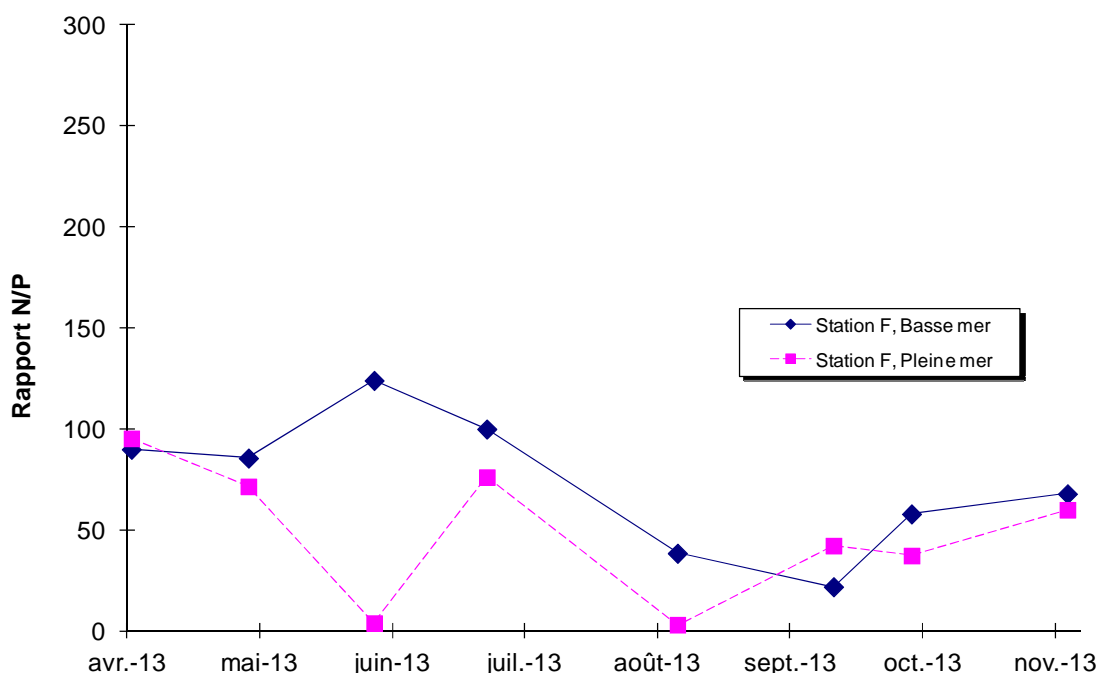


Figure 4-40 : Variations mensuelles du rapport N/P à la station F

Concernant la station K, les variations à pleine mer suivent celles constatées sur les 2 autres stations avec des valeurs plus élevées en début d'année et une baisse progressive vers la période automnale. Par la suite, les valeurs se stabilisent autour de 65 à partir de juillet en période de pleine mer. L'évolution à basse mer est beaucoup plus contrastée avec un pic secondaire en juillet (rapport de 109) et une chute forte en octobre (rapport de 4), conséquence des apports en orthophosphates (**Figure 4-41**).

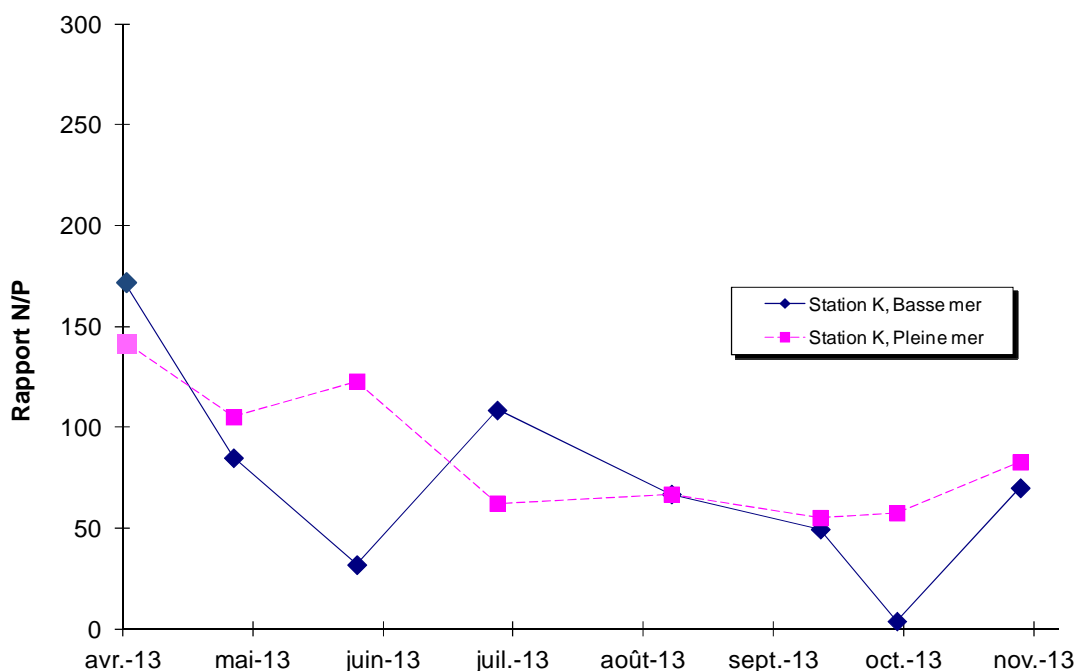


Figure 4-41 : Variations mensuelles du rapport N/P à la station K

4.3.1.4. Silicates et bore

4.3.1.4.1 Silicates

Comme l'ont montré les études de surveillances écologiques antérieures à 1992, la Dordogne présente des concentrations en silicates nettement supérieures à celles de la Garonne (environ 2/3, 1/3). Sur l'estuaire, il y a donc un gradient de concentration croissant de l'aval vers l'amont. La station E représentant une situation intermédiaire entre la station F en aval où les teneurs sont plus faibles et la station K en amont où les teneurs sont plus élevées. D'une manière générale, les teneurs à pleine mer sont plus faibles que celles de basse mer (**Figure 4-42** à **Figure 4-44**).

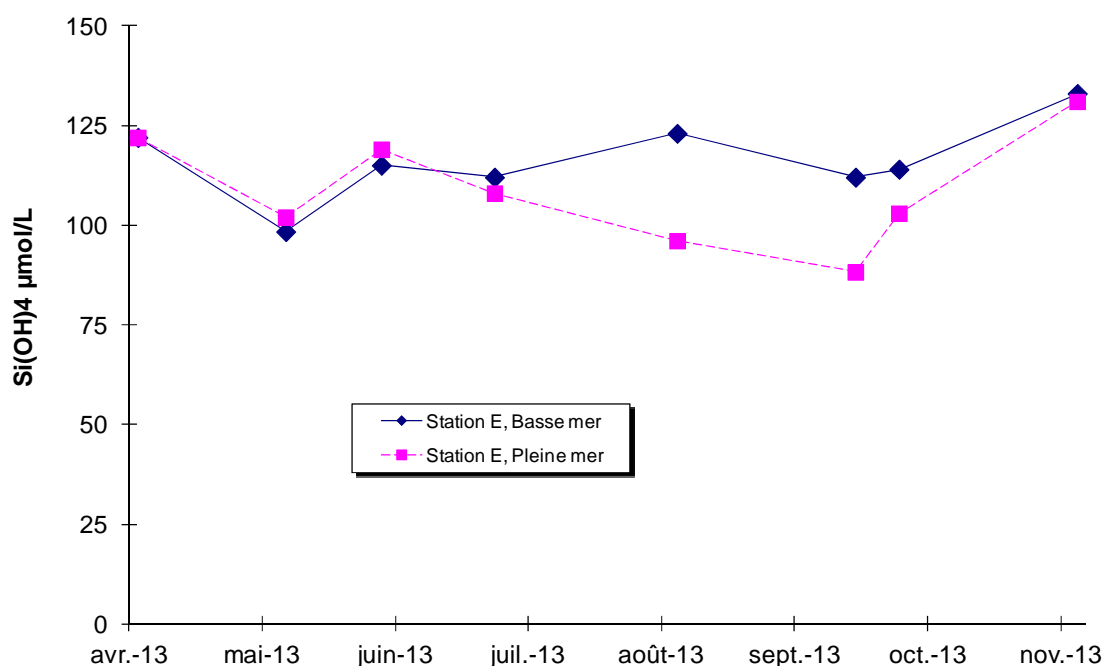


Figure 4-42 : Variations mensuelles des teneurs en silicates, station E

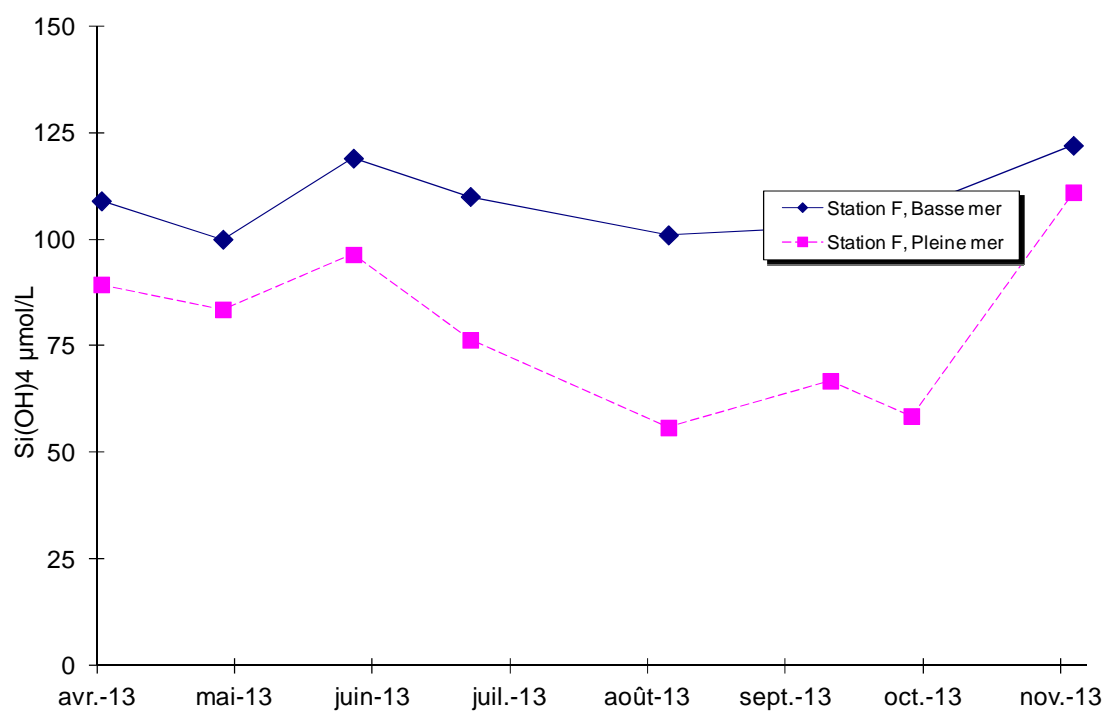


Figure 4-43 : Variations mensuelles des teneurs en silicates, station F

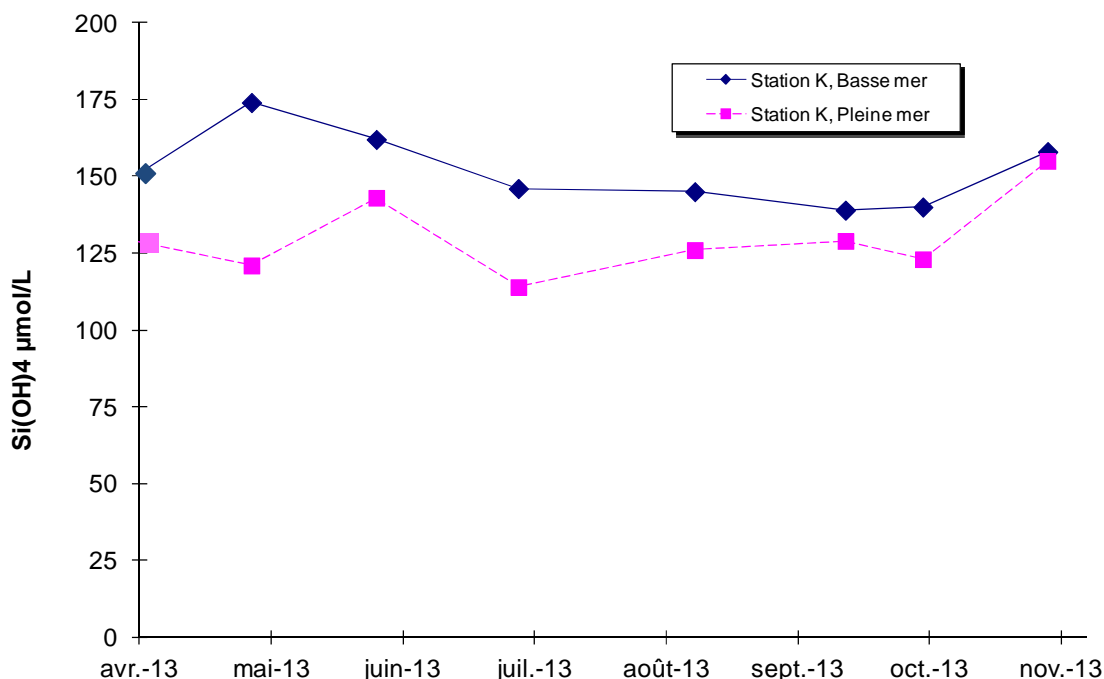


Figure 4-44 : Variations mensuelles des teneurs en silicates, station K

4.3.1.4.2 Bore

Le bore est présent de façon naturelle dans l'eau de mer. L'eau de mer présente naturellement une concentration d'environ 4 mg/L.

L'évolution des concentrations en bore est marquée au niveau des trois stations. Les teneurs augmentent jusqu'à atteindre un « plateau » d'août à octobre :

- la station K voit son plateau à pleine mer culminer entre 0,46 et 0,51 mg/L.
- la station E voit son plateau à pleine mer culminer entre 1,2 et 1,3 mg/L, avec un pic à 1,6 mg/L en septembre.
- la station F voit son plateau à pleine mer culminer entre 2,3 et 2,4 mg/L.

Un gradient de concentration décroissant de l'aval à l'amont est nettement mis en évidence.

Les valeurs à pleine mer sont systématiquement supérieures aux valeurs de basse mer. Les concentrations en pleine mer et en basse mer en bore présentent des profils similaires (**Figure 4-45** à **Figure 4-47**).

Les concentrations observées au droit de la centrale ne mettent pas en évidence de problème particulier.

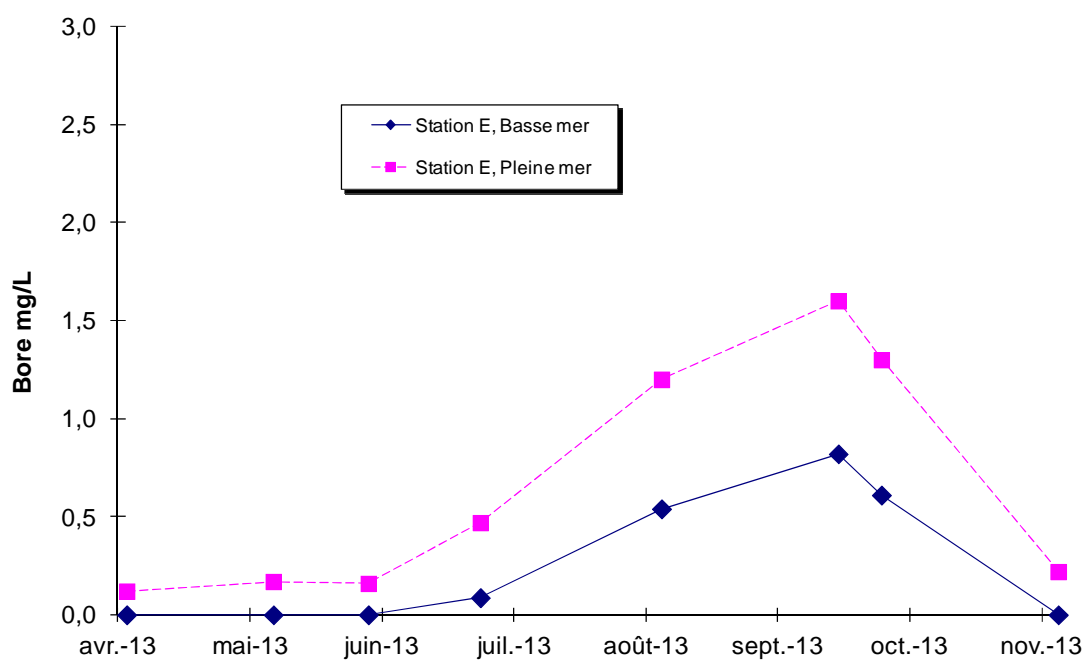


Figure 4-45 : Variations mensuelles des teneurs en silicates, station E

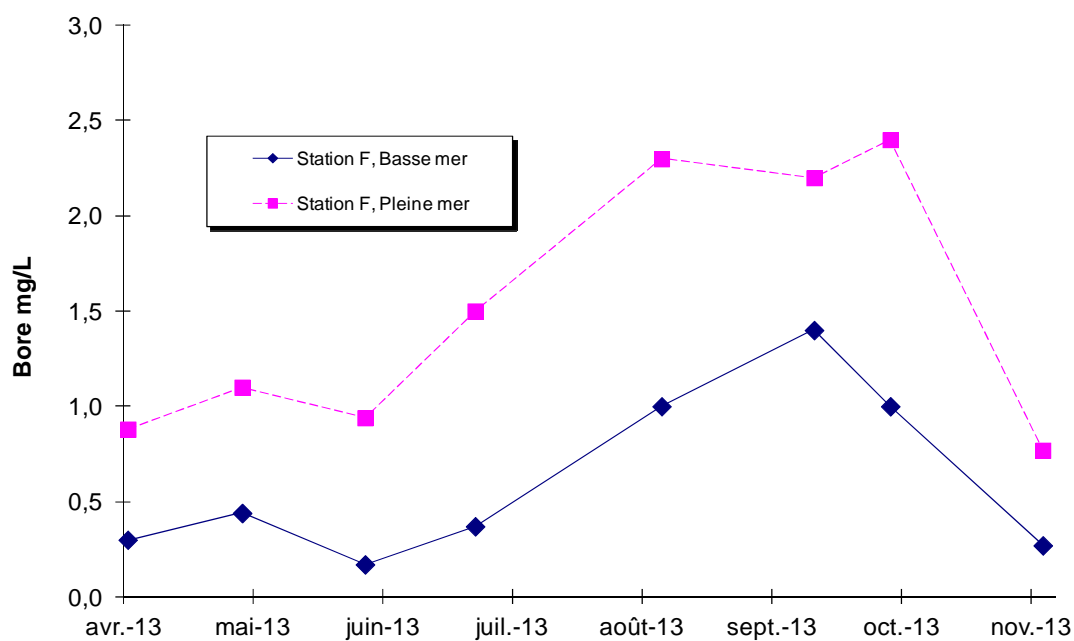


Figure 4-46 : Variations mensuelles des teneurs en silicates, station F

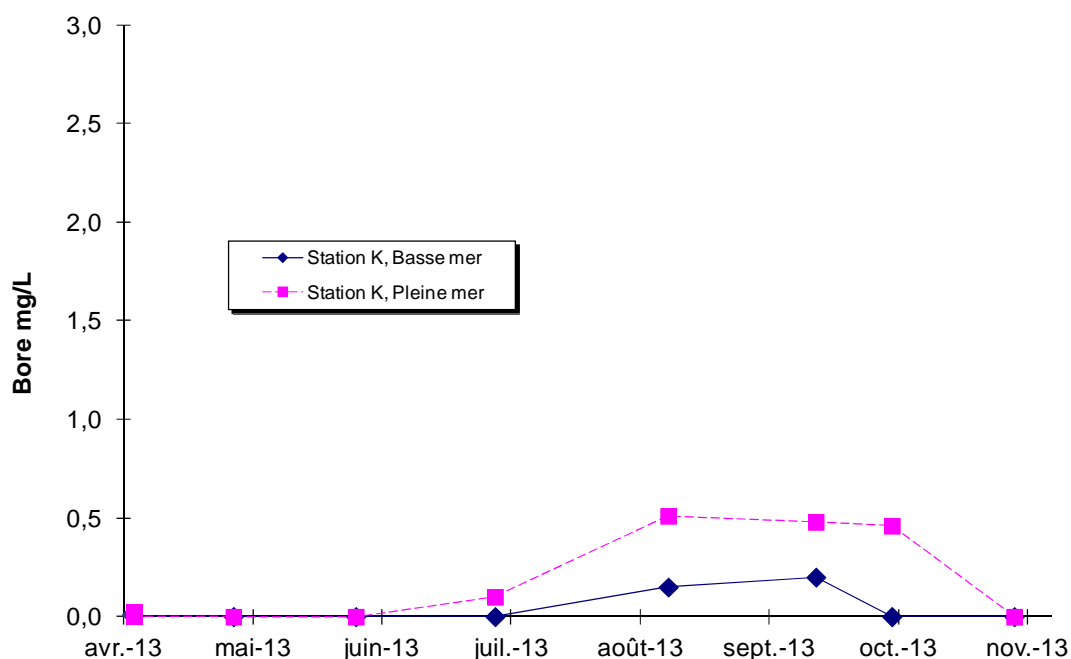


Figure 4-47 : Variations mensuelles des teneurs en silicates, station K

4.3.2. Relation avec les paramètres hydro biologiques

4.3.2.1. Bore et salinité

Le bore étant présent naturellement dans l'eau de mer, la droite de régression affiche une pente positive et un coefficient de corrélation significatif (**Figure 4-48**). Pour les silicates, la droite de régression est négative (apports Garonne Dordogne) ; le coefficient de corrélation est nettement moins significatif (**Figure 4-49**).

Les concentrations observées au droit de la centrale ne mettent pas en évidence de problème particulier (**Figure 4-50**).

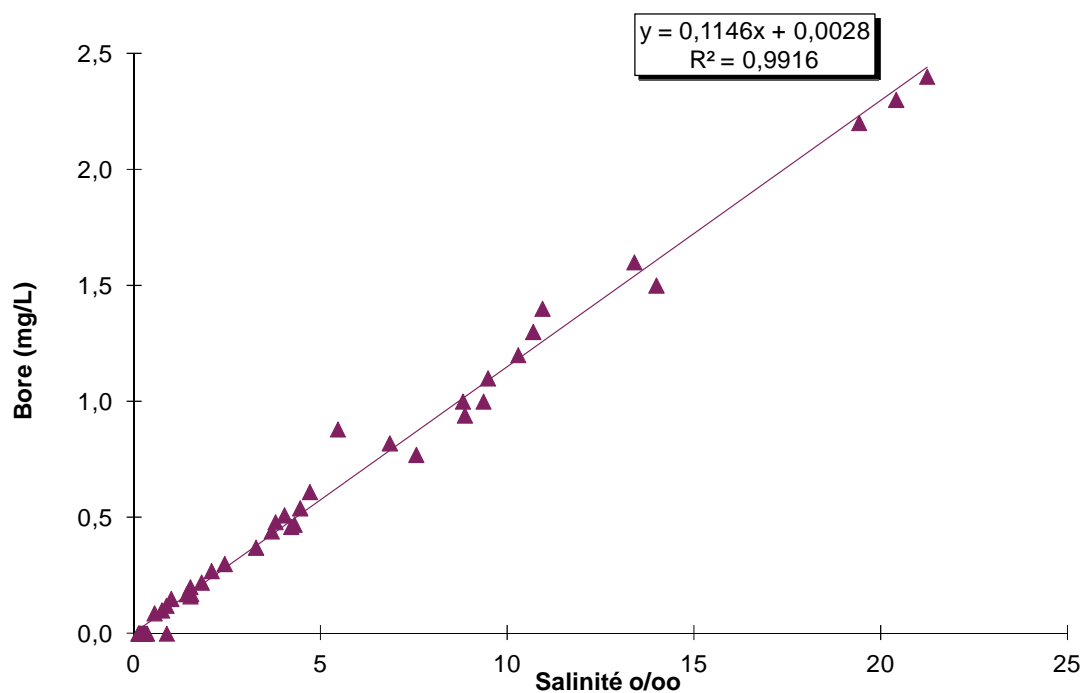


Figure 4-48 : Répartition des teneurs en bore avec la salinité, toutes stations et temps de marée

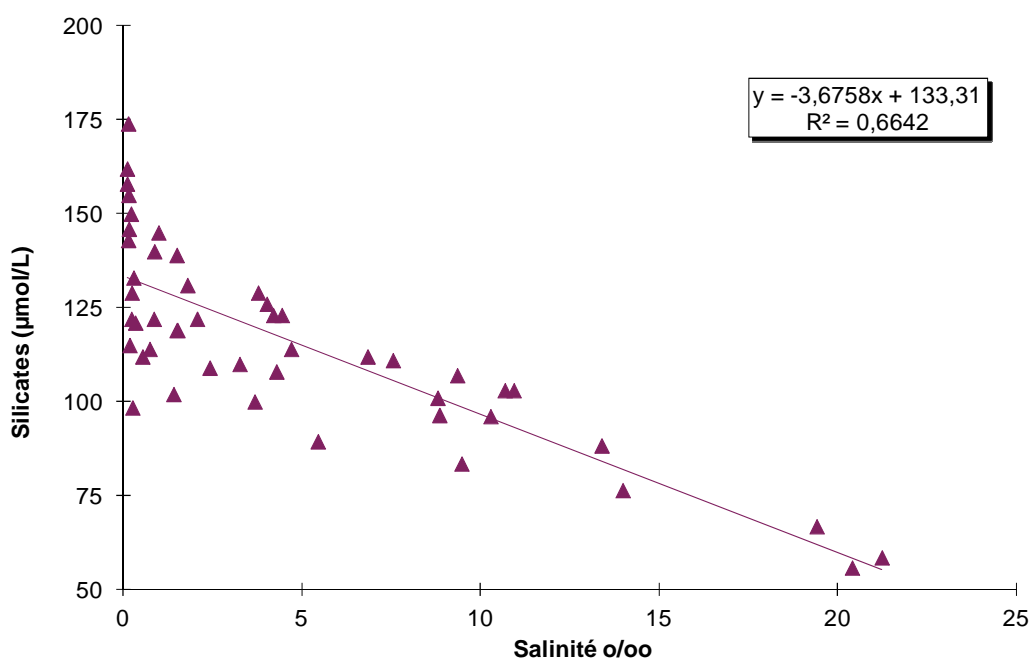


Figure 4-49 : Répartition des teneurs en silicate avec la salinité, toutes stations et temps de marée

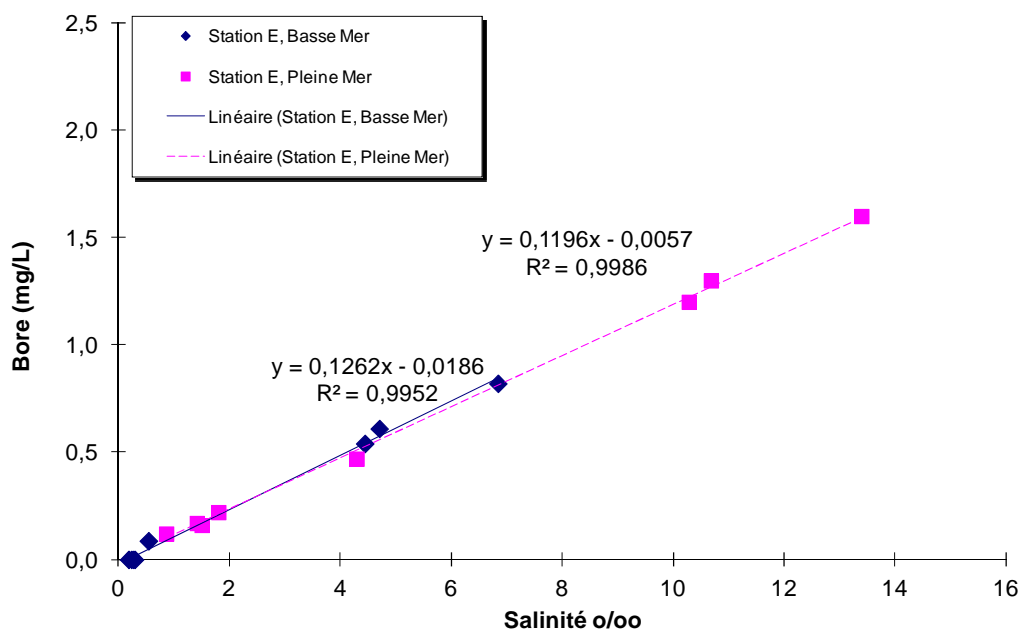


Figure 4-50 : Répartition des teneurs en bore avec la salinité, station E

4.3.3. Evolution des moyennes annuelles

4.3.3.1. Sels azotés

Les moyennes annuelles des teneurs en ammonium observées au station F et K font parties des niveaux faibles. Au contraire, la station au droit de la centrale affiche une très forte concentration proche de celle enregistrée en 2004 (**Figure 4-51**).

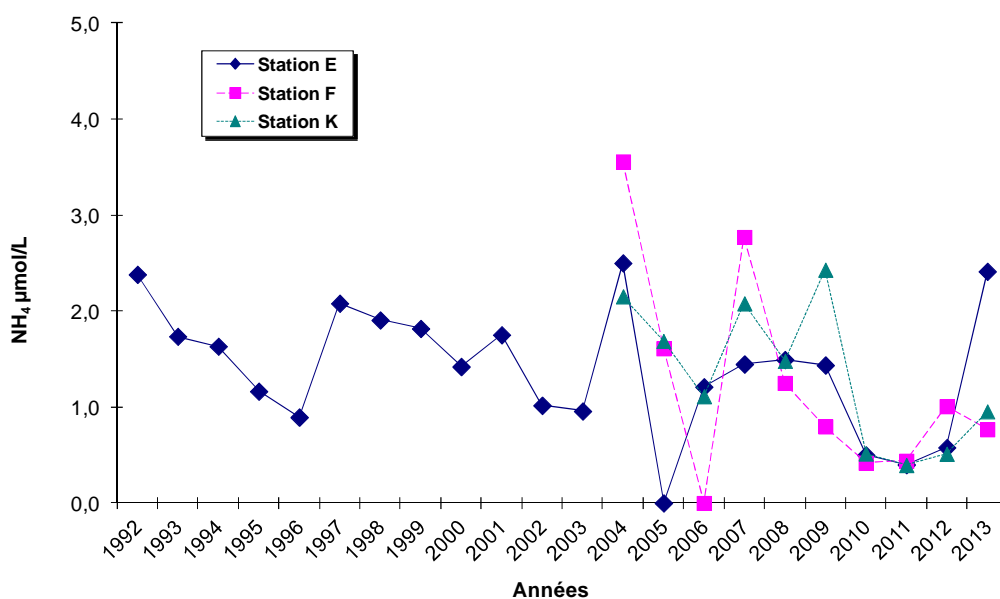


Figure 4-51 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en ammonium

Le gradient de concentration croissant de l'aval à l'amont n'est pas nettement mis en évidence. Néanmoins, les teneurs en amont et au droit de la centrale sont nettement supérieures aux concentrations observées à la station F. Les moyennes annuelles 2013 des teneurs en nitrates – nitrites sont comparables à celles de 2009 (**Figure 4-52**).

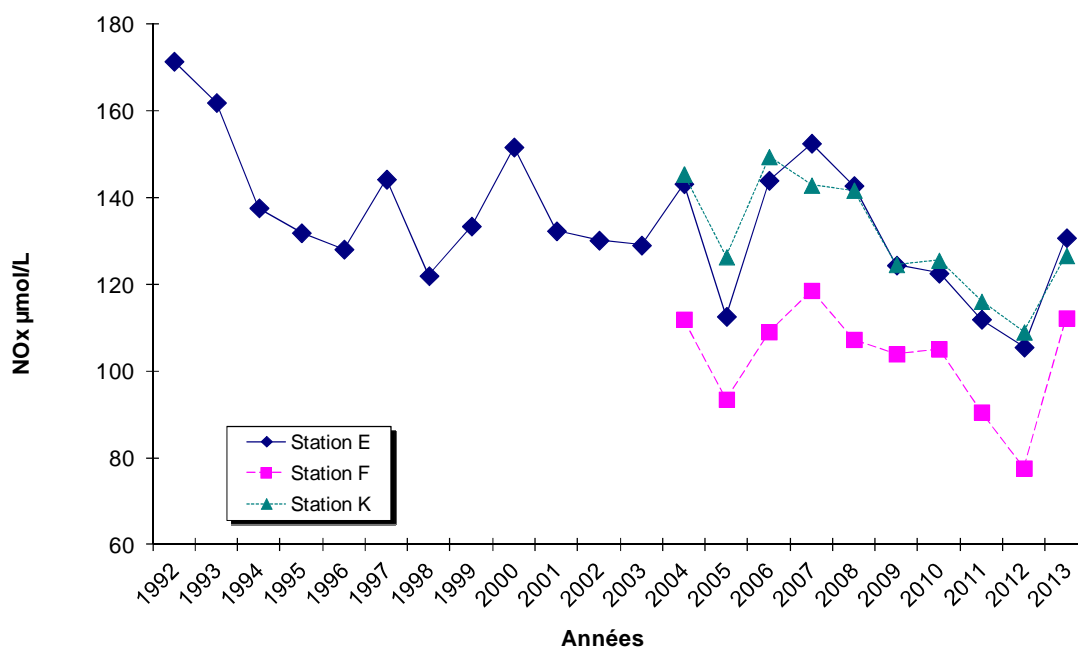


Figure 4-52 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en nitrates – nitrites

4.3.3.2. Orthophosphates et rapport N/P

Globalement une augmentation des concentrations moyennes annuelles est observée aux stations situées de part et d'autre de la centrale. La station intermédiaire E, affiche une diminution avec une valeur proche de celle observée en 1994 (**Figure 4-53**).

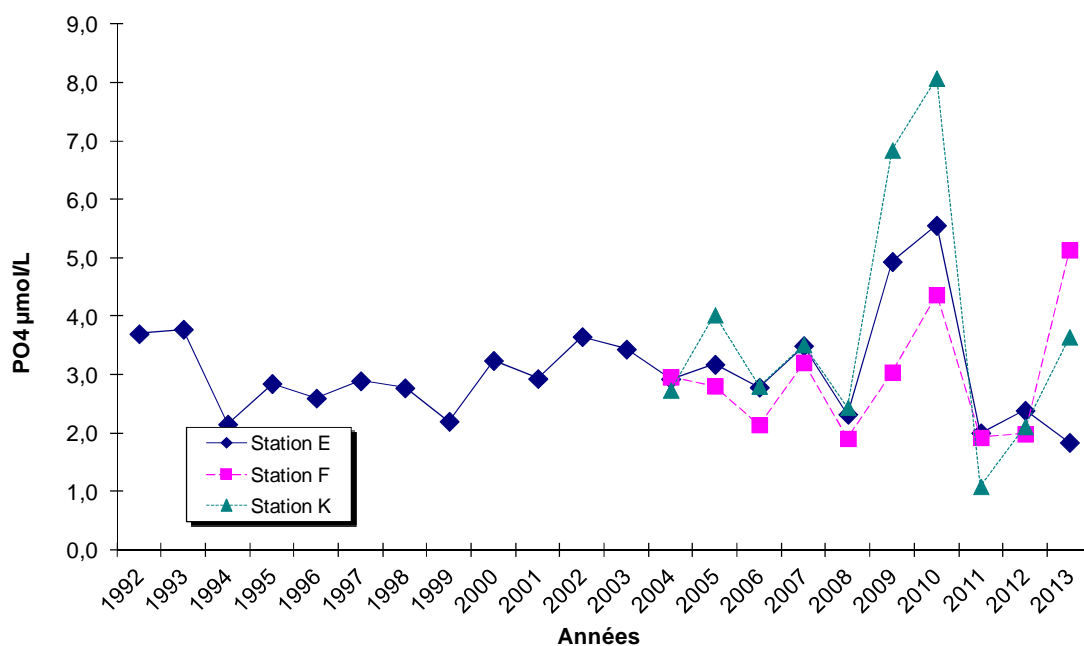


Figure 4-53 : Evolutions des moyennes annuelles des teneurs en orthosphates

Les valeurs moyennes annuelles sont proches pour les stations situées en amont (K et E). A la station F la valeur de la moyenne proche de la moyenne pluriannuelle 1992 - 2013 (N/P = 60) (**Figure 4-54**).

