

IFREMER - Brest

Département Dynamiques de l'Environnement Côtier
Service Valorisation de l'Information pour la Gestion Intégrée Et la Surveillance
(DYNECO/VIGIES)

Université de Bordeaux 1 - Arcachon

Laboratoire d'Océanographie Biologique (LOB)
U.M.R. EPOC 5805 - CNRS

Université de Bordeaux 1 - Talence

Département de Géologie et Océanographie (DGO)
U.M.R. EPOC 5805 - CNRS
Environnement et Paléo environnements Océaniques

Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux

Laboratoire d'hygiène et de santé

Mars 2006 – RST DYNECO/VIGIES/06-07

ifremer

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

SURVEILLANCE ECOLOGIQUE

SITE DU BLAYAIS

RAPPORT SCIENTIFIQUE

ANNEE 2005

Commande d'exécution n°5100-CQE-4200074386
du marché C4S62C5001, et marché n°4300250858

IFREMER - Brest

Département Dynamiques de l'Environnement Côtier
Service Valorisation de l'Information pour la Gestion Intégrée Et la Surveillance
(DYNECO/VIGIES)

Université Bordeaux 1 - Arcachon

Laboratoire d'Océanographie Biologique (LOB)
U.M.R. EPOC 5805 - CNRS
Environnement et Paléo environnements Océaniques

Université Bordeaux 1 - Talence

Département de Géologie et Océanographie (DGO)
U.M.R. EPOC 5805 - CNRS
Environnement et Paléo environnements Océaniques

Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux

Laboratoire d'hygiène et de santé

Mars 2006 – RST DYNECO/VIGIES/06-07

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

SURVEILLANCE ECOLOGIQUE

SITE DU BLAYAIS

RAPPORT SCIENTIFIQUE

ANNEE 2005

Commande d'exécution n°5100-CQE-4200074386
du marché C4S62C5001, et marché n°4300250858

Résumé :

L'étude de surveillance n° 28 du site électronucléaire du BLAYAIS (département de la Gironde) concerne la période de mars à novembre 2005. Les domaines pélagique et benthique sont étudiés (physico-chimie, hydrobiologie, bactériologie, zooplancton, macrofaune benthique, bathymétrie).
[Voir fiche résumé p. 7 - 10]

Abstract :

Monitoring n° 28 of the BLAYAIS nuclear power plant takes into account studies conducted between March and November 2005. Physicochemistry, Hydrobiology, Bacteriology, Zooplankton, Benthic macrofauna, Bathymetry, are reported.
[see summary p. 7 - 10 (in french)]

Mots-clés :

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

Keywords :

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

Commentaire :

Ce document doit être cité de la manière suivante :

Référence générale

QUINTIN J.Y. (coord.) *et al.* (2006) – Surveillance écologique du site du Blayais, année 2005. Rapp. IFREMER RST DYNECO/VIGIES/06-07, mars 2006, 230 p.

Référence particulière

CASTAING P., JOUANNEAU J.M., OGGIAN G., (2006). – Résultats des mesures in situ. *In* : QUINTIN J.Y. (coord.) *et al.* (2005) - Surveillance écologique du site du Blayais, année 2005. Rapp. IFREMER RST DYNECO/VIGIES/06-07, mars 2006, pp. 43 – 106.

Avant - propos

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

- chapitres 1 à 4 (P. Castaing, J.M. Jouanneau, G. Oggian,)² ;
- chapitre 5 (B. Chaurial)³ ;
- chapitre 6 (B. Chaurial, N. Gournier)³ ;
- chapitre 7 (B. Sautour, R. Parra)⁴ ;
- chapitre 8 (G. Bachelet, M. Leconte)⁴

Il a été réalisé suite à la réunion de synthèse, qui s'est tenue le 5 janvier 2006 au CNPE du Blayais, et qui a réuni les personnes suivantes : Mme Le-Lous K., M. Lundy D., M. Loubrieu F., Martin J., M. Hemery B., Mazoyer J.L. (EDF/CNPE du Blayais), M. Travade F. (EDF/R&D), M. Oggian G. (DGO), MM. Sautour B., Bachelet G., Leconte M., Parra R. (LOB), M. Chaurial B. (IEEB), Quintin J.Y. (IFREMER) et le CEMAGREF (MM. Girardin M., Beaulaton L., Gonthier P.).

¹IFREMER. Département Dynamiques de l'Environnement Côtier.

²Université de Bordeaux I. Département de Géologie et Océanographie. Institut de Géologie du Bassin d'Arcachon (DGO/IGBA).

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

⁴Université Bordeaux 1. Station Marine d'Arcachon, Laboratoire d'Océanographie Biologique (LOB).

Surveillance du Blayais 2005 - résumé

L'année 2005 peut être classée parmi les années sèches et assez chaudes.

Un déficit pluviométrique a été constaté pour chaque mois de l'année, compensé uniquement en avril et décembre ; parmi les mois de juin, celui de 2005 est le plus sec depuis 1947. Les débits fluviaux ont été très déficitaires tout au long de l'année avec, en moyenne annuelle, $564 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ en 2005 contre $867 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ dans la période 1982 - 2004.

La plus forte température moyenne mensuelle de l'air $22,3 \text{ }^\circ\text{C}$ a été atteinte en juillet. Les températures de l'eau par rapport à 2004, ont montrée une augmentation de 2°C en juin et juillet, et de 1°C en octobre et novembre ; mais elles sont restées dans la moyenne établie entre 1976 et 2004, surtout pour la période estivale.

Un lever bathymétrique, effectué par le Département de Géologie et Océanographie de l'université Bordeaux 1 en février 2002, avait montré que le fort allongement vers l'aval du banc de Patiras, observé en 2000 se poursuivait (allongement de 150 mètres de 2000 à 2002). La modification de la morphologie des fonds provoquait à ce moment-là une meilleure chenalisation des courants au point E, ce qui se traduisait par une très forte augmentation des vitesses maximales moyennes, en flot et en jusant. Il apparaît que cette situation favorable ne peut perdurer par suite de la poursuite de l'allongement vers l'aval du banc de Patiras. Nous n'avons pas en notre possession d'information bathymétrique nouvelle depuis février 2002. Il semble de la plus haute importance de surveiller l'évolution des bancs de Patiras et de Saint – Louis grâce à des levés bathymétriques fréquents.

Comme en 2004, les eaux de l'estuaire ont été très dessalées, fortement turbides en amont, mais « claires » à l'aval. L'oxygénation a été bonne, en constante croissance de mai à novembre ; les valeurs moyennes d'oxygène dissous au point E évoluent autour de 86,9 % du taux de saturation, situées entre celles d'aval (92,9 % au point F), et celles d'amont (80,8 % au point K). Le pH, nouveau paramètre mesuré depuis 2004, montre de très faibles fluctuations spatio-temporelles entre 7,71 et 8,19.

Si des crues se sont produites en janvier, avril, et décembre, l'absence de crues marquées et l'accentuation de l'intrusion des eaux halines dans l'estuaire -valeurs de salinité élevées dès le début de la période estivale- ont repoussé le bouchon vaseux en amont du PK 35, et ont influencé l'ensemble des paramètres physicochimiques mesurés.

D'une manière générale, 90% du carbone organique total (COT) contenu dans les eaux de l'estuaire ont une origine particulaire. Compte tenu des faibles charges particulières enregistrées au cours de l'année 2005, ces teneurs en COT sont globalement en diminution, notamment à la station K en amont. En aval, l'intrusion des eaux halines a agit sur la répartition du carbone organique : à la station F, pour une grande partie des mesures réalisées, la fraction dissoute représente plus de 30% du COT.

La transparence accrue des eaux a été favorable aux teneurs en chlorophylle (a). La normalisation au carbone organique particulaire (COP) de ces teneurs montre une augmentation de la biomasse phytoplanctonique en F, moindre en E ; biomasse restée faible en K.

Par absence de crues marquées, l'évolution des teneurs en nitrate – nitrites sont en nette diminution pour l'ensemble des stations ; pour la station E, la valeur de la moyenne annuelle est la plus faible enregistrée depuis 1992. Pour la station K, en revanche, les teneurs en orthophosphates sont proches, voire légèrement supérieures à celles enregistrées en 2004. Ainsi, une diminution importante du rapport molaire N/P est constatée.

L'apport de silicates en Gironde provient majoritairement de la Dordogne, où l'étiage semble avoir été moins marqué que celui de la Garonne. En effet, les teneurs mesurées pour l'estuaire en 2005 sont proches de celles de 2004. Les concentrations les plus élevées sont enregistrées à la station K ; ces apports sont dilués par l'intrusion des eaux halines dans l'estuaire, avec une nette stratification des valeurs entre basse mer et pleine mer.

Le bore (acide borique), utilisé dans le processus de conditionnement des eaux des circuits primaires de la centrale, s'avère être aussi un élément naturel de l'eau de mer. Pour les eaux estuariennes, il suit une droite de dilution mettant en évidence l'absence d'impact du fonctionnement de la centrale sur les concentrations en bore du milieu naturel, en particulier au point E.

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

Les *Vibrio* halophiles ont été dénombrés dès la fin du mois de juin en quantités importantes. Les abondances sont restées élevées pour le reste de la période d'étude. Les espèces les plus fréquemment rencontrées sont *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio vulnificus* ; ce dernier est quantitativement le plus abondant.

La méthode en milieu solide par filtration, plus précise pour des eaux « claires », semble peu adaptée aux eaux limoneuses de l'estuaire. De plus, il convient de noter que par cette méthode l'information relative aux espèces identifiées est moins riche que par la méthode en milieu liquide.

Dans le zooplancton, l'espèce dominante *Eurytemora affinis* représente plus de 80 % du zooplancton. 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. Généralement située juste en amont du maximum de turbidité, l'espèce présente une localisation plus aval en 2005. Son maximum de densité au point E (45 500 ind/m³) est apparu en mai, et est intermédiaire à celui des autres points K (29 300 ind/m³) et F (70 400 ind/m³). La structure démographique de ses populations au point E en 2005 présente un sex-ratio (rapport mâle/total adulte exprimé en pourcentage) de 51 %, un pourcentage de femelles ovigères de 26 %, un pourcentage de copépodites de 54%, et une faible fécondité moyenne annuelle (3,3 œufs / sac) qui se situent dans la gamme de ceux des points K et F. La mortalité moyenne (2,1 %) y est supérieure à celles des autres points (< 1 %), mais la stratégie d'échantillonnage adaptée à la surveillance estuarienne ne permet pas de préciser ponctuellement un éventuel effet des rejets thermiques par rapport à l'effet climatique.

Les densités moyennes annuelles d'*E. affinis* (9641 ind/m³), *Acartia bifilosa* (500 ind/m³) et *Acartia tonsa* (1 224 ind/m³), et *Mesopodopsis slabberi* (254 ind/m³) au point E sont intermédiaires à celles des autres points K et F ; elles sont légèrement inférieures pour *Neomysis integer* (23 ind/m³ au point E, 36 ind/m³ en F ind/m³ et 47 en K). A noter que depuis 2002, l'espèce *Acartia tonsa*, espèce polyhaline thermophile introduite dans l'estuaire, et bien adaptée aux conditions estuariennes, présente chaque année un décalage temporel de son pic de densité avec celui d'*Acartia bifilosa*.

Pour la seconde année de surveillance du benthos en Gironde, les deux niveaux bathymétriques, intertidal et subtidal, ont été échantillonnés. Si la densité des

organismes est plus forte sur les vasières intertidales, la richesse spécifique est plus forte en zone subtidale, où le nombre d'espèces est plus élevée en 2005 qu'en 2004 et présente un gradient croissant de l'amont vers l'aval, associé à une « marinisation » des peuplements. La composition des peuplements benthiques est différente dans les 6 stations avec un ou deux taxons fortement dominants.

Dans le subtidal, un polychète opportuniste prolifère au point E à l'automne 2005 comme en 2004, et le gradient de densité croît généralement vers l'aval. Les variations saisonnières y sont peu marquées, contrairement à l'intertidal où le maximum est atteint en août-septembre. Dans l'intertidal, l'évolution des densités en 2005 est similaire dans les 3 stations, avec de faibles mortalités hivernales, un recrutement printanier précoce, et une abondance maximale en fin été – automne similaire à celle de 2004.