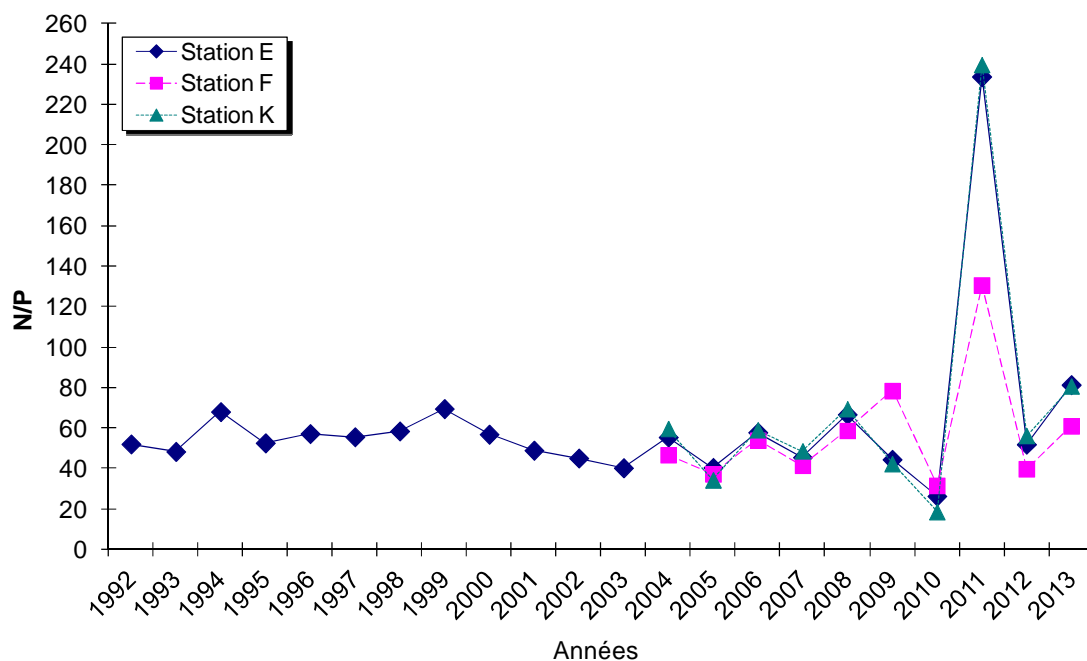


Figure 4-54 : Evolution des moyennes annuelles des rapports molaires N/P

4.3.3.3. Silicates et bore

Pour les trois stations considérées, les valeurs des moyennes annuelles des teneurs en silicates obtenues en 2013 restent globalement parmi les plus faibles valeurs obtenues depuis le début du suivi, avec une légère tendance à la hausse (**Figure 4-55**).

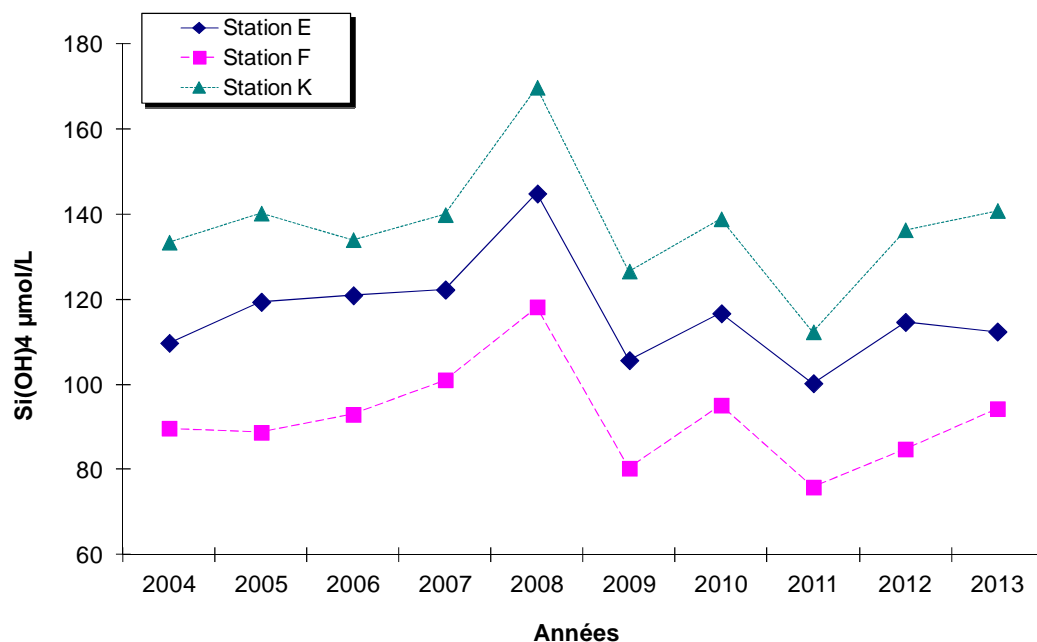


Figure 4-55 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en silicates

Pour les trois stations considérées, les valeurs moyennes annuelles des teneurs en bore obtenues au cours de l'année 2013 restent parmi les plus faibles obtenues depuis des précédents exercices, avec une légère tendance à la baisse (**Figure 4-56**).



Figure 4-56 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en bore

4.4. Contaminants

4.4.1. Famille des amines

Pour les trois stations, les recherches de résidus de traitements des circuits secondaires du CNPE (éthanolamine, morpholine et hydrazine), dans les eaux de l'estuaire, n'ont révélé aucune teneur supérieure aux limites de quantification tout au long de la période d'étude. (Seuil à 0,1mg/L).

4.4.2. Agents de surface anioniques

10 détections ont eu lieu au cours de l'année, ce qui représente une légère augmentation face aux 4 détections de 2012 avec une majorité au droit de la station F. Le seuil de quantification varie de 20 à 50µg/L selon les campagnes (**Tableau 4-5**).

Lorsqu'il y a plusieurs détections sur une même station lors d'une même campagne, les teneurs mesurées sont plus élevées à pleine mer qu'à basse mer.

- Station K : 2 détections en mai,
- Station E : 4 détections en avril, aout et octobre. Elle présente la plus forte teneur mesurée, toutes stations et campagnes confondues avec 90µg/L en avril.
- Station F : 4 détections en juillet, aout et octobre.

Les concentrations restent toutefois faibles voire à l'état de traces.

Tableau4- 5 : Recherche positive d'agents de surface anionique

Date	Station	Temps de marée	ASA µg/L	Seuil détection µg/L
18/04/2013	E	BM	90	40
12/05/2013	K	BM	30	20
12/05/2013	K	PM	40	20
08/07/2013	F	PM	22	20
21/08/2013	F	BM	30	20
21/08/2013	F	PM	60	20
20/08/2013	E	BM	30	20
20/08/2013	E	PM	40	20
14/10/2013	F	PM	20	20
10/10/2013	E	PM	30	20

Synthèse 2013 :

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 2013 sont principalement induites par le fonctionnement naturel de l'Estuaire de la Gironde.

5. *Vibrio* halophiles

Les méthodes d'analyses ayant changées en 2006 et rendant les résultats antérieurs difficilement intégrables, le récapitulatif ne commencera qu'à compter de cette année charnière.

5.1. Dénombrement des *Vibrio* halophiles

5.1.1. Variations spatio-temporelles

Les *Vibrio* halophiles sont des bactéries présentes naturellement dans le milieu marin côtier et plus particulièrement au sein des eaux côtières et estuariennes. Douze espèces du genre *Vibrio* sont considérées comme pathogènes pour l'homme.

Plusieurs facteurs écologiques influencent leur distribution spatio-temporelle, et plus particulièrement la température et la salinité. D'une manière générale, comme nous le verrons, les *Vibrio* halophiles apparaissent dans l'estuaire de la Gironde avec le réchauffement des eaux.

Les *Vibrio* ne sont présents qu'à partir du mois de juillet sur l'ensemble des trois points, sur une période s'étalant jusqu'à septembre et avec des abondances faibles par rapport à celles des années précédentes (**Figure 5-1** et **5-2**).

Les plus fortes abondances apparaissent principalement en période de pleine mer, et ce de la manière suivante :

- Au mois d'août, les stations K et E présentent une abondance proche de 10 000 UFC/L. La station F se distingue nettement des autres avec la plus forte abondance observée au cours de la période (> 10 000 UFC/L)
- En septembre la station E affiche la plus forte valeur avec une abondance proche de 10 000 UFC/L.

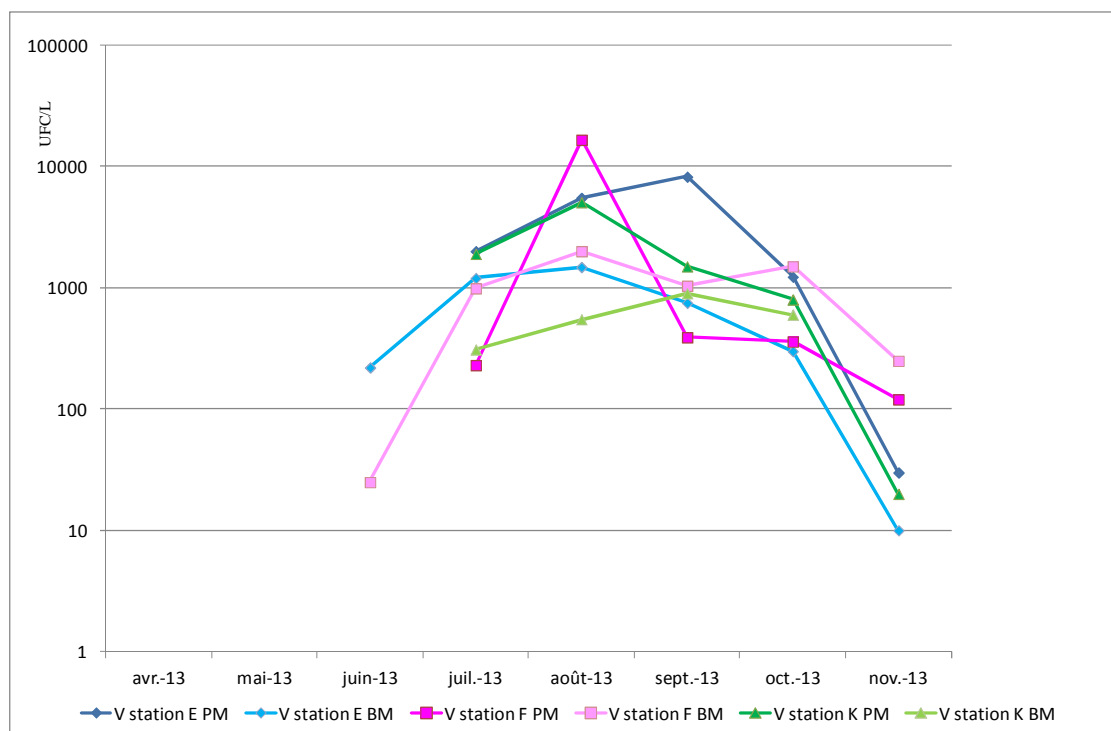


Figure 5-1. : Variations mensuelles des dénombrements de *Vibrio halophiles* aux stations E, F et K, en échelle logarithmique décimale (PM : pleine mer ; BM : basse mer)

Pour les trois stations considérées, les abondances moyennes annuelles sont proches de 1 000 UFC/L. Aucune station ne se démarque des autres (**Figure 5-2**).

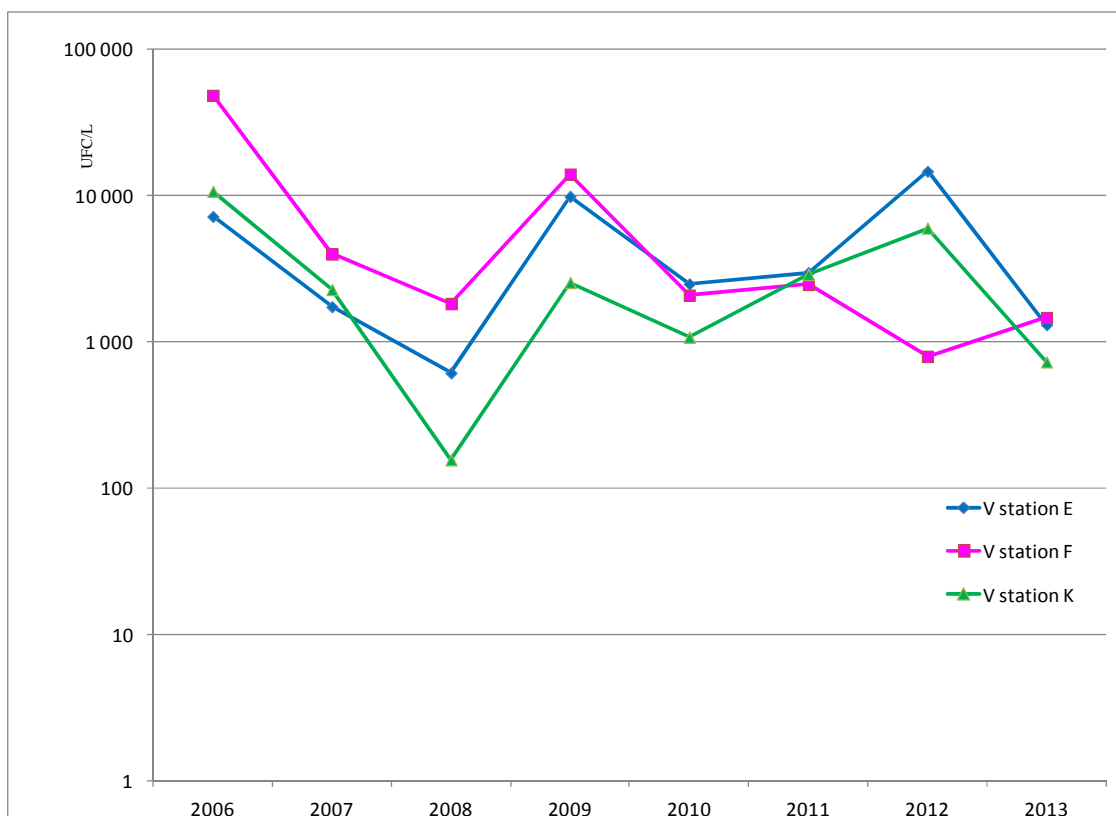


Figure 5-2. : Variation interannuelles des dénombrements de *Vibrio halophiles* aux stations E, F et K, en échelle logarithmique décimale

5.1.1.1. Abondance des *Vibrio* vs salinité

Les *Vibrio* halophiles, en milieu halin, sont surtout sensibles à la température, et le caractère halophile des *Vibrio* n'apparaît pas clairement au travers des résultats des dénombrements réalisés. Les figures ci-après résument cette sensibilité à partir des recherches effectuées depuis 2006.

Aucune station n'est préférentiellement impactée de par sa position sur l'estuaire en terme de présence de *Vibrio* (**Figure 5-3**). Les abondances les plus fortes se situent au point K en amont de l'estuaire dans des masses d'eau de salinité inférieures à 10 (**Figure 5-4**), masses d'eaux soumises à des facteurs environnementaux multiples.

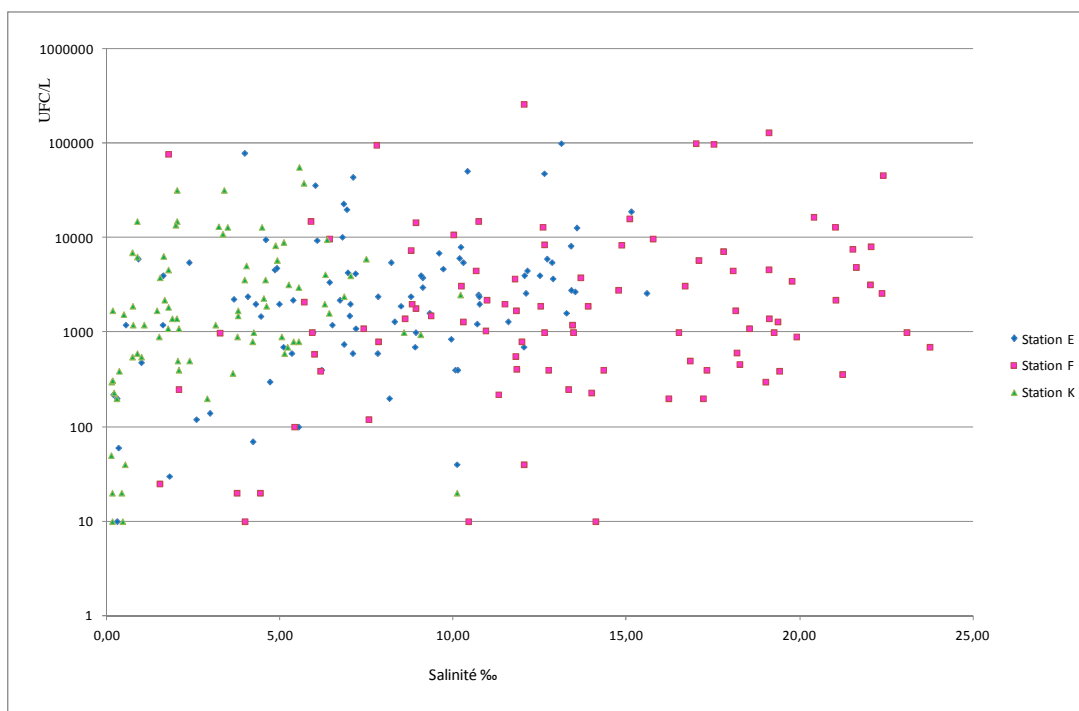


Figure 5-3. : Répartition des dénombrements des *Vibrio*, en échelle logarithmique décimale, en fonction de la salinité - années 2006 à 2013.

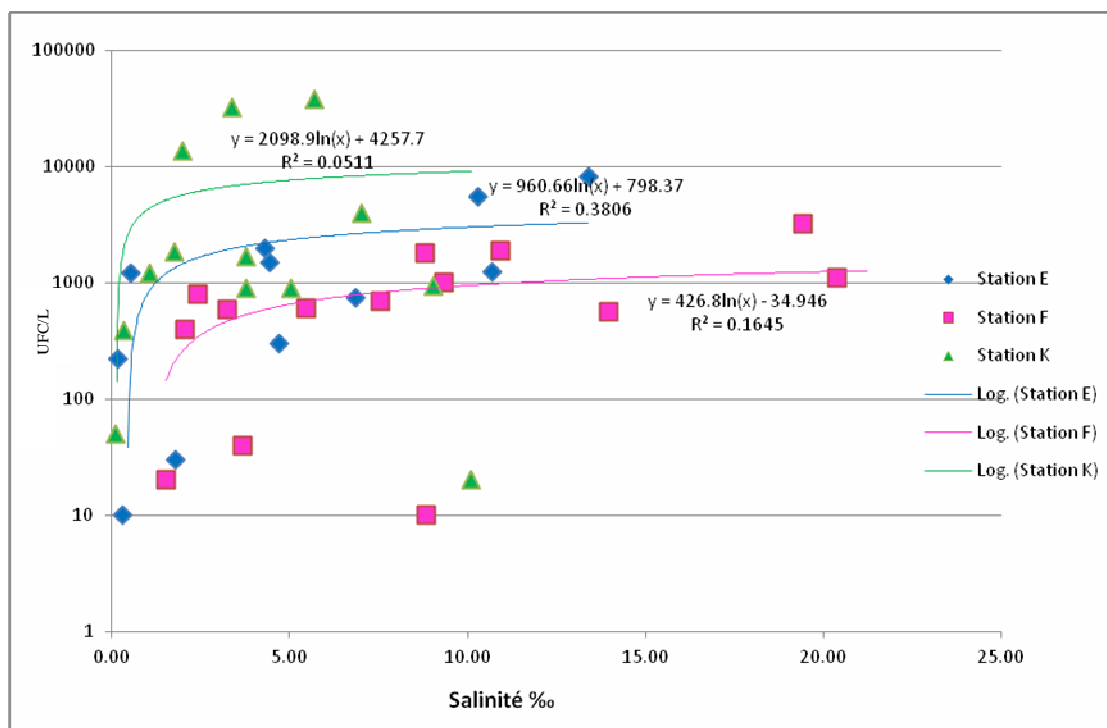


Figure 5-4 : Répartition des dénombrements des *Vibrio* en fonction de la salinité – courbe logarithmique décimale - année 2013.

5.1.1.2. Abondance des *Vibrio* avec la température

Les *Vibrio* halophiles cultivable à 37 °C sont plus sensibles à la température qu'à la salinité (**Figure 5-5**). En effet en 2013 la relation entre l'abondance et la température a été identifiée : l'abondance augmente avec la température pour l'ensemble des stations considérées.

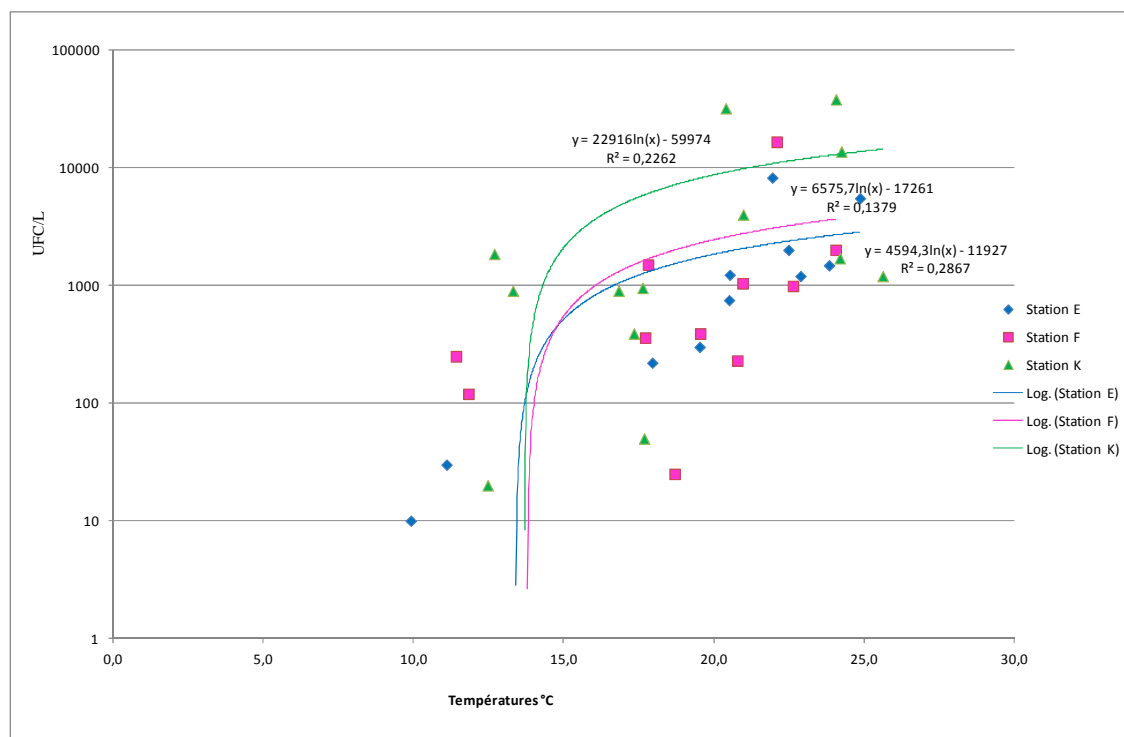


Figure 5-5. : Répartition des dénombrements des *Vibrio* en fonction de la température - année 2013.

5.2. Spéciation des *Vibrio* halophiles

5.2.1. Occurrence des espèces

L'occurrence des espèces du genre *Vibrio*, ou répartition des espèces, est représentée par le rapport des espèces identifiées comme *Vibrio* sur le nombre d'espèces à identifier.

Différentes espèces de *Vibrio* halophiles ont été identifiées. Les résultats obtenus ne montrent pas de différences importantes par rapport aux années précédentes : les espèces *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio alginolyticus* et *Vibrio vulnificus* ont été principalement isolées (**Tableau 5-1**). Les résultats obtenus en 2013 ne montrent pas de différences en termes d'ordre d'occurrence pour ces trois espèces.

Tableau 5-1 : Occurrence 2013 des différentes espèces de *Vibrio*

	Occurrence 2013	Occurrence 2006-2013
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	38%	48%
<i>Vibrio alginolyticus</i>	31%	35%
<i>Vibrio vulnificus</i>	31%	39%
<i>Vibrio mimicus</i>	21%	14%
<i>Vibrio fluvialis</i>	21%	15%
<i>Vibrio cholerae</i>	17%	13%
Autres <i>Vibrio</i> (non identifiés)	2%	0%

En présence de *Vibrio cholerae*, un test sur antiserum *vibrio cholerae* O1 et O139 a été systématiquement réalisé. Le test s'est révélé ininterprétable, toutes les souches récupérées étant auto-agglutinables. Les souches ont été envoyées à l'institut Pasteur pour recherche des gènes codant pour les facteurs de pathogénicité par PCR. Les résultats sont négatifs : les souches de *Vibrio cholerae* ne possèdent pas les gènes de la toxine cholérique (non-O1 et non-O139).

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.

De 2006 à 2012, *Vibrio parahaemolyticus* domine. En 2013, la densité de population, représentée par le rapport entre l'abondance de chaque espèce et l'abondance des *Vibrio* halophile fait apparaître que l'espèce *Vibrio vulnificus* est la plus représentée (**Tableau 5-2**).

- 12,6 % de l'abondance est due à *Vibrio parahaemolyticus* ;
- 6,5 % de l'abondance est due à *Vibrio alginolyticus* ;
- 41,7 % de l'abondance est due à *Vibrio vulnificus* ;
- 5,6 % de l'abondance est due à *Vibrio mimicus* ;
- 17,4 % des souches sont des *Vibrio fluvialis* ;
- 4,6 % des souches sont des *Vibrio cholerae*.

Tableau 5-2 : Rapport entre l'abondance de chaque espèce et l'abondance de l'ensemble des *Vibrio halophile* en 2013 et entre 2006 - 2013

	Abondance 2013	Abondance 2006- 2013
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	12,6%	48,3%
<i>Vibrio alginolyticus</i>	6,5%	6,3%
<i>Vibrio vulnificus</i>	41,7%	33,9%
<i>Vibrio mimicus</i>	5,6%	6%
<i>Vibrio fluvialis</i>	17,4%	2,6%
<i>Vibrio cholerae</i>	4,6%	3,4%
Autres <i>Vibrio</i> (non identifiés)	0%	0%

On constate la diminution de la proportion de *Vibrio parahaemolyticus* au profit de *Vibrio vulnificus* et *Vibrio fluvialis*. *Vibrio cholerae* voit aussi son abondance croître légèrement, sans doute en raison de son augmentation d'occurrence.

Vibrio fluvialis et *Vibrio cholerae* représentent à eux seuls un peu moins du quart (22%) du peuplement en abondance, pour 38% des occurrences. En 2007, ils représentaient moins de 1% en abondance, 5% en 2012.

Synthèse 2013 :

Les *Vibrio* halophiles, comme leur nom l'indique, se développent de façon naturelle en milieu halin (relatif à la salinité marine), et sont des espèces couramment présentes en milieu marin. Leur forte sensibilité au facteur thermique justifie d'étudier ce compartiment biologique au même titre que les autres compartiments biologiques de l'estuaire.

Cette année, la relation entre l'abondance et la température a été identifiée sur l'ensemble des stations considérées : l'étude des *Vibrio* halophiles ne nous permet pas de conclure à l'existence d'un déséquilibre du milieu dû à l'activité de la centrale.

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 novembre 2013. 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 2013 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 2013 au point E ($4354 \pm 4400 \text{ ind./m}^3$) est proche de la moyenne établie à partir de la série (elle est en outre beaucoup plus élevée que celle observée en 2012). Cette année 2013, constitue un « retour » à des effectifs « classiques » après 2 années consécutives constituant des « exceptions » par rapport au schéma habituel (moyenne générale calculée sur l'ensemble du suivi : $6605 \pm 558 \text{ ind./m}^3$).

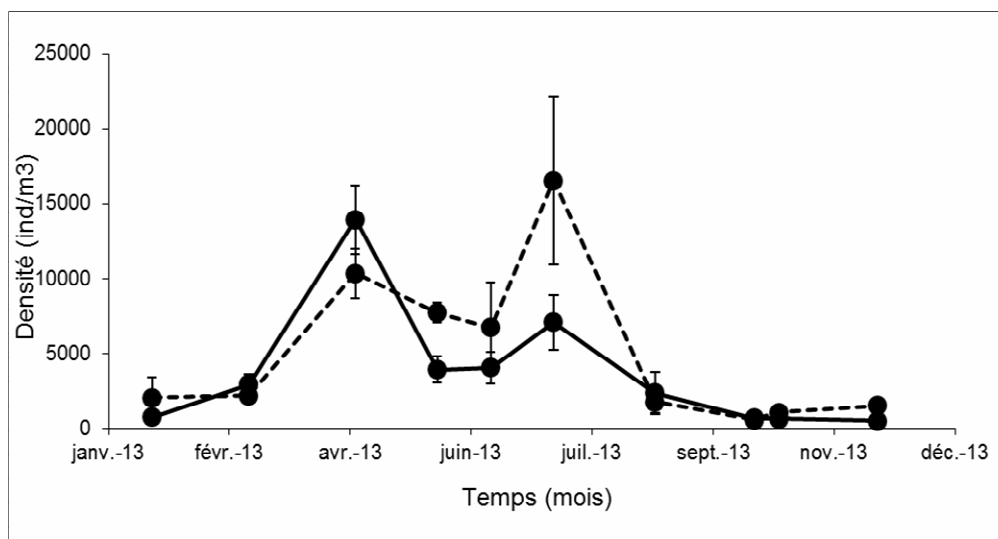


Figure 6-1 : Evolution mensuelle de la densité du copépode *Eurytemora affinis* en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au point E (pk 52) en 2013. Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée.

Ses fortes abondances s'étalent habituellement 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 $3,6 \cdot 10^{-3}$ (schéma des zones littorales de l'Atlantique Nord tempéré, par exemple observé en 2011 et 2012). L'année 2013 présente un schéma temporel atypique (proche de ce qui était observé en 2005, 2006, 2008, 2009 et 2010). « L'originalité » se situe au niveau d'un développement saisonnier du zooplancton légèrement plus tardif et surtout se prolongeant en début de période estivale : forte production à partir d'avril (maximum au fond : 13936 ± 2279 ind./m³), se prolongeant tardivement jusqu'en juillet (maximum en surface : 16522 ± 5599 ind./m³), puis abondances estivales (août/septembre) faibles (abondances les plus basses en septembre en surface : 644 ± 223 ind./m³) et faible reprise de production en automne (maxima automnal en octobre : 990 ± 211 ind./m³).

L'étude de la variabilité interannuelle des fluctuations de densité (**Figure 6-2**) montre 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.

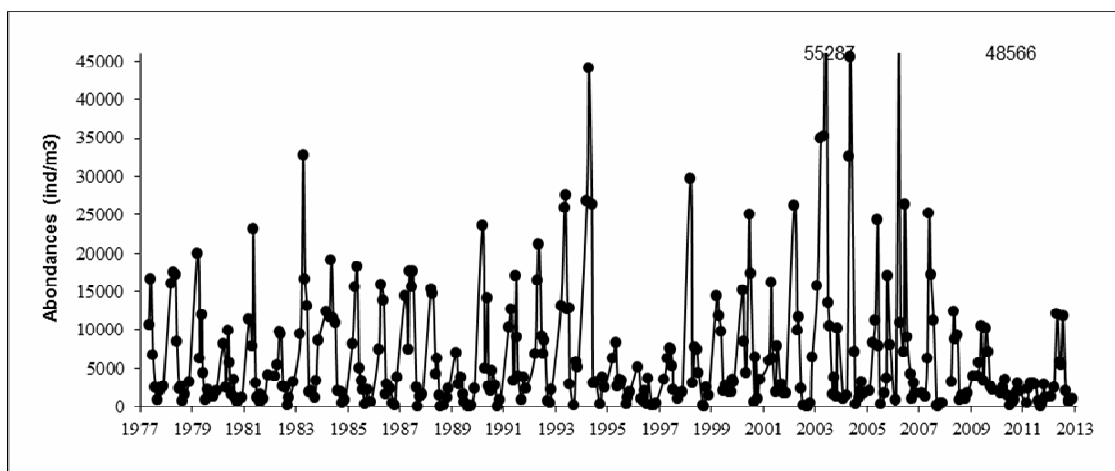


Figure 6-2 : Variation mensuelle des densités du copépode *Eurytemora affinis* au point E entre les années 1978 et 2013. Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond).

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 1990, 1996, 1997, 2011 indiquent des effectifs particulièrement faibles, en relation avec un retour à des conditions de débits modérés. Les résultats obtenus en 2013 pour le point E sont proches des abondances moyennes annuelles calculées sur la série (valeur moyenne annuelle 2013 : $4354 \pm 604 \text{ ind./m}^3$, moyenne sur la série : $6605 \pm 558 \text{ ind./m}^3$). Il est cependant à noter que les années sèches 2003 et 2005 (particulièrement chaudes et sèches) ne sont pas marquées par de faibles abondances et l'année 2012 (marquée par des débits printaniers soutenus) se distingue par de très 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**).