Sommaire

Introduction	13
1. Présentation du site et stratégie d'étude	17
1.1. Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité du Blayais	17
1.1.1. Situation géographique	17
1.1.2. Caractéristiques du CNPE	17
1.2. L'estuaire de la Gironde	19
1.2.1. éléments géographiques et géomorphologiques	19
1.2.2. Aperçu du fonctionnement hydro sédimentaire de l'estuaire	19
1.3. Les études écologiques.....	20
1.3.1. Schéma général des études	20
1.3.2. Etudes de projet	20
1.3.3. Etudes de surveillance	21
1.3.4. Programme des études de surveillance.....	21
1.4. La surveillance écologique - année 2005.....	22
1.4.1. Déroulement des campagnes à la mer	22
1.4.2. points de prélèvements	22
1.4.3. fréquence des prélèvements.....	23
1.4.4. paramètres mesurés	24
1.4.5. travaux réalisés	24
1.4.6. Paramètres, méthodes, précision	26
2. Conditions climatiques et hydrologiques.....	31
2.1. Caractères climatologiques dominants pour l'année 2005.....	31
2.2. Débits fluviaux	35
3. Evolution des fonds.....	37
3.1. Evolution des fonds	37
4. Résultats des mesures in situ.....	43
4.1. Température de l'eau	43
4.1.2. Variations annuelles	53
4.1.3. Variations pluriannuelles	56
4.2. Salinité.....	60
4.2.1. Variation dans le temps.....	60
4.3. Vitesse de courant.....	72
4.4. Turbidité.....	77
4.4.1. Variations dans le temps.....	77
4.4.2. Variations spatiales	85
4.5. Oxygène dissous	89
4.5.1. Variations dans le temps.....	89
4.5.2. Variations spatiales	100
4.6. mesure électrochimique du pH.....	104
4.6.1. Variations annuelles	104

5. Paramètres hydrobiologiques et contaminants chimiques	107
5.1. Carbone organique.....	107
5.1.1. Carbone organique particulaire.....	107
5.1.2. Carbone organique dissous	118
5.1.3. Carbone organique total.....	121
5.2. Chlorophylle et phéopigments.....	124
5.2.1. Variations saisonnières	124
5.2.2. Evolution des moyennes annuelles.....	130
5.3. Sels nutritifs et bore.....	132
5.3.1. Nitrates et nitrites	132
5.3.2. Ammonium	135
5.3.3. Orthophosphates et rapport N/P	135
5.3.4. Silicates	140
5.3.5. Relation avec la salinité	142
5.3.6. Evolution des moyennes annuelles.....	143
5.3.7. Bore.....	143
5.4. Contaminants	146
5.4.1. Famille des amines	146
5.4.2. Agents de surface anioniques.....	146
6. <i>Vibrio halophiles</i>	147
6.1. Méthode en milieu liquide.....	148
6.1.1. Evolution spatio-temporelle.....	148
6.1.2. Spéciation.....	150
6.2. Méthode en milieu solide.....	151
6.2.1. Evolution spatio-temporelle.....	151
6.2.2. Spéciation.....	154
7. Zooplancton	155
7.1. Evolution temporelle des principaux contingents au point E.....	155
7.1.1. Variations des densités du Copépode <i>Eurytemora affinis</i>	155
7.1.2. Variations des densités des copépodes Acartidés	157
7.1.3. Variations des densités des Mysidacés	160
7.2. Structure démographique d' <i>Eurytemora affinis</i> au point E.....	163
7.2.1. Fécondité :.....	163
7.2.2. Structure des populations	164
7.2.3. Mortalité.....	166
7.3. Comparaison de l'évolution des principaux contingents aux points F, E, K.....	168
7.3.1. Variations des densités du Copépode <i>Eurytemora affinis</i>	168
7.3.2. Variation des densités des Copépodes Acartidés	171
7.3.3. Variation des densités de Mysidacés.....	175
7.4. Structure démographique d' <i>Eurytemora affinis</i> aux points F, E, et K	179
7.4.1. Paramètres de population	179
7.4.2. Fécondité.....	181
7.4.3. Mortalité.....	183
8. Macrofaune benthique.....	185
8.1. Evolution temporelle de la richesse spécifique des peuplements macrobenthiques	185
8.2. Evolution temporelle des peuplements macrobenthiques subtidaux	188

8.2.1. Variation des densités totales	188
8.2.2. Point F (PK 67).....	190
8.2.3. Point E (PK 52).....	190
8.2.4. Point K (PK 30).....	191
8.3. Variations de densités des principales espèces subtidales	191
8.3.1. Annélides Oligochètes	191
8.3.2. Annélides Polychètes	192
8.3.3. Crustacés Amphipodes et Isopodes	194
8.3.4. Crustacés Mysidacés	196
8.3.5. Larves d'Insectes	198
8.4. Evolution temporelle des peuplements macrobenthiques intertidaux.....	198
8.4.1. Variations des densités totales	198
8.4.2. St-Christoly (PK 66).....	200
8.4.3. St-Estèphe (PK 55)	201
8.4.4. Lamarque (PK 35).....	202
8.5. Variations de densités des principales espèces intertidales	202
8.5.1. Annélides Oligochètes	202
8.5.2. Annélides Polychètes	203
8.5.3. Mollusques Bivalves.....	205
8.5.4. Crustacés	206
9. Références bibliographiques	209
10. Annexes	213
10.1. Annexe 1 : Dénombrement des divers prélèvements et mesures	213
10.2. Annexe 2 : Tableaux des résultats de mesures	218
10.3. Annexe 3 : Tableau des résultats analytiques.....	222
10.3.1. Résultats bruts de mesures de MES, COD et COP.....	222
10.3.2. Résultats bruts de mesures de chlorophylle et phaeopigments	226
10.3.3. Résultats bruts de mesures de sels nutritifs et du bore	227
10.3.4. Contaminants	228
10.3.5. Résultats bruts de Vibrios halophiles	229

Introduction

Les centrales thermonucléaires, à fonctionnement en circuit ouvert, utilisent pour le refroidissement de leurs condenseurs d'importants débits d'eau froide prélevée en continu dans leur environnement proche. Des unités de ce type ont été installées en bord de mer, Gravelines, Penly, Paluel, Flamanville. Un seul grand aménagement énergétique a pour l'instant été réalisé sur un estuaire : le Centre Nucléaire de Production d'Electricité (CNPE) du Blayais sur l'estuaire de Gironde.

Du fait de cette implantation originale dans un milieu soumis à la fois à l'influence de la marée et à celui des apports de la Dordogne et de la Garonne, le site a fait l'objet d'études spécifiques en ce qui concerne la conception et la réalisation des prises et rejets d'eau, avec dès l'origine l'idée de créer des ouvrages qui perturbent le moins possible l'environnement aquatique, et notamment la remontée des organismes migrateurs.

De nombreuses études ont été réalisées pour appréhender l'impact du CNPE sur le milieu estuarien. Elles ont débuté en 1975, et se déroulent depuis sans interruption (cf. : rapport final CNEXO mai 1977 ; rapports de surveillance écologique, 1979 et années suivantes) :

- Campagne de mai 1975,
- Missions légères d'octobre 1975 à décembre 1976,
- Missions lourdes de mars 1976 et septembre 1976,
- Surveillances écologiques annuelles depuis 1978.

De juin 1981, date de mise en service de la première tranche, à fin 1983, date de mise en service de la dernière tranche, les études de surveillance ont porté sur la phase intermédiaire avant établissement du régime permanent de la centrale.

Le chapitre 1 de ce rapport présente le site du Blayais dans le contexte estuarien particulier de la Gironde, et fait un rappel des diverses études réalisées. Les chapitres suivants présentent les résultats de l'étude de surveillance écologique du site du Blayais de l'année 2005, étude effectuée dans le cadre de la commande EDF/IFREMER n°5100-CQE-4200074306 correspondant au contrat C4S62C5001 à valoir sur le marché S62C5001 et du marché n° 4300250858. 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 :

Le Département de Géologie et Océanographie (DGO) 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 le Laboratoire d'Océanographie Biologique (LOB) ;
- fournir à l'Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux (IEEB) les échantillons destinés aux analyses chimiques et bactériologiques ;
- regrouper les mesures *in situ* ;
- effectuer les mesures de matière en suspension et les dosages d'oxygène dissous sur les échantillons prélevés.

Le Laboratoire d'Océanographie Biologique (LOB) pour :

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

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

- effectuer au laboratoire les dosages de carbone organique particulaire et dissous, de chlorophylle et phaeopigments⁵, des sels nutritifs ammonium, nitrates et nitrites associés, silicates, orthophosphates, de l'élément mineur bore, la recherche de contaminants agents de surface anioniques, hydrazine, morpholine, éthanolamine, la recherche et l'identification des *Vibrio* halophiles, sur les échantillons prélevés.

⁵ Produits de l'altération de plusieurs types de chlorophylles (dénommées « a », « b » et « c »).

1. Présentation du site et stratégie d'étude

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

1.1.1. Situation géographique

Le CNPE du Blayais se trouve sur la commune de Braud et St Louis dans le Département de la Gironde, à 48 km au N-NO de Bordeaux, à 14 km au N-NO de Blaye, à 50 km au S-SE de ROYAN et à 57 km au Sud-Ouest de Saintes. Les installations sont implantées au lieu-dit "La Présidente", en bordure de la Gironde sur la rive droite, environ au pK⁶ 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.

⁶ point kilométrique, compté à partir du Pont de Pierre de Bordeaux (pK 0)

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

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

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

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

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

L'eau prélevée en Gironde pour le refroidissement des condenseurs subit un échauffement moyen de $10 \text{ }^\circ\text{C}$, 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 Gironde⁷

1.2.1. Eléments géographiques et géomorphologiques

La Gironde est, par sa superficie d'environ 630 km², 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 km² et 24 000 km² 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 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 m³.s⁻¹ à plus de 5500 m³.s⁻¹)⁸ ; 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"

⁷ chapitre réalisé d'après les travaux d'Allen (1972) et de Castaing (1981)

⁸ minimum et maximum journalier de 2003.

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 temps : cycles et dérives sur une période de plusieurs années. Il est en effet indispensable, dans une perspective de généralisation, de pouvoir distinguer les modifications dues au fonctionnement de la centrale, de celles dues à des phénomènes naturels, d'ordre climatologique par exemple, ou à d'autres phénomènes anthropogéniques, d'aménagements du bassin versant par exemple.

1.3.2. Etudes de projet

Les résultats réunis dans les dossiers de projet, sur l'estuaire de la Gironde, comportent des observations effectuées pendant une année et demi (mai 1975 - décembre 1976) sur les paramètres relatifs aux domaines de la physique, de l'hydrobiologie, de la biologie et de la pollution. Au terme de cette étude, une synthèse faisant appel au traitement mathématique des données a été faite, permettant de dégager les principales composantes écologiques d'un "état de référence" du site, notamment les paramètres et les espèces les plus

caractéristiques. De même, les résultats du projet ont permis de préciser la variabilité, dans le temps et dans l'espace, des phénomènes définissant cet état de référence (dispersion verticale et horizontale des organismes, saisons hydrobiologiques, pics d'abondance zooplanctonique, période de recrutement des organismes benthiques, etc.).

1.3.3. Etudes de surveillance

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

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

1.3.4. Programme des études de surveillance

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

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

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

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

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

1.4. La surveillance écologique - année 2005 (figure 1.1)

1.4.1. Déroulement des campagnes à la mer

Le programme de surveillance écologique nécessite l'utilisation d'une embarcation, "Côte d'Aquitaine" armé par le C.N.R.S., pour réaliser les prélèvements d'échantillons⁹ lors des 8 campagnes mensuelles. Pour chaque campagne, 3 points (F, E, K) sont échantillonnés par le DGO, lors de 3 stations réparties longitudinalement le long de l'estuaire entre le pK 30 et le pK 67, à raison d'une station par jour, pendant un cycle de marée complet, et dans des conditions de marée comparables (mortes-eaux). Le transport des échantillons vers le laboratoire est assuré par l'IEEB.

Matériel utilisé : G.P.S. pour le positionnement géographique ; échosondeur pour la hauteur d'eau ; courantomètre directionnel VALEPORT MK 108, avec option : température, conductivité, salinité, capteur de pression ; pHmètre WTW mod. 315i/SET ; bouteille à prélèvement horizontal, ou vertical de type Niskin, pour les prélèvements d'eau ; filets à plancton de type WP2, à vide de maille 200 µm, pour les prélèvements de plancton ; benne Smith-McIntyre et table de pré-tri pour le benthos¹⁰ ; 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),

⁹ 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.

¹⁰ Ensemble des organismes qui vivent sur les fonds des mers et s'y déplacent peu.

- une station à l'aval du site et placée dans le chenal de navigation permettant de pallier une vision seulement partielle de la distribution de certaines variables (point F ; pK 67 ; coordonnées géographiques N 45°22'3/10 - W 0°48'1/10).

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

1.4.3. Fréquence des prélèvements

Le programme comprend huit campagnes de prélèvements d'avril à novembre pour les paramètres physiques et chimiques, sept campagnes d'avril à octobre pour les indicateurs biologiques. Deux de ces missions étant souvent regroupées en septembre.

Les dates des missions, effectuées en 2005, sont indiquées sur la carte de positionnement des points et dates de campagnes (**Figure 1-1**) La fréquence des prélèvements, par campagne, est indiquée dans le **Tableau 1-1**.

Tableau 1-1 : Fréquence des prélèvements des paramètres mesurés.

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

Niveau (1 = surface ou fond, 2 = surface et fond) ; moment de marée (2 = basse mer et pleine mer, 4 = basse mer, mi-flot, pleine mer, mi-jusant).

1.4.4. Paramètres mesurés

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

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

1.4.5. Travaux réalisés

Pour chacun des paramètres analytiques étudiés, les quantités à prélever sont :

Points	Point F	Point E	Point K	Total prévu	Total réalisé
Hydrologie Mesures - Département de Géologie et Océanographie					
Hauteur d'eau	32	32	32	96	96
Températures	64	64	64	192	192
Salinités	64	64	64	192	192
Vitesse du courant	64	64	64	192	192
Direction du courant	64	64	64	192	192
pH	64	64	64	192	192
Hydrologie - Prélèvements D.G.O.					
Dosage oxygène dissous (170 cc)	64	64	64	192	192
Détermination des MES (1 l)	64	64	64	192	192
Pollution - Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux					
COP	64	64	64	192	192
COD	64	64	64	192	192
Chlorophylle, phaeopigments	16	16	16	48	48
Sels nutritifs	16	16	16	48	48
Morpholine, hydrazine	16	16	16	48	48
Ethanolamine,	16	16	16	48	48
Bore (réalisé à partir de juin 2004)	16	16	16	48	48
Bactériologiques (Vibrions)	16	16	16	48	48
Biologie - Laboratoire d'Océanographie Biologique d'Arcachon					
Zooplancton (Filet WP2)	64	64	64	192	192
Zoobenthos subtidal (Benches)	40	40	40	120	120
Zoobenthos intertidal (Carottes)	80	80	80	240	270

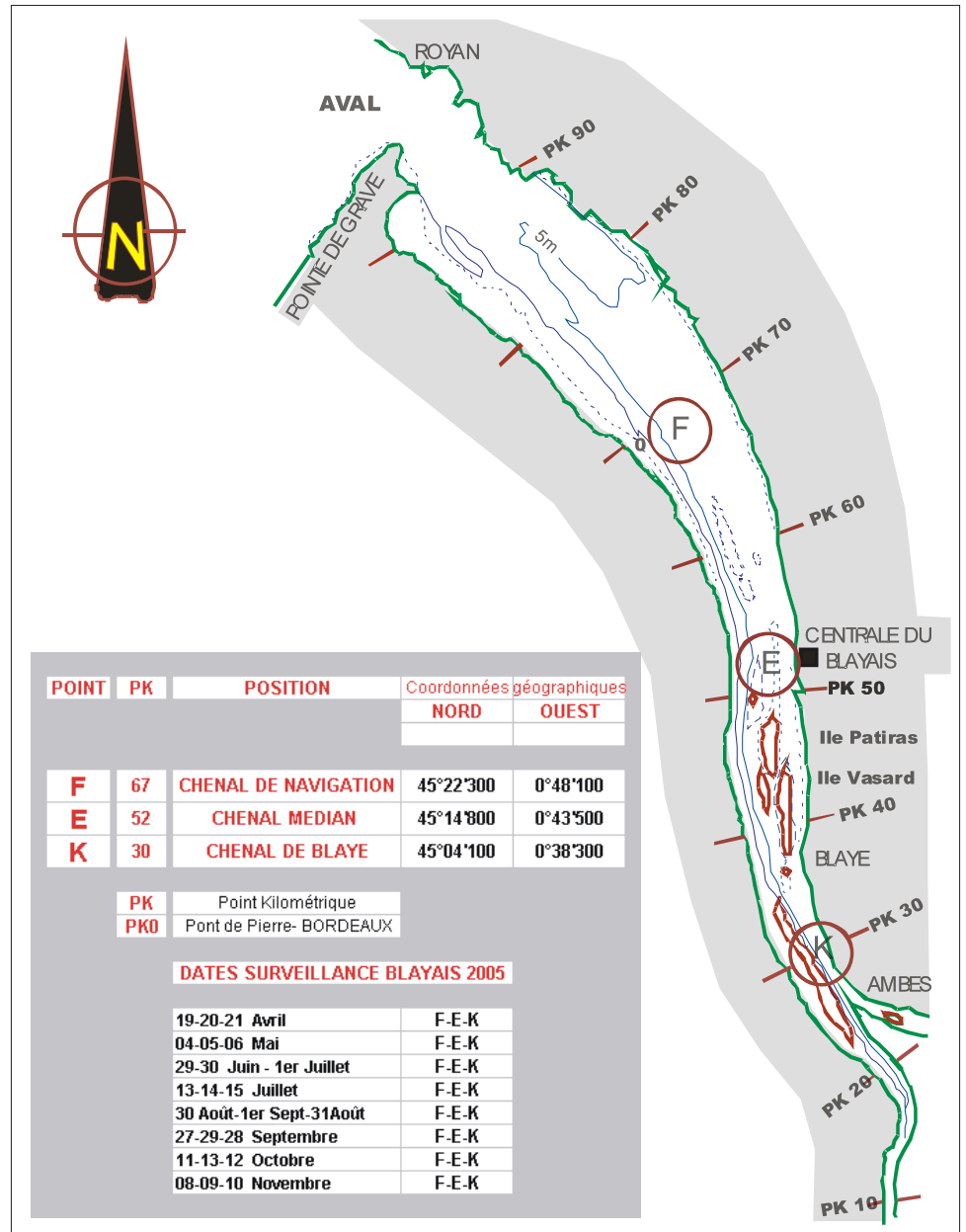


Figure 1-1 : Carte de positionnement des points et dates de campagnes

1.4.6. Paramètres, méthodes, précision

1.4.6.1. Mesures in situ

Profondeur : échosondeur.

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

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

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

1.4.6.2. Mesures en laboratoire

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Elément mineur de l'eau de mer :

Bore : Le bore est dosé par ICP / AES¹¹ (plasma optique, NF EN ISO 11885) à partir d'une dilution au 1/10ème de l'échantillon filtré afin de minimiser l'effet de matrice (chlorures). Le seuil de quantification est de $6 \mu\text{g.l}^{-1}$.

Contaminants organiques :

Hydrazine : dosage par HPLC¹² après dérivatization précolonne 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 précolonne (FMOC¹³), détection par fluorimétrie. Le seuil de quantification est de $0,1 \text{ mg.l}^{-1}$.

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

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

1.4.6.3. Bactériologie

Depuis 2004, les *Vibrio halophiles* ont été recherchés dans les eaux de l'estuaire selon 2 méthodes différentes.

Méthode en milieu liquide : la méthode en milieu liquide adaptée par l'IEEB aux eaux de l'estuaire de Gironde comporte quatre étapes : pré enrichissement par ensemencement dans du bouillon BTB d'Akyama et incubation à 37°C pendant 20 heures ; isolement sur TCBS¹⁴ – agar et incubation à 37°C pendant

¹¹ ICP-AES (Inductively coupled plasma optical emission spectroscopy « ICP-OES or ICP-AES ») = Spectrométrie d'Emission Atomique

¹² HPLC (High Performance Liquid Chromatography) = Chromatographie liquide à haute performance

¹³ FMOC (9-fluorenylmethoxycarbonyl chloride) = 9-fluorénylméthyl chloroformate

¹⁴ TCBS = Thiosulfate Citrate Bile Sucrose

24 heures ; repiquage sur milieu de Kligler salé à 3 % ; identification biochimique sur galerie API 20^E.

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

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 sur concentration 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 zooplanctontes 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 mm), les Mysidacés.

Comptage des organismes : l'échantillon éventuellement fractionné à la boîte de Motoda, et coloré avec une solution diluée de rose bengale¹⁵, 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, copépodites¹⁶, *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.

¹⁵ 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.

¹⁶ Juvéniles de copépodes

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

1.4.6.5. Domaine zoobenthique

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

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

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

Le tamisage du sédiment est effectué sur maille carrée de 0,5 mm, au moyen d'un jet d'eau en pluie. Les refus de tamis sont fixés au formol neutre à 4% et colorés au Rose Bengale pendant au moins 24 heures. Après tri à la loupe binoculaire, les organismes 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 2005

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 1961 et 1990. La figure 2.1 présente l'évolution des températures moyennes de l'air au cours de l'année 2005.

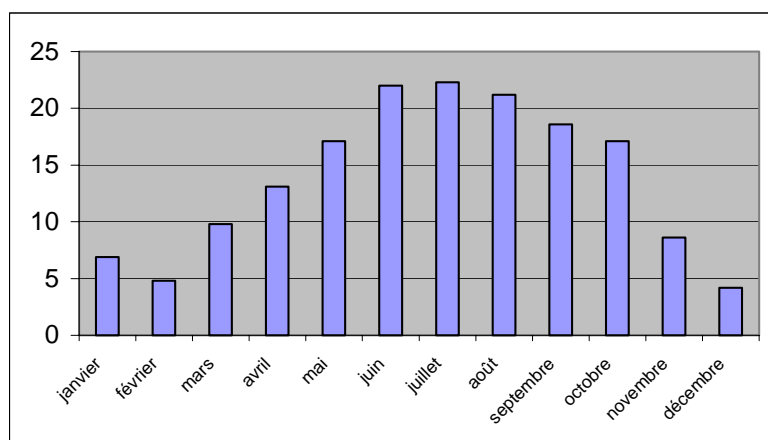


Figure 2-1 : Températures moyennes de l'air (Station de Bordeaux - Mérignac) en 2005

Janvier

T° moyenne de l'air : +6,9 °C mini : -4,3 °C maxi : +15,1 °C

Mois sec avec des températures et une insolation proche des normales. La 1ère décennie a été particulièrement sèche, ensoleillée et chaude, permettant d'équilibrer le déficit de la 3ème pour les températures (-2,7 °C) et la faible insolation des deux dernières décades. Quant aux précipitations, le déficit du mois est de 65 %.

Février

T° moyenne de l'air : +4,8 °C mini : -5,8 °C maxi : +13,7 °C

Mois sec et froid. Les précipitations sont largement déficitaires, avec un ensoleillement légèrement inférieur aux normales. Les températures des deux premières décades sont voisines des normales, mais la 3ème est particulièrement froide, sans toutefois atteindre les records de 1956, avec un déficit de 6,8 °C donnant un déficit mensuel de 1,6 °C.

Mars

T° moyenne de l'air : +9,8 °C mini : -8,4 °C maxi : +26,8 °C

Mois de tous les excès. Encore un mois sec, avec des précipitations déficitaires et un ensoleillement légèrement excédentaire. Les températures du mois sont proches des normales alors que la 1ère décennie est déficitaire de -6 °C (record de froid le 1er avec -8,5 °C et le 2 avec -6,6 °C), les décades 2 et 3 sont excédentaires, respectivement, de 2,3°C et 4,1°C (record de chaleur le 15 avec 22,6 °C, et le 16 avec 25,0 °C, le 19 avec 25,3 °C et le 20 avec 26,8 °C).