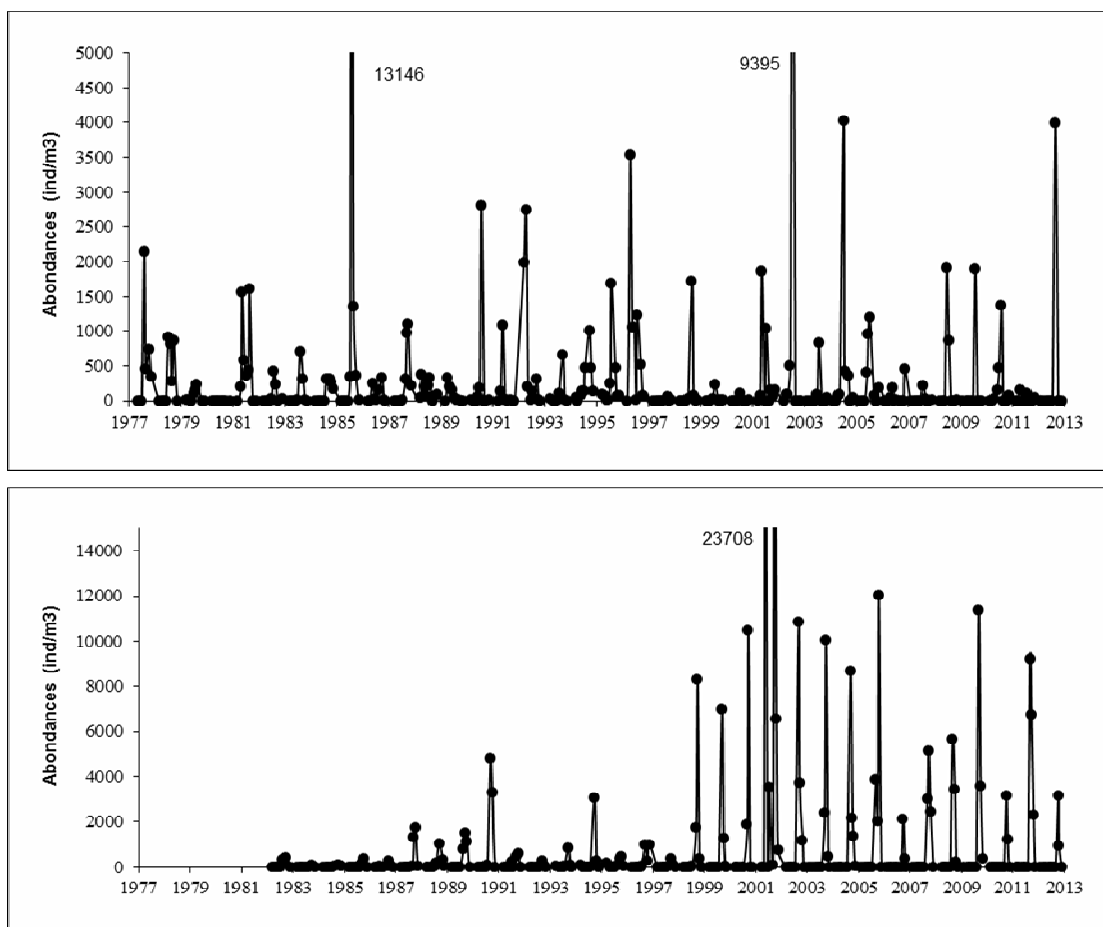


Figure 6-3 : Variations mensuelles de densités du copépode *Acartia bifilosa* (en haut) et *Acartia tonsa* (en bas) au point E entre 1978 et 2013 (densités mensuelles moyennes entre surface et fond) - Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond)

La densité annuelle moyenne observée en 2013 au point E (399 ± 1261 ind./m³) fait partie des valeurs fortes de la série établie sur les 36 précédentes années de prélèvements (proches des valeurs trouvées en 2003, 2005 par exemple). Elle est très inférieure à la moyenne observée sur les 35 ans : 291 ± 56 ind./m³. Cette hétérogénéité sur l'ensemble de la série confirme la forte variabilité interannuelle des abondances de l'espèce. Le maximum de densité (et seul mois de présence) au point E est observé en août (3987 ± 943 ind./m³), après la période classique d'abondance maximale de l'espèce (avril-mai). Les moyennes des abondances en surface et au fond ne sont pas significativement différentes pendant cette période (Figures 6-3 et 6-4) bien que l'espèce semble montrer en 2013 (comme en 2012), l'espèce montre sur sa période de présence une distribution en surface.

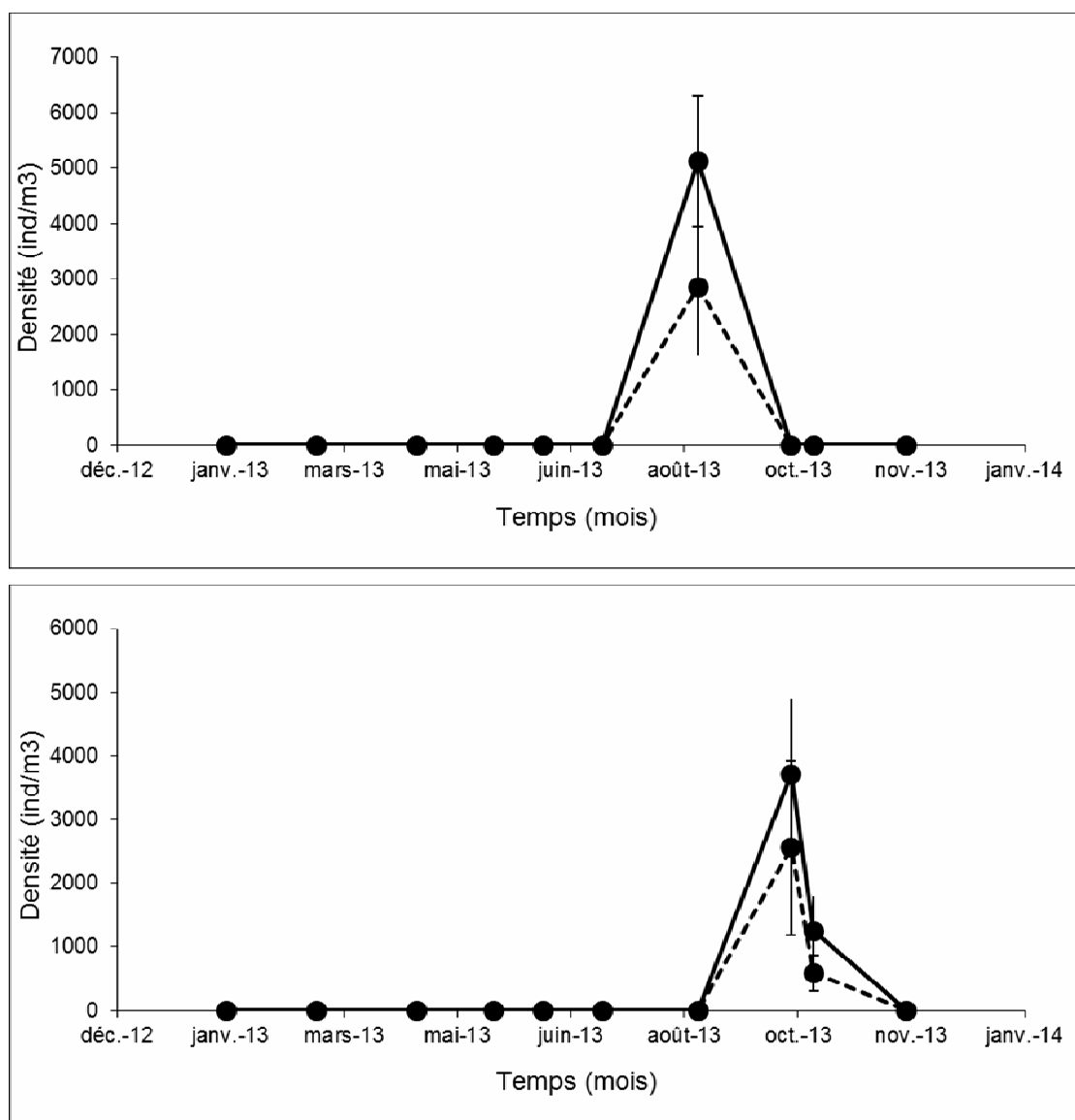


Figure 6-4 : Evolution mensuelle de la densité des copépodes *Acartia bifilosa* (en haut) et *Acartia tonsa* (en bas) en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au point E (pk 52) en 2013 - Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours 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 ($405 \pm 1001 \text{ ind./m}^3$) est inférieure à la moyenne des années suivant son apparition en Gironde (1983-2013 : $837 \pm 219 \text{ ind./m}^3$). Alors que les effectifs de l'espèce avaient fortement augmenté depuis 1999, les années 2007, 2011, 2013 sont marquées par des abondances plus modérées (néanmoins de l'ordre de grandeur des

plus fortes abondances observées avant 1999). L'espèce apparaît pendant la période estivale mais légèrement décalée (septembre) par rapport à ce qui est souvent observé (août). Elle présente un maximum de densité, en septembre ($3134 \pm 931 \text{ ind./m}^3$ (**Figure 7.3.**), proche des observations habituelles (août à début octobre selon les années). Le maximum est observé en 2013 en surface ($3712 \pm 1195 \text{ ind./m}^3$ vs $2555 \pm 1367 \text{ ind./m}^3$ au fond).

Le décalage temporel des pics de densité de ces deux espèces d'*Acartidae*, observé au point E en 1997, 2000, et de 2002 à 2012 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 2013, *N. integer* et *M. slabberi* apparaissent tardivement par rapport à ce schéma saisonnier classique et sont présentes dans le milieu jusqu'en octobre pour la première et novembre pour la seconde.

La densité moyenne annuelle de *Neomysis integer*, en 2013 ($16 \pm 30 \text{ ind./m}^3$), fait partie des valeurs « classiques » de la série depuis le milieu des années 90, elle est cependant, du fait des fortes abondances observées en début de suivi (1978 à la fin des années 80) inférieur à la moyenne calculée sur la série ($38 \pm 4 \text{ ind./m}^3$). Généralement, *N. integer* est l'espèce la plus abondante à la fin du printemps, ce qui est le cas cette année les effectifs de *M. slabberi* au printemps, étant nuls (**Figure 6-7**). Le maximum mensuel de densité de *N. integer* s'observe en juillet (**Figure 6-7**). La valeur du pic (moyenne mensuelle : $98 \pm 89 \text{ ind./m}^3$) observé en 2013 est proche des valeurs classiquement observées dans cette zone (moyenne des maxima : $162 \pm 21 \text{ ind./m}^3$). La plus forte valeur est observée au fond ($194 \pm 164 \text{ ind./m}^3$ une moyenne de 3 ± 3 individus étant observée en surface au même moment). 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 ($163 \pm 65 \text{ ind./m}^3$). En 2012 sa densité moyenne annuelle est du même ordre de grandeur que la moyenne générale des observations effectuées depuis 1978 ($177 \pm 20 \text{ ind./m}^3$).

Le maximum de densité s'observe cette année en Août (moyenne mensuelle : $93 \pm 208 \text{ ind./m}^3$ - **Figure 6-6**). L'espèce est, en 2013, répartie de manière homogène dans la colonne d'eau (en août, maximum en surface : $727 \pm 240 \text{ ind./m}^3$ et maximum au fond : $610 \pm 191 \text{ ind./m}^3$). Ceci correspond au schéma habituel de répartition en Gironde pour cette espèce meilleure nageuse que la précédente et que l'on trouve donc souvent répartie de manière homogène ou avec des abondances supérieures en surface. Les abondances maximales moyennes sont importantes pendant la période estivale

(principalement août). Elles sont, en 2013, 4 fois plus élevées que celles de *Neomysis* ce qui constitue le schéma classique annuel moyen de représentation des 2 espèces au sein de la communauté des Mysidacés (facteur 4 sur l'ensemble de la série- **Figure 6-5 et 6-6**) et souligne la faible représentativité de *N. Integer* dans cette zone de l'estuaire.

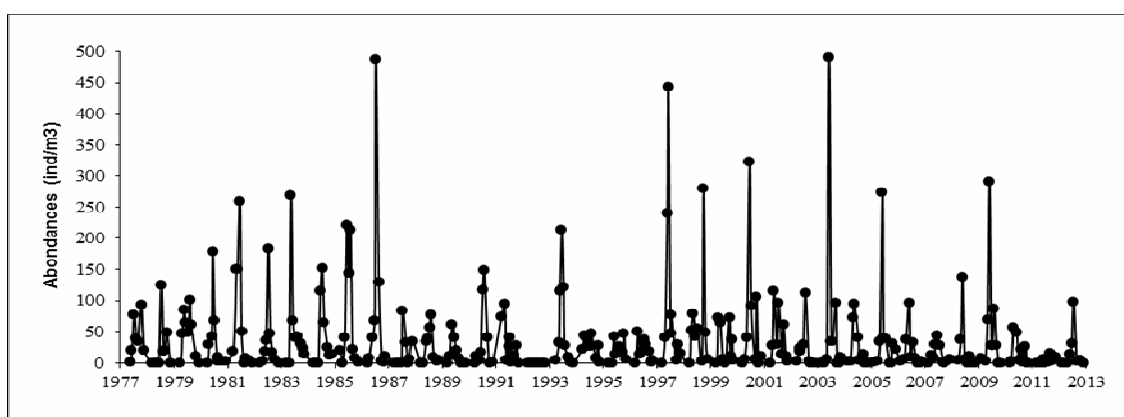


Figure 6-5 : Variations mensuelles de densités du Mysidacé *Neomysis integer* au point E entre 1978 et 2013 - Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond)

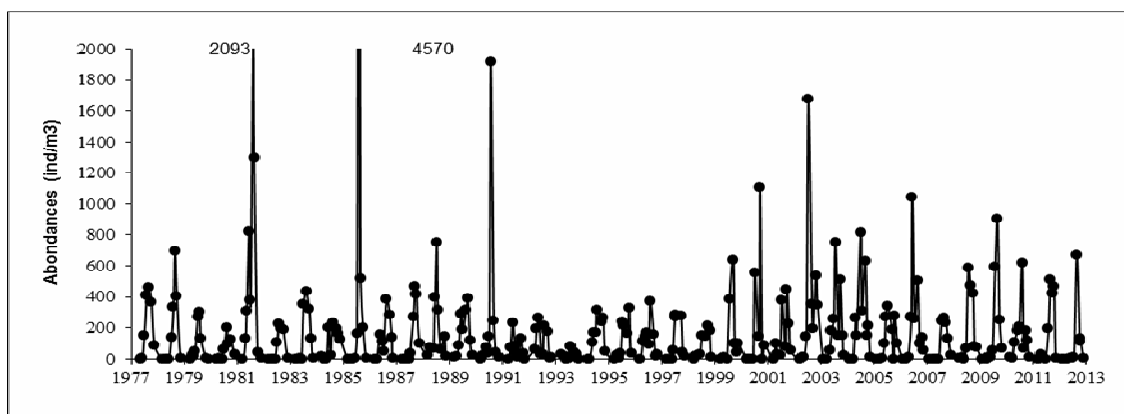


Figure 6-6 : Variations mensuelles de densités du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* au point E entre 1978 et 2013 - Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond)

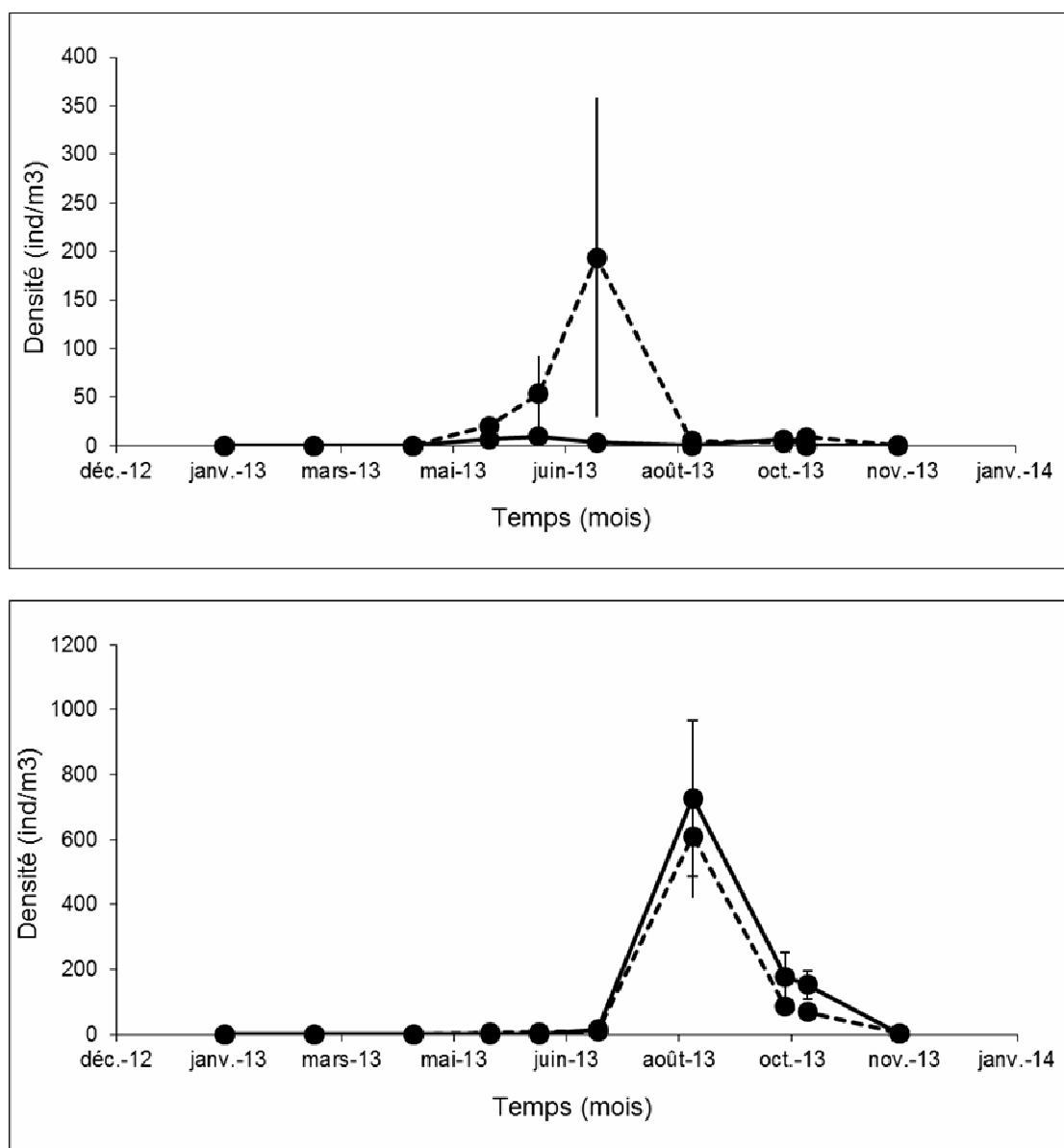


Figure 6-7 : Evolution mensuelle de la densité des Mysidacés *Neomysis integer* (en haut) et *Mesopodopsis slabberi* (en bas) au point E (pk 52), en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au cours de l'année 2013 - Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités 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 2013 (**Figure 6-8**) sont conformes aux observations habituelles : les valeurs les plus importantes sont observées cette année de manière « inhabituelle » en dehors des périodes de développement printanier et automnal de la population. Les valeurs supérieures à la moyenne (moyenne 2013, point E : $2,7 \pm 0,6$ œufs par sac ovigère) sont observées essentiellement en été et début d'automne : août à octobre (respectivement : $3,6 \pm 0,8$ œufs par sac ovigère et $4,0 \pm 0,4$ œufs par sac ovigère).

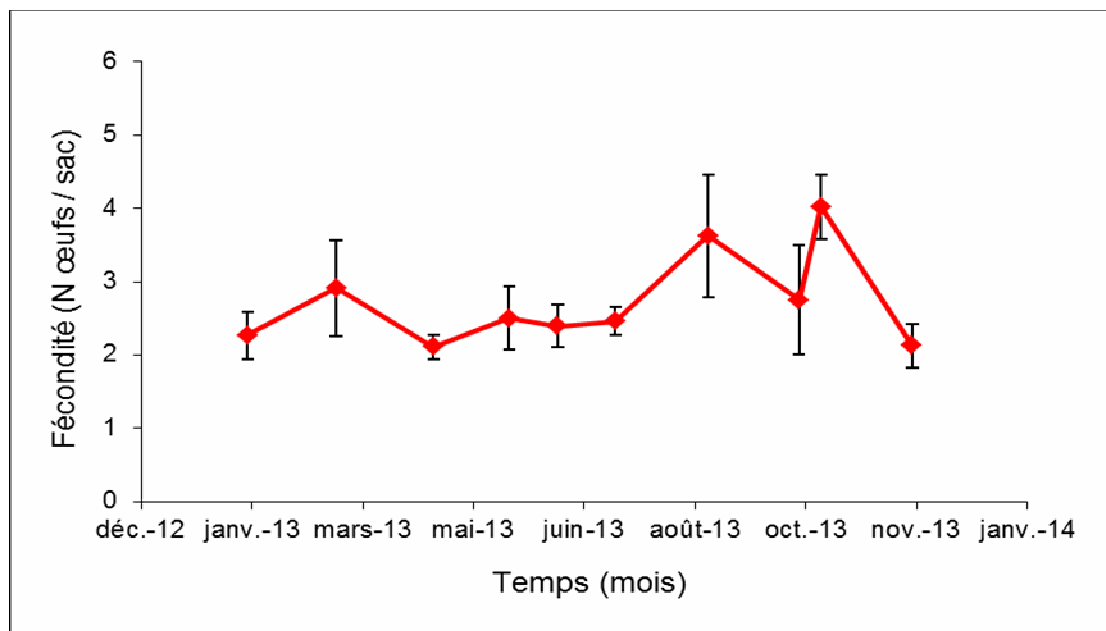


Figure 6-8 : Evolution du nombre moyen d'œufs par sac ovigère chez *Eurytemora affinis* au point E au cours de l'année 2013 -Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs observées au cours d'un demi-cycle de marée

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 2013, la fécondité moyenne ($2,7 \pm 0,6$ œufs/sac) est du même ordre de grandeur que celles observées depuis 1994. La décroissance générale de la fécondité depuis 1978 pourrait être liée à l'évolution des températures dans l'estuaire (CASTEL, 1995) ; dans cette hypothèse, la stabilisation à un niveau bas des fécondités depuis 1994 reste inexplicée.

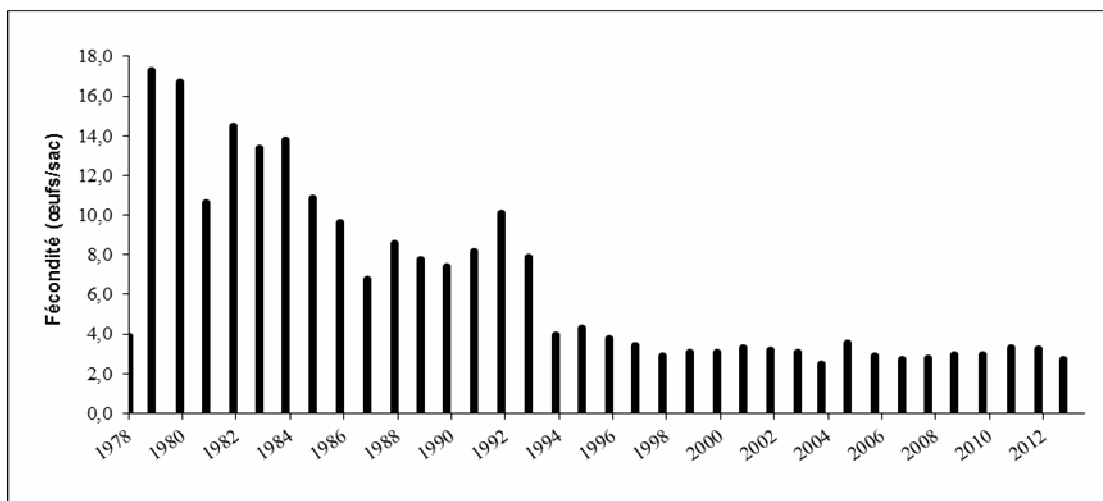


Figure 6-9 : Evolution annuelle de la fécondité (nombre moyen d'œufs par sac ovigère/an) du copépode *Eurytemora affinis* au point E entre 1978 et 2013 - Chaque point représente la moyenne des valeurs mensuelles calculée entre avril et novembre

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 2013 (sex ratio : 44 ± 9 % de mâles en moyenne). Les variations de sex ratio étaient relativement stables en 2013 avec néanmoins une hausse du pourcentage de mâles en période estivale (l'inverse de la situation classique souvent observée : **Figure 6-10**). En général, le pourcentage de mâles est un peu plus élevé en surface qu'au fond. En 2013, ce schéma n'est clairement observé (de même en 2008 et 2009 ce schéma n'était plus visible).

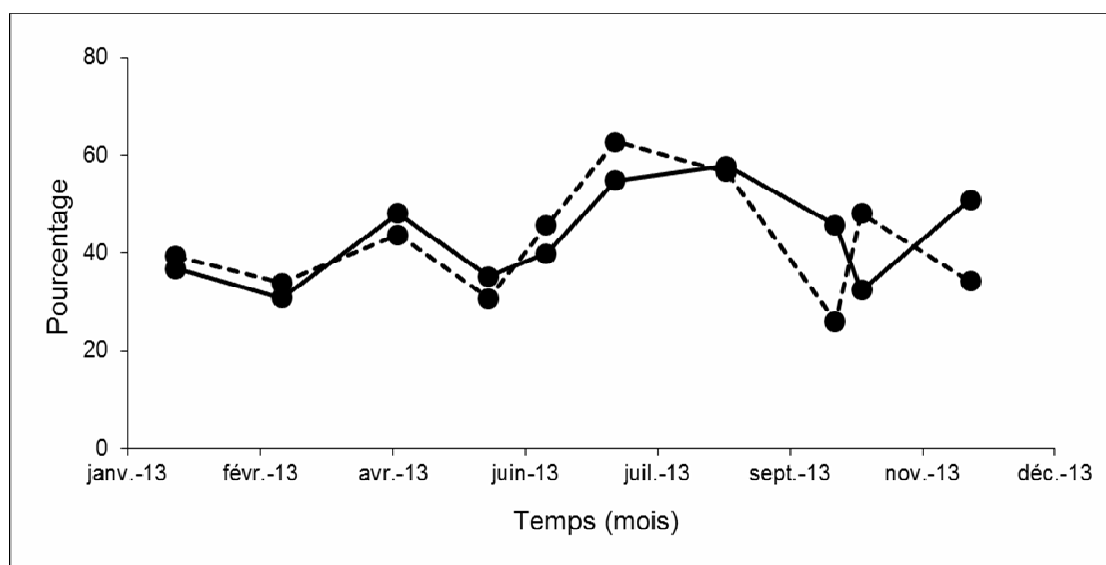


Figure 6-10 : Evolution mensuelle du pourcentage de mâles dans la population adulte du copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au cours de l'année 2013 - Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée

En ce qui concerne les femelles ovigères, on ne distingue pas en 2013 de répartition spécifique, constante, dans la colonne d'eau : elles sont parfois mieux représentées au fond (automne), à d'autres périodes en surface elles ont une répartition qui semble « homogène » (printemps). Les valeurs les plus fortes (**Figure 6-11**) sont notées en été et en automne (Juin, à Septembre). Le pourcentage moyen de l'année 2013 (16 %) est très inférieur à la moyenne calculée à partir des valeurs de l'ensemble des années de surveillance (29 %). Il se situe dans la gamme de valeurs « faibles » observées depuis 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).

On distingue en revanche en 2013 un schéma particulier de distribution des stades copépodites (copépodites 1 à 5 = stades juvéniles) dans la colonne d'eau. Une forte représentativité des copépodites 1 à 5 en surface est observée cette année (**Figure 6-12**). La moyenne annuelle (60 %) est du même ordre de grandeur que la moyenne des observations sur l'ensemble de la série (59 %). Comme souvent, les plus forts pourcentages sont notés pendant les périodes productives classiques de l'espèce (Mars principalement).

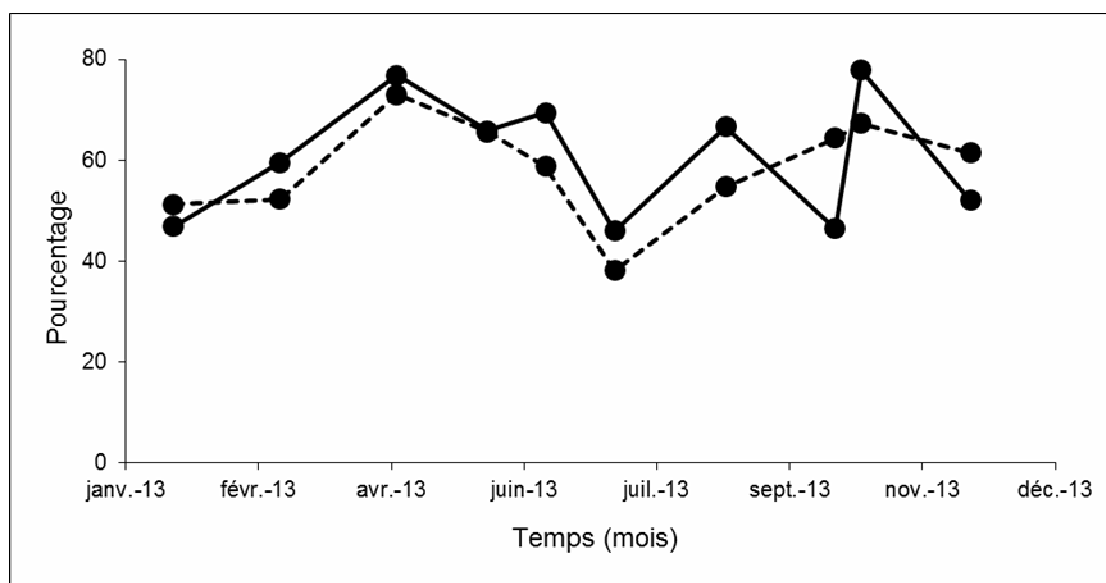


Figure 6-11 : Evolution mensuelle du pourcentage de femelles ovigères chez le copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au cours de l'année 2013 - Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée

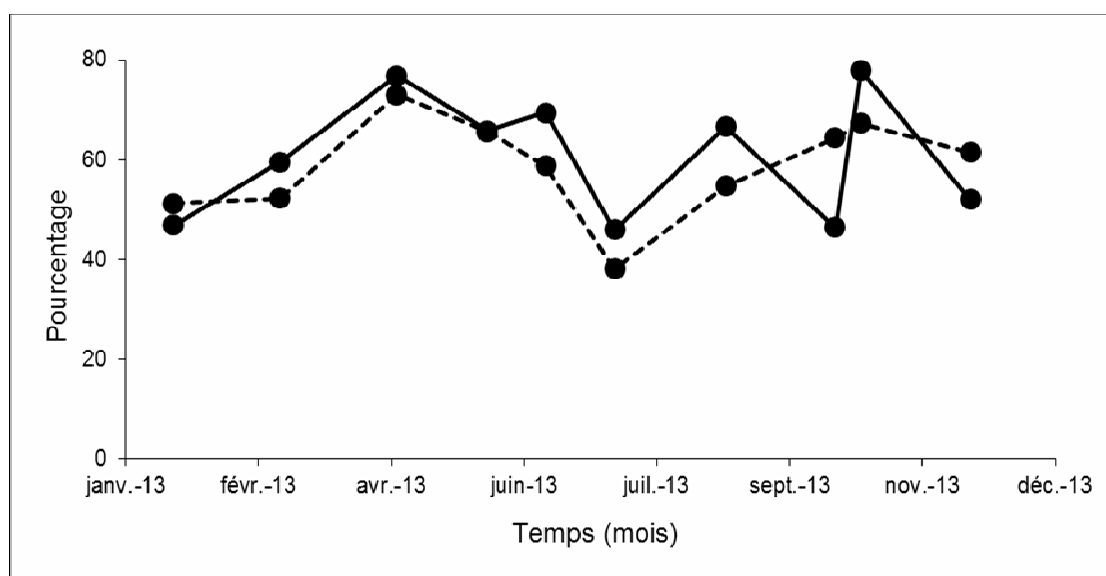


Figure 6-12 : Evolution mensuelle du pourcentage de copépodites dans la population totale du Copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface (trait plein) et au fond (pointillés) au cours de l'année 2013 - Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au 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 2013 (**Figure 6-13**) sont faibles (et du même ordre de grandeur que ce qui est habituellement observé) quelle que soit la période de l'année sauf en période estivale où un taux de mortalité de 7% est observé.

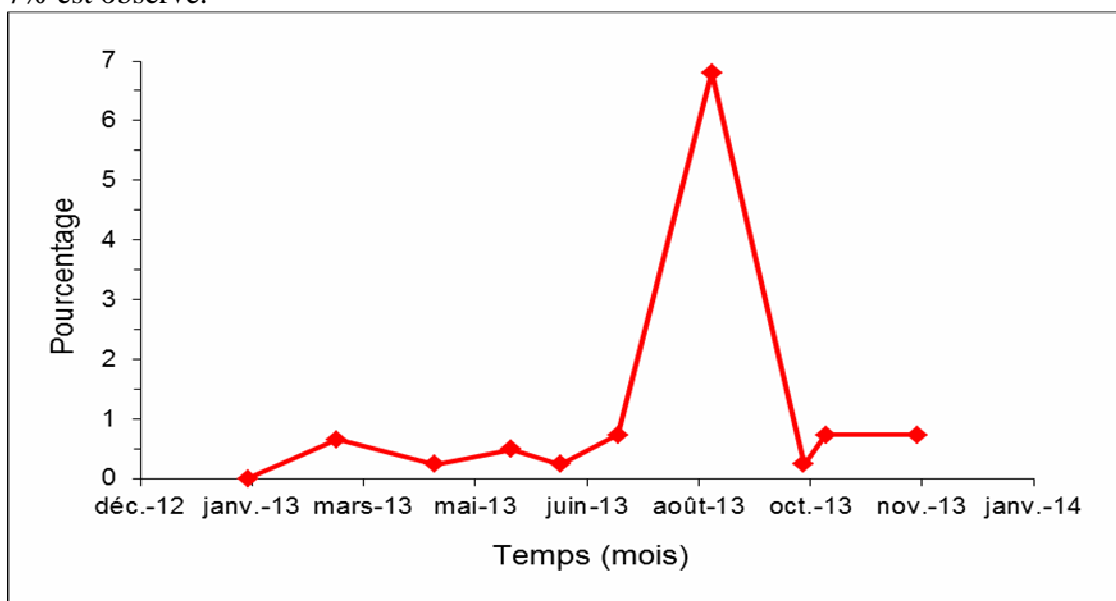


Figure 6-13 : Evolution mensuelle du pourcentage de mortalité du copépode *Eurytemora affinis* au point E, au cours de l'année 2013 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne (\pm erreur standard) calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée (2 en surface et 2 au fond)

La mortalité annuelle moyenne en 2013 ($1,1 \pm 2,0$ %) est 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.

La moyenne annuelle observée en 2013 concorde avec la diminution de la mortalité observée depuis 1999. La tendance observée au cours des 14 dernières années (**Figure 6-14**) est proche de celle des années 1984 à 1988.

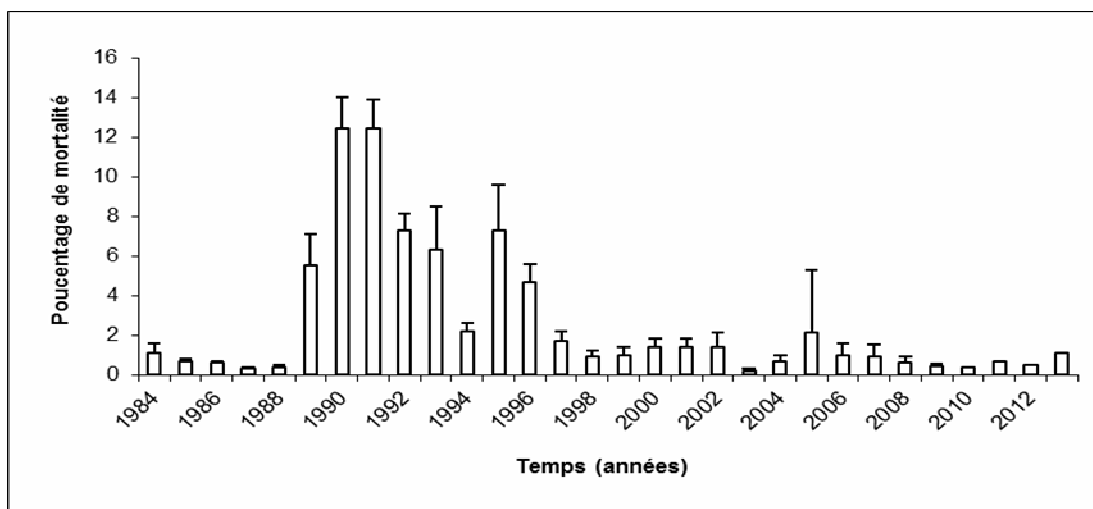


Figure 6-14 : Evolution du pourcentage de mortalité du Copépode *Eurytemora affinis* au point E, entre 1984 et 2013 - Chaque point sur le graphique représente la valeur moyenne annuelle (\pm erreur standard) calculée sur l'ensemble des prélèvements

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 et en période de forts débits, 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 notamment en période d'étiage, on peut noter l'intrusion d'espèces néritiques (en particulier cette année à nouveau 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 2013, *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 (6264 ± 8343 ind./m³) est la plus forte observée dans l'estuaire en 2013. Dans les zones médiane et aval (aux points E et F) les effectifs sont plus faibles (respectivement 4354 ± 4399 ind./m³ et 3207 ± 2743 ind./m³, **Figure 6-15**). En aval (points F et E), ces abondances moyennes sont proches de la moyenne calculée sur la série ; en amont (point K), elles sont plus faibles d'un facteur 2. La localisation amont, classique de l'espèce, est observée cette année (distribution plus aval observée en 2005 et 2006) : 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 juillet. 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). Un net gradient décroissant de l'amont vers l'aval est observé pour les abondances maximales d'avril : respectivement 29228 ± 14373 ind./m³, 12139 ± 1549 ind./m³ et 5305 ± 1151 ind./m³. La chute estivale des abondances n'est pas marquée cette année et des effectifs de l'ordre de 4000 ind./m³ persistent jusqu'en Septembre en amont (point K, **Figure 6-15**).