Avril

T° moyenne de l'air : +13,1 °C mini : +2,5 °C maxi : +31,1 °C

Mois faiblement ensoleillé et pluvieux. L'insolation du mois est déficitaire. Les fortes précipitations de la 2^{ème} décennie compensent le déficit de la 1^{ère} et de la 3^{ème}. Les températures sont excédentaires (1,5 °C), après une 2^{ème} décennie fraîche, due aux faibles températures maximales, la 3^{ème} décennie est vraiment chaude +3,5 °C avec des records de températures (31,1 °C le 30).

Mai

T° moyenne de l'air : +17,1 °C mini : +6,5 °C maxi : +33,4 °C

Mois chaud, sec et ensoleillement excédentaire. Les précipitations sont déficitaires. Les températures sont excédentaires de 1,2 °C pour les minimales, de 2,2 °C pour les maximales et de 1,7 °C pour la moyenne du mois.

Juin

T° moyenne de l'air : +22,0 °C mini : +12,3 °C Maxi : +36,8°C

Mois très chaud, sec et ensoleillement excédentaire. Les pluies orageuses des 4 derniers jours donnent une 3^{ème} décennie excédentaire, mais ne suffisent pas à compenser la sécheresse des autres décades. Avec un déficit de 49,5 %, le mois

de juin 2005 est le plus sec depuis 1947 (37,1mm). Les températures sont excédentaires de 3,7 °C, la 3^{ème} décade ayant 6 jours très chauds.

Juillet

T° moyenne de l'air : +22,3 °C mini : +12,3 °C maxi : +36,3 °C

Mois ensoleillé, chaud et sec. Les précipitations sont déficitaires de 63 % par rapport à la normale avec 6 jours de pluie. Les températures sont en hausse de 1,5 °C. On relève 22 jours de températures supérieures ou égales à 25 °C dont 10 jours supérieures ou égales à 30 °C.

Août

T° moyenne de l'air : +21,2 °C mini : +10,6 °C maxi : +34,4 °C

Mois ensoleillé et sec. L'insolation est excédentaire. Le déficit pluviométrique avoisine les 76 %. Les températures moyennes du mois sont très légèrement excédentaires (0,3 °C). On relève 23 jours de températures supérieures ou égales à 25 °C dont 7 supérieures à 30 °C.

Septembre

T° moyenne de l'air : +18,6 °C mini : +6,1 °C maxi : +36,0 °C

Mois encore sec avec une insolation excédentaire à cause de la 2^{ème} quinzaine. Les 9 et 25 septembre avec respectivement 21 et 12 mm ont vu tomber l'essentiel des pluies. Les températures sont légèrement supérieures aux normales saisonnières (0,5 °C).

Octobre

T° moyenne de l'air : +17,1 °C mini : +5,7 °C maxi : +26,1 °C

Les précipitations continuent d'être déficitaires, surtout en 1^{ère} décade. Les températures sont exceptionnellement douces avec 3 °C de plus que la valeur moyenne, ce qui situe octobre 2005 au 3^{ème} rang le plus chaud depuis 1945. La 3^{ème} décade, avec 18 °C de température moyenne, est la plus chaude depuis le début des relevés en 1921. L'insolation est excédentaire.

Novembre

T° moyenne de l'air : +8,6 °C mini : -1,6 °C maxi : +23,6 °C

Mois frais et sec. Malgré les fortes précipitations de la 3^{ème} décade, le mois reste déficitaire. Après une première décade douce (+1,7 °C) on perd ensuite de -1,2 °C à -3,1 °C, la moyenne mensuelle étant déficitaire de 0,9 °C avec un ensoleillement excédentaire.

Décembre

T° moyenne de l'air : +4,2 °C mini : -5,6 °C maxi : +12,8 °C

Mois froid et contrasté. 11 jours de pluie dont 8 en 1^{ère} décade ont amené 112,4mm, soit un peu plus que la normale. Du 10 au 15 et du 18 au 29, temps

froid et sec. La température moyenne avec 4,2 °C est inférieure de 3 °C à la normale. Insolation excédentaire grâce à la 2^{ème} décennie.

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

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

2.2. Débits fluviaux

Les caractéristiques des débits fluviaux pour l'année sont données pour l'estuaire de la Gironde (débits cumulés de la Garonne et de la Dordogne) de janvier à décembre.

Les débits moyens (établis par périodes de 10 jours) évoluent entre :
 $190 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ du 21 au 31/07/2005 et
 $1357 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ du 21 au 30/04/2005.

Le débit instantané maxima est de $1699 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ relevé le 25/04/2005.

La moyenne annuelle pour l'année 2005 est de $564 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, soit un déficit de $303 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ par rapport à la moyenne annuelle pour la période 1982/2004 qui s'établit à $867 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Il s'agit donc d'une année "sèche", par suite des débits très déficitaires tout le long de l'année.

Par rapport à la moyenne 1982/2004, les débits 2005 sont déficitaires toute l'année ; (Première crue de l'année dans la 3^{ème} décade de janvier avec un pic de $1269 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ le 22/01 et une 2^{ème} crue fin avril avec un pic maximum de l'année de $1699 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, le 25/04). (Erreur ! Source du renvoi introuvable. et Erreur ! Source du renvoi introuvable.).

L'année 2005 nettement moins arrosée que 2004, surtout en début d'année, est considérée comme une année sèche, car à partir du mois de juin 2004 jusqu'à fin décembre 2005 les précipitations sont déficitaires. D'où grand déficit d'eaux douces permettant ainsi, très tôt, l'entrée des eaux marines qui vont repousser très loin en amont le bouchon vaseux après son lessivage en avril-mai. Nous avons pu mesurer d'importantes valeurs de salinité et de faibles valeurs de turbidité.

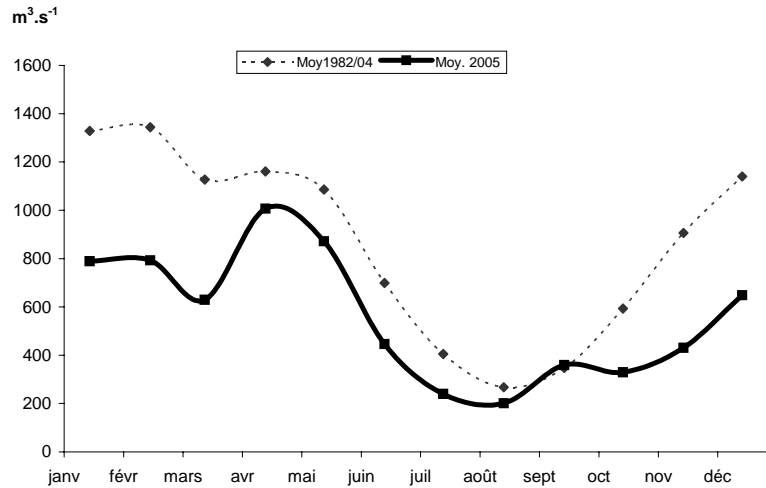


Figure 2-2 : Débits mensuels moyens de la Gironde en 2005.

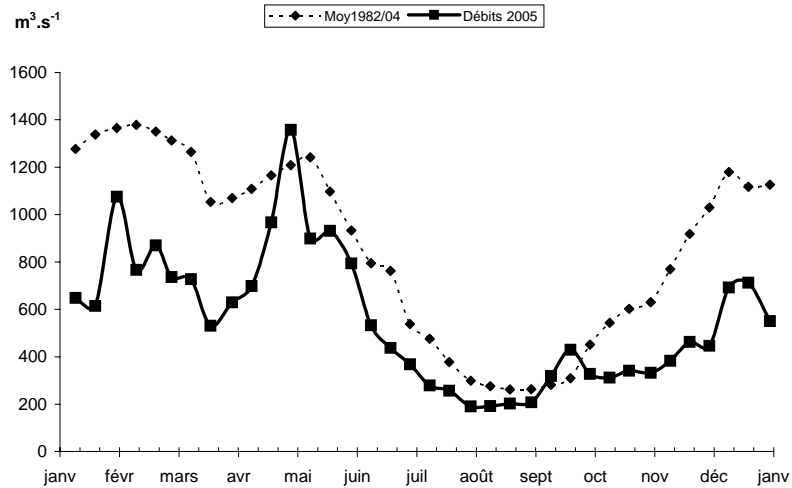


Figure 2-3: Débits moyens de la Gironde par périodes de 10 jours en 2005

3. Evolution des fonds

3.1. Evolution des fonds

Par comparaison des bathymétries de 1995 et de 2000 (**Figures 3-1 et 3-2**), on s'aperçoit qu'à 5 ans d'intervalle, les changements morphologiques sont importants.

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

A l'aval de l'île de Patiras, le banc de Patiras s'est considérablement allongé vers l'aval. L'isobathe 0 a migré de 2 km vers l'aval depuis 1995 ; l'isobathe + 1 m, de 1 km ; l'isobathe + 2 m, de 500 m environ. Cette situation sera préoccupante, si elle perdure.

En effet, les bancs de Saint Louis et Patiras peuvent se réunir en quelques années pour former une barrière continue entre le chenal médian et le chenal de Saintonge. Dans ce cas, la zone des rejets serait abritée des courants de jusant en provenance du chenal de Saintonge, comme elle l'est déjà du jusant du chenal de navigation à cause des dépôts rocheux situés entre les îles de Patiras et de Trompeloup. A certains moments de la marée, ceci ne peut qu'être défavorable à la dispersion des eaux chaudes rejetées.

Au pire, une partie des sables du banc de Patiras peut venir entraver le rejet des eaux à la sortie de l'exutoire amont.

Il est donc de la plus haute importance de suivre de très près l'évolution de la morphologie dans la zone située entre le banc de Patiras et le banc de Saint Louis. Un lever annuel représente un minimum, car le lever effectué en février 2002, montre que le banc de Patiras avait encore progressé de 150 mètres vers l'aval. (Figure 3-3).

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

Nous n'avons pas en notre possession d'information bathymétrique nouvelle depuis février 2002.