L'année 2013 (comme 2011) se distingue donc par le maintien d'abondances non négligeables en période estivale et en amont ; ceci est probablement à rapprocher des observations faites depuis 2010 : augmentation atypique des abondances estivales dans la zone amont de l'estuaire (estuaire fluvial non échantillonné).

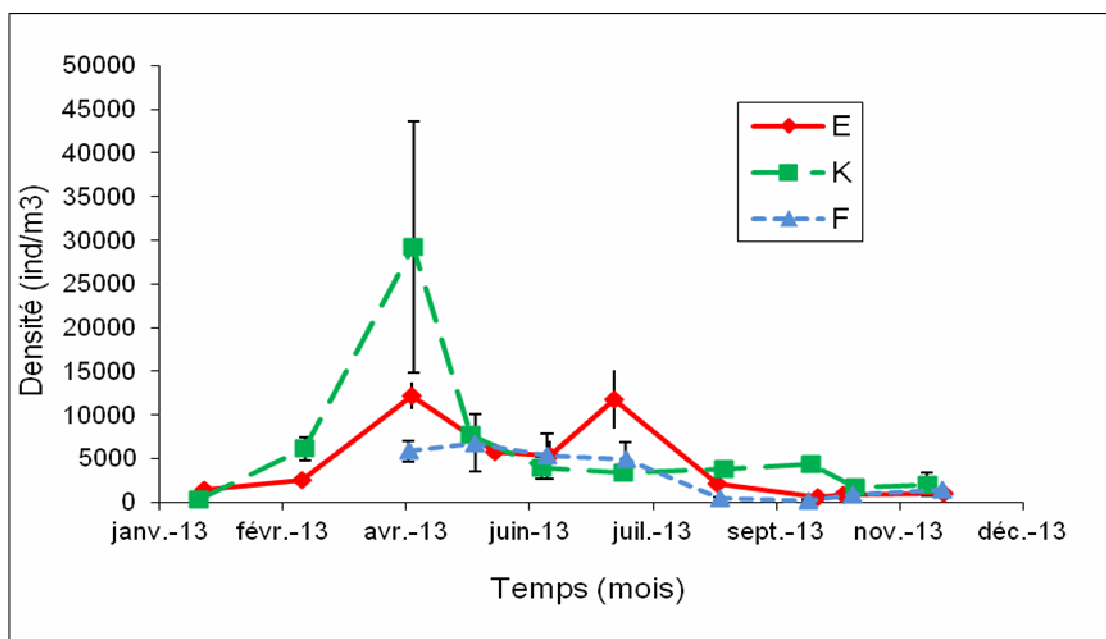


Figure 6-15 : Evolution mensuelle de la densité du copépode *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52) et K (pk 30) au cours de l'année 2013 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

La comparaison des densités moyennes interannuelles (**Tableau 6-1**) entre 1984 et 2013 montre que les années caractérisées par une absence de crues²⁷ (notamment printanières) ou par une forte turbidité (sècheresse printano-estivale) sont des années pour lesquelles la densité du copépode est plus élevée au point K qu'en aval ; la situation étant inversée les années caractérisées par des crues. Le schéma observé en 2013 ne correspond pas à une situation classique « crue » telle qu'attendue en 2013 du fait des forts débits fluviaux printaniers. En effet, malgré cette situation de crue les abondances maximales de la population du copépode *E. affinis* sont situées en amont.

²⁷ 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 1984-2013
- 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
2013	3207	4354		6264

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 ($1754 \pm 2967 \text{ ind./m}^3$) et décroissent vers l'amont de l'estuaire (moyenne au point E : $399 \pm 1260 \text{ ind./m}^3$ et $3 \pm 10 \text{ ind./m}^3$ au point K).

Le début de production de l'espèce est observé en avril dans la zone aval. L'année 2013 est marquée par une période productive (juillet/août) identiques dans les trois stations : maxima annuels au point F en juillet: $7222 \pm 2701 \text{ ind./m}^3$, au point E en août : $3987 \pm 943 \text{ ind./m}^3$, et au point K en août: $34 \pm 19 \text{ ind./m}^3$

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

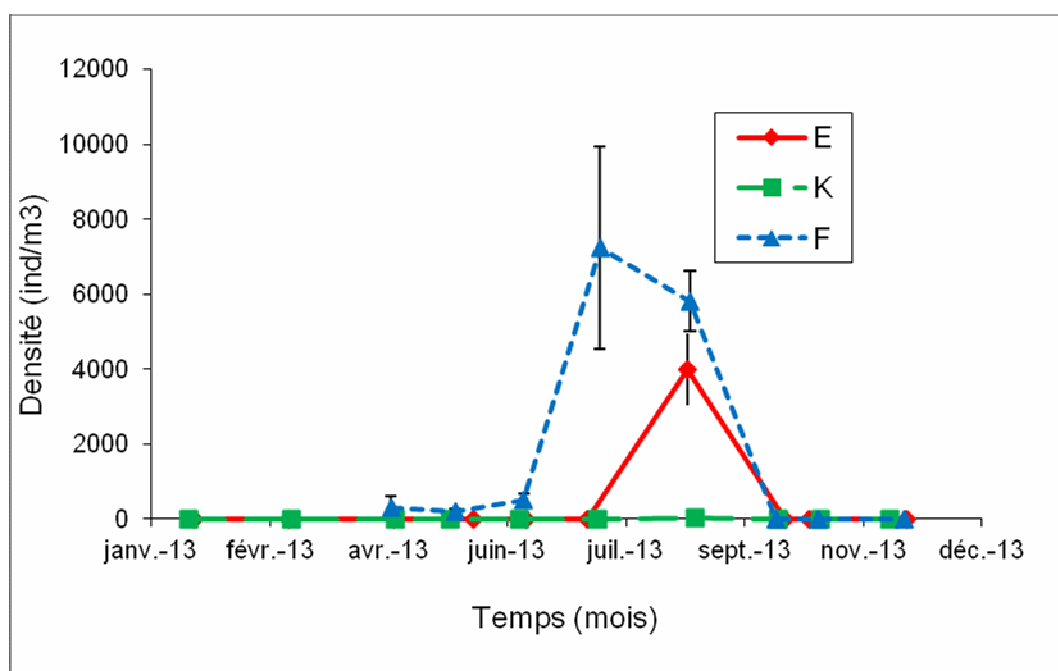


Figure 6-16 : Evolution mensuelle de la densité du Copépode *Acartia bifilosa* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2013 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

Tableau 6-2 : Evolution des densités moyennes annuelles (ind./m³) du copépode *Acartia bifilosa* au cours de la période 1984-2013 - 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
2013	1754	399		3

Le copépode *Acartia tonsa* est une espèce thermo-polyhaline : il présente en 2013 un gradient décroissant d'abondance de l'aval vers l'amont (**Figure 6-17** et **Tableau 6-3**). Les plus fortes abondances sont observées au point F (moyenne annuelle : 3200 ± 8010 ind./m³), l'espèce est très peu représentée au point K (moyenne annuelle : 16 ± 31 ind./m³), les abondances sont intermédiaires au point E (moyenne annuelle : 405 ± 1001 ind./m³). Son caractère thermophile se traduit en termes de développement dans l'estuaire par une période de production de fin d'été/automne. *A. tonsa* a présenté en 2013 un pic de densité succédant à la période de production d'*A. bifilosa*, en septembre, ce qui correspond à un léger décalage temporel de la période de production habituelle (**Figure 6-17**) : au point F : 22883 ± 1000 ind./m³, au point E : 3134 ± 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*)

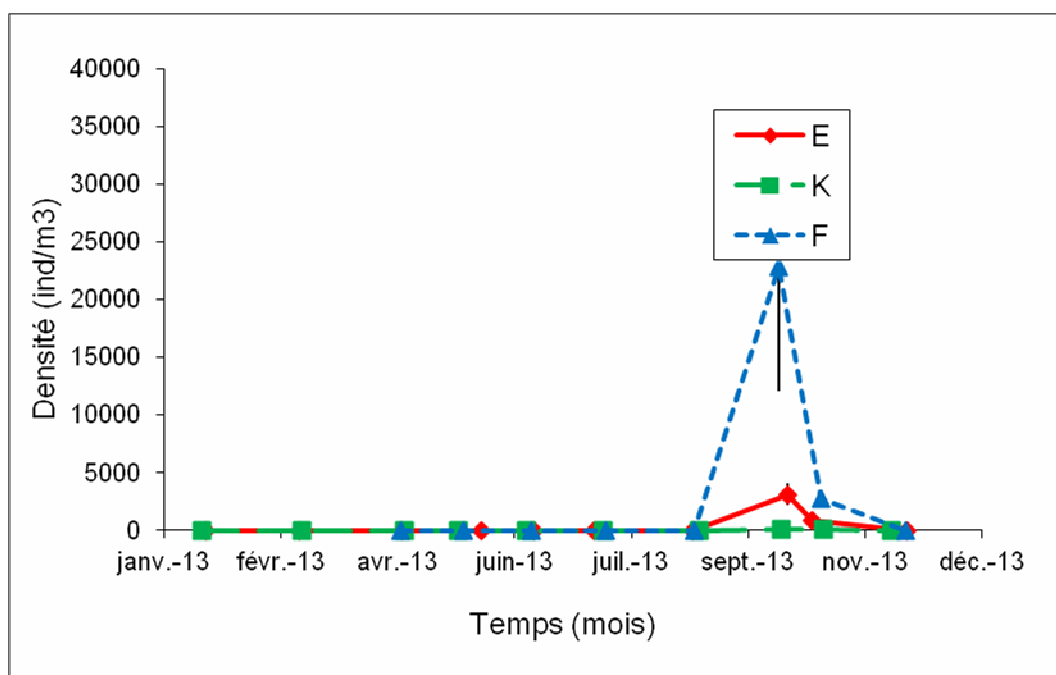


Figure 6-17 : Evolution mensuelle des densités du copépode *Acartia tonsa* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2013 - Chaque point du graphique représente la moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur 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 1984-2013 - 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
2013	3200	405		16

6.3.3. Variation des densités de Mysidacés

En 2013, 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 intermédiaire (**Tableau 6-4** : moyennes annuelles : point K : 5 ± 7 ind./m³ - point E : 16 ± 30 ind./m³ - point F : 5 ± 10 ind./m³).

Les densités maximales de l'espèce s'observent classiquement dans les zones médiane et amont de l'estuaire : en 2013 c'est principalement en zone médiane que ces abondances sont fortes, notamment marquées par des effectifs élevés en juillet (au points E ; **Figure 6-18**). Cette présence plus importante de l'espèce à la station E, peut être interprétée comme une localisation de l'aire de distribution de l'espèce principalement dans la zone médiane de l'estuaire ; sa période de présence plus étendue parfois dans cette même zone (point E) et étant interprétée de la même manière n'est pas observée cette année (les périodes de présence sur les 3 stations sont identiques).

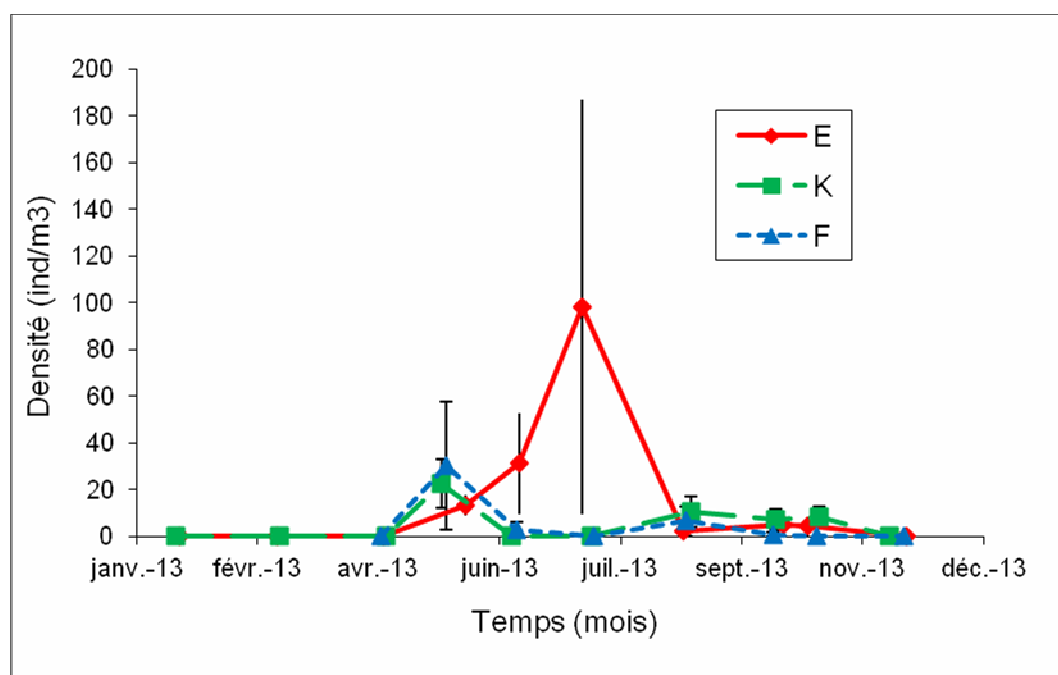


Figure 6-18 : Evolution mensuelle de la densité du Mysidacé *Neomysis integer* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30), au cours de l'année 2013- Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 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 1984-2013 - 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
2013	5	16		5

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 : 251 ± 301 ind./m³), intermédiaires en zone médiane (moyenne annuelle au point E : 93 ± 208 ind./m³) et les plus faibles en amont (moyenne annuelle au point K : 26 ± 46 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) en aval (point F : 868 ± 286 ind./m³), et en zone médiane (point E : 668 ± 155 ind./m³) et en octobre en amont (point K : 129 ± 46 ind./m³).

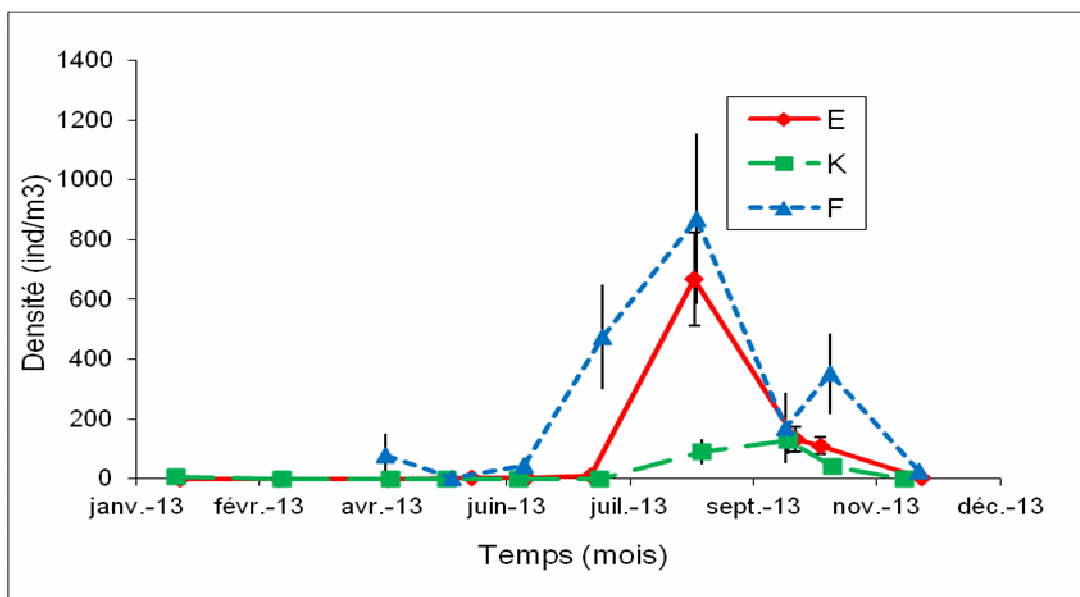


Figure 6-19 : Evolution mensuelle de la densité du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30), au cours de l'année 2013 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 8 prélèvements au cours d'un demi cycle de marée (4 en surface 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 1984-2013 - 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
2013	251	93		26

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 variable d'une station à l'autre et les écarts peuvent être importants (68% de mâles au point F en mai et 28% au même moment au point E). 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 aval (point F : 51 %, point E : 44%, point K : 45 %). 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 2013 vont dans ce sens. Le schéma « classique » pour la zone aval de dominance des mâles (restant marqué jusque dans les années récentes) est à nouveau observé en 2013, comme en 2012 (55%).

L'année 2013 est marquée dans la zone amont (point K), comme c'était le cas des dernières années d'observation (e.g. 2005-06-07-09-10-11-12), par une faible représentation moyenne des femelles ovigères : 14 % (16% sur l'ensemble de la série). Cette situation est observée aussi en zone médiane (point E) où les pourcentages de femelles ovigères sont cette année faibles : 16% au point E (25% sur la série) alors qu'en zone aval, des valeurs plus élevées et donc plus classiques sont observées : 22% au point F (22% sur la série). Le pourcentage de femelles ovigères est globalement plus élevé lors de la période de forte abondance de l'espèce ; les observations faites au point F sont assez cohérente avec ce schéma, elles le sont beaucoup moins en zones médiane et amont.

L'évolution du pourcentage de copépodites est habituellement « homogène » dans l'estuaire. Cette année, durant la période de forte production printanière, la population est dominée par les copépodites. L'année 2013 est de plus marquée par un gradient classique de diminution de la représentativité de l'amont vers l'aval : point K : 63%, point E : 61%, F : 50%, avec des valeurs proches des pourcentages moyens en copépodites calculés sur la série (K : 62% ; E : 59%, F : 54%).

Tableau 6-6 : Principaux paramètres démographiques de *Eurytemora affinis* au cours de la période 1984-2013 - 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
2013	51	22	50	44	16	61	45	14	63

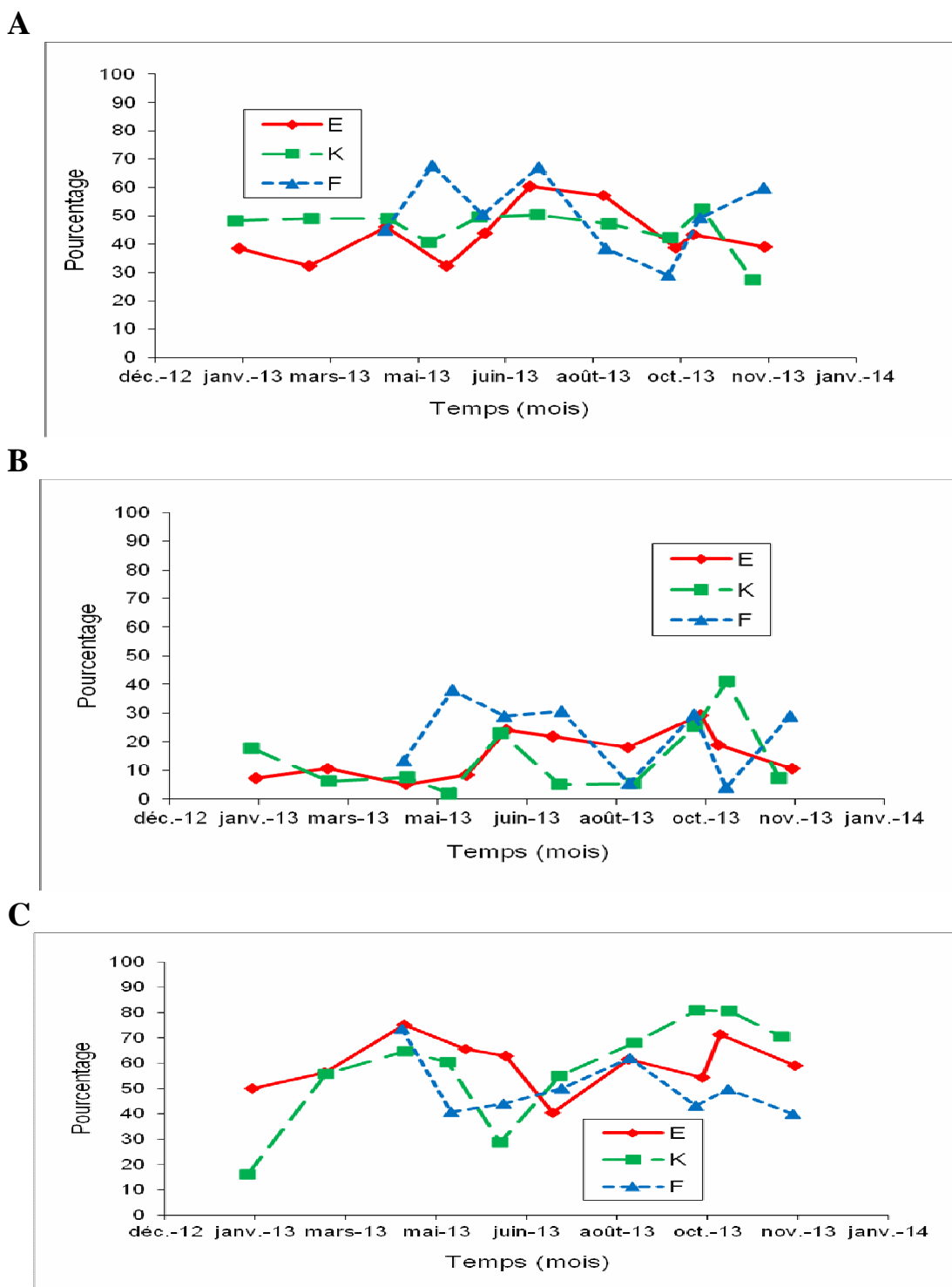


Figure 6-20 : Evolution mensuelle de la structure démographique du copépo­de *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2013 - % mâles/adultes (A), % femelles ovigères (B), % de copépodites (C), calculés sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond)

6.4.2. Fécondité

En 2013, les fécondités enregistrées aux points K, E et F (**Figure 6-21**) ne diffèrent pas significativement d'une station à l'autre : les faibles valeurs trouvées au point E se retrouvent donc en aval et en amont ($3,2 \pm 0,9$ œufs/femelle au point F, $2,7 \pm 0,6$ en E et $2,4 \pm 0,8$ en K). La dynamique temporelle est difficile à rapprocher cette année du schéma « classique » d'augmentation de la fécondité pendant la période de production printanière et automnale de l'espèce.

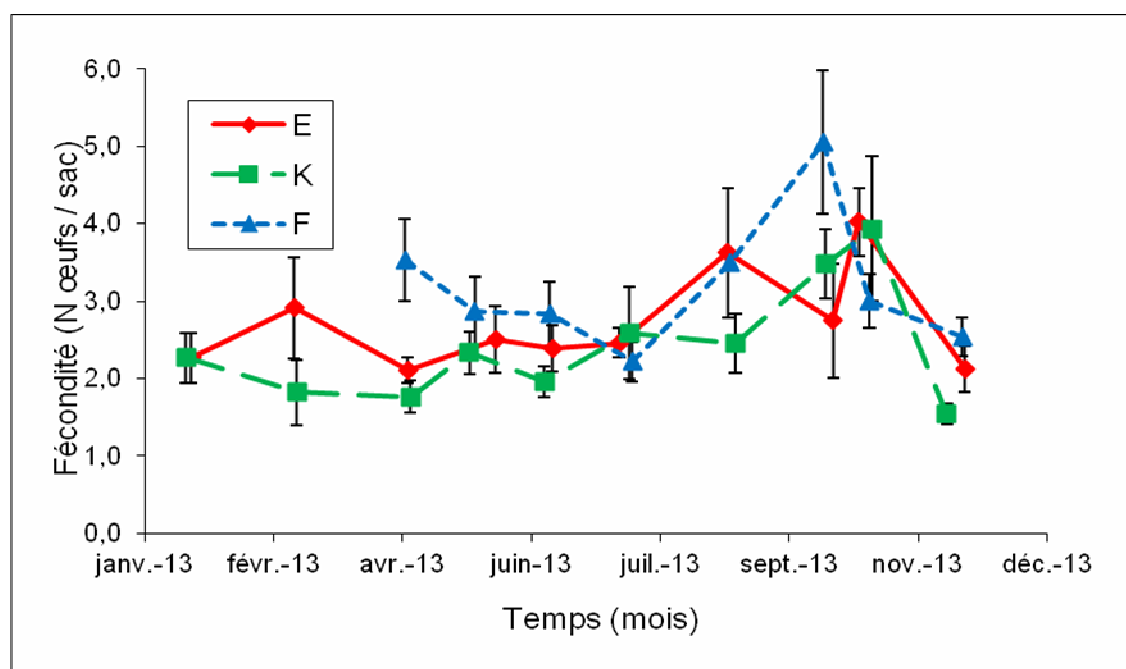


Figure 6-21 : Evolution mensuelle de la fécondité (nombre d'œufs moyen/sac ovigère) des femelles du copépode *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2013 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

En 2013 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 1984-2013 - 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
2013	3,2 \pm 0,9	2,7 \pm 0,6		2,4 \pm 0,8

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 (entre 1 et 2% en moyenne) tout au long de l'année sur l'ensemble de l'aire de répartition de l'espèce (**Figure 6-22**) : $2,4 \pm 4,8\%$ au point F, $1,1 \pm 2,0$ en E et $1,4 \pm 0,8$ en K.

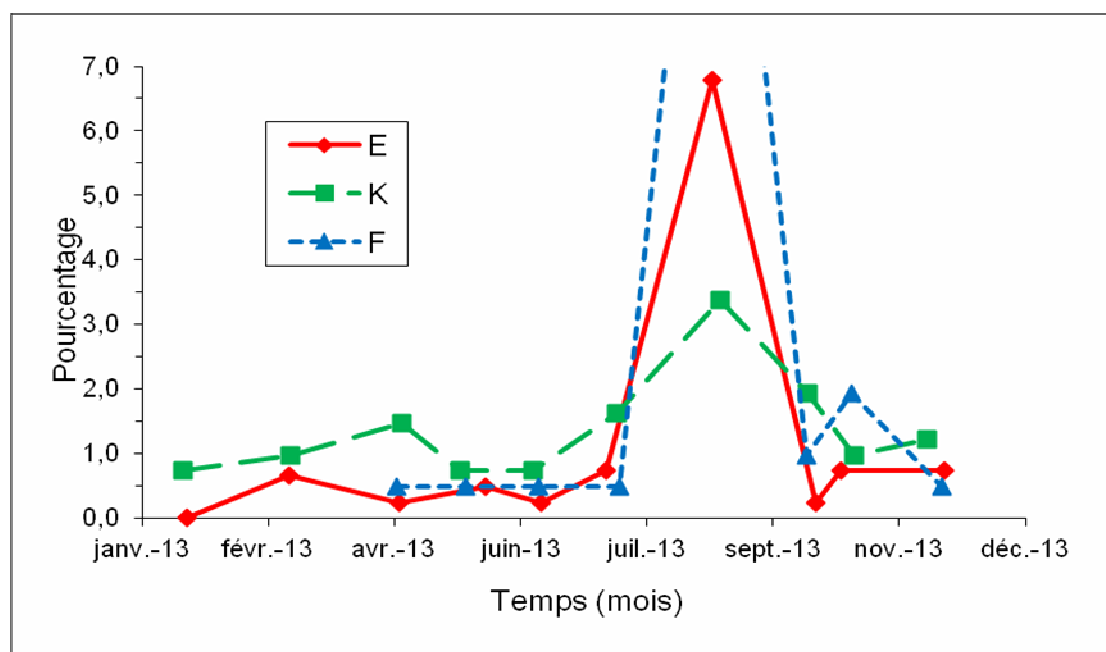


Figure 6-22 : Evolution mensuelle de la mortalité du copépode *Eurytemora affinis* aux points E (pk 52, rejet), F (pk 67) et K (pk 30) au cours de l'année 2013 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 4 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

Les valeurs sont très faibles sur l'ensemble du suivi. Une augmentation des valeurs est observée sur l'ensemble de l'estuaire en août, avec des valeurs relativement élevées en avril (du même ordre de grandeur que celles observées dans la partie médiane de l'estuaire en été en 2005, **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 1984-2013 - 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
2013	2,4 \pm 4,8	1,1 \pm 2,0		1,4 \pm 0,8

Synthèse 2013 :

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 2013 présente pour d'*E. affinis* 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 2013, 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. La fécondité moyenne et la mortalité moyenne sont faibles à tous les points.

7. Macrofaune benthique

Le suivi de la macrofaune benthique a été réalisé en 6 stations, correspondant à trois niveaux de l'estuaire, conformément à l'article 29 de l'arrêté du 18 septembre 2003 :

- 3 stations dans le domaine subtidal (zone immergée en permanence), localisées en regard du CNPE (point E, PK 52), en aval (point F, PK 67) et en amont de celui-ci (point K, PK 30), échantillonnées mensuellement d'avril à novembre ;
- 3 stations dans le domaine intertidal (zone latérale 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). Ces stations ont été échantillonnées au niveau de mi-marée, en février et à un rythme mensuel d'avril à novembre.

La position géographique des stations d'échantillonnage est indiquée sur la **Figure 7-1**.

7.1. Rappels méthodologiques

La macrofaune benthique a été échantillonnée :

- au moyen d'une benne Van Veen, à raison de 5 répliqués de 0,1 m² par station et par date, aux stations subtidales ;
- au moyen d'un carottier manuel, à raison de 10 répliqués de 0,0066 m² sur une profondeur de 15 cm par station et par date, aux stations intertidales.

Dans les deux cas (sub- et intertidal), la macrofaune a été extraite vivante du sédiment par tamisage de celui-ci sur maille carrée de 0,5 mm.

A noter qu'en novembre, en raison de mauvaises conditions de navigation, certains flacons contenant des fractions de tamisage sur 1 ou 0,5 mm pour les Points E et F ont été perdus. De ce fait, seulement 3 répliqués sur 5 ont pu être analysés pour ces stations subtidales en novembre.

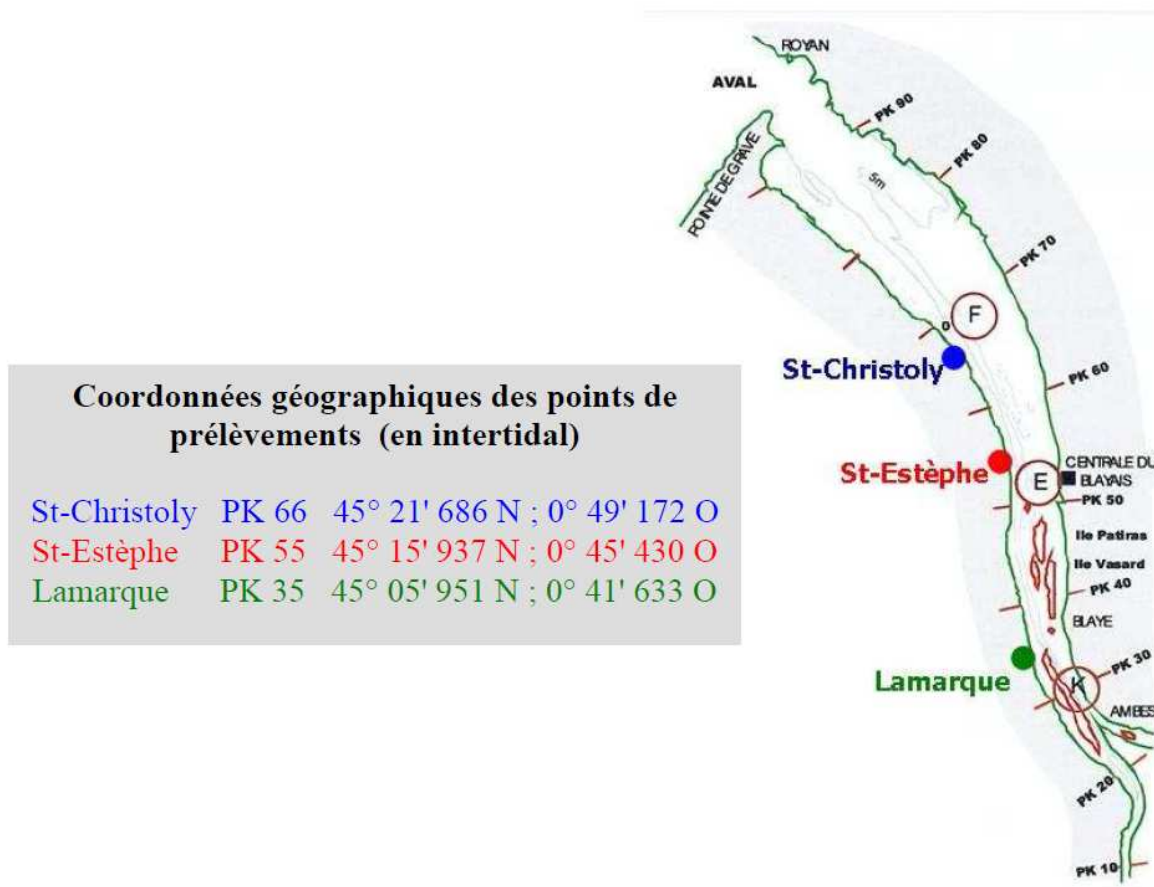


Figure 7-1 : Localisation des stations de prélèvements de la macrofaune benthique en intertidale

7.2. Caractéristiques du sédiment

Pour chaque couple station/date, 2 carottes de sédiment superficiel (25 mm de diamètre x 3 cm de profondeur) ont été prélevées, soit à l'intérieur des bennes (stations subtidales), soit à basse mer (stations intertidales), puis homogénéisées, pour analyse de la composition granulométrique du sédiment par diffraction laser au microgranulomètre Malvern (analyses réalisées par l'équipe Sédimentologie de l'UMR EPOC). Dans les stations intertidales, 2 autres carottes de mêmes dimensions ont été également prélevées puis homogénéisées, afin de déterminer la teneur en eau du sédiment superficiel, par perte de poids après séchage à l'étuve à 60°C pendant 48 h au minimum.

7.2.1. Sédiments subtidaux (Figure 7-2).

Aux Points F (PK 67) et E (PK 52), le sédiment a été à dominante vaseuse (respectivement 91-93% et 74-94% de particules < 63 µm) durant la majeure partie de l'année. Néanmoins, des modifications considérables de la granulométrie ont été observées en juin au Point F (seulement 28% de vases) et en novembre au Point E (41% de vases).

Au Point K (PK 30), la composition granulométrique s'est avérée extrêmement variable, avec des teneurs en vases variant entre 23% (avril) et 85% (août).

Bien que le sédiment superficiel soit globalement à dominante vaseuse aux Points F et E et à dominante sableuse au Point K, des épisodes de changement brusque de la granulométrie ont donc été mis en évidence dans toutes les stations. De telles 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.

7.2.2. Sédiments intertidaux

Le sédiment superficiel des trois stations intertidales était fortement vaseux (**Figure 7-3**). Comme les années précédentes, la composition granulométrique a été remarquablement constante au cours du temps et semblable pour les trois stations, avec toutefois une teneur en particules fines un peu plus importante à la station amont :

- à St-Christoly (PK 66) : 86-93% de grains < 63 µm (« vases ») ;
- à St-Estèphe (PK 55) : 80-94% de vases ;
- à Lamarque (PK 35) : 91-98% de vases.

La teneur du sédiment en eau interstitielle a suivi une évolution saisonnière différente selon les stations (**Figure 7-4**). Dans les deux stations les plus en amont (St-Estèphe - PK 55 et Lamarque - PK 35), où le sédiment était le plus fluide en hiver et au printemps (> 50% d'eau), les teneurs en eau sont restées relativement stables ; une tendance à la compaction du sédiment y a cependant été observée en fin d'année, notamment à St-Estèphe (37% d'eau en novembre). Dans la station la plus en aval (St-Christoly - PK 35), deux phases distinctes peuvent être observées : (1) de faibles teneurs en eau (32-41%) de février à juillet, indiquant un sédiment érodé (sédiment compact avec des coquilles vides du Bivalve *Scrobicularia plana* affleurant à la surface du sédiment), puis (2) des teneurs en eau plus élevées (50-56%) d'août à novembre, caractérisant une période de dépôt/sédimentation (vase fluide avec les *Scrobicularia* enfouis à une dizaine de centimètres de profondeur).

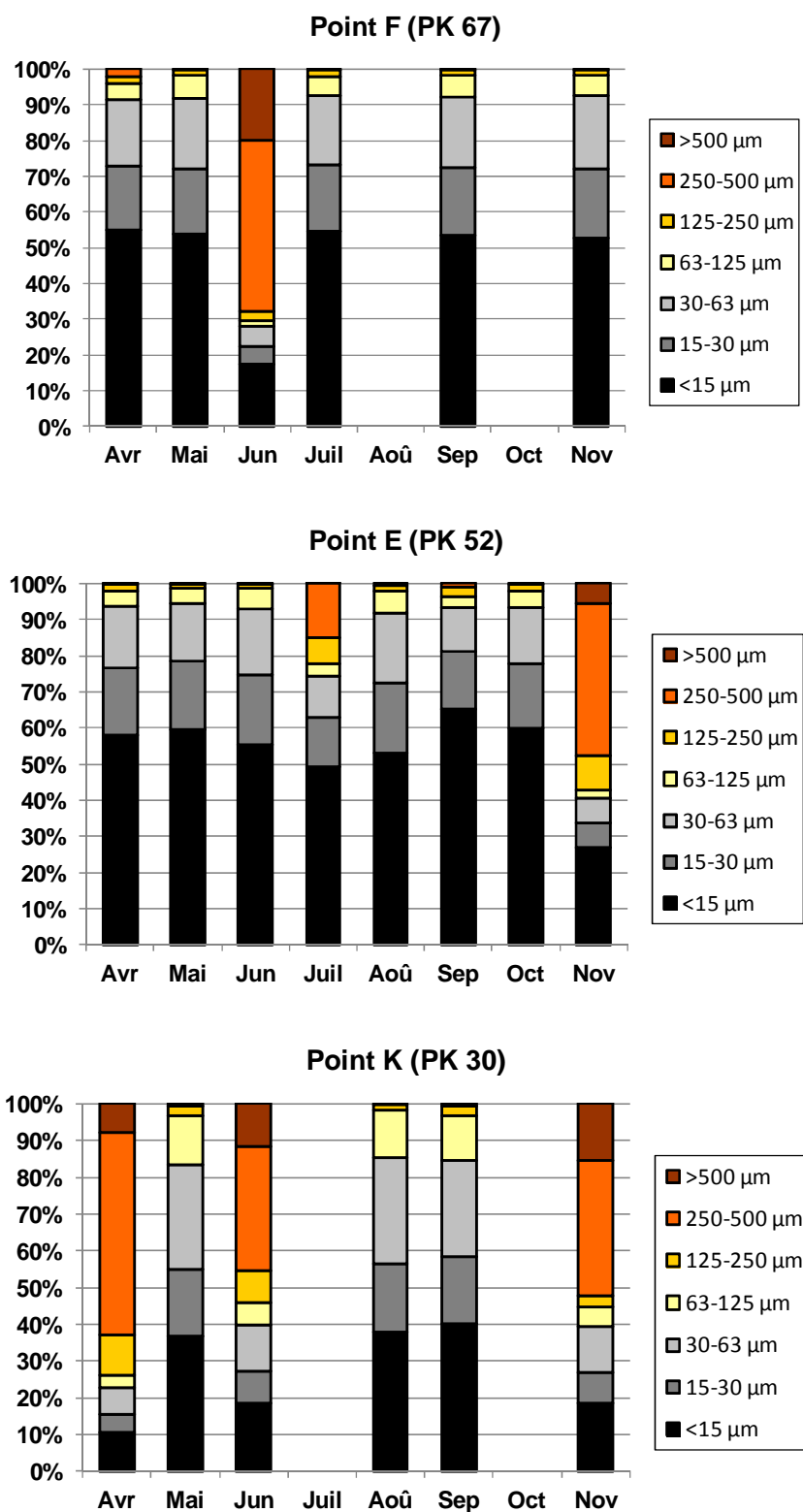


Figure 7-2 : Composition granulométrique du sédiment des stations subtidales en 2013

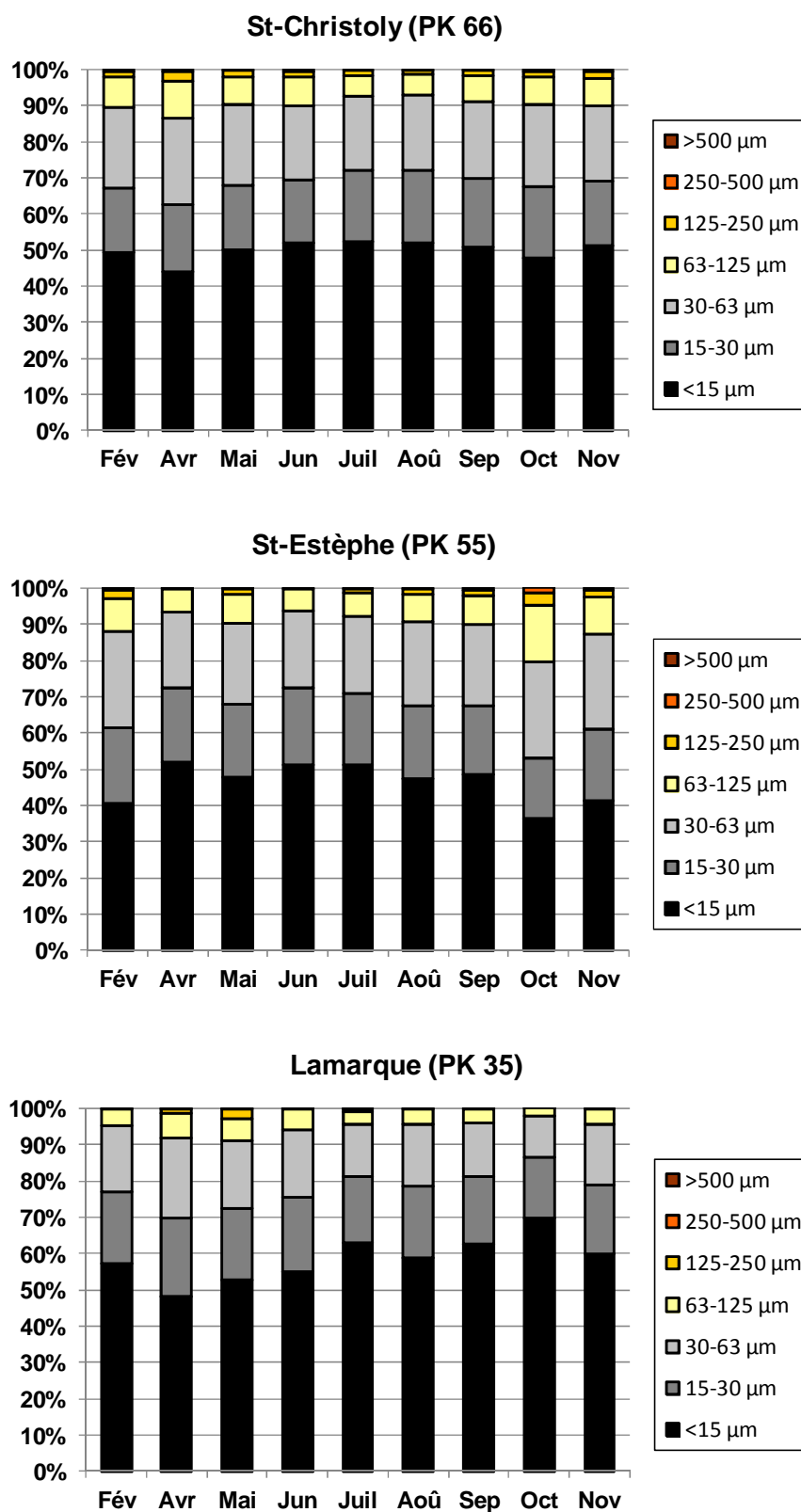


Figure 7-3: Composition granulométrique du sédiment des stations intertidales en 2013

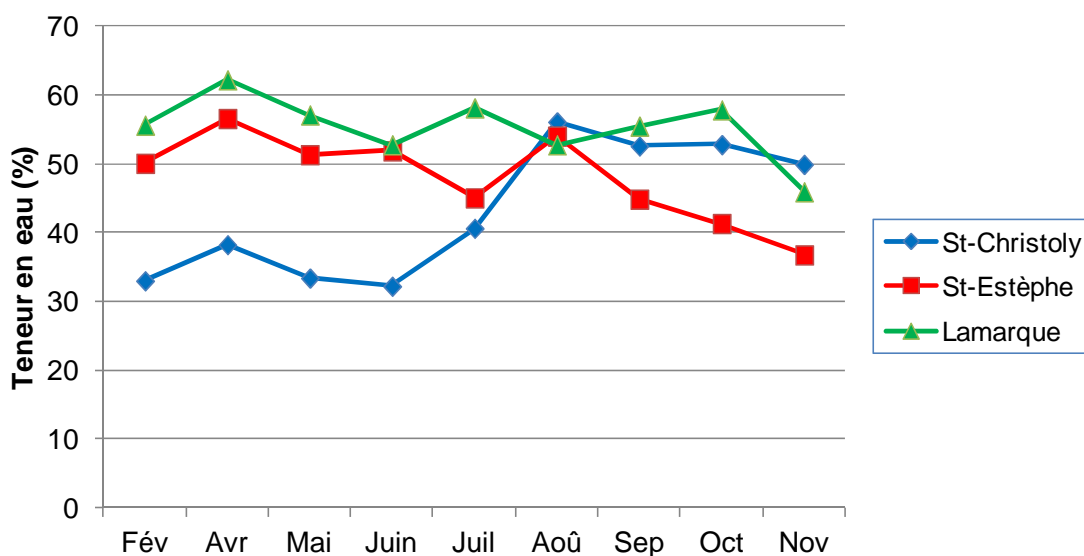


Figure 7-4 : Variations de la teneur en eau interstitielle du sédiment de surface aux stations intertidales en 2013.

7.3. 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.

Le nombre total d'espèces échantillonnées au cours de l'année 2013 (richesse spécifique annuelle totale) montre un gradient décroissant du nombre d'espèces de l'aval vers l'amont (**Tableau 7-1**, colonne 2). Pour un PK donné, cette richesse spécifique annuelle a été similaire en intertidal et en subtidal (**Tableau 7-1**, colonne 2). Les mêmes tendances peuvent être déduites de la richesse spécifique mensuelle moyenne (moyenne du nombre d'espèces recensées par date d'échantillonnage), avec toutefois un déficit apparent au niveau du Point E (**Tableau 7-1**, colonne 4).

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 décroissant du nombre d'espèces vers l'amont, à la fois dans les stations subtidales et les stations intertidales, ce qui constitue une caractéristique biologique normale en estuaire ;
- en domaine subtidal, une nette tendance pluri-annuelle à la diminution de la richesse spécifique depuis les années 2004-2005 ; le nombre d'espèces semblait remonter de 2010 à 2012, mais a à nouveau diminué en 2013 (**Figure 7-5**) ;
- en domaine intertidal, une relative stabilité de la richesse spécifique sur l'ensemble du suivi depuis 2004 (**Figure 7-6**).

Tableau 7-1 : Richesse spécifique de la macrofaune benthique au cours de l'année 2013

Stations	Nombre total d'espèces échantillonnées au cours de l'année	Nombre d'espèces échantillonnées par date	
		Valeurs extrêmes	Moyenne annuelle (\pm écart-type)
<u>Subtidal :</u>			
Point F (PK 67)	14	0 – 6	4,4 \pm 2,1
Point E (PK 52)	6	0 – 4	1,5 \pm 1,3
Point K (PK 30)	5	1 – 5	2,1 \pm 1,4
<u>Intertidal :</u>			
St-Christoly (PK 66)	12	4 – 9	6,4 \pm 1,3
St-Estèphe (PK 55)	6	3 – 5	4,1 \pm 0,6
Lamarque (PK 35)	3	1 – 3	1,9 \pm 0,6

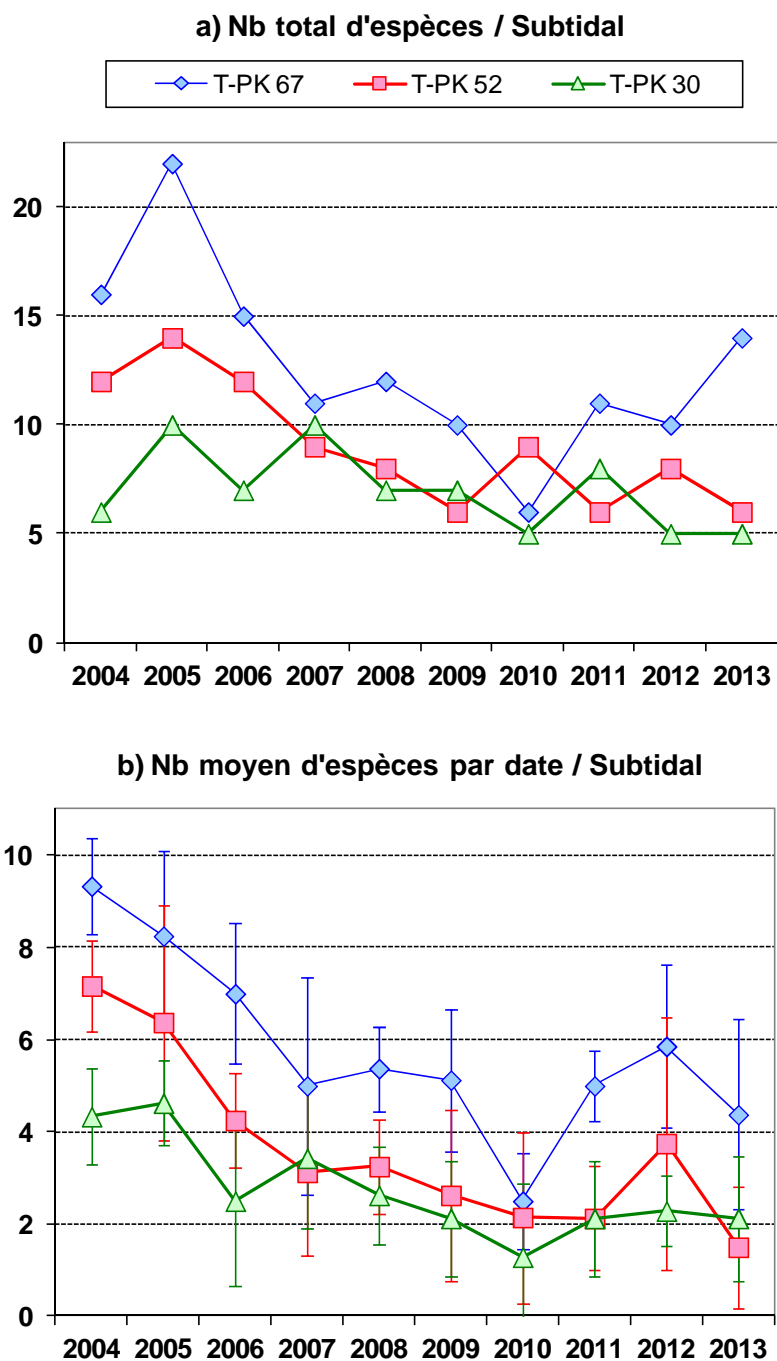


Figure 7-5 : Evolution annuelle de la richesse spécifique du macrobenthos des stations subtidales de 2004 à 2013 : a) nombre total d'espèces échantillonnées au cours de chaque année ; b) nombre moyen (\pm écart-type) d'espèces par date d'échantillonnage.

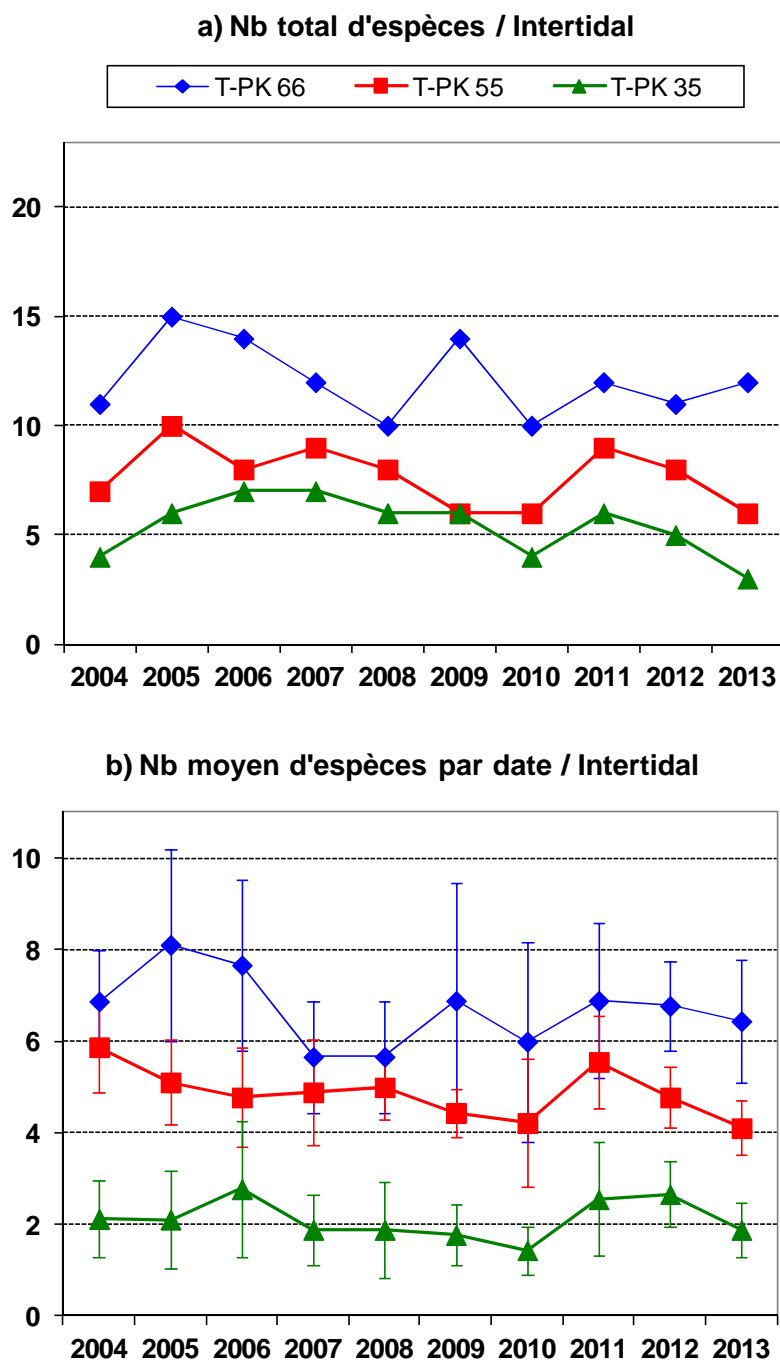


Figure 7-6 : Evolution annuelle de la richesse spécifique du macrobenthos des stations intertidales de 2004 à 2013 : a) nombre total d'espèces échantillonnées au cours de chaque année ; b) nombre moyen (\pm écart-type) d'espèces par date d'échantillonnage.

7.4. Evolution temporelle des peuplements macrobenthiques subtidiaux

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

Tableau 7-2 : Evolution mensuelle des densités (nombres moyens d'individus par m²) des diverses espèces macrobenthiques subtidales au cours de l'année 2013. 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, I = Insectes, O = Annélides Oligochètes, P = Annélides Polychètes.

	Taxons	17/04/13	14/05/13	12/06/13	13/07/13	22/08/13	27/09/13	14/10/13	19/11/13
Point F (PK 67)									
P	<i>Boccardiella ligERICA</i>	-	2 (2)	-	-	-	-	-	-
	<i>Hediste diversicolor</i>	-	2 (2)	-	-	-	-	-	-
	<i>Heteromastus filiformis</i>	18 (11)	4 (4)	52 (15)	2 (2)	74 (33)	62 (15)	18 (9)	-
	<i>Streblospio shrubsolii</i>	2 (2)	-	-	-	12 (12)	4 (4)	4 (2)	-
B	<i>Macoma balthica</i>	-	-	2 (2)	-	-	-	-	-
C	<i>Bathyporeia pilosa</i>	-	-	-	-	2 (2)	-	-	-
	<i>Corophium volutator</i>	-	2 (2)	-	-	-	2 (2)	-	-
	<i>Crangon crangon</i>	2 (2)	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Cyathura carinata</i>	2 (2)	-	2 (2)	2 (2)	2 (2)	-	10 (10)	-
	<i>Gammarus salinus</i>	-	-	2 (2)	-	-	-	-	-
	<i>Mesopodopsis slabberi</i>	2 (2)	4 (4)	-	-	16 (8)	6 (4)	36 (16)	-
	<i>Neomysis integer</i>	-	2 (2)	-	2 (2)	2 (2)	-	2 (2)	-
	<i>Synidotea laticauda</i>	-	-	-	-	-	-	2 (2)	-
I	Larves d'Insectes indét.	-	-	2 (2)	-	-	-	-	-
Point E (PK 52)									
O	<i>Tubificoides heterochaetus</i>	-	-	48 (23)	-	2 (2)	-	-	-
C	<i>Cyathura carinata</i>	-	-	4 (2)	-	-	-	2 (2)	-
	<i>Gammarus salinus</i>	-	2 (2)	4 (4)	4 (4)	-	-	2 (2)	-
	<i>Mesopodopsis slabberi</i>	-	-	-	-	100 (24)	-	-	-
	<i>Neomysis integer</i>	-	4 (4)	12 (6)	-	-	-	-	-
	<i>Synidotea laticauda</i>	-	-	-	-	-	2 (2)	-	-
Point K (PK 30)									
C	<i>Bathyporeia pilosa</i>	-	-	-	6 (2)	2 (2)	4 (4)	-	-
	<i>Gammarus zaddachi</i>	-	2 (2)	6 (2)	4 (2)	4 (2)	-	-	-
	<i>Mesopodopsis slabberi</i>	-	-	-	-	108 (26)	-	2 (2)	-
	<i>Neomysis integer</i>	-	10 (4)	-	-	40 (15)	2 (2)	-	-
I	Larves d'Insectes indét.	70 (6)	32 (14)	6 (2)	-	18 (8)	-	-	4 (4)

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

Les abondances ont été faibles, culminant à seulement 108 ± 28 ind./m² en août et étant nulles en novembre. Le peuplement était dominé par l'Annélide Polychète *Heteromastus filiformis*, espèce caractéristique de sédiments envasés, et par le Crustacé Mysidacé *Mesopodopsis slabberi*.

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

Les densités totales ont été également très faibles, avec un maximum de seulement 102 ± 22 ind./m² en août et une valeur nulle en avril et novembre. Durant les deux périodes où des densités notables ont été relevées, le peuplement était constitué essentiellement par l'Annélide Oligochète *Tubificoides heterochaetus* et le Mysidacé *Neomysis integer* (juin), et par le Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* (août).

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

De faibles abondances totales ont été relevées, variant entre 2 ± 2 ind./m² en octobre et 172 ± 33 ind./m² en août. Le peuplement de cette station était constitué essentiellement par des formes nageuses de Crustacés (Amphipodes et Mysidacés, ces derniers abondants en août) et par des larves d'Insectes, en particulier en avril-mai.

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

En 2013, les abondances de macrofaune dans les 3 stations subtidales ont été très faibles, atteignant au mieux des valeurs voisines de 100 ind./m². L'année 2013 se situe ainsi parmi les plus faibles en terme d'abondance du benthos.

Sur les dix 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 2004-2005,
- une forte diminution des abondances depuis 2006, dont plusieurs années avec de très faibles abondances (2006-2007, 2010-2011 et 2013).

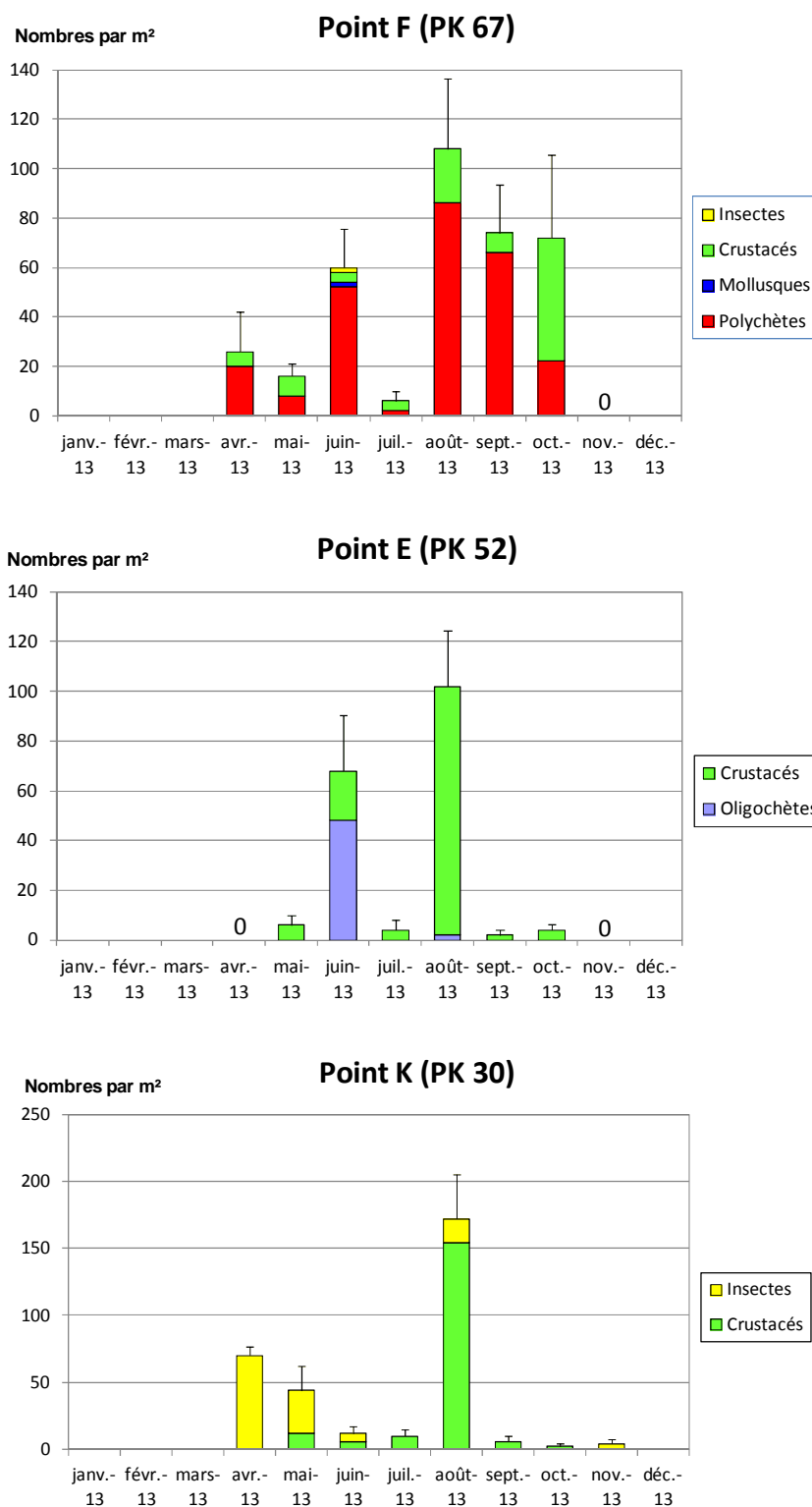


Figure 7-7 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne + ES) du macrobenthos aux stations subtidales en 2013.

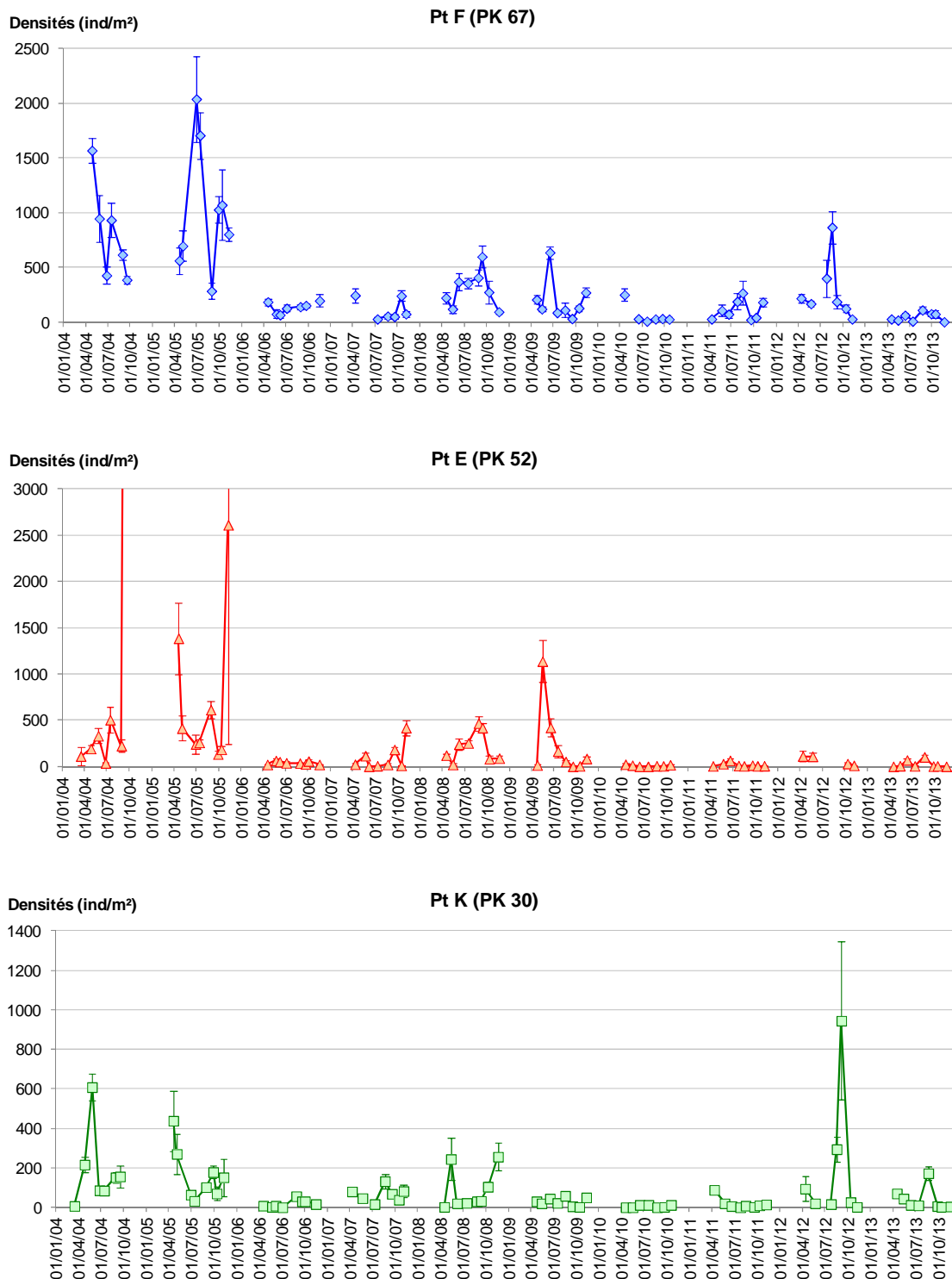


Figure 7-8 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) du macrobenthos aux stations subtidales de 2004 à 2013.

7.5. Variations de densités des principales espèces subtidales

7.5.1. Annélides Oligochètes (Figure 7-9)

Très peu d'individus appartenant à ce groupe (ici l'espèce *Tubificoides heterochaetus*), particulièrement abondant en estuaire et constitué d'espèces à forte préférence pour les vases, ont été échantillonnés en 2013. La seule occurrence notable est au Point E en juin (48 ± 23 ind./m²), station où des abondances supérieures à 1000 ind./m² ont été relevées en 2005 et 2009.

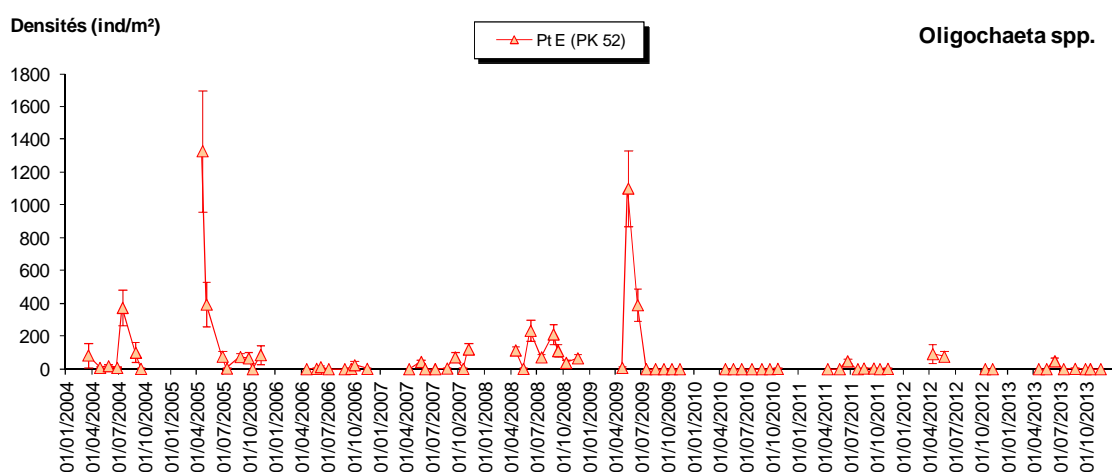


Figure 7-9 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des Annélides Oligochètes dans les stations subtidales de 2004 à 2013 (ce taxon n'est bien représenté qu'au Point E).

7.5.2. 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* ont été très faibles en 2013 au Point F (maximum de densité de 74 ± 33 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 a été également en densité anecdotique en 2013 (maximum de 12 ± 12 ind./m² en août au Point F), mais il s'agit surtout d'une espèce intertidale.