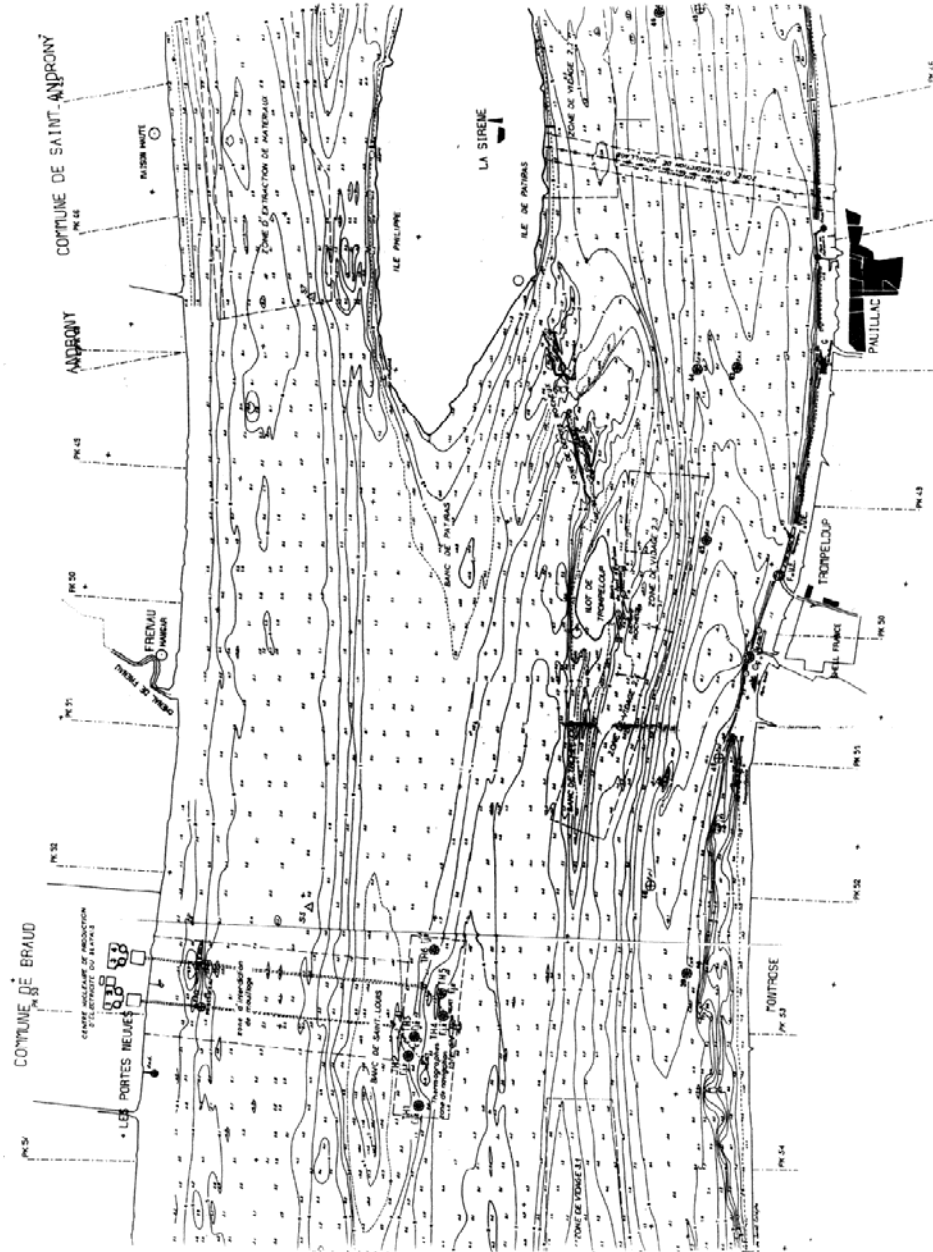


Figure 3-1 : Carte des fonds en 1995



Figure 3-2 : Carte des fonds en 2000

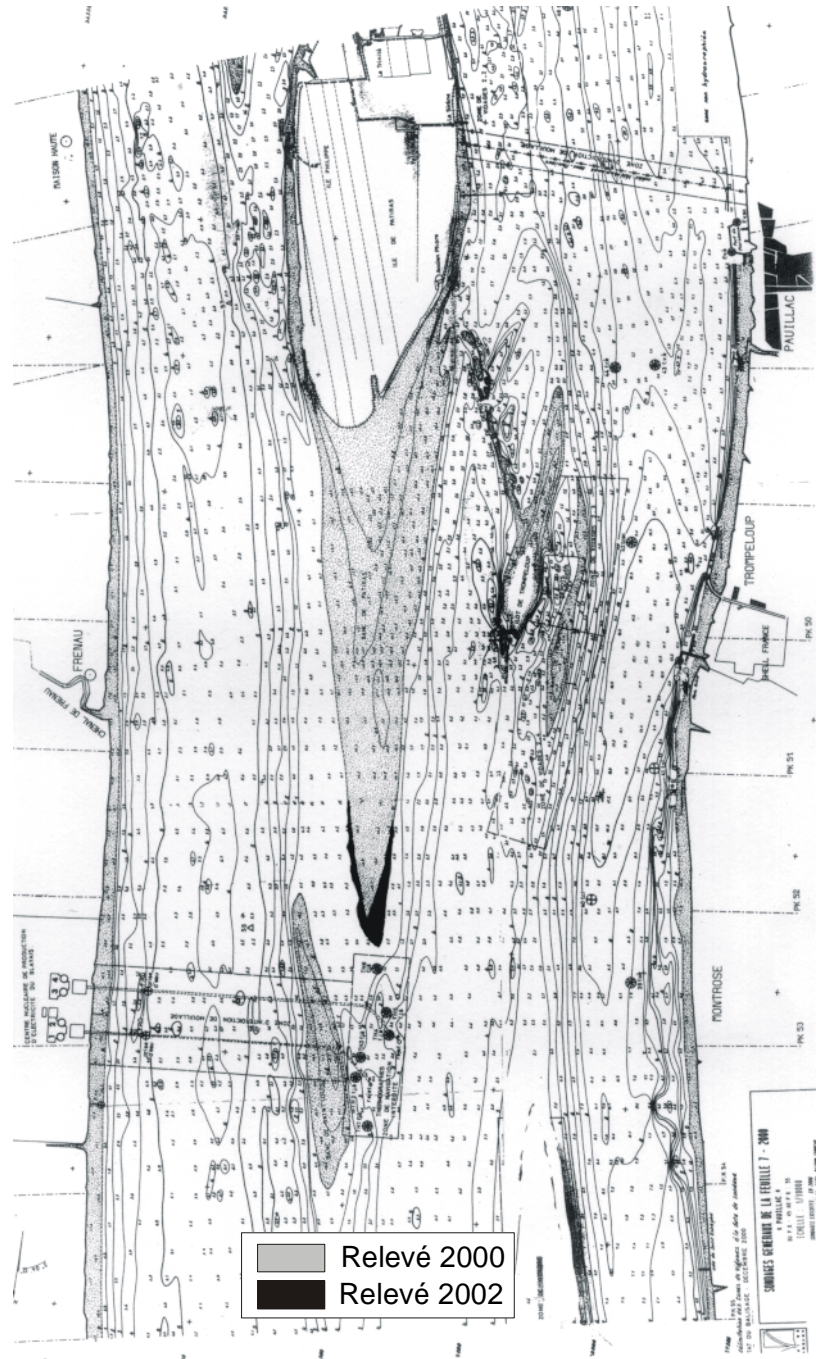


Figure 3-3 : Carte des fonds en 2000 et 2002

4. Résultats des mesures in situ

4.1. Température de l'eau

4.1.1.1. Variations au cours de la marée

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

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

0,36 °C et 1,47 °C en surface,
0,12 °C et 1,72 °C au fond.

L'écart maxima : 1,47 °C en surface le 29 juin, la température moyenne étant de 24,02 °C, et le débit de 379 m³.s⁻¹.

1,72 °C au fond le 29 juin, la température moyenne étant de 23,74 °C et le débit de 379 m³.s⁻¹.

L'écart minima : 0,36 °C en surface le 19 avril, la température moyenne étant de 12,61 °C et le débit de 959 m³.s⁻¹.

0,12 °C au fond le 27 septembre, la température moyenne étant de 19,19 °C et le débit de 342 m³.s⁻¹.

L'estuaire était alors bien mélangé.

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

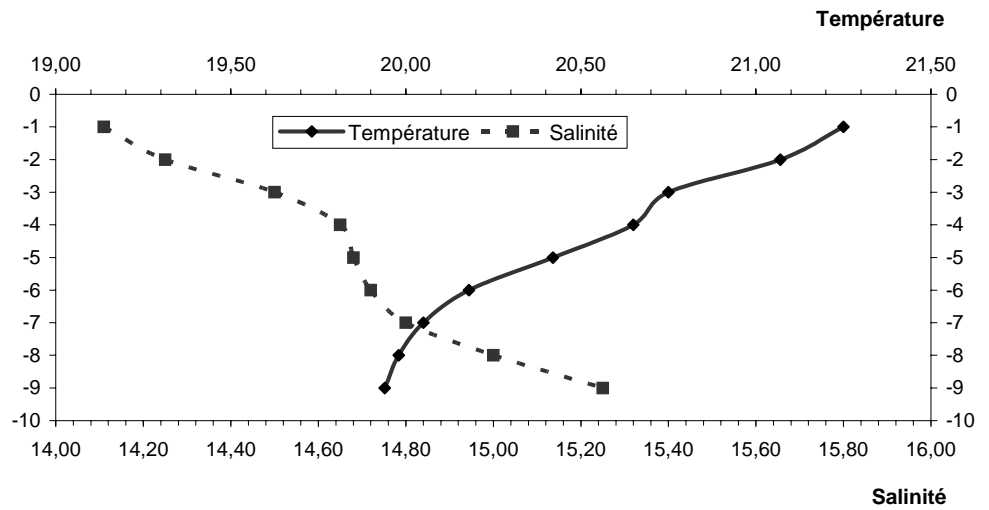


Figure 4-1: Evolution des gradients de température et de salinité au point E PK 52 le 29 septembre 2005 à 5h25 à PM

Tableau 4-1 : Température de l'eau au point F PK 67

TEMPERATURES DE L'EAU EN SURFACE (S) ET AU FOND (F)								
POINT F PK 67								
ANNEE F2005								
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)
19-avr	S	12,42	12,78	0,36	12,61	0,32	35-41	959
	F	12,26	12,86	0,60	12,46			
04-mai	S	16,36	17,11	0,75	16,69	0,47	61-67	1328
	F	16,02	17,12	1,10	16,48			
29-juin	S	23,31	24,78	1,47	24,02	0,46	60-57	379
	F	22,85	24,57	1,72	23,74			
13-juil	S	22,50	23,37	0,87	23,03	0,49	55-52	268
	F	22,24	23,36	1,12	22,88			
30-août	S	21,21	21,92	0,71	21,55	0,87	35-41	208
	F	20,83	21,54	0,71	21,09			
27-sept	S	19,40	20,36	0,96	19,71	1,21	23-26	342
	F	19,14	19,26	0,12	19,19			
11-oct	S	18,04	18,62	0,58	18,30	0,64	37-36	312
	F	17,78	18,32	0,54	18,04			
08-nov	S	15,78	16,17	0,39	16,02	0,12	51-47	343
	F	15,82	16,15	0,33	16,03			
Mini S	S	12,42	12,78	0,36	12,61	0,12		
Mini F	F	12,26	12,86	0,12	12,46			
Maxi S	S	23,31	24,78	1,47	24,02	1,21		
Maxi F	F	22,85	24,57	1,72	23,74			

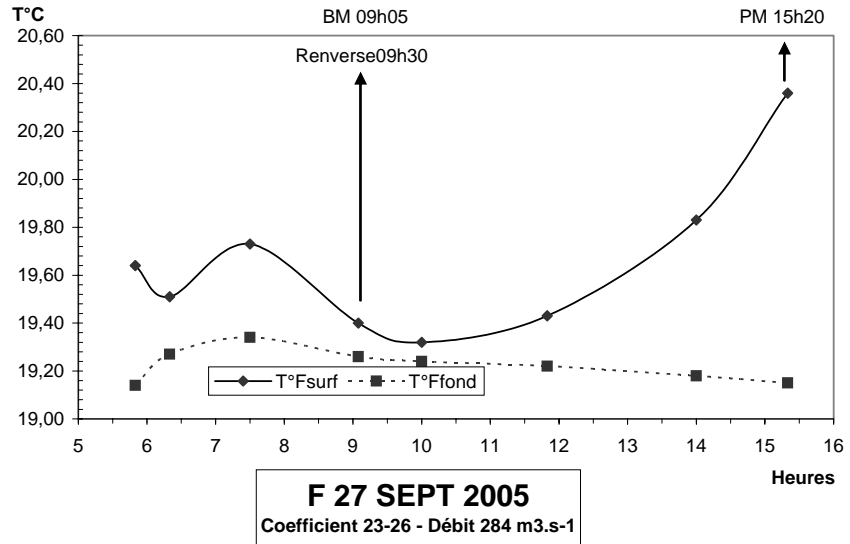
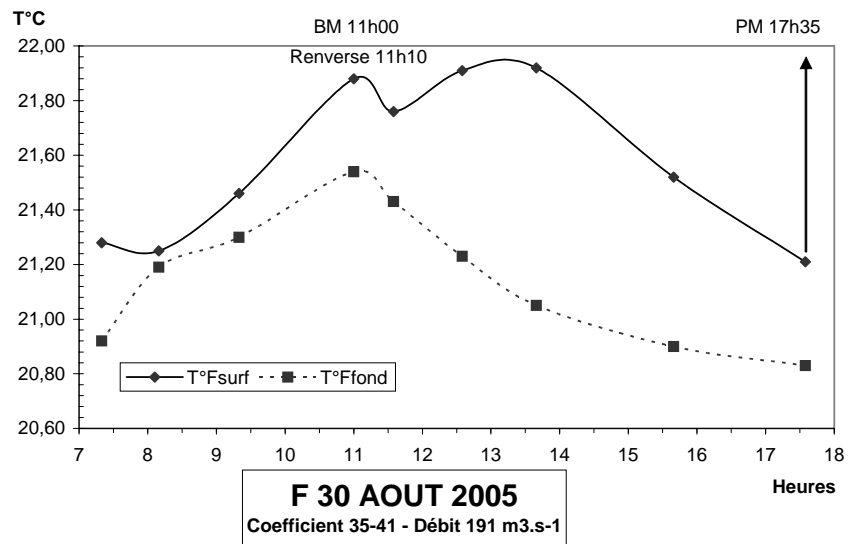


Figure 4-2 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au point F PK 67 en 2005

Point E-PK 52 (Tableau 4-2, Figure 4-3)

Le point E est situé dans le chenal médian. Les mesures de température relevées aux heures de basse mer, mi-marée et de pleine mer, font apparaître des écarts de température compris entre (écarts entre mini et maxi absolus) :

-0,69° C et 2,19° C en surface

-0,16° C et 1,83° C au fond.