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

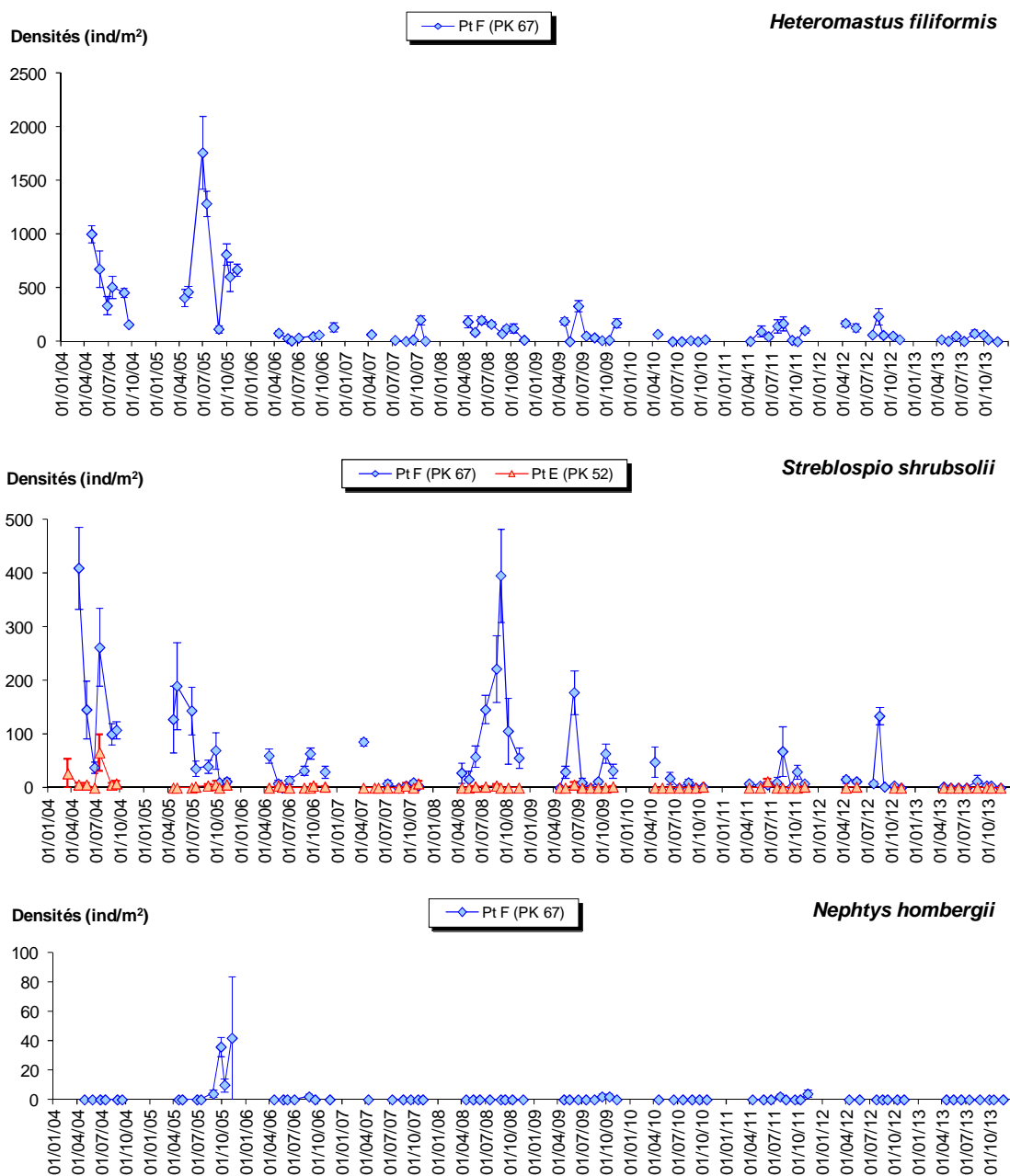


Figure 7-10 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des principales espèces d'Annélides Polychètes dans les stations subtidales de 2004 à 2013.

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

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

Aucune des deux espèces d'Amphipodes du genre *Gammarus* (*G. zaddachi* au Point K et *G. salinus* aux Points F et E) n'a atteint de densité notable.

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.

7.5.4. 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* a atteint en 2013 des niveaux d'abondance modérés (valeurs maximales : 36 ± 16 ind./m² en octobre au Point F, 100 ± 24 ind./m² en août au Point E, 108 ± 26 ind./m² en août au Point K), très inférieurs à ceux de 2012. *N. integer* n'a été présent en densité notable qu'au Point K (40 ± 15 ind./m² en août).

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

Les larves d'Insectes (appartenant aux familles des Chironomidae et Ceratopogonidae) – qui pourraient provenir des berges ou, plus vraisemblablement, de localisations plus en amont – sont habituellement présentes exclusivement au Point K, généralement au printemps et en automne. En 2013, elles ont été présentes sur cette station surtout au printemps, avec des abondances relativement faibles (maximum 70 ± 6 ind./m² en avril).

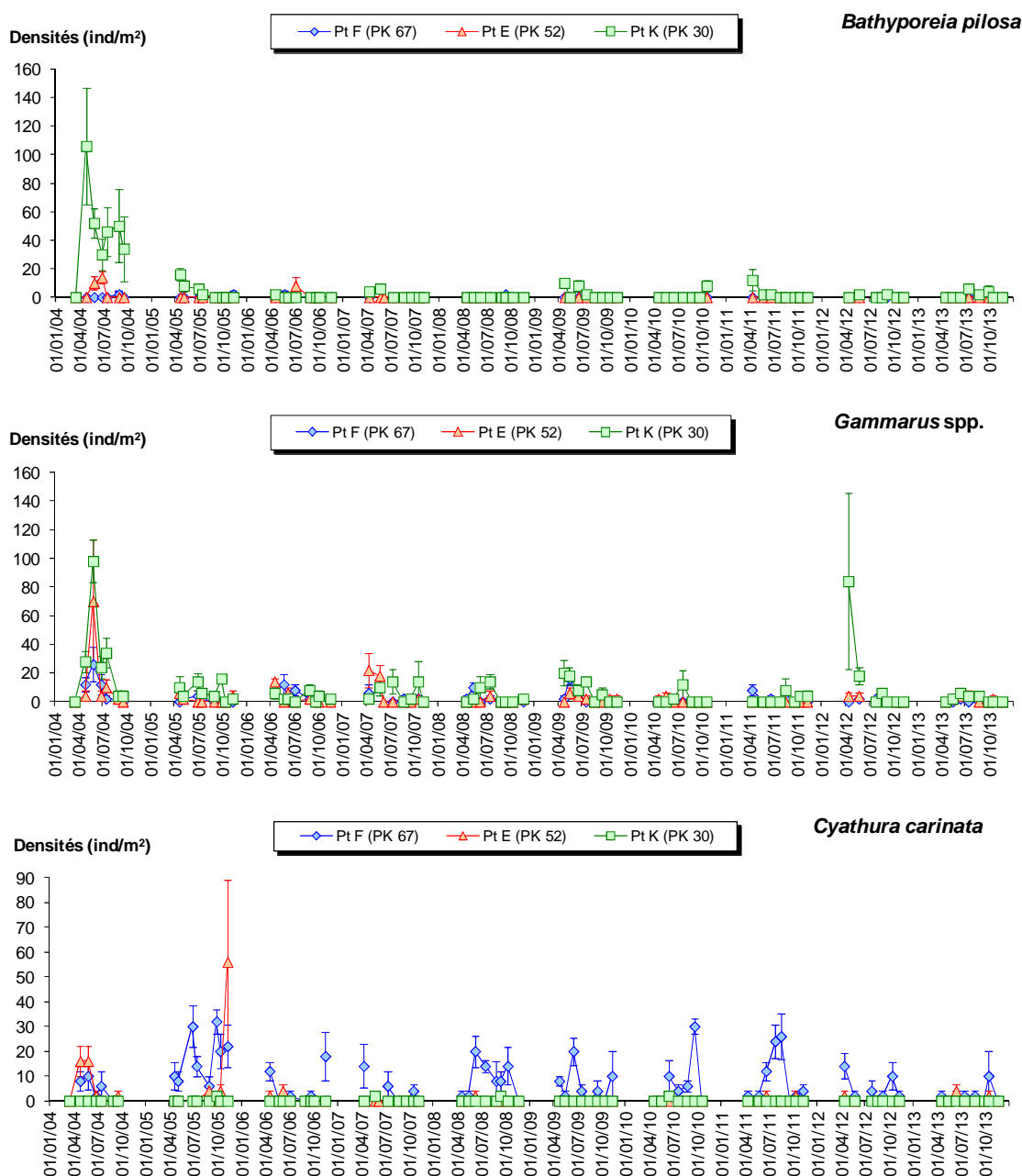


Figure 7-11 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des principales espèces de Crustacés Amphipodes (*Bathyporeia pilosa* et *Gammarus* spp.) et Isopodes (*Cyathura carinata*) dans les stations subtidales de 2004 à 2013.

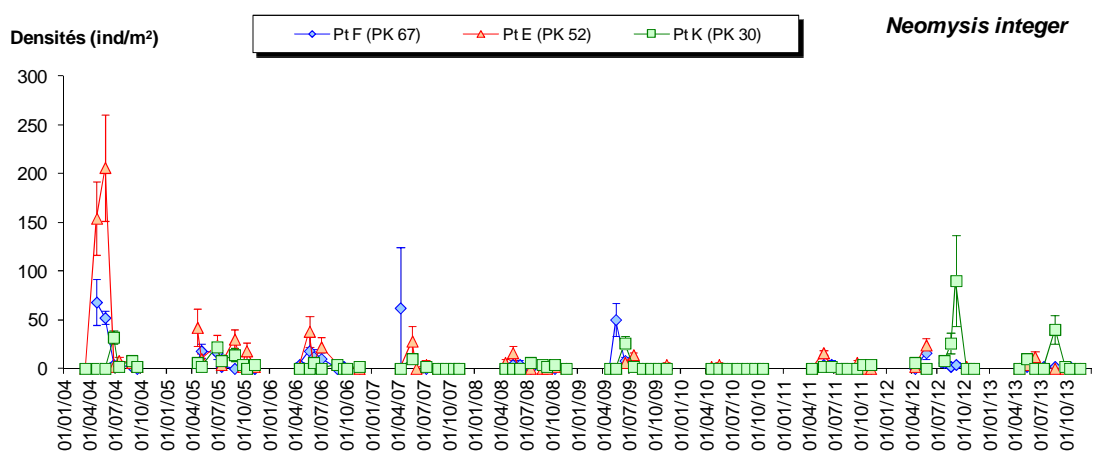
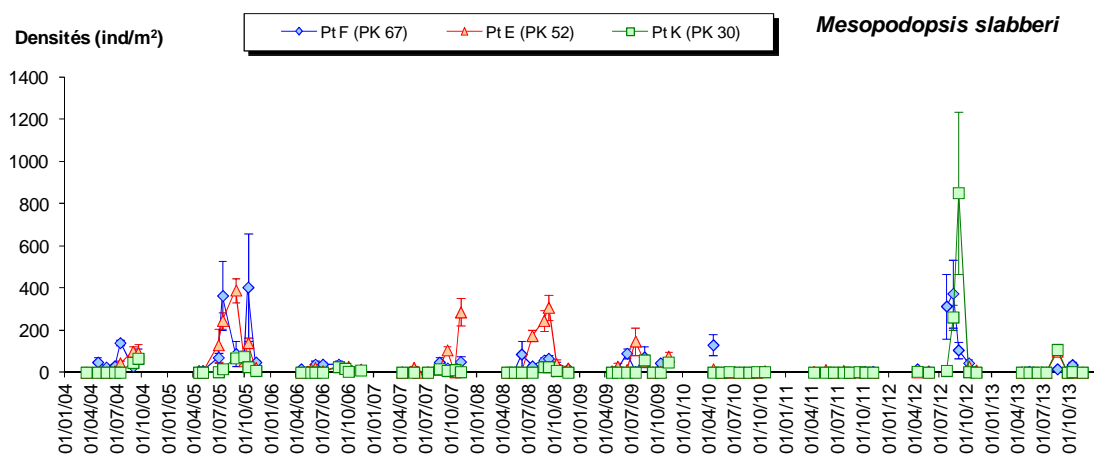


Figure 7-12 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des Crustacés Mysidacés dans les stations subtidales de 2004 à 2013.

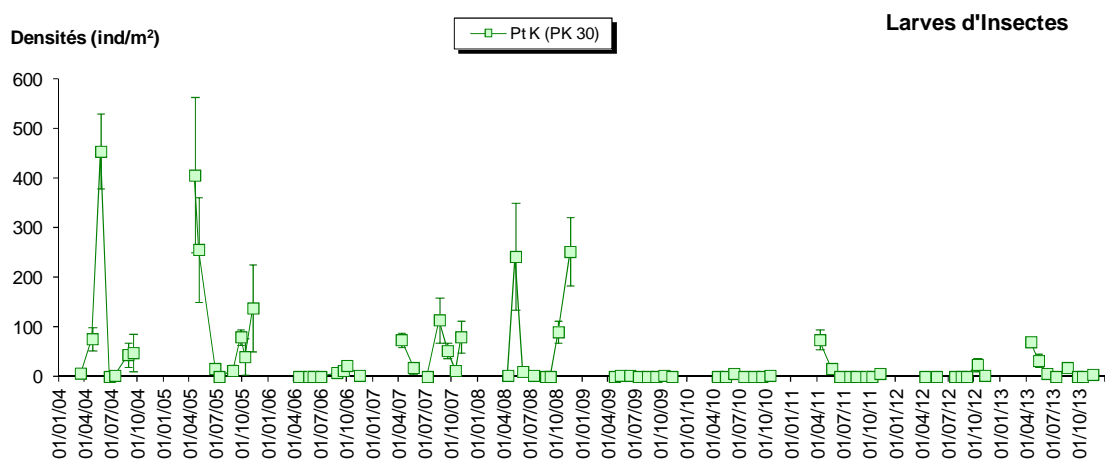


Figure 7-13 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des larves d'Insectes dans les stations subtidales de 2004 à 2013 (ce taxon n'est bien représenté qu'au Point K).

7.6. 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 2013. 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	12/02/13	11/04/13	27/05/13	25/06/13	23/07/13	19/08/13	17/09/13	17/10/13	19/11/13
St-Christoly (PK 66)										
O	<i>Tubificoides heterochaetus</i>	15 (15)	15 (15)	-	15 (15)	61 (33)	-	15 (15)	15 (15)	167 (73)
P	<i>Hediste diversicolor</i>	30 (20)	-	-	-	-	15 (15)	-	-	76 (41)
	<i>Heteromastus filiformis</i>	15 (15)	30 (20)	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Pseudopolydora pulchra</i>	30 (20)	15 (15)	-	-	-	-	-	15 (15)	-
	<i>Streblospio shrubsolii</i>	970 (317)	727 (173)	621 (217)	303 (137)	515 (186)	1182 (309)	1439 (407)	712 (266)	3909 (659)
G	<i>Assimineae</i> sp.	-	-	-	-	-	30 (30)	-	-	-
	<i>Hydrobia ulvae</i>	15 (15)	-	-	-	-	-	15 (15)	30 (20)	15 (15)
B	<i>Macoma balthica</i>	-	-	-	-	91 (51)	15 (15)	-	-	-
	<i>Scrobicularia plana</i>	91 (33)	167 (53)	182 (38)	91 (40)	273 (59)	212 (61)	318 (57)	212 (65)	424 (59)
C	<i>Corophium volutator</i>	30 (20)	-	167 (48)	106 (60)	30 (20)	76 (34)	15 (15)	30 (20)	151 (32)
	<i>Cyathura carinata</i>	227 (65)	167 (66)	288 (48)	76 (25)	167 (42)	182 (49)	151 (50)	409 (93)	348 (96)
	<i>Gammarus salinus</i>	-	-	-	15 (15)	-	-	-	-	-
St-Estèphe (PK 55)										
O	<i>Tubificoides heterochaetus</i>	288 (83)	318 (76)	151 (50)	379 (104)	136 (57)	258 (104)	682 (296)	76 (61)	1409 (692)
P	<i>Hediste diversicolor</i>	-	-	15 (15)	15 (15)	30 (20)	-	136 (27)	167 (42)	288 (109)
	<i>Streblospio shrubsolii</i>	91 (40)	61 (25)	61 (25)	76 (41)	-	-	30 (20)	45 (32)	91 (33)
C	<i>Corophium volutator</i>	15 (15)	15 (15)	-	-	985 (301)	2924 (644)	3909 (885)	1515 (491)	-
	<i>Cyathura carinata</i>	121 (44)	61 (25)	45 (23)	61 (33)	76 (34)	45 (23)	45 (23)	-	76 (34)
I	Larves d'Insectes indét.	-	-	-	15 (15)	-	-	-	-	-
Lamarque (PK 35)										
O	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	803 (245)	682 (180)	1061 (368)	3348 (605)	8076 (1225)	10439 (2582)	13364 (2476)	3106 (796)	1954 (534)
P	<i>Hediste diversicolor</i>	30 (20)	-	45 (23)	61 (25)	-	-	-	15 (15)	61 (33)
I	Larves d'Insectes indét.	-	15 (15)	-	15 (15)	15 (15)	-	-	-	-

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

Les densités totales ont fluctué entre un minimum à 606 ± 199 ind./m² en juin et un maximum à 5091 ± 596 ind./m² en novembre. Le peuplement de cette station était dominé par l'Annélide Polychète *Streblospio shrubsolii*, ce dernier imprimant sa dynamique à celle du peuplement dont il représentait 45 à 77% de l'abondance totale. Le Mollusque Bivalve *Scrobicularia plana*, l'Amphipode *Corophium volutator* et l'Isopode *Cyathura carinata* étaient les autres espèces dominantes à cette station.

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

Les abondances totales ont varié entre un minimum à 273 ± 74 ind./m² en mai et un maximum à 4803 ± 1109 ind./m² en septembre. Deux composantes déterminent la dynamique du peuplement dans cette station :

- l'Annélide Oligochète *Tubificoides heterochaetus*, qui représentait 55 à 70% de l'abondance totale de février à juin, puis 76% en novembre ;
- le Crustacé Amphipode *Corophium volutator*, avec 80 à 91% de l'abondance totale de juillet à octobre.

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

Le peuplement était ici dominé à 96-100% par l'Annélide Oligochète *Limnodrilus hoffmeisteri*. Les densités totales ont fluctué au cours de l'année entre un minimum à 697 ± 177 ind./m² en avril et un maximum à 13364 ± 2476 ind./m² en septembre.

7.6.4. 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 104 ind./m², contre 102 ind./m² en subtidal.

A St-Christoly – PK 66 et à St-Estèphe – PK 55, les abondances maximales ont été faibles en 2013 (voisines de 5000 ind./m²). L'ensemble des valeurs de cette année situe ces deux stations parmi les plus faibles en terme d'abondances de macrofaune, très inférieures aux années 2004-2006 (maxima > 20000 ind./m²).

A Lamarque – PK 35, les abondances se sont situées à un niveau moyen en 2013 (maximum voisin de 15000 ind./m²), par rapport aux valeurs des années précédentes.

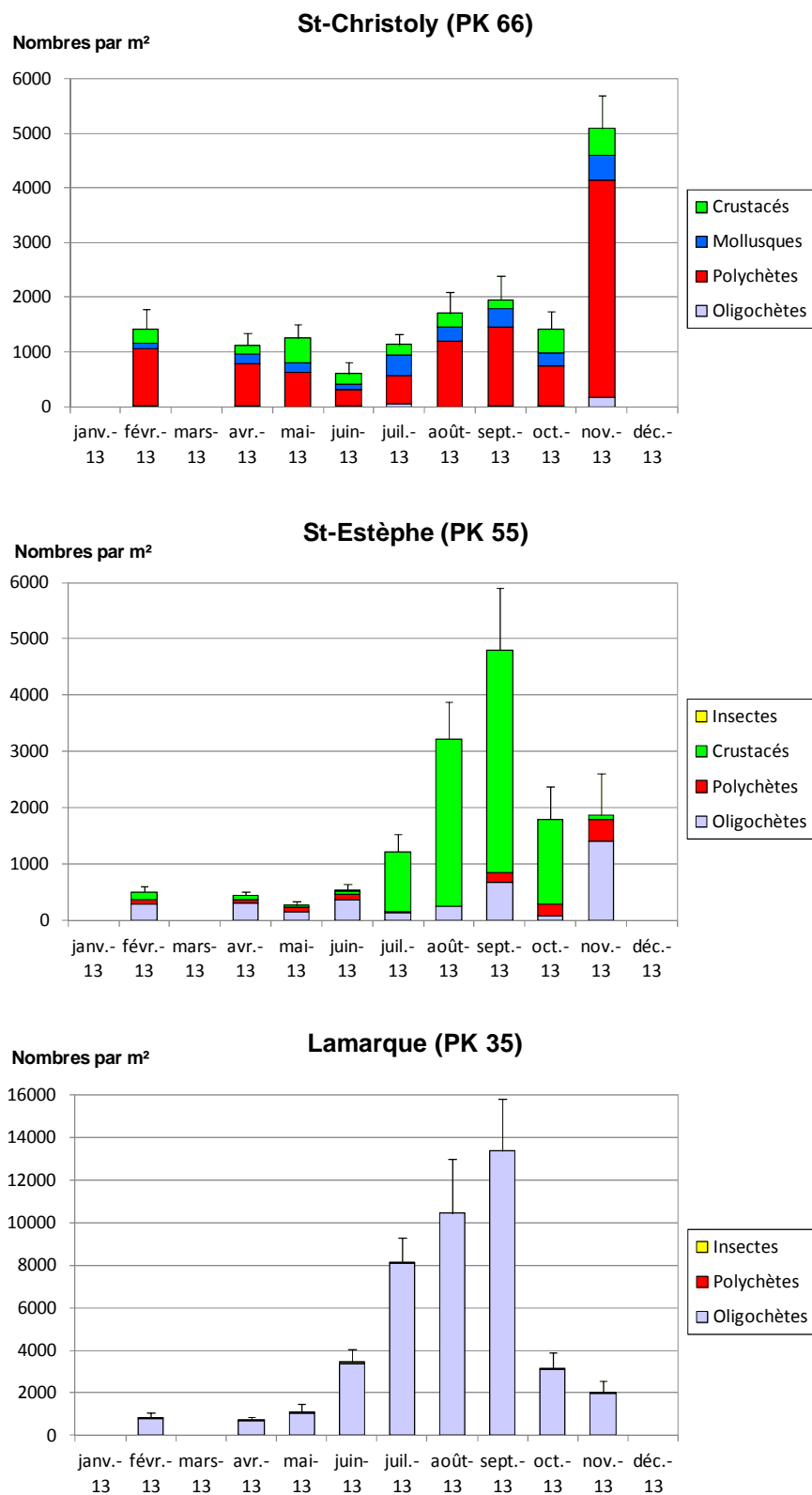


Figure 7-14 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne + ES) du macrobenthos aux stations intertidales en 2013.

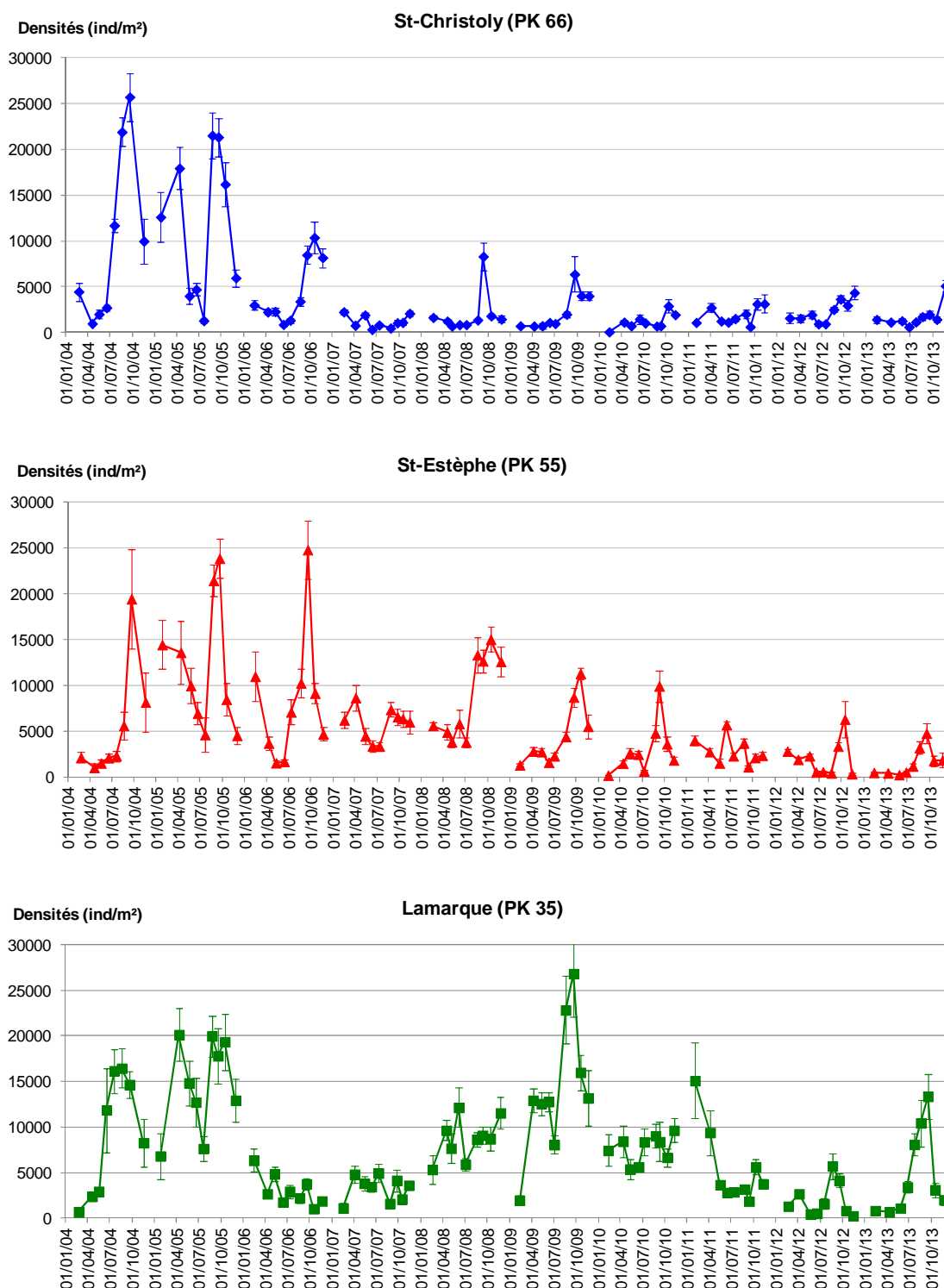


Figure 7-15 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) du macrobenthos aux stations intertidales de 2004 à 2013.

7.7. Variations de densités des principales espèces intertidales

7.7.1. Annélides Oligochètes (Figure 7-16)

Composante quasiment exclusive du peuplement de la station Lamarque (domaine oligohalin), les abondances de *Limnodrilus hoffmeisteri* ont augmenté régulièrement d'avril (682 ± 180 ind./m²) à septembre (13364 ± 2476 ind./m²), avant de décroître en automne. L'abondance maximale de cette espèce en cette station en 2013 s'est située à un niveau moyen sur l'ensemble du suivi depuis 2004.

A la station St-Estèphe, les densités de *Tubificoides heterochaetus* n'ont pas dépassé 682 ± 296 ind./m² (en septembre), soit les valeurs les plus faibles depuis 2004.

7.7.2. Annélides Polychètes

Hediste diversicolor, espèce galéricole et omnivore de grande taille, a atteint son abondance maximale en novembre dans toutes les stations : 76 ± 41 ind./m² à St-Christoly, 288 ± 109 ind./m² à St-Estèphe, 61 ± 33 ind./m² à Lamarque (Figure 7-17). Cette espèce présente des fluctuations pluri-annuelles d'abondance très marquées, en particulier à St-Estèphe où elle était totalement absente en 2012, mais atteignait près de 2000 ind./m² en 2008. A St-Christoly, ce néréidé, typique des milieux estuariens et lagunaires, a pratiquement disparu depuis 2005.

Les densités, très fluctuantes, du capitellidé *Heteromastus filiformis* à la station St-Christoly ont été quasiment nulles en 2013 (Figure 7-17).

L'abondance du spionidé *Streblospio shrubsolii* a atteint à St-Christoly une valeur maximale de 3909 ± 659 ind./m² en novembre ; l'abondance de cette espèce dans cette station a été similaire en 2013 aux valeurs observées depuis 2007, mais très inférieure à celles de 2004 à 2006 (densités maximales de 10000 à 15000 ind./m²). A St-Estèphe, l'abondance de *S. shrubsolii* a été extrêmement faible en 2013 (maximum de 91 ind./m² en février et novembre) (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).

7.7.3. Mollusques (Figure 7-19)

Le Gastéropode *Hydrobia ulvae*, sporadiquement présent à St-Christoly, y a été presque totalement absent en 2013. A noter cependant que cette espèce est plutôt localisée dans la partie aval de l'estuaire ou dans la partie supérieure de la zone intertidale, et qu'elle est fortement soumise à la dispersion par les courants ou les vagues.

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 ont varié entre 91 ± 33 ind./m² en février et 424 ± 59 ind./m² en novembre, soit dans une gamme de valeurs similaire à celles observées depuis 2006. 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.

7.7.4. 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 annuel marqué, caractérisé par de fortes abondances en fin d'été. A St-Estèphe, le niveau d'abondance maximale de cette espèce en 2013 (3909 ± 885 ind./m² en septembre) a été similaire à celui des années 2007-2012, mais cependant nettement moins élevé que celui des années 2004-2006 (**Figure 20**). A St-Christoly, où cette espèce présentait des densités maximales de l'ordre de 10000 à 20000 ind./m² en 2004-2005, l'abondance de *C. volutator* n'a pas dépassé 167 ± 48 ind./m² (en mai) en 2013.

L'Isopode *Cyathura carinata* est une espèce constante des 2 stations intertidales le plus en aval. A St-Christoly, ses abondances ont varié entre 76 ± 25 ind./m² en juin et 409 ± 93 ind./m² en octobre, soit dans la gamme des valeurs observées depuis 2007, mais sensiblement inférieures aux valeurs de 2005-2006. A St-Estèphe, les abondances (maximum 121 ± 44 ind./m² en février) ont été parmi les plus faibles depuis 2004 (**Figure 7-20**).

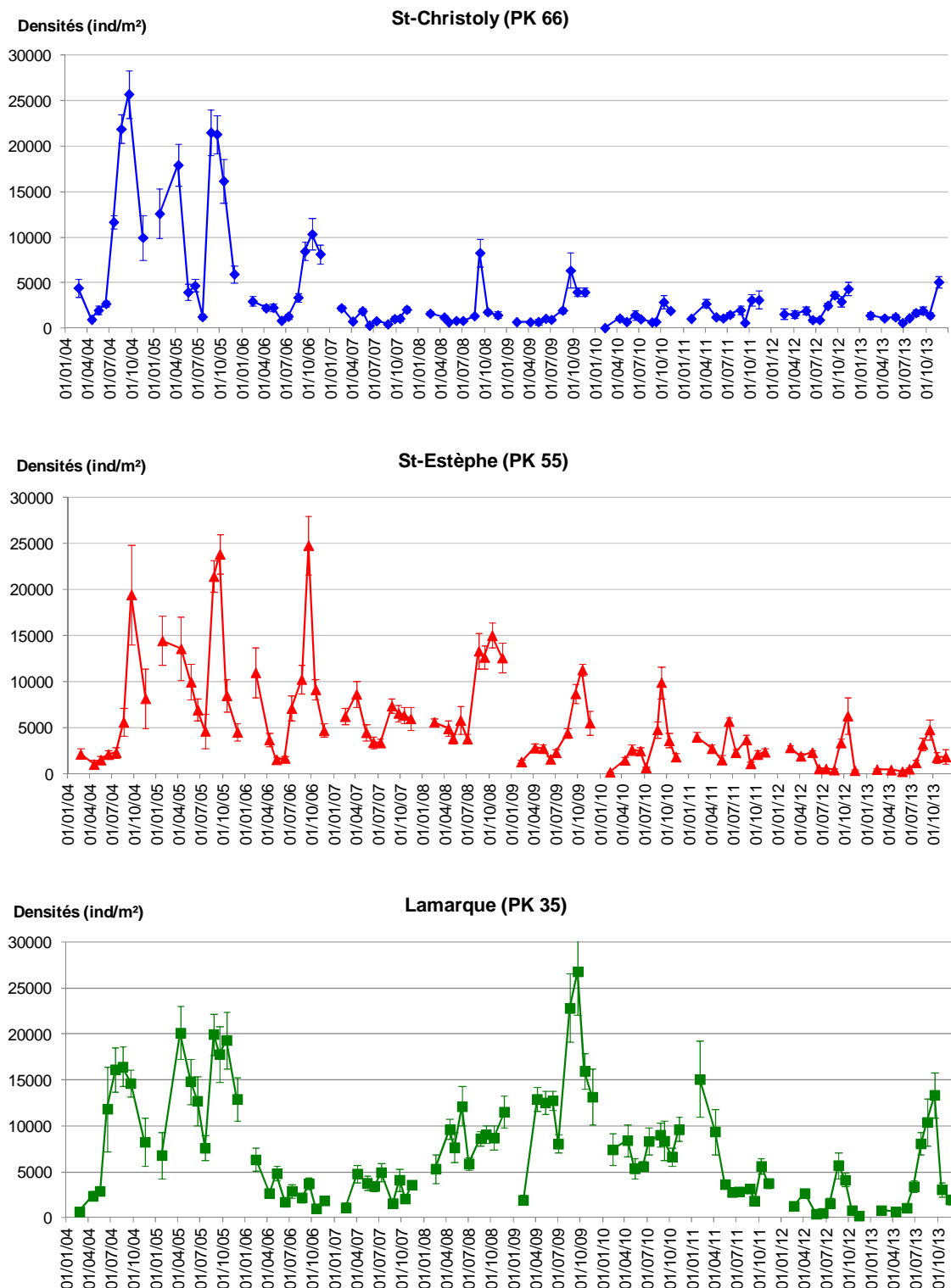


Figure 7-15 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) du macrobenthos aux stations intertidales de 2004 à 2013.

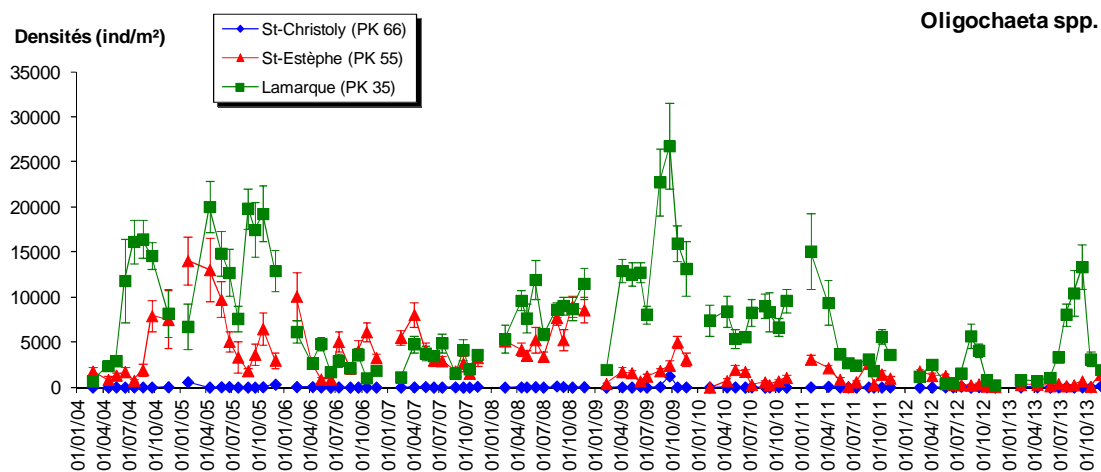


Figure 7-16 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des Annélides Oligochètes dans les stations intertidales de 2004 à 2013.