L'écart maxima : 2,19° C en surface le 09 novembre la température moyenne étant de 16,91° C. Débit de 354 m³.s⁻¹.

1,83° C au fond le 20 avril, la température moyenne étant 13,33° C et le débit de 961 m³.s⁻¹.

L'écart minima : 0,69° C en surface le 05 mai, la température moyenne étant de 17,41° C. Débit de 1291 m³.s⁻¹.

0,16° C au fond le 09 novembre la température moyenne étant de 16,18° C, et le débit de 354 m³.s⁻¹.

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

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

TEMPERATURES DE L'EAU EN SURFACE (S) ET AU FOND (F)								
POINT E PK 52								
ANNEE E2005								
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)
20-avr	S	12,57	13,48	0,91	13,08	0,92	48-55	961
	F	12,57	14,40	1,83	13,33			
05-mai	S	17,03	17,72	0,69	17,41	0,58	73-78	1291
	F	17,20	17,75	0,55	17,57			
30-juin	S	24,43	27,08	2,65	25,24	2,39	54	367
	F	24,50	24,73	0,23	24,65			
14-juil	S	23,93	25,44	1,51	24,67	1,34	50-47	273
	F	24,07	24,65	0,58	24,27			
01-sept	S	22,65	23,57	0,92	23,01	1,09	58-63	210
	F	22,48	22,83	0,35	22,67			
29-sept	S	19,67	21,25	1,58	20,25	1,31	44-51	322
	F	19,67	20,10	0,43	19,95			
13-oct	S	18,64	20,19	1,55	19,18	1,04	46-54	287
	F	18,72	19,15	0,43	18,95			
09-nov	S	15,98	18,17	2,19	16,91	1,96	45-45	354
	F	16,09	16,25	0,16	16,18			
Mini S	S	12,57	13,48	0,69	13,08	0,58		
Mini F	F	12,57	14,40	0,16	13,33			
Maxi S	S	24,43	27,08	2,65	25,24	2,39		
Maxi F	F	24,50	24,73	1,83	24,65			

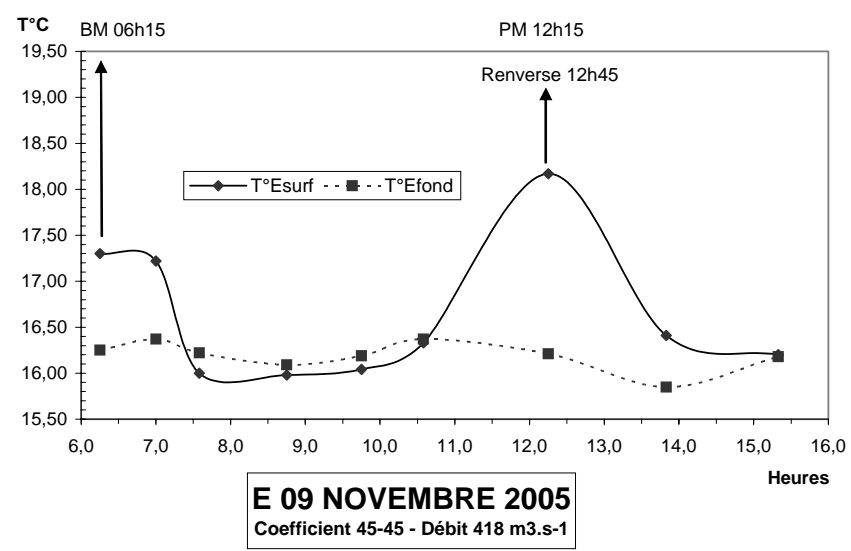
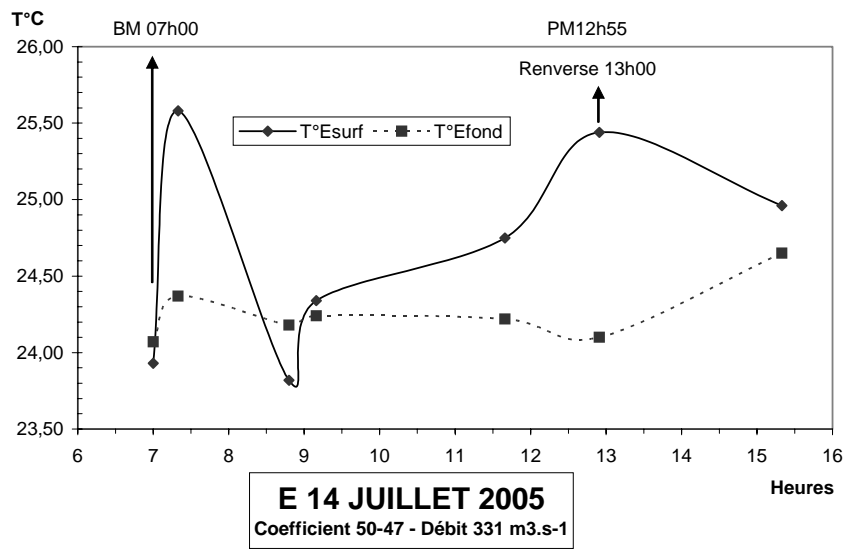


Figure 4-3 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au point E PK 52 en 2005

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

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

0,14° C et 1,05° C en surface
0,15° C et 0,98° C au fond.

L'écart maxima : 1,05° C en surface le 28 septembre, la température moyenne étant de 19,41° C. Débit de 329 m³.s⁻¹ ;
0,98° C au fond le 28 septembre, la température moyenne étant de 19,32° C. Débit de 329 m³.s⁻¹.

L'écart minima : 0°14 C en surface le 06 mai, la température moyenne étant de 17,2° C, et les débits de 1220 m³.s⁻¹.
0,15°C au fond le 06 mai, la température moyenne étant de 17,21° C et les débits de 1220 m³.s⁻¹.

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

TEMPERATURES DE L'EAU EN SURFACE (S) ET AU FOND (F)								
POINT K PK 30								
ANNEE K2005								
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfl m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
21-avr	S	12,26	12,76	0,50	12,49	0,06	61-67	967
	F	12,24	12,71	0,47	12,46			
06-mai	S	17,13	17,27	0,14	17,20	0,18	83-87	1220
	F	17,16	17,31	0,15	17,21			
01-juil	S	24,00	24,84	0,84	24,41	0,07	53-52	368
	F	24,00	24,77	0,77	24,39			
15-juil	S	24,29	24,75	0,46	24,49	0,05	45-44	280
	F	24,30	24,71	0,41	24,47			
31-août	S	22,13	22,82	0,69	22,43	0,42	46-52	209
	F	22,13	22,78	0,65	22,35			
28-sept	S	18,87	19,92	1,05	19,41	0,19	31-38	329
	F	18,75	19,73	0,98	19,32			
12-oct	S	17,47	18,12	0,65	17,80	0,15	39	297
	F	17,50	18,27	0,77	17,84			
10-nov	S	14,38	15,08	0,70	14,81	0,26	47	367
	F	14,64	15,16	0,52	14,92			
Mini S	S	12,26	12,76	0,14	12,49	0,05		
Mini F	F	12,24	12,71	0,15	12,46			
Maxi S	S	24,29	24,84	1,05	24,49	0,42		
Maxi F	F	24,30	24,77	0,98	24,47			

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

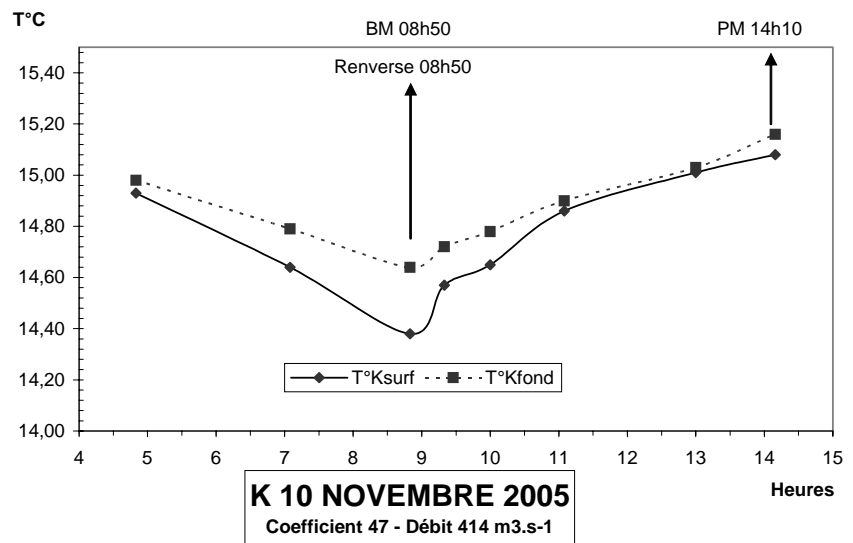
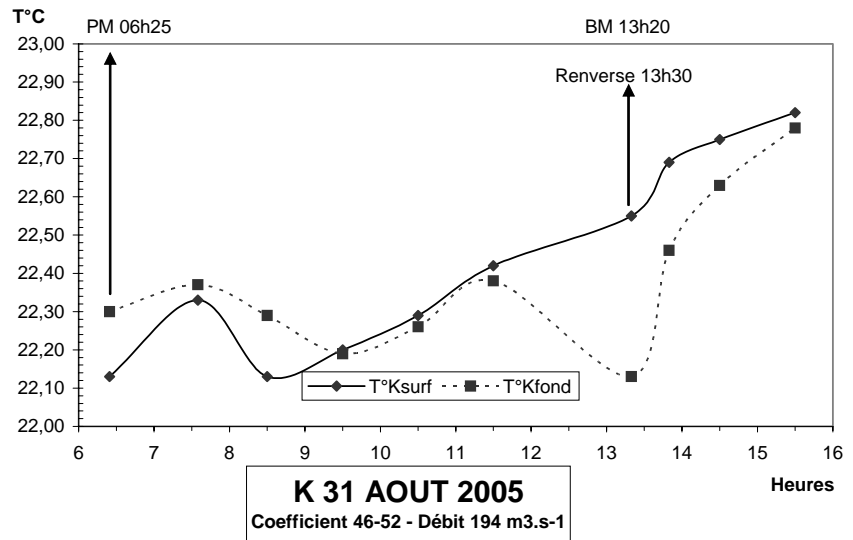


Figure 4-4 : Evolution des températures de l'eau au cours d'une marée au Point K (PK 30) en 2005

4.1.2. Variations annuelles

Point F - PK 67 (Figure 4-5)

Les températures moyennes, entre avril et novembre 2005 ont évolué :

de 12,61 °C le 19 avril
à 24,02 °C le 29 juin en surface,
et de 12,46 °C le 19 avril
à 23,74 °C le 29 juin au fond.

Les températures maximales relevées sont :

24,78 °C le 29 juin en surface,
24,57 °C le 29 juin au fond.

Les températures minimales relevées sont :

12,42 °C le 19 avril en surface,
12,26 °C le 19 avril au fond.

Point E-PK 52 (Figure 4-5)

Les températures moyennes, entre avril et novembre 2005 ont évolué :

de 13,08 °C le 20 avril
à 24,67 °C le 14 juillet en surface,
et de 13,33 °C le 20 avril
à 24,39 °C le 30 juin au fond.

Les températures maximales relevées sont :

25,44 °C le 14 juillet en surface,
24,77 °C le 14 juillet au fond.

Les températures minimales relevées sont :

12,57 °C le 20 avril en surface,
12,57 °C le 20 avril au fond.