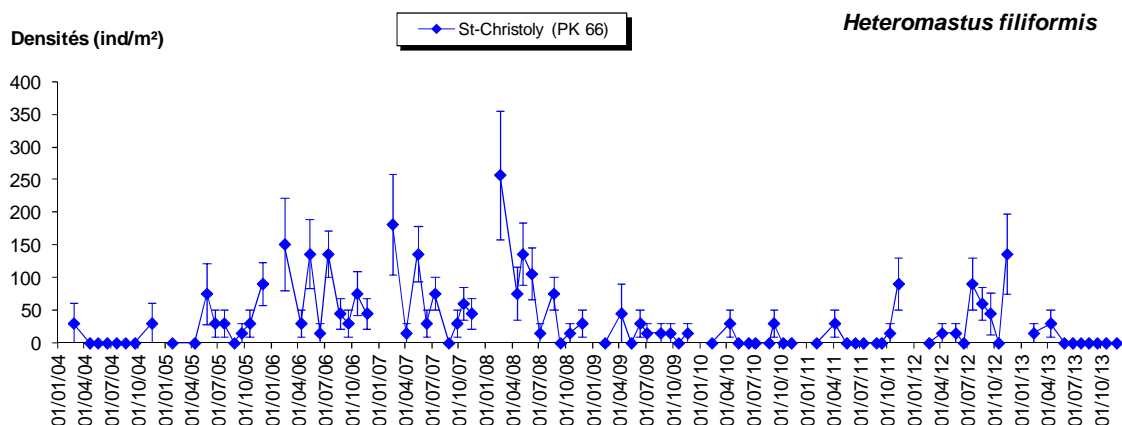
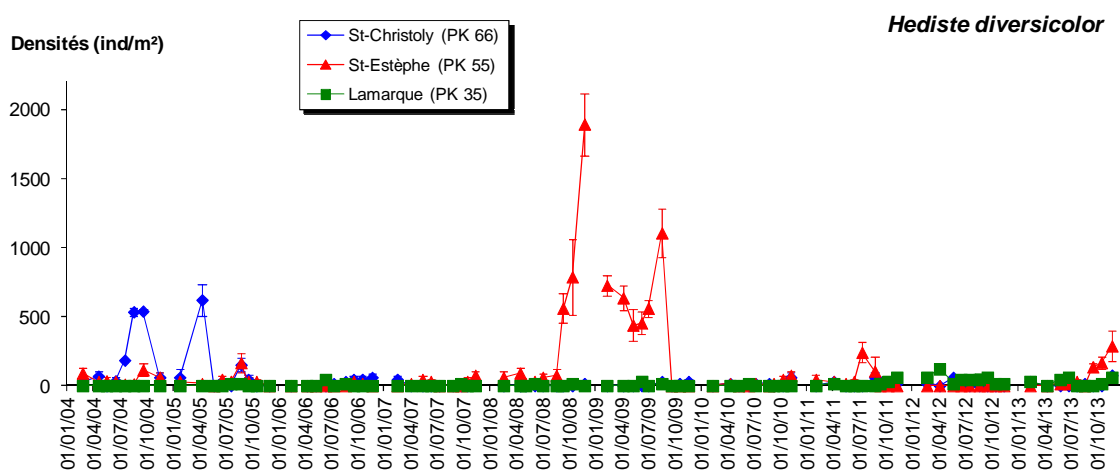


Figure 7-17 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des Annélides Polychètes *Hediste diversicolor* et *Heteromastus filiformis* dans les stations intertidales de 2004 à 2013.

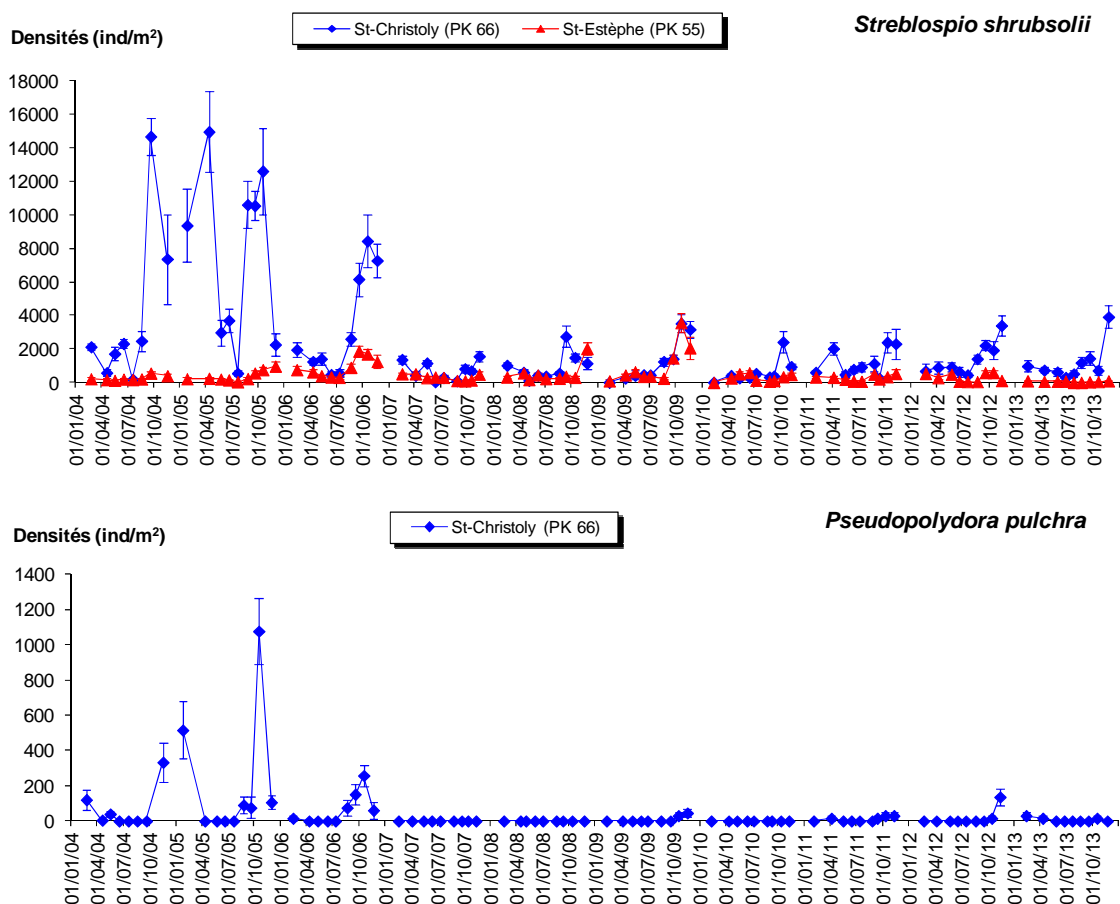


Figure 7-18 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des Annélides Polychètes Spionidae dans les stations intertidales de 2004 à 2013.

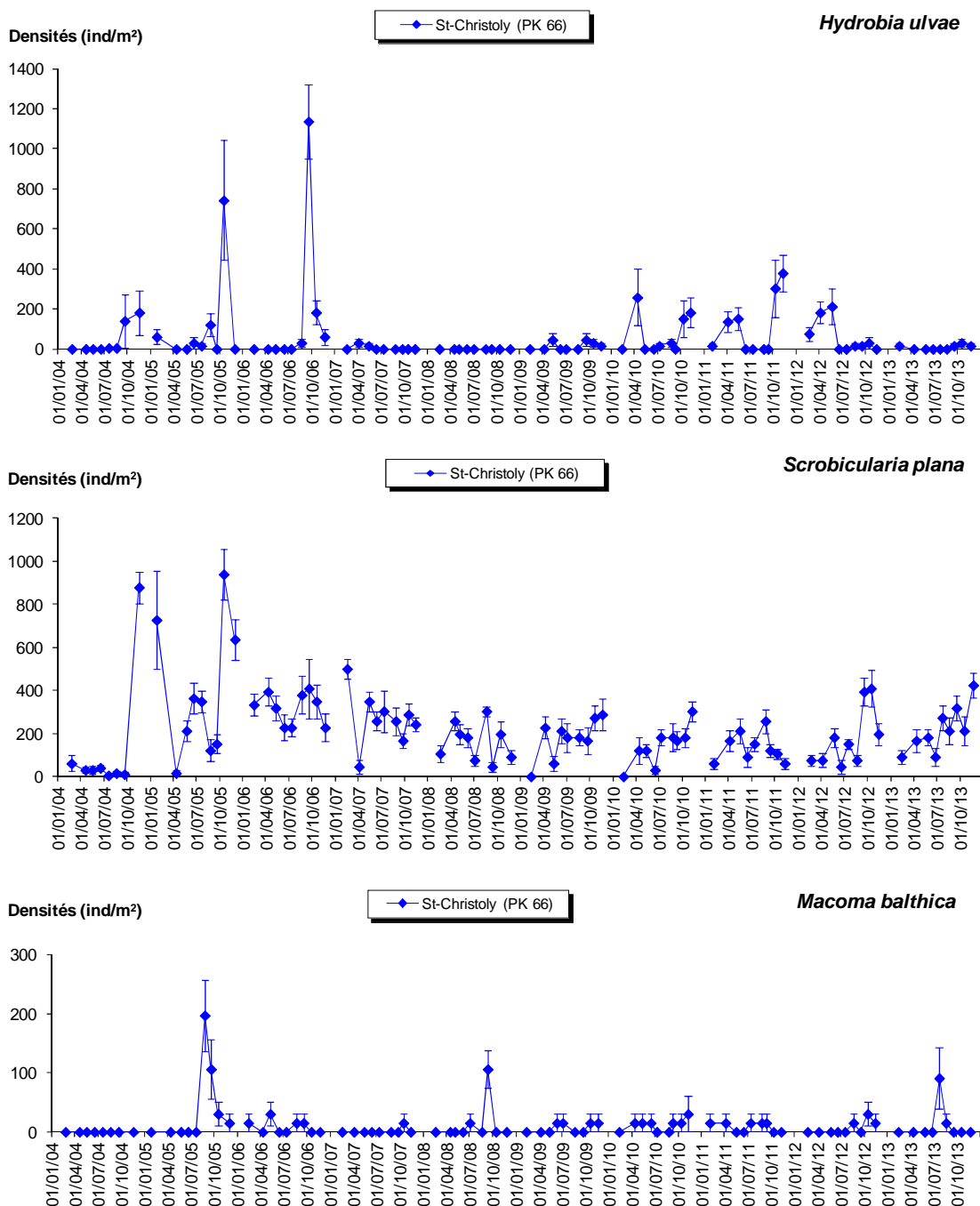


Figure 7-19 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des principales espèces de Mollusques dans les stations intertidales de 2004 à 2013.

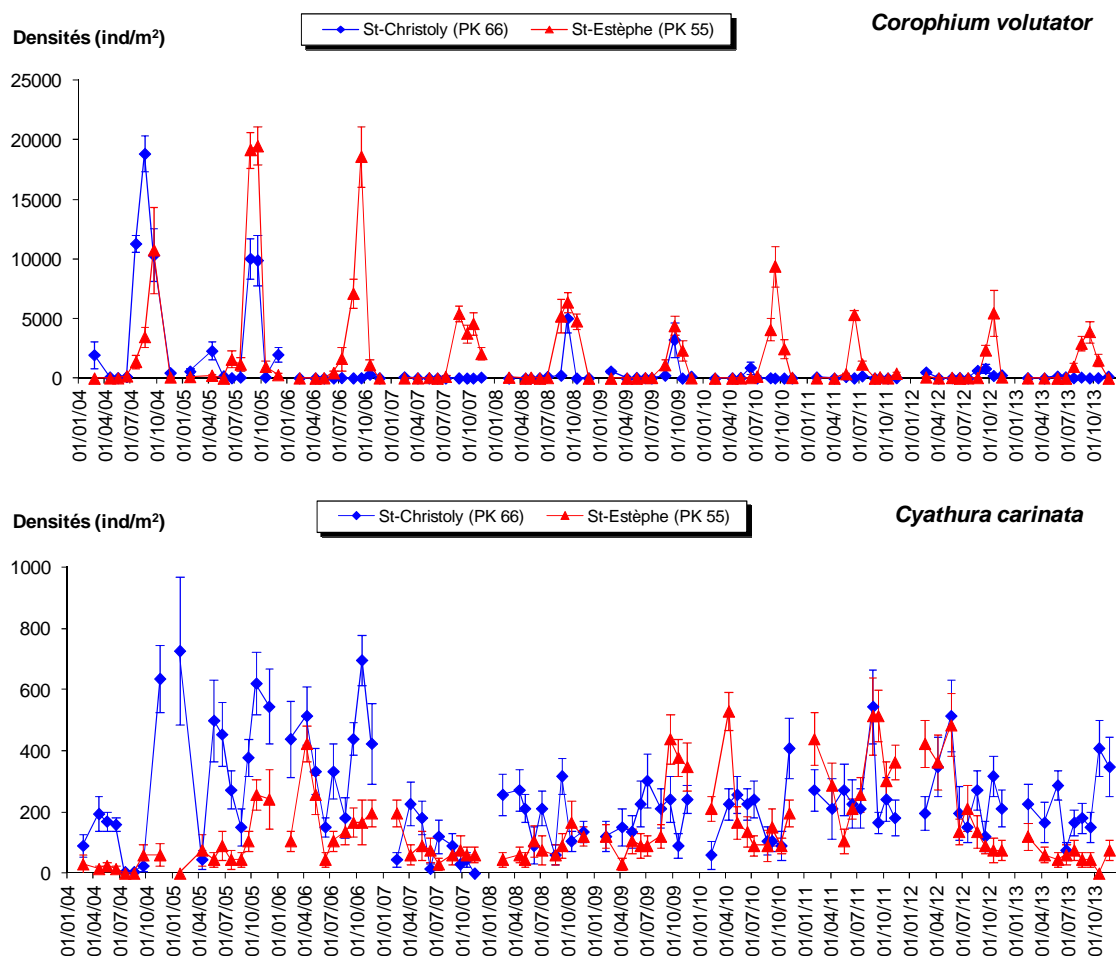


Figure 20 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des principales espèces de Crustacés dans les stations intertidales de 2004 à 2013.

Synthèse 2013

Pour le compartiment benthique, la composition granulométrique du sédiment a subi, dans le domaine subtidal, d'importantes fluctuations temporelles en 2013, en particulier au Point K, avec des teneurs en vases (particules de taille $< 63 \mu\text{m}$) variant entre 23% (avril) et 85% (août). Aux Points F et E, le sédiment a été à dominante vaseuse (respectivement 91-93% et 74-94% de vases) durant la majeure partie de l'année ; néanmoins, de fortes variations de la granulométrie se sont produites en juin au Point F (seulement 28% de vases) et en novembre au Point E (41% de vases). De telles variations de la composition du sédiment subtidal ont été régulièrement observées par le passé. En revanche, la composition granulométrique du sédiment des stations intertidales a montré, comme les années précédentes, une très grande stabilité temporelle avec 80 à 98% de vases. Dans ces stations intertidales, la mesure des teneurs en eau interstitielle a permis de mettre en évidence (1) une compaction du sédiment de février à juillet, suivie d'une phase de sédimentation d'août à novembre, à St-Christoly

(PK 66), et (2) un sédiment plus fluide à St-Estèphe (PK 55) et Lamarque (PK 35), mais avec des teneurs en eau diminuant en fin d'année.

La richesse spécifique (nombre d'espèces) des peuplements benthiques se montre stable sur la durée du suivi en intertidal. En revanche, dans le domaine subtidal, elle se situe en 2013 à un de ses plus bas niveaux ; la richesse spécifique en subtidal s'avère ainsi en diminution notable durant ces dernières années, comparativement aux fortes valeurs observées en 2004-2005.

L'abondance des peuplements benthiques subtidaux a été très faible en 2013 dans toutes les stations, avec des valeurs maximales de 108 ± 28 ind./m² au Point F, 102 ± 22 ind./m² au Point E et 172 ± 33 ind./m² au Point K. Ces faibles densités ont affecté toutes les espèces. Les abondances relevées en 2013 sont parmi les plus faibles valeurs depuis le début du suivi. La comparaison inter-annuelle montre que la macrofaune benthique subtidale a été caractérisée par deux années d'abondances relativement fortes en 2004-2005, puis par une diminution marquée depuis 2006 (la remontée des abondances en 2012 n'était due qu'à une prolifération passagère du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi*).

Dans le domaine intertidal, où les densités sont beaucoup plus élevées qu'en subtidal, les abondances en 2013 ont été faibles à St-Christoly et à St-Estèphe (avec des maxima respectifs à 5091 ± 596 ind./m² et 4803 ± 1109 ind./m²) et modérées à Lamarque (maximum 13364 ± 2476 ind./m²). A de rares exceptions près (le Mollusque *Scrobicularia plana* et l'Isopode *Cyathura carinata* à St-Christoly, ainsi que l'Oligochète *Limnodrilus hoffmeisteri* à Lamarque, dont les densités se sont maintenues à un niveau normal), toutes les espèces de ces stations ont été caractérisées par de faibles densités. Sur une échelle pluri-annuelle, si les peuplements benthiques de Lamarque maintiennent sensiblement leur niveau d'abondance d'une année à l'autre, ceux de St-Christoly et St-Estèphe suivent un patron similaire caractérisé par de fortes abondances de 2004 à 2006 (maxima > 20000 ind./m²), puis une diminution significative depuis 2007.

La dynamique inter-annuelle des peuplements macrobenthiques de l'estuaire de la Gironde depuis 10 ans montre une dégradation sensible de ces peuplements (diminution des abondances et du nombre d'espèces) depuis 2006, tant dans le domaine subtidal que dans l'intertidal. Cette dynamique peut être gouvernée par des fluctuations naturelles de l'environnement hydroclimatique ou refléter une dégradation générale de la qualité écologique de l'écosystème girondin, sans que l'activité du CNPE du Blayais puisse être décelée sur le 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⁾
Phaeopigments	Produits de l'altération de plusieurs type de chlorophylles (dénommées « a », « b » et « c »)
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>

Abréviations	
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
PCR	Polymerase Chain Reaction ou Réaction en chaîne par polymérase.

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 éd), 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.
- Irigoien 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.
- Touron A., Delesmont R., 2007.- Recherche et dénombrement de *Vibrio sp.* et de dix espèces de *Vibrio*, dans les eaux marines et estuariennes. Procédure technique DRD/P77/Vib. EDF/R&D/LNHE. 13 p.
- 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
17 avril	4	8	8	8	F
18 avril	4	8	8	8	E
15 avril	4	8	8	8	K
14 mai	4	8	8	8	F
22 mai	4	8	8	8	E
12 mai	4	8	8	8	K
12 juin	4	8	8	8	F
13 juin	4	8	8	8	E
10 juin	4	8	8	8	K
8 juillet	4	8	8	8	F
9 juillet	4	8	8	8	E
13 juillet	4	8	8	8	K
21 août	4	8	8	8	F
20 août	4	8	8	8	E
23 août	4	8	8	8	K
26 septembre	4	8	8	8	F
30 septembre	4	8	8	8	E
27 septembre	4	8	8	8	K
14 octobre	4	8	8	8	F
10 octobre	4	8	8	8	E
15 octobre	4	8	8	8	K
19 novembre	4	8	8	8	F
20 novembre	4	8	8	8	E
13 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
17 avril	16	2	2	4	2	2	2	F
18 avril	16	2	2	4	2	2	2	E
15 avril	16	2	2	4	2	2	2	K
14 mai	16	2	2	4	2	2	2	F
22 mai	16	2	2	4	2	2	2	E
12 mai	16	2	2	4	2	2	2	K
12 juin	16	2	2	4	2	2	2	F
13 juin	16	2	2	4	2	2	2	E
10 juin	16	2	2	4	2	2	2	K
8 juillet	16	2	2	4	2	2	2	F
9 juillet	16	2	2	4	2	2	2	E
13 juillet	16	2	2	4	2	2	2	K
21 août	16	2	2	4	2	2	2	F
20 août	16	2	2	4	2	2	2	E
23 août	16	2	2	4	2	2	2	K
26 septembre	16	2	2	4	2	2	2	F
30 septembre	16	2	2	4	2	2	2	E
27 septembre	16	2	2	4	2	2	2	K
14 octobre	16	2	2	4	2	2	2	F
10 octobre	16	2	2	4	2	2	2	E
15 octobre	16	2	2	4	2	2	2	K
19 novembre	16	2	2	4	2	2	2	F
20 novembre	16	2	2	4	2	2	2	E
13 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	
17 avril	4	4	4	4	0	0	F
18 avril	4	4	4	4	0	0	E
15 avril	4	4	4	4	0	0	K
14 mai	4	4	4	4	0	0	F
22 mai	4	4	4	4	4	4	E
12 mai	4	4	4	4	0	0	K
12 juin	4	4	4	4	4	4	F
13 juin	4	4	4	4	4	4	E
10 juin	4	4	4	4	4	4	K
8 juillet	4	4	4	4	4	4	F
9 juillet	4	4	4	4	4	4	E
13 juillet	4	4	4	4	4	4	K
21 août	4	4	4	4	4	4	F
20 août	4	4	4	4	4	4	E
23 août	4	4	4	4	4	4	K
26 septembre	4	4	4	4	4	4	F
30 septembre	4	4	4	4	4	4	E
27 septembre	4	4	4	4	4	4	K
14 octobre	4	4	4	4	4	4	F
10 octobre	4	4	4	4	4	4	E
15 octobre	4	4	4	4	4	4	K
19 novembre	4	4	4	4	4	4	F
20 novembre	4	4	4	4	4	4	E
13 novembre	4	4	4	4	4	4	K
TOTAL	96	96	96	96	76	76	

Nombre de prélèvements pour l'étude faunistique

DATES	PLANCTON		BENTHOS Surface	Points
	Surface	Fond		
17 avril	4	4	5	F
18 avril	4	4	5	E
15 avril	4	4	5	K
14 mai	4	4	5	F
22 mai	4	4	5	E
12 mai	4	4	5	K
12 juin	4	4	5	F
13 juin	4	4	5	E
10 juin	4	4	5	K
8 juillet	4	4	5	F
9 juillet	4	4	5	E
13 juillet	4	4	5	K
21 août	4	4	5	F
20 août	4	4	5	E
23 août	4	4	5	K
26 septembre	4	4	5	F
30 septembre	4	4	5	E
27 septembre	4	4	5	K
14 octobre	4	4	5	F
10 octobre	4	4	5	E
15 octobre	4	4	5	K
19 novembre	4	4	5	F
20 novembre	4	4	5	E
13 novembre	4	4	5	K
TOTAL	96	96	120	

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 2013		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Profond. 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 Avril 2013 Coef: 46-41	1 S Mi-Flot 1 F	8h08	7,50	1,00	6,32	0,158	3,50	13,21	99	145		P=(765) 1021 hPa PM à Richard P=(765) 1021 hPa Renverse: P=(765) 1021 hPa BM à Richard P=(765) 1021 hPa														
	2 S PM 2 F	11h00	8,50	1,00	6,49	3,325	6,28	13,04	64	135																
	3 S Mi-Jus 3 F	14h08	6,80	1,00	6,54	0,007	11,40	12,78	7	137																
	4 S BM 4 F	17h27	5,60	1,00	6,43	0,123	2,42	13,92	13	084																
E PK 52 18 Avril 2013 Coef: 37-34	1 S BM 1 F	6h40	5,50	1,00	6,70	0,232	0,23	14,30	7	335		BM à Pauillac P=(765) 1021 hPa P=(768) 1024 hPa PM à Pauillac P=(765) 1021 hPa Renverse: P=(764) 1020 hPa														
	2 S Mi-Flot 2 F	9h26	7,20	1,00	6,78	0,294	0,23	14,31	7	321																
	3 S PM 3 F	12h42	8,00	1,00	6,60	0,216	0,86	15,77	7	327																
	4 S Mi-Jus 4 F	15h37	6,70	1,00	6,63	0,397	0,63	14,64	93	334																
K PK 30 15 Avril 2013 Coef: 68-62	1 S Mi-Flot 1 F	8h30	8,30	1,00	7,49	0,345	0,14	12,42	123	128		P=() 1021 hPa PM à La Reuille P=() 1021 hPa Renverse: P=() 1021 hPa BM à La Reuille P=() 1021 hPa														
	2 S PM 2 F	11h00	8,70	1,00	7,40	0,149	0,24	12,47	13	298																
	3 S Mi-Jus 3 F	14h20	8,10	1,00	7,42	0,328	0,26	12,59	105	315																
	4 S BM 4 F	17h55	5,50	1,00	7,36	0,186	0,22	13,02	13	344																
BLAYAIS Mai 2013	POINTS	STATIONS	Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Profond. Mesure (m)	Oxygène Dissous (ml/l)	Concent. en M.E.S. (g/l)	Salinité	Temp. (°C)	Vitesse (cm/s)	Direction (/Nord)	PH	OBSERVATIONS													
														F PK 67 14 Mai 2013 Coef: 69-65	1 S Mi-Flot 1 F	6h30	7,70	1,00	6,00	0,144	5,73	15,61	152	125		P=(760) 1014 hPa PM à Richard P=(760) 1014 hPa Renverse: P=(760) 1014 hPa BM à Richard P=(760) 1014 hPa
															2 S PM 2 F	9h37	8,80	1,00	5,94	5,463	8,02	15,54	105	149		
															3 S Mi-Jus 3 F	12h31	6,90	1,00	5,99	0,433	6,99	15,54	123	334		
4 S BM 4 F	15h46	5,40	1,00	5,78	0,207	3,68	15,88	0	004																	
E PK 52 22 Mai 2013 Coef: 66-73	1 S Mi-Jus 1 F	7h50	6,40	1,00	6,88	0,491	0,73	14,97	117	000	7,83	P=(759) 1013 hPa BM à Pauillac P=(759) 1013 hPa Renverse: P=(759) 1013 hPa PM à Pauillac P=(759) 1013 hPa														
	2 S PM 2 F	11h43	5,00	1,00	6,82	0,264	0,26	14,75	7	192	7,90															
	3 S Mi-Flot 3 F	14h24	7,50	1,00	6,89	0,536	0,69	15,37	123	187	7,92															
	4 S PM 4 F	17h00	9,20	1,00	7,03	0,281	1,41	15,56	7	152	8,01															
K PK 30 12 Mai 2013 Coef: 80-78	1 S PM 1 F	9h30	9,00	1,00	6,16	0,390	0,34	15,73	13	344		PM à La Reuille P=(765) 1021 hPa P=(765) 1021 hPa BM à La Reuille P=(765) 1021 hPa Renverse: P=(765) 1021 hPa														
	2 S Mi-Jus 2 F	13h11	6,00	1,00	6,22	0,809	0,15	16,04	93	333																
	3 S PM 3 F	16h44	5,70	1,00	6,36	0,182	0,14	16,40	13	129																
	4 S Mi-Flot 4 F	18h45	7,50	1,00	6,22	0,600	0,15	16,23	128	126																

BLAYAIS Juin 2013		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Profond. 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 2013 Coef: 73-71	1 S Mi-Flot 1 F	6h44	8,00	1,00	5,33	0,264	6,97	17,19	128	155	7,76	P=(0) hPa
	2 S PM 2 F	9h13	8,70	1,00	5,28	3,357	6,47	17,24	76	138	7,74	PM à Richard P=(0) hPa Renverse:
	3 S Mi-Jus 3 F	11h23	6,20	1,00	5,19	0,224	11,74	16,78	7	107	7,76	P=(0) hPa
	4 S BM 4 F	16h00	5,20	1,00	5,28	0,146	1,52	18,70	7	147	7,93	BM à Richard P=(0) hPa
				4,20	5,27	0,281	1,52	18,66	7	154	7,76	
E PK 52 13 Juin 2013 Coef: 68-66	1 S Mi-Flot 1 F	6h35	6,80	1,00	5,39	0,553	0,50	18,27	128	181	7,83	P=(764) 1019 hPa
	2 S PM 2 F	10h05	9,80	1,00	5,16	0,234	0,49	18,29	117	178	7,74	PM à Pauillac P=(765) 1020 hPa Renverse:
	3 S Mi-Jus 3 F	12h30	6,60	1,00	5,30	0,388	2,31	18,70	7	232	7,81	P=(765) 1020 hPa
	4 S BM 4 F	16h10	4,50	1,00	5,53	0,224	0,18	17,95	7	007	7,98	BM à Pauillac P=(765) 1020 hPa
				3,50	5,58	0,407	0,17	17,99	7	001	7,89	
K PK 30 10 Juin 2013 Coef: 77-76	1 S PM 1 F	9h10	9,80	1,00	5,93	0,128	0,14	17,34	7	166	7,75	PM à La Reuille P=(0) 1012 hPa
	2 S Mi-Jus 2 F	13h00	6,50	1,00	6,00	0,234	0,12	17,42	88	346	7,81	P=(0)1013 hPa
	3 S BM 3 F	16h30	6,30	1,00	6,02	0,097	0,11	17,68	13	122	7,73	BM à La Reuille P=(0)1013 hPa Renverse:
	4 S Mi-Flot 4 F	19h03	9,10	1,00	5,94	0,414	0,13	17,80	134	167	7,76	P=(0)1013 hPa
				8,10	5,95	0,507	0,13	17,81	99	169	7,77	

Juillet 2013		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Profond. 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 8 Juillet 2013 Coef: 73-75	1 S Mi-Jus 1 F	11h28	5,30	1,00	5,13	0,139	5,54	21,78	93	335	7,86	P=(764) 1019 hPa
	2 S BM 2 F	14h00	5,00	1,00	5,17	2,245	6,18	21,58	76	333	7,85	BM à Richard P=(764) 1019 hPa Renverse:
	3 S Mi-Flot 3 F	16h34	7,60	1,00	5,11	0,139	7,46	21,74	134	148	7,89	P=(764) 1019 hPa
	4 S PM 4 F	19h20	8,80	1,00	5,06	0,164	13,98	20,79	13	206	7,91	PM à Richard P=(764) 1019 hPa
				7,80	5,00	0,280	15,19	20,41	13	110	7,91	
E PK 52 9 Juillet 2013 Coef: 77-78	1 S PM 1 F	8h00	9,20	1,00	4,88	0,465	4,29	22,49	13	171	7,90	PM à Pauillac P=(760) 1014 hPa
	2 S Mi-Jus 2 F	11h10	6,20	1,00	4,93	0,115	2,09	22,83	111	352	7,91	P=(760) 1014 hPa
	3 S BM 3 F	15h03	4,90	1,00	4,89	0,439	0,54	22,89	7	126	7,92	BM à Pauillac P=(760) 1014 hPa Renverse:
	4 S Mi-Flot 4 F	17h20	7,70	1,00	4,88	0,227	1,78	23,44	128	179	7,87	P=(760) 1014 hPa
				6,70	4,84	0,489	2,06	23,16	28	179	7,89	
K PK 30 13 Juillet 2013 Coef: 73-70	1 S Mi-Flot 1 F	7h50	6,80	1,00	4,00	0,374	0,18	24,46	123	150	7,87	P=(761) 1015 hPa
	2 S PM 2 F	11h13	8,80	1,00	3,86	1,403	0,18	24,51	82	123	7,88	PM à La Reuille P=(761) 1015 hPa Renverse:
	3 S Mi-Jus 3 F	14h38	5,50	1,00	3,90	0,281	0,23	24,66	105	334	7,91	P=(761) 1015 hPa
	4 S BM 4 F	18h10	5,00	1,00	3,83	0,891	0,16	25,63	7	337	7,88	BM à La Reuille P=(761) 1015 hPa
				4,00	3,90	1,634	0,16	25,58	7	006	7,86	

BLAYAIS Août 2013		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Profond. 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 21 Août 2013 Coef: 103-106	1 S PM	7h15	9,00	1,00	4,86	0,203	20,40	22,10	7	215	7,89	PM à Richard P=(765) 1020 hPa
	1 F			8,00	4,80	0,588	21,18	22,20	7	081	7,86	
	2 S Mi-Jus	10h04	6,20	1,00	4,95	0,364	16,04	22,54	140	329	7,83	P=(765) 1020 hPa
	2 F			5,20	4,87	1,490	17,12	22,47	64	323	7,78	
	3 S BM	14h13	5,00	1,00	5,04	0,128	8,80	24,06	7	147	7,82	BM à Richard P=(765) 1020 hPa Renverse:
3 F			4,00	5,06	0,230	9,73	23,84	7	147	7,73		
4 S Mi-Flot	16h00	7,00	1,00	5,06	0,471	12,19	23,61	123	139	7,80	P=(765) 1020 hPa	
4 F			6,00	5,02	0,636	12,17	23,64	76	141	7,66		
E PK 52 20 Août 2013 Coef: 92-98	1 S Mi-Jus	9h46	6,50	1,00	5,00	0,313	7,80	23,79	111	009	7,79	P=(769) 1026 hPa
	1 F			5,50	4,96	1,963	8,53	23,74	70	350	7,85	
	2 S BM	14h03	5,30	1,00	4,85	0,125	4,44	23,84	7	164	7,48	BM à Richard P=(769) 1026 hPa Renverse:
	2 F			4,30	4,86	0,353	4,44	23,88	7	169	7,69	
	3 S Mi-Flot	16h00	7,00	1,00	5,11	0,679	7,11	24,39	175	184	7,85	P=(769) 1026 hPa
3 F			6,00	5,08	1,526	6,92	24,22	157	169	7,62		
4 S PM	19h00	9,70	1,00	5,00	0,276	10,28	24,87	7	226	7,86	PM à Richard P=(769) 1026 hPa	
4 F			8,70	5,06	1,009	11,84	23,69	7	166	7,84		
K PK 30 23 Août 2013 Coef: 108-105	1 S BM	4h58	5,30	1,00	4,41	0,608	0,99	24,25	13	135	7,36	BM à Richard P=(760) 1014 hPa
	1 F			4,30	4,30	1,159	0,97	24,30	0	120	7,85	
	2 S Mi-Flot	7h00	7,10	1,00	4,80	1,658	2,24	24,04	169	111	7,68	P=(760) 1014 hPa
	2 F			6,10	4,79	2,684	2,09	24,06	105	105	7,69	
	3 S PM	9h54	9,20	1,00	4,67	0,341	4,02	24,07	0	097	7,34	PM à Richard P=(760) 1014 hPa Renverse:
3 F			8,20	4,59	1,340	4,27	24,12	7	261	7,33		
4 S Mi-Jus	13h08	6,30	1,00	4,67			2,51	24,21	76	349	7,61	P=(760) 1014 hPa
4 F			5,30	4,66			2,54	24,17	53	344	7,56	

BLAYAIS Septembre 2013		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Profond. 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 26 Septembre 2013 Coef: 47-41	1 S Mi-Flot	7h58	8,00	1,00	4,90	0,263	14,15	20,10	117	167	7,68	P=(758) 1011 hPa
	1 F			7,00	4,93	2,092	16,12	19,88	82	110	7,67	
	2 S PM	11h00	9,50	1,00	4,77	0,083	19,41	19,55	7	147	7,74	PM à Richard P=(758) 1011 hPa Renverse:
	2 F			8,50	4,82	0,172	21,25	19,30	7	116	7,75	
	3 S Mi-Jus	14h01	7,40	1,00	5,10	0,031	13,00	21,29	117	358	7,74	P=(758) 1011 hPa
3 F			6,40	4,99	0,313	16,66	19,91	99	306	7,72		
4 S BM	17h30	6,00	1,00	4,76	0,113	10,93	20,96	7	004	7,75	BM à Richard P=(758) 1011 hPa	
4 F			5,00	4,63	0,499	12,62	20,54	7	317	7,73		
E PK 52 30 Septembre 2013 Coef: 38-44	1 S Mi-Flot	13h04	7,50	1,00	5,16	0,239	10,69	21,37	93	183	7,78	P=(751) 1002 hPa
	1 F			6,50	5,18	0,250	10,94	20,59	82	171	7,72	
	2 S PM	16h10	9,00	1,00	5,02	0,153	13,39	21,95	13	300	7,63	PM à Pauillac P=(751) 1002 hPa Renverse:
	2 F			8,00	5,15	0,214	14,70	20,53	7	161	7,58	
	3 S Mi-Jus	19h13	7,40	1,00	5,12	0,239	11,29	20,98	93	009	7,58	P=(751) 1002 hPa
3 F			6,40	5,08	0,404	12,88	20,79	47	002	7,61		
4 S BM	22h50	5,80	1,00	4,86	0,288	6,84	20,51	0	022	7,51	BM à Pauillac P=(752) 1003 hPa	
4 F			4,80	4,93	0,650	7,33	20,70	7	345	7,58		
K PK 30 27 Septembre 2013 Coef: 35-31	1 S BM	7h43	6,00	1,00	4,22	1,028	1,50	20,40	7	231	7,52	BM à La Reuille P=(754) 1006 hPa
	1 F			5,00	4,16	1,227	1,68	20,46	13	193	7,62	
	2 S Mi-Flot	9h53	7,00	1,00	4,50	0,830	3,03	20,56	76	114	7,50	P=(754) 1006 hPa
	2 F			6,00	4,45	4,342	2,93	20,57	35	152	7,62	
	3 S PM	12h41	8,00	1,00	4,62	0,121	3,78	20,98	7	155	7,63	PM à La Reuille P=(754) 1006 hPa Renverse:
3 F			7,00	4,56	0,591	4,55	20,80	7	163	7,63		
4 S Mi-Jus	16h00	6,90	1,00	4,44	0,557	3,20	20,85	59	345	7,61	P=(754) 1006 hPa	
4 F			5,90	4,47	0,491	3,22	20,86	53	342	7,60		

BLAYAIS Octobre 2013		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Profond. 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 14 Octobre 2013 Coef: 52-57	1 S BM 1 F	9h40	6,50	1,00	6,06	0,550	9,35	17,81	13	066	7,78	BM à Richard P=(757) 1013 hPa		
	2 S Mi-Flot 2 F	11h53	7,50	1,00	6,11	0,191	13,72	17,70	1117	151	7,81		P=(757) 1013 hPa PM à Richard P=(757) 1013 hPa Reverse:	
	3 S PM 3 F	15h59	8,90	1,00	5,93	6,24	0,396	14,67	17,64	64	143	7,81		P=(757) 1013 hPa
	4 S Mi-Jus 4 F	18h07	7,90	1,00	6,18	7,90	6,06	0,940	21,50	17,68	0	336	7,78	
					6,90	6,26	1,533	17,71	17,67	59	333	7,78		
E PK 52 10 Octobre 2013 Coef: 75-69	1 S Mi-Flot 1 F	7h40	7,70	1,00	5,79	0,875	7,83	20,05	76	180	7,75	P=(758) 1011 hPa PM à Pauillac P=(758) 1011 hPa Reverse:		
	2 S PM 2 F	11h00	9,00	1,00	5,93	0,286	10,68	19,91	7	242	7,73		P=(758) 1011 hPa	
	3 S Mi-Jus 3 F	14h00	6,50	1,00	5,81	0,817	8,56	19,93	105	357	7,72	P=(758) 1011 hPa		
	4 S BM 4 F	17h22	5,50	1,00	5,65	5,50	0,559	4,70	19,53	18	025		7,73	BM à Pauillac P=(758) 1011 hPa
				4,50	5,66	2,285	5,33	19,67	7	358	7,72			
K PK 30 15 Octobre 2013 Coef: 63-69	1 S PM 1 F	5h10	9,00	1,00	5,98	0,901	4,20	17,63	13	306	7,75	PM à La Reuille P=(754) 1006 hPa		
	2 S Mi-Jus 2 F	8h15	6,70	1,00	5,91	1,974	2,76	17,38	99	353	7,76		P=(754) 1006 hPa	
	3 S BM 3 F	11h57	4,80	1,00	5,62	1,346	2,80	17,38	70	341	7,75	BM à La Reuille P=(754) 1006 hPa Reverse:		
	4 S Mi-Flot 4 F	14h35	7,80	1,00	5,79	2,274	2,84	17,40	117	128	7,77		P=(754) 1006 hPa	
				6,80	5,95	2,541	2,65	17,36	59	146	7,77			
BLAYAIS Novembre 2013		Heure Légale (TU+1)	Profond Totale (m)	Profond. Mesure (m)	Oxygène Dissous (ml/l)	Concent. en M.E.S. (g/l)	Salinité	Temp. (°C)	Vitesse (cm/s)	Direction (/Nord)	PH	OBSERVATIONS		
POINTS	STATIONS													
F PK 67 19 novembre 2013 Coef: 84-83	1 S Mi-Jus 1 F	10h00	5,00	1,00	6,84	3,060	3,11	11,46	111	330	7,74	P=(759) 1012 hPa		
	2 S BM 2 F	13h40	4,70	1,00	7,20	2,848	2,07	11,41	13	348	7,74		PM à Lamena P=(759) 1012 hPa Reverse:	
	3 S Mi-Flot 3 F	16h00	7,50	1,00	7,25	3,374	4,93	11,46	152	144	7,84	P=(759) 1012 hPa		
	4 S PM 4 F	19h00	9,00	1,00	7,00	2,297	7,55	11,83	7	133	7,85		BM à Richard P=(759) 1012 hPa	
					8,00	6,95	4,932	10,85	11,64	13	155	7,84		
E PK 52 20 novembre-13 Coef: 80-77	1 S PM 1 F	8h00	8,50	1,00	7,17	2,299	1,80	11,10	7	000	7,84	P=(762) 1017 hPa		
	2 S Mi-Jus 2 F	10h48	6,30	1,00	7,23	4,221	0,98	10,52	93	006	7,77		PM à Pauillac P=(762) 1017 hPa Reverse:	
	3 S BM 3 F	14h55	4,50	1,00	7,19	3,474	0,29	9,91	13	109	7,73	P=(762) 1017 hPa		
	4 S Mi-Flot 4 F	17h00	7,30	1,00	7,27	6,768	0,78	10,65	175	179	7,78		BM à Pauillac P=(762) 1017 hPa	
				6,30	7,23	5,476	0,95	10,38	70	182	7,78			
K PK 30 13 novembre-13 Coef: 60-64	1 S Mi-Jus 1 F	07h00	6,50	1,00	7,12	1,818	0,12	13,09	99	352	7,66	P=(769) 1026 hPa		
	2 S BM 2 F	10h40	5,60	1,00	7,49	1,297	0,11	12,69	7	164	7,65		BM à La Reuille P=(769) 1026 hPa Reverse:	
	3 S Mi-Flot 3 F	14h00	8,00	1,00	7,79	2,827	0,12	13,09	99	144	7,66	P=(769) 1026 hPa		
	4 S PM 4 F	15h55	9,20	1,00	7,55	2,439	0,15	13,31	7	003	7,66		P=(769) 1026 hPa	
				8,20	7,47	2,507	0,15	13,32	13	009	7,65			

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
17/04/2013	F	BM	S	3,67	2,29	88	1,38	1,57%
17/04/2013	F	BM	F	7,37	2,32	323	5,05	1,56%
17/04/2013	F	MF	S	3,70	2,21	108	1,49	1,38%
17/04/2013	F	MF	F	73,86	2,06	4140	71,8	1,73%
17/04/2013	F	PM	S	3,31	2,22	120	1,09	0,91%
17/04/2013	F	PM	F	15,08	1,88	743	13,2	1,78%
17/04/2013	F	MJ	S	2,83	2,18	73	0,65	0,89%
17/04/2013	F	MJ	F	8,96	2,08	400	6,88	1,72%
18/04/2013	E	BM	S	5,62	2,19	207	3,43	1,66%
18/04/2013	E	BM	F	7,50	2,27	261	5,23	2,00%
18/04/2013	E	MF	S	4,83	2,34	202	2,49	1,23%
18/04/2013	E	MF	F	45,26	2,36	2070	42,9	2,07%
18/04/2013	E	PM	S	5,34	2,38	181	2,96	1,64%
18/04/2013	E	PM	F	5,55	2,38	216	3,17	1,47%
18/04/2013	E	MJ	S	7,94	3,3	346	4,64	1,34%
18/04/2013	E	MJ	F	28,03	2,23	1370	25,8	1,88%
15/04/2013	K	BM	S	4,28	2,7	103	1,58	1,53%
15/04/2013	K	BM	F	9,90	2,76	417	7,14	1,71%
15/04/2013	K	MF	S	8,20	2,29	403	5,91	1,47%
15/04/2013	K	MF	F	11,15	2,49	554	8,66	1,56%
15/04/2013	K	PM	S	4,79	2,32	133	2,47	1,86%
15/04/2013	K	PM	F	5,89	2,37	213	3,52	1,65%
15/04/2013	K	MJ	S	8,22	2,66	406	5,56	1,37%
15/04/2013	K	MJ	F	11,69	2,6	536	9,09	1,70%
14/05/2013	F	BM	S	4,71	1,83	217	2,88	1,33%
14/05/2013	F	BM	F	6,42	1,71	341	4,71	1,38%
14/05/2013	F	MF	S	3,53	1,75	141	1,78	1,26%
14/05/2013	F	MF	F	86,57	2,07	5330	84,5	1,59%
14/05/2013	F	PM	S	3,15	1,44	120	1,71	1,43%
14/05/2013	F	PM	F	3,65	1,48	151	2,17	1,44%
14/05/2013	F	MJ	S	7,95	1,68	450	6,27	1,39%
14/05/2013	F	MJ	F	39,43	1,73	2370	37,7	1,59%
22/05/2013	E	BM	S	5,17	1,77	273	3,4	1,25%
22/05/2013	E	BM	F	6,57	1,74	384	4,83	1,26%
22/05/2013	E	MF	S	9,74	1,7	501	8,04	1,60%
22/05/2013	E	MF	F	47,73	1,73	2790	46	1,65%
22/05/2013	E	PM	S	4,88	1,82	281	3,06	1,09%
22/05/2013	E	PM	F	15,46	1,76	921	13,7	1,49%
22/05/2013	E	MJ	S	9,69	1,74	582	7,95	1,37%
22/05/2013	E	MJ	F	27,33	1,73	1740	25,6	1,47%
12/05/2013	K	BM	S	5,64	2,84	203	2,8	1,38%
12/05/2013	K	BM	F	12,48	3,03	599	9,45	1,58%
12/05/2013	K	MF	S	13,52	2,62	782	10,9	1,39%

12/05/2013	K	MF	F	15,73	2,63	891	13,1	1,47%
12/05/2013	K	PM	S	6,70	2,18	341	4,52	1,33%
12/05/2013	K	PM	F	16,76	2,56	945	14,2	1,50%
12/05/2013	K	MJ	S	18,01	2,31	1040	15,7	1,51%
12/05/2013	K	MJ	F	22,99	2,19	1390	20,8	1,50%
12/06/2013	F	BM	S	4,87	2,68	170	2,19	1,29%
12/06/2013	F	BM	F	6,24	2,91	261	3,33	1,28%
12/06/2013	F	MF	S	7,42	2,36	306	5,06	1,65%
12/06/2013	F	MF	F	138,80	2,80	7250	136,00	1,88%
12/06/2013	F	PM	S	3,21	2,25	68	0,96	1,41%
12/06/2013	F	PM	F	10,22	2,00	485	8,22	1,69%
12/06/2013	F	MJ	S	4,77	2,66	146	2,11	1,45%
12/06/2013	F	MJ	F	46,45	2,55	2480	43,90	1,77%
13/06/2013	E	BM	S	4,78	2,40	237	2,38	1,00%
13/06/2013	E	BM	F	9,72	2,58	435	7,14	1,64%
13/06/2013	E	MF	S	9,25	2,40	506	6,85	1,35%
13/06/2013	E	MF	F	18,24	2,44	1090	15,80	1,45%
13/06/2013	E	PM	S	6,11	2,66	258	3,45	1,34%
13/06/2013	E	PM	F	8,00	2,61	367	5,39	1,47%
13/06/2013	E	MJ	S	7,69	2,95	347	4,74	1,37%
13/06/2013	E	MJ	F	28,76	2,56	1490	26,20	1,76%
10/06/2013	K	BM	S	4,06	2,46	92	1,60	1,74%
10/06/2013	K	BM	F	14,06	2,36	546	11,70	2,14%
10/06/2013	K	MF	S	10,25	2,34	495	7,91	1,60%
10/06/2013	K	MF	F	12,19	2,30	629	9,89	1,57%
10/06/2013	K	PM	S	3,68	2,43	125	1,25	1,00%
10/06/2013	K	PM	F	7,34	2,47	286	4,87	1,70%
10/06/2013	K	MJ	S	5,06	2,39	264	2,67	1,01%
10/06/2013	K	MJ	F	13,44	2,44	664	11,00	1,66%
08/07/2013	F	BM	S	3,89	2,60	108	1,29	1,19%
08/07/2013	F	BM	F	6,56	2,56	306	4,00	1,31%
08/07/2013	F	MF	S	4,33	2,30	155	2,03	1,31%
08/07/2013	F	MF	F	55,24	2,24	3190	53,00	1,66%
08/07/2013	F	PM	S	2,90	1,86	66	1,04	1,58%
08/07/2013	F	PM	F	5,99	1,77	367	4,22	1,15%
08/07/2013	F	MJ	S	3,69	2,42	139	1,27	0,91%
08/07/2013	F	MJ	F	19,69	2,49	1210	17,20	1,42%
09/07/2013	E	BM	S	4,60	2,23	209	2,37	1,13%
09/07/2013	E	BM	F	10,95	2,31	549	8,64	1,57%
09/07/2013	E	MF	S	12,29	2,41	611	9,88	1,62%
09/07/2013	E	MF	F	28,56	2,36	1660	26,20	1,58%
09/07/2013	E	PM	S	4,54	2,35	122	2,19	1,80%
09/07/2013	E	PM	F	18,65	2,15	951	16,50	1,74%
09/07/2013	E	MJ	S	42,47	2,17	2260	40,30	1,78%
09/07/2013	E	MJ	F	10,42	2,26	538	8,16	1,52%
13/07/2013	K	BM	S	6,36	1,97	334	4,39	1,31%
13/07/2013	K	BM	F	27,67	2,07	1610	25,60	1,59%
13/07/2013	K	MF	S	18,84	2,04	965	16,80	1,74%
13/07/2013	K	MF	F	37,61	2,21	2120	35,40	1,67%
13/07/2013	K	PM	S	5,34	2,08	254	3,26	1,28%
13/07/2013	K	PM	F	20,87	2,17	1060	18,70	1,76%

13/07/2013	K	MJ	S	18,12	2,02	953	16,10	1,69%		
13/07/2013	K	MJ	F	32,03	1,93	1790	30,10	1,68%		
21/08/2013	F	BM	S	2,92	1,57	108	1,35	1,25%		
21/08/2013	F	BM	F	3,93	1,51	183	2,42	1,32%		
21/08/2013	F	MF	S	8,04	1,73	555	6,31	1,14%		
21/08/2013	F	MF	F	8,96	1,40	659	7,56	1,15%		
21/08/2013	F	PM	S	2,83	1,33	114	1,50	1,32%		
21/08/2013	F	PM	F	4,29	1,30	229	2,99	1,31%		
21/08/2013	F	MJ	S	5,74	1,41	339	4,33	1,28%		
21/08/2013	F	MJ	F	35,32	1,42	2270	33,90	1,49%		
20/08/2013	E	BM	S	3,90	1,82	134	2,08	1,55%		
20/08/2013	E	BM	F	6,16	1,72	413	4,44	1,08%		
20/08/2013	E	MF	S	pas d'analyses						
20/08/2013	E	MF	F	pas d'analyses						
20/08/2013	E	PM	S	4,93	1,54	254	3,39	1,33%		
20/08/2013	E	PM	F	21,15	1,75	1390	19,40	1,40%		
20/08/2013	E	MJ	S	5,95	1,63	373	4,32	1,16%		
20/08/2013	E	MJ	F	36,65	1,85	2340	34,80	1,49%		
23/08/2013	K	BM	S	10,04	1,88	813	8,16	1,00%		
23/08/2013	K	BM	F	17,91	1,91	1400	16,00	1,14%		
23/08/2013	K	MF	S	29,83	1,63	2110	28,20	1,34%		
23/08/2013	K	MF	F	49,42	1,72	3340	47,70	1,43%		
23/08/2013	K	PM	S	5,96	1,59	349	4,37	1,25%		
23/08/2013	K	PM	F	30,44	1,84	2230	28,60	1,28%		
23/08/2013	K	MJ	S	22,04	1,64	1620	20,40	1,26%		
23/08/2013	K	MJ	F	22,74	1,44	1720	21,30	1,24%		
26/09/2013	F	BM	S	3,69	1,49	124	2,20	1,77%		
26/09/2013	F	BM	F	9,56	1,25	632	8,31	1,31%		
26/09/2013	F	MF	S	4,13	1,21	292	2,92	1,00%		
26/09/2013	F	MF	F	29,33	1,23	2130	28,10	1,32%		
26/09/2013	F	PM	S	2,80	1,08	90	1,72	1,91%		
26/09/2013	F	PM	F	2,93	1,06	189	1,87	0,99%		
26/09/2013	F	MJ	S	1,95	1,20	35	0,75	2,14%		
26/09/2013	F	MJ	F	7,93	1,12	386	6,81	1,76%		
30/09/2013	E	BM	S	2,87	1,28	195	1,59	0,82%		
30/09/2013	E	BM	F	7,39	1,32	719	6,07	0,84%		
30/09/2013	E	MF	S	3,65	1,21	257	2,44	0,95%		
30/09/2013	E	MF	F	5,46	1,31	246	4,15	1,69%		
30/09/2013	E	PM	S	2,74	1,16	166	1,58	0,95%		
30/09/2013	E	PM	F	3,49	1,11	241	2,38	0,99%		
30/09/2013	E	MJ	S	4,02	1,21	257	2,81	1,09%		
30/09/2013	E	MJ	F	5,62	1,23	472	4,39	0,93%		
27/09/2013	K	BM	S	16,28	1,38	867	14,90	1,72%		
27/09/2013	K	BM	F	pas d'analyses						
27/09/2013	K	MF	S	11,70	1,50	1010	10,20	1,01%		
27/09/2013	K	MF	F	55,73	1,53	4110	54,20	1,32%		
27/09/2013	K	PM	S	2,48	1,35	101	1,13	1,12%		
27/09/2013	K	PM	F	pas d'analyses						

27/09/2013	K	MJ	S	9,87	1,30	564	8,57	1,52%
27/09/2013	K	MJ	F	9,80	1,32	572	8,48	1,48%
14/10/2013	F	BM	S	13,45	1,45	583	12,00	2,06%
14/10/2013	F	BM	F	10,28	1,24	519	9,04	1,74%
14/10/2013	F	MF	S	3,85	1,08	172	2,77	1,61%
14/10/2013	F	MF	F	21,89	1,19	1190	20,70	1,74%
14/10/2013	F	PM	S	2,32	1,03	69	1,29	1,87%
14/10/2013	F	PM	F	2,29	1,01	88	1,28	1,45%
14/10/2013	F	MJ	S	4,87	1,11	219	3,76	1,72%
14/10/2013	F	MJ	F	8,21	1,12	578	7,09	1,23%
10/10/2013	E	BM	S	9,31	1,36	549	7,95	1,45%
10/10/2013	E	BM	F	22,46	1,36	1240	21,10	1,70%
10/10/2013	E	MF	S	15,61	1,41	917	14,20	1,55%
10/10/2013	E	MF	F	33,28	1,38	2060	31,90	1,55%
10/10/2013	E	PM	S	6,56	1,20	328	5,36	1,63%
10/10/2013	E	PM	F	16,04	1,24	956	14,80	1,55%
10/10/2013	E	MJ	S	11,65	1,25	679	10,40	1,53%
10/10/2013	E	MJ	F	28,77	1,27	1730	27,50	1,59%
15/10/2013	K	BM	S	13,60	1,60	739	12,00	1,62%
15/10/2013	K	BM	F	48,08	1,68	2870	46,40	1,62%
15/10/2013	K	MF	S	30,01	1,51	1880	28,50	1,52%
15/10/2013	K	MF	F	34,57	1,67	2170	32,90	1,52%
15/10/2013	K	PM	S	14,46	1,36	894	13,10	1,47%
15/10/2013	K	PM	F	17,42	1,62	995	15,80	1,59%
15/10/2013	K	MJ	S	37,47	1,47	2090	36,00	1,72%
15/10/2013	K	MJ	F	26,77	1,47	1500	25,30	1,69%
19/11/2013	F	BM	S	10,65	2,90	671	7,75	1,15%
19/11/2013	F	BM	F	12,35	2,83	789	9,52	1,21%
19/11/2013	F	MF	S	13,38	2,38	791	11,00	1,39%
19/11/2013	F	MF	F	23,39	2,09	1370	21,30	1,55%
19/11/2013	F	PM	S	7,58	2,26	399	5,32	1,33%
19/11/2013	F	PM	F	29,94	1,84	1900	28,10	1,48%
19/11/2013	F	MJ	S	9,25	2,72	642	6,53	1,02%
19/11/2013	F	MJ	F	45,74	3,04	2900	42,70	1,47%
20/11/2013	E	BM	S	11,13	2,86	687	8,27	1,20%
20/11/2013	E	BM	F	16,55	2,75	980	13,80	1,41%
20/11/2013	E	MF	S	25,18	2,78	1480	22,40	1,51%
20/11/2013	E	MF	F	80,86	2,66	5200	78,20	1,50%
20/11/2013	E	PM	S	7,76	3,04	332	4,72	1,42%
20/11/2013	E	PM	F	21,22	2,72	1180	18,50	1,57%
20/11/2013	E	MJ	S	23,02	2,72	1460	20,30	1,39%
20/11/2013	E	MJ	F	44,59	2,69	2750	41,90	1,52%
13/11/2013	K	BM	S	5,87	3,52	211	2,35	1,11%
13/11/2013	K	BM	F	15,19	4,29	658	10,90	1,66%
13/11/2013	K	MF	S	8,54	3,95	364	4,59	1,26%
13/11/2013	K	MF	F	24,97	4,57	1320	20,40	1,55%
13/11/2013	K	PM	S	8,62	4,86	292	3,76	1,29%
13/11/2013	K	PM	F	11,06	4,03	428	7,03	1,64%
13/11/2013	K	MJ	S	11,74	4,40	495	7,34	1,48%
13/11/2013	K	MJ	F	22,84	4,54	1320	18,30	1,39%

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 Chlo a
17/04/2013	F	BM	S	0,7	0,8	0,05%	17	0,47
17/04/2013	F	PM	S	<0,6	2,4			
18/04/2013	E	BM	S	0,7	1,7	0,02%	12	0,29
18/04/2013	E	PM	S	0,8	1	0,03%	10	0,44
15/04/2013	K	BM	S	1,8	1,5	0,11%	32	0,55
15/04/2013	K	PM	S	<0,6	1,5			
14/05/2013	F	BM	S	1,35	1,4	0,05%	13	0,49
14/05/2013	F	PM	S	1,52	0,7	0,09%	19	0,68
22/05/2013	E	BM	S	1,9	0,8	0,06%	10	0,70
22/05/2013	E	PM	S	1,37	0,3	0,04%	6	0,82
12/05/2013	K	BM	S	1,98	1,4	0,07%	17	0,59
12/05/2013	K	PM	S	1,09	2,2	0,02%	10	0,33
12/06/2013	F	BM	S	<0,6	<1,0			
12/06/2013	F	PM	S	<0,6	<1,0			
13/06/2013	E	BM	S	<0,6	<1,0			
13/06/2013	E	PM	S	<0,6	<1,0			
10/06/2013	K	BM	S	<0,3	<0,5			
10/06/2013	K	PM	S	<0,6	<1,0			
08/07/2013	F	BM	S	0,94	1,40	0,07%	22	0,40
08/07/2013	F	PM	S	0,22	0,12	0,02%	5	0,65
09/07/2013	E	BM	S	0,97	1,07	0,04%	10	0,48
09/07/2013	E	PM	S	0,89	1,74	0,04%	22	0,34
13/07/2013	K	BM	S	<0,6	9,78			
13/07/2013	K	PM	S	0,50	2,76	0,02%	13	0,15
21/08/2013	F	BM	S	3,40	1,80	0,25%	48	0,65
21/08/2013	F	PM	S	3,90	1,70	0,26%	49	0,70
20/08/2013	E	BM	S	3,40	1,30	0,16%	35	0,72
20/08/2013	E	PM	S	2,80	2,90	0,08%	22	0,49
23/08/2013	K	BM	S	2,60	4,60	0,03%	9	0,36
23/08/2013	K	PM	S	0,50	2,10	0,01%	7	0,19
26/09/2013	F	BM	S	2,60	2,40	0,12%	40	0,52
26/09/2013	F	PM	S	4,20	1,10	0,24%	59	0,79
30/09/2013	E	BM	S	1,40	2,20	0,09%	18	0,39
30/09/2013	E	PM	S	3,30	2,40	0,21%	34	0,58
27/09/2013	K	BM	S	3,60	7,00	0,02%	12	0,34
27/09/2013	K	PM	S	2,30	1,20	0,20%	35	0,66
14/10/2013	F	BM	S	3,30	4,40	0,03%	13	0,43
14/10/2013	F	PM	S	2,30	0,70	0,18%	43	0,77
10/10/2013	E	BM	S	2,70	4,90	0,03%	14	0,36
10/10/2013	E	PM	S	4,50	3,20	0,08%	23	0,58
15/10/2013	K	BM	S	2,10	5,50	0,02%	10	0,28
15/10/2013	K	PM	S	<1,1	23,80			
19/11/2013	F	BM	S	1,40	3,40	0,02%	7	0,29
19/11/2013	F	PM	S	2,60	2,40	0,05%	13	0,52
20/11/2013	E	BM	S	2,40	<1,4	0,03%		
20/11/2013	E	PM	S	2,60	<1,3	0,06%		

13/11/2013	K	BM	S	<0,6	1,80		
13/11/2013	K	PM	S	2,70	<1,0	0,07%	

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
17/04/2013	F	BM	S	1,1	135	1,5	90	109	0,3
17/04/2013	F	PM	S	1,7	124	1,3	95	89,4	0,88
18/04/2013	E	BM	S	0,67	155	1,21	128	122	<0,1
18/04/2013	E	PM	S	<0,28	148	1,3	114	122	0,12
15/04/2013	K	BM	S	1,2	104	0,588	177	150	<0,1
15/04/2013	K	PM	S	0,83	124	0,858	145	129	<0,1
14/05/2013	F	BM	S	<0,28	125	1,46	86	100	0,44
14/05/2013	F	PM	S	<0,28	101	1,41	72	83,5	1,1
22/05/2013	E	BM	S	0,83	115	1,2	96	98,4	<0,1
22/05/2013	E	PM	S	<0,28	121	1,43	85	102	0,17
12/05/2013	K	BM	S	0,28	102	1,2	85	174	<0,1
12/05/2013	K	PM	S	<0,28	120	1,14	105	121	<0,1
12/06/2013	F	BM	S	0,4	149,0	1,2	124	119,0	0,17
12/06/2013	F	PM	S	0,3	122,0	34,6	4	96,4	0,94
13/06/2013	E	BM	S	<0,28	147,0	1,1	135	115,0	<0,1
13/06/2013	E	PM	S	<0,28	153,0	1,3	116	119,0	0,16
10/06/2013	K	BM	S	0,4	100,0	3,1	32	162,0	<0,1
10/06/2013	K	PM	S	0,8	125,0	1,0	125	143,0	<0,1
08/07/2013	F	BM	S	0,3	159,0	1,6	100	110,0	0,37
08/07/2013	F	PM	S	<0,28	109,0	1,4	76	76,4	1,50
09/07/2013	E	BM	S	<0,28	168,0	1,6	103	112,0	0,09
09/07/2013	E	PM	S	<0,28	157,0	1,7	95	108,0	0,47
13/07/2013	K	BM	S	<0,28	151,0	1,4	109	146,0	<0,1
13/07/2013	K	PM	S	<0,28	148,0	2,4	62	114,0	0,10
21/08/2013	F	BM	S	<0,28	106,0	2,8	39	101,0	1,00
21/08/2013	F	PM	S	<0,28	65,4	20,8	3	55,8	2,30
20/08/2013	E	BM	S	<0,28	124,0	2,8	44	123,0	0,54
20/08/2013	E	PM	S	<0,28	104,0	3,6	29	96,1	1,20
23/08/2013	K	BM	S	<0,28	130,0	1,9	67	145,0	0,15
23/08/2013	K	PM	S	<0,28	144,0	2,2	67	126,0	0,51
26/09/2013	F	BM	S	<0,28	107,0	4,9	22	103,0	1,40
26/09/2013	F	PM	S	<0,28	75,0	1,8	42	66,8	2,20
30/09/2013	E	BM	S	<0,28	121,0	2,3	52	112,0	0,82
30/09/2013	E	PM	S	<0,28	95,0	2,4	39	88,3	1,60
27/09/2013	K	BM	S	<0,28	125,0	2,5	50	139,0	0,20
27/09/2013	K	PM	S	<0,28	130,0	2,4	55	129,0	0,48
14/10/2013	F	BM	S	1,6	120,0	2,1	58	107,0	1,00
14/10/2013	F	PM	S	0,6	67,2	1,8	37	58,5	2,40
10/10/2013	E	BM	S	9,7	112,0	2,2	51	114,0	0,61
10/10/2013	E	PM	S	0,6	113,0	1,9	59	103,0	1,30
15/10/2013	K	BM	S	1,6	129,0	32,0	4	140,0	<0,1
15/10/2013	K	PM	S	1,0	126,0	2,2	58	123,0	0,46

19/11/2013	F	BM	S	0,3	121,0	1,8	68	122,0	0,27
19/11/2013	F	PM	S	<0,28	110,0	1,8	60	111,0	0,77
20/11/2013	E	BM	S	0,3	140,0	1,5	92	133,0	<0,1
20/11/2013	E	PM	S	<0,28	119,0	1,8	65	131,0	0,22
13/11/2013	K	BM	S	1,6	122,0	1,7	70	158,0	<0,1
13/11/2013	K	PM	S	0,9	146,0	1,8	83	155,0	<0,1

10.3.4. Contaminants

Date	Station	Temps Marée	Niveau	Hydrazine mg/L	Morpholine mg/L	Ethanolamine mg/L	Agents de Surface Anioniques µg/L
17/04/2013	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<40
17/04/2013	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<40
18/04/2013	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	90
18/04/2013	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<40
15/04/2013	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<40
15/04/2013	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<40
14/05/2013	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<40
14/05/2013	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<40
22/05/2013	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
22/05/2013	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
12/05/2013	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	30
12/05/2013	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	40
12/06/2013	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
12/06/2013	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
13/06/2013	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
13/06/2013	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
10/06/2013	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
10/06/2013	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
08/07/2013	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
08/07/2013	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	22
09/07/2013	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
09/07/2013	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
13/07/2013	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
13/07/2013	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
21/08/2013	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	30
21/08/2013	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	60
20/08/2013	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	30
20/08/2013	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	40
23/08/2013	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
23/08/2013	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
26/09/2013	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
26/09/2013	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
30/09/2013	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
30/09/2013	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
27/09/2013	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
27/09/2013	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20

14/10/2013	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
14/10/2013	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	20
10/10/2013	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
10/10/2013	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	30
15/10/2013	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
15/10/2013	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
19/11/2013	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<50
19/11/2013	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<50
20/11/2013	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<50
20/11/2013	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<50
13/11/2013	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<50
13/11/2013	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<50

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
17/04/2013	F	BM	S	0	0	0	0	0	0	0
17/04/2013	F	PM	S	0	0	0	0	0	0	0
18/04/2013	E	BM	S	0	0	0	0	0	0	0
18/04/2013	E	PM	S	0	0	0	0	0	0	0
15/04/2013	K	BM	S	0	0	0	0	0	0	0
15/04/2013	K	PM	S	0	0	0	0	0	0	0
14/05/2013	F	BM	S	0	0	0	0	0	0	0
14/05/2013	F	PM	S	0	0	0	0	0	0	0
22/05/2013	E	BM	S	0	0	0	0	0	0	0
22/05/2013	E	PM	S	0	0	0	0	0	0	0
12/05/2013	K	BM	S	0	0	0	0	0	0	0
12/05/2013	K	PM	S	0	0	0	0	0	0	0
12/06/2013	F	BM	S	0	0	0	25	0	0	0
12/06/2013	F	PM	S	0	0	0	0	0	0	0
13/06/2013	E	BM	S	0	0	0	220	0	0	0
13/06/2013	E	PM	S	0	0	0	0	0	0	0
10/06/2013	K	BM	S	0	0	0	0	0	0	0
10/06/2013	K	PM	S	0	0	0	0	0	0	0
08/07/2013	F	BM	S	0	0	180	500	310	0	0
08/07/2013	F	PM	S	210	0	20	0	0	0	0
09/07/2013	E	BM	S	0	0	100-1000	100-1000	200	0	0
09/07/2013	E	PM	S	100-1000	0	300	200	1000	0	0
13/07/2013	K	BM	S	0	0	150	30	130	0	0
13/07/2013	K	PM	S	200	0	300	500	900	0	0
21/08/2013	F	BM	S	100-1000	200	1000	100	0	200	0
21/08/2013	F	PM	S	2500	1100	5500	0	0	7500	0
20/08/2013	E	BM	S	270	30	980	0	0	200	0
20/08/2013	E	PM	S	1200	200	3300	0	0	800	0
23/08/2013	K	BM	S	0	0	450	0	100	0	0
23/08/2013	K	PM	S	470	100-1000	2900	1000	0	200	0
26/09/2013	F	BM	S	100	360	180	0	0	400	0

26/09/2013	F	PM	S	240	150	0	0	0	0	0
30/09/2013	E	BM	S	400	0	150	0	200	0	0
30/09/2013	E	PM	S	100-1000	400	7200	0	0	130	0
27/09/2013	K	BM	S	100-1000	200	0	0	0	200	0
27/09/2013	K	PM	S	100-1000	100-1000	0	0	0	100-1000	0
14/10/2013	F	BM	S	400	300	800	0	0	0	0
14/10/2013	F	PM	S	210	150	0	0	0	0	0
10/10/2013	E	BM	S	100	100	0	0	0	100	0
10/10/2013	E	PM	S	330	200	0	0	200	100-1000	0
15/10/2013	K	BM	S	100-1000	0	0	0	100	0	0
15/10/2013	K	PM	S	300	100-1000	0	0	0	0	0
19/11/2013	F	BM	S	90	160	0	0	0	0	0
19/11/2013	F	PM	S	40	80	0	0	0	0	0
20/11/2013	E	BM	S	10	0	0	0	0	0	0
20/11/2013	E	PM	S	10	10	0	0	10	0	0
13/11/2013	K	BM	S	0	0	0	0	0	0	0
13/11/2013	K	PM	S	0	0	0	0	0	20	0

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