Point K-PK 30 (Figure 4-5)

Les températures moyennes, entre avril et novembre 2005 ont évolué :

de 12,49 °C le 21 avril
à 24,49 °C le 15 juillet en surface,
et de 12,46 °C le 21 avril
à 24,47 °C le 15 juillet au fond.

Les températures maximales relevées sont :

24,84 °C le 1^{er} juillet en surface,
24,77 °C le 1^{er} juillet au fond.

Les températures minimales relevées sont :

12,26 °C le 21 avril en surface,
12,24 °C le 21 avril au fond.

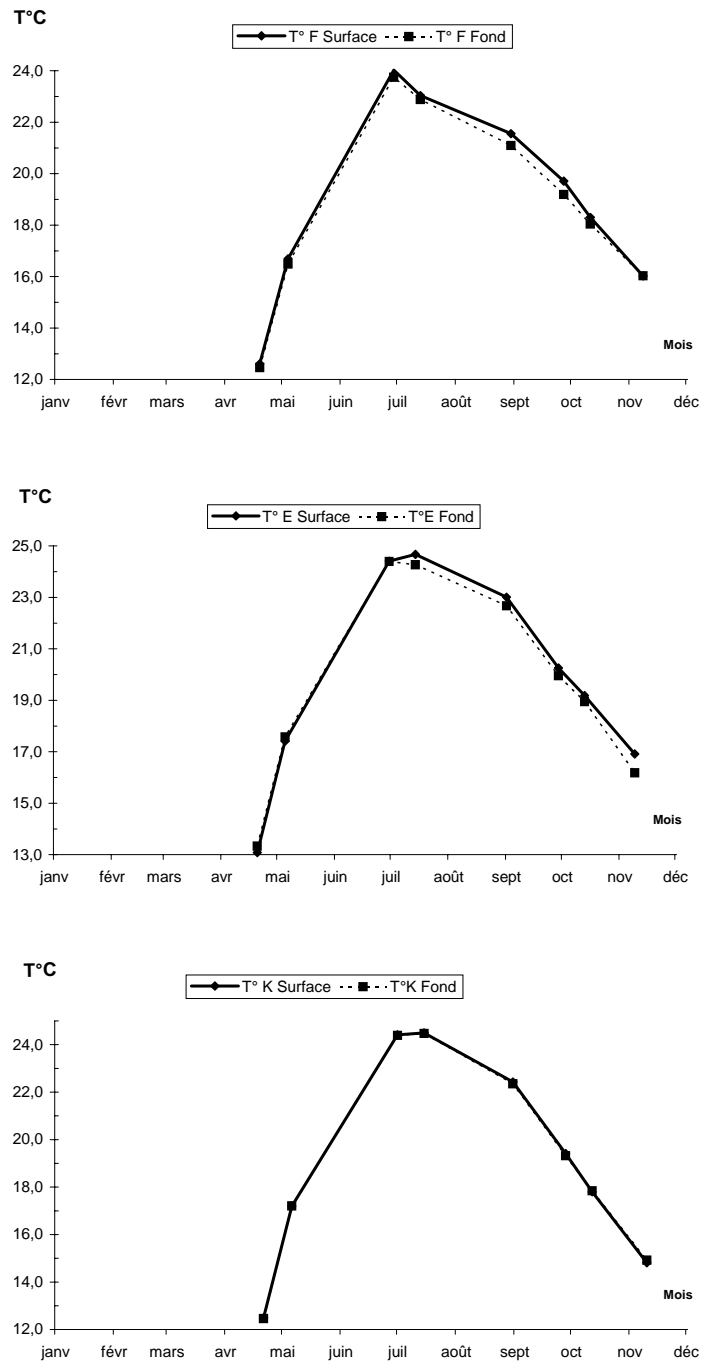


Figure 4-5 : Variations annuelles des températures moyennes de l'eau aux Points F,E,K en 2005

Par rapport à la moyenne 1976/2004 (**Figure 4-6**) la température moyenne en 2005 est nettement supérieure à celle de 1976 à 2004. La comparaison des cinq dernières années (**Figure 4-7**), montre que 2005 est une année où les températures mensuelles moyennes des eaux sont des plus élevées pendant la période sensible. L'insolation des mois de Juin, Juillet, est considérée comme excédentaire comme en 2003 par rapport à la normale. Les caractères dominants sont tirés du tableau climatologique mensuel de la station Météo France à Mérignac.

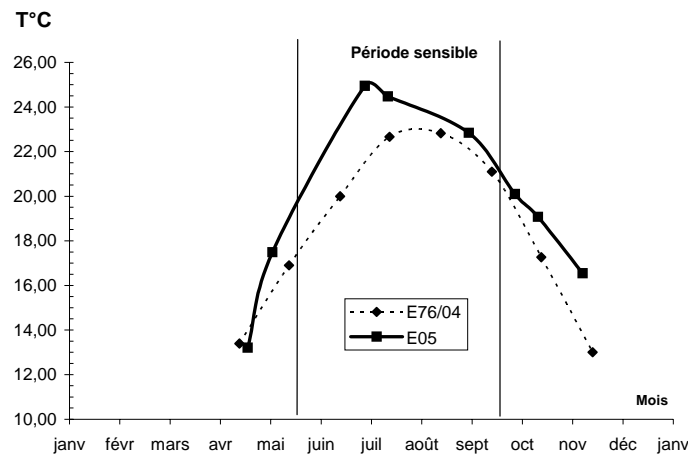


Figure 4-6 : Variations annuelles des températures mensuelles moyennes de l'eau au Point E (PK52) de 1976 à 2004 et en 2005

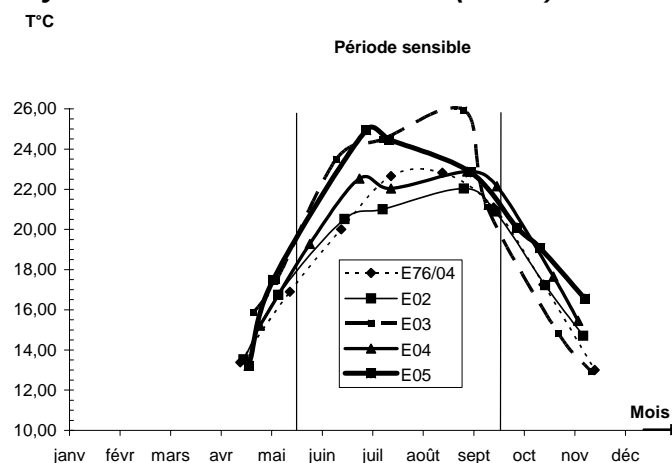


Figure 4-7 : Variations pluriannuelles des températures mensuelles moyennes de l'eau au point E (PK 52) en 2002, 2003, 2004 et 2005

4.1.3. Variations pluriannuelles

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

Mode opératoire

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

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

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

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

Résultats

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

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

moyenne des températures de l'air ré augmente alors que celle de l'eau diminue encore (-0,2 °C) malgré un minimum absolu record de 24 °C près du fond au 1^{er} Septembre. En 2000, la température de l'air reste stable et la température de l'eau continue à diminuer.

En 2001 il y a divergence. La température moyenne de l'air a baissé de 0,4°C, alors que la moyenne de l'eau près du fond a augmenté de 1°C (**Figure 4-8**). Rappelons qu'en 2001 la température de l'eau, et surtout en été, a été élevée (**Figure 4-8**).

En 2002, du fait que dans la période sensible l'insolation ait été déficitaire la température moyenne de l'air a baissé et, comme la température moyenne de l'eau dépend des conditions climatiques, elle a baissé aussi, du même ordre soit 0,3 °C.

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

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

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

En 2005 les températures moyennes sont excédentaires tout au long de l'année par rapport à la moyenne 1976/2004. Dans la période sensible les températures sont moins élevées qu'en 2003, sauf au mois de juin, mais 2005 est une année sèche.

La comparaison des températures eau-air (**Figure 4-8**) révèle qu'il y a élévation de la température de l'eau près du fond (de 0,54 °C) et de celle de l'air (de 0,49 °C) par rapport à 2004. Notons 3 périodes chaudes (1981, 1982, 1983), (1989, 1990, 1991), 1997 et que (2003, 2004, 2005) est la 4^{ème} période en cours.

2005 est le record avec 20,36 °C.

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

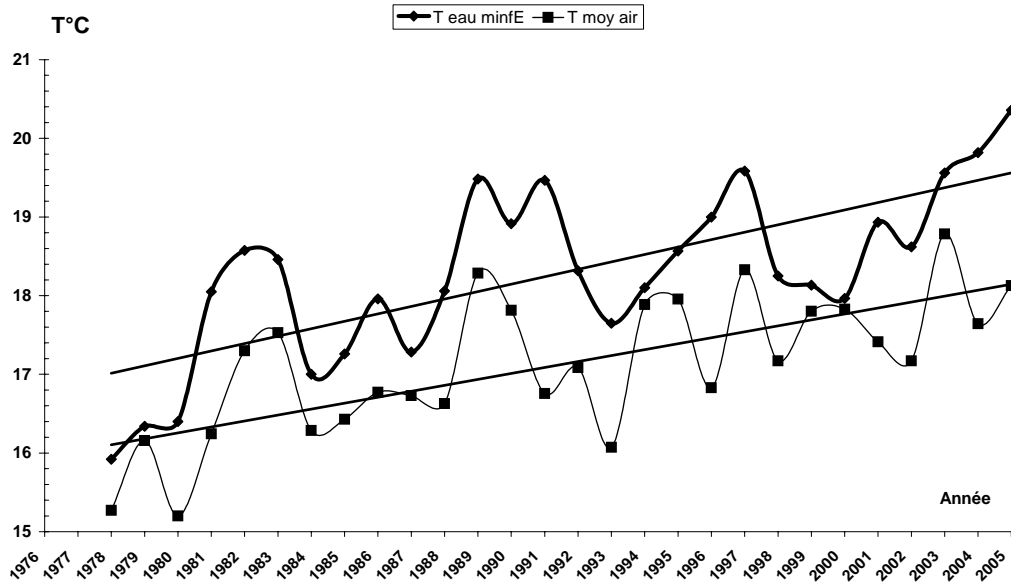


Figure 4-8 : Evolution relative des températures moyennes de l'air et de l'eau près du fond au point E PK 52 au cours de la période 1978-2005 (de mai à novembre)

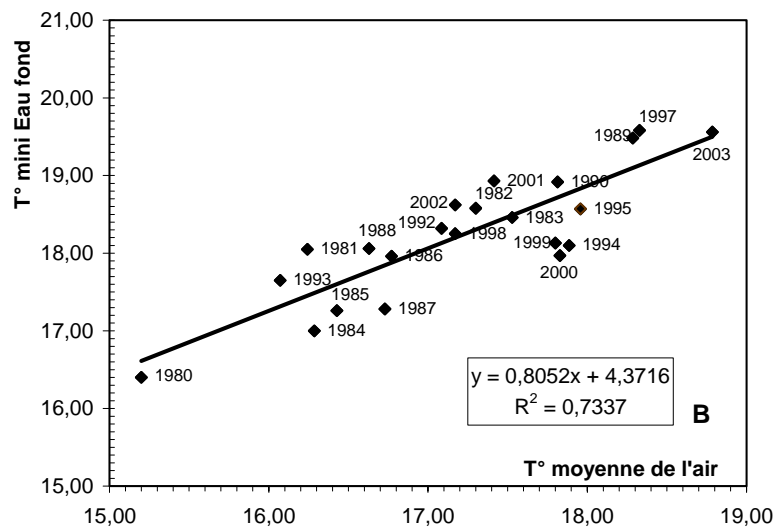
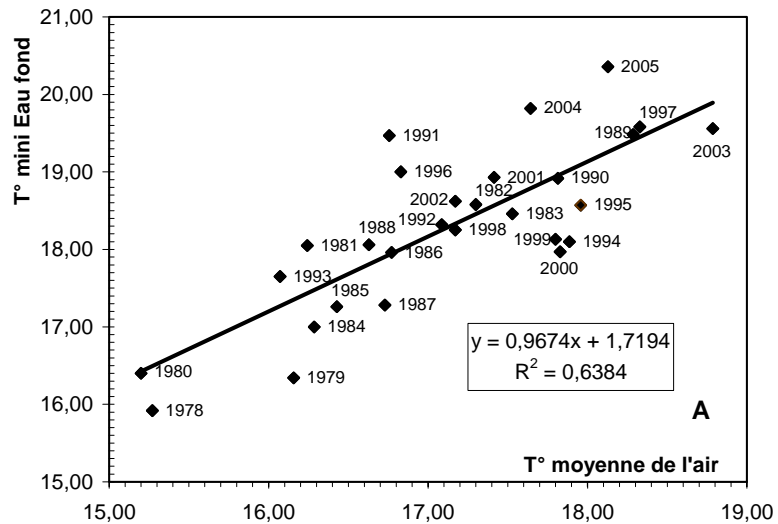


Figure 4-9 : Corrélations entre les températures moyennes annuelles de l'air et les températures minimales moyennes annuelles de l'eau au point E PK 52 (mai à novembre) -

A (de 1978 à 2005)

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

4.2. Salinité

4.2.1. Variation dans le temps

4.2.1.1. Au cours de la marée.

Les salinités relevées au cours d'une marée présentent des écarts minima et maxima qui sont compris :

Au Point F (Tableau 4-4, Figure 4-10)

en surface	entre 6,41 (11 octobre)	(Coef 37-36)	(Débit 312 m ³ .s ⁻¹)
	et 9,25 (04 mai)	(Coef 61-67)	(Débit 1328 m ³ .s ⁻¹)
au fond	entre 4,83 (27 septembre)	(Coef 23-26)	(Débit 342 m ³ .s ⁻¹)
	et 10,60 (04 mai)	(Coef 61-67)	(Débit 1328 m ³ .s ⁻¹)

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

en surface	entre 2,97 (20 Avril)	(Coef 48-55)	(Débit 961 m ³ .s ⁻¹)
	et 5,68 (29 Septembre)	(Coef 44-51)	(Débit 322 m ³ .s ⁻¹)
au fond	entre 3,21 (20 Avril)	(Coef 48-55)	(Débit 961 m ³ .s ⁻¹)
	et 6,11 (01 Septembre)	(Coef 58-63)	(Débit 210 m ³ .s ⁻¹)

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

en surface	entre 0,21 (06 mai)	(Coef 83-87)	(Débit 1220 m ³ .s ⁻¹)
	et 5,26 (12 octobre)	(Coef 39)	(Débit 297 m ³ .s ⁻¹)
au fond	entre 0,13 (06 Mai)	(Coef 83-87)	(Débit 1220 m ³ .s ⁻¹)
	et 4,62 (10 novembre)	(Coef 43)	(Débit 367 m ³ .s ⁻¹)

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

Par rapport à 2004, du fait des conditions climatiques, 2005 est une année sèche, nettement moins arrosée, donc les salinités sont plus fortes et beaucoup plus tôt dans l'année

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

<p style="text-align: center;">VI-T4 POINT F PK 67 SALINITES</p>								
<p>ANNEE F2005</p>								
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)
19-avr	S	7,58	16,69	9,11	10,95	5,00	35-41	959
	F	8,74	18,21	9,47	14,04			
04-mai	S	2,84	12,09	9,25	6,87	2,68	61-67	1328
	F	4,06	14,66	10,60	8,62			
29-juin	S	8,90	17,70	8,80	13,44	1,99	60-57	379
	F	10,89	19,62	8,73	15,01			
13-juil	S	10,23	17,04	6,81	13,62	2,11	55-52	268
	F	10,88	19,15	8,27	14,73			
30-août	S	16,32	22,78	6,46	19,74	3,69	35-41	208
	F	17,44	24,35	6,91	21,66			
27-sept	S	11,74	18,53	6,79	15,48	9,28	23-26	342
	F	20,97	25,80	4,83	23,04			
11-oct	S	12,16	18,57	6,41	15,08	4,20	37-36	312
	F	12,74	21,83	9,09	17,98			
08-nov	S	11,80	20,09	8,29	15,64	2,21	51-47	343
	F	12,64	22,30	9,66	17,12			
Mini S	S	2,84	12,09	6,41	6,87	1,99		
Mini F	F	4,06	14,66	4,83	8,62			
Maxi S	S	16,32	22,78	9,25	19,74	9,28		
Maxi F	F	20,97	25,80	10,60	23,04			

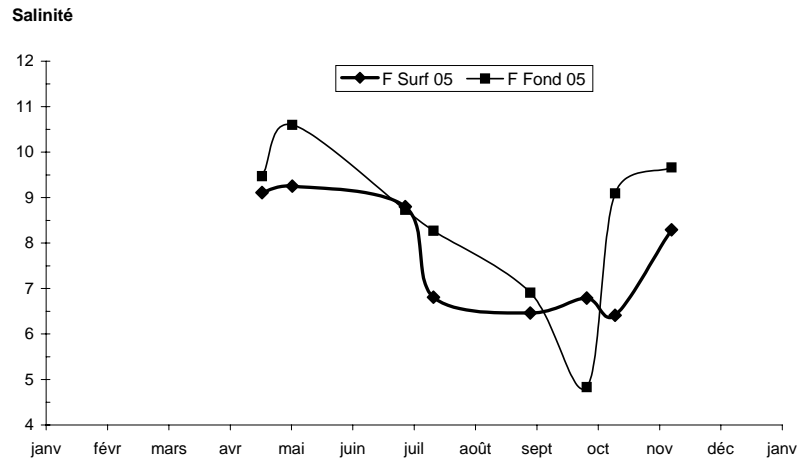


Figure 4-10 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point F PK 67 en 2005

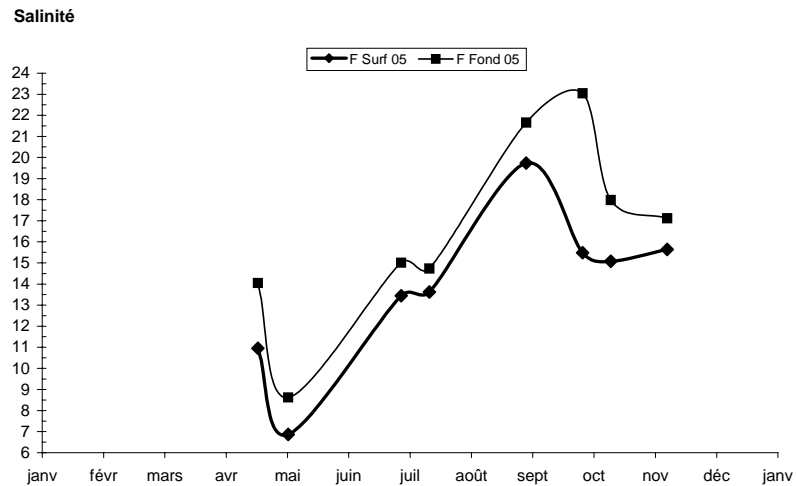


Figure 4-11 : Variations annuelles des salinités moyennes au point F PK 67 en 2005

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

VI-5								
POINT E PK 52								
SALINITES								
ANNEE E2005								
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)
20-avr	S	1,73	4,70	2,97	3,58		48-55	961
	F	1,70	4,91	3,21	3,62	0,21		
05-mai	S	0,77	3,80	3,03	2,14	0,51	73-78	1291
	F	0,66	4,31	3,65	2,14			
30-juin	S	5,21	8,56	3,35	7,45	0,86	54	367
	F	5,25	9,42	4,17	7,63			
14-juil	S	5,42	9,66	4,24	7,76	0,64	50-47	273
	F	5,51	10,30	4,79	7,98			
01-sept	S	9,74	15,41	5,67	12,68	0,59	58-63	210
	F	9,89	16,00	6,11	12,82			
29-sept	S	8,43	14,11	5,68	11,62	1,14	44-51	322
	F	9,36	15,25	5,89	12,24			
13-oct	S	7,17	11,74	4,57	9,48	0,51	46-54	287
	F	7,34	12,25	4,91	9,66			
09-nov	S	7,85	11,65	3,80	10,04	0,49	45-45	354
	F	8,34	11,94	3,60	10,27			
Mini S	S	0,77	3,80	2,97	2,14	0,21		
Mini F	F	0,66	4,31	3,21	2,14			
Maxi S	S	9,74	15,41	5,68	12,68	1,14		
Maxi F	F	9,89	16,00	6,11	12,82			

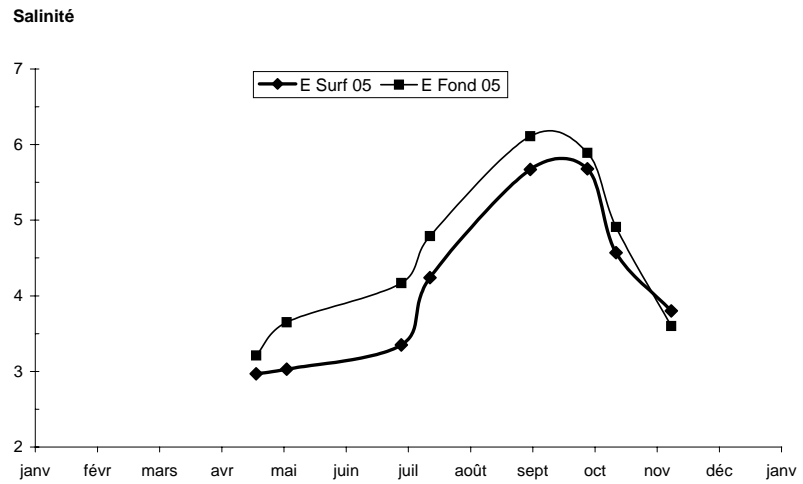


Figure 4-12 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point E PK 52 en 2005

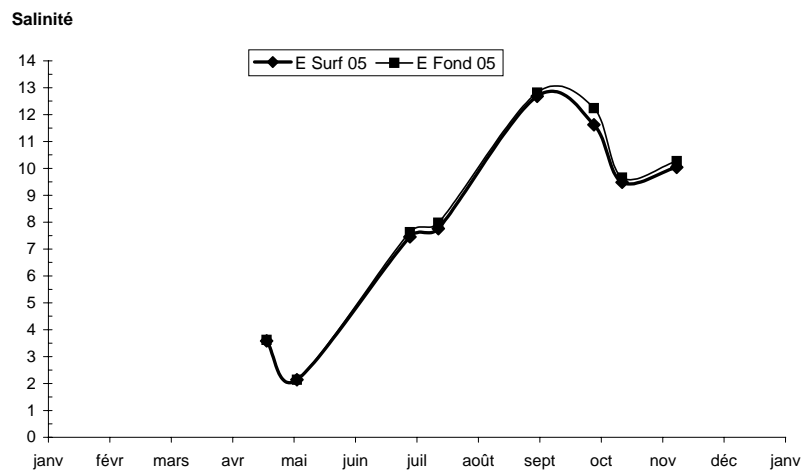


Figure 4-13 : Variations annuelles des salinités moyennes au point E PK 52 en 2005

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

VI-6							
POINT K PK 30							
SALINITES							
ANNEE K2005							
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Qfl m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
21-avr	S	0,14	0,39	0,25	0,22	0,10	967
	F	0,14	0,49	0,35	0,24		
06-mai	S	0,14	0,35	0,21	0,20	0,08	1220
	F	0,14	0,27	0,13	0,18		
01-juil	S	0,98	3,84	2,86	2,64	0,10	368
	F	1,03	3,94	2,91	2,67		
15-juil	S	1,70	4,27	2,57	3,14	0,36	280
	F	1,72	4,63	2,91	3,23		
31-août	S	3,22	6,79	3,57	5,37	0,76	209
	F	3,68	7,55	3,87	5,62		
28-sept	S	1,56	5,23	3,67	3,62	0,12	329
	F	1,61	5,19	3,58	3,64		
12-oct	S	2,48	7,74	5,26	4,63	1,34	297
	F	2,48	6,40	3,92	4,47		
10-nov	S	2,00	6,26	4,26	4,40	0,36	367
	F	2,00	6,62	4,62	4,50		
Mini S	S	0,14	0,35	0,21	0,20	0,08	
Mini F	F	0,14	0,27	0,13	0,18		
Maxi S	S	3,22	7,74	5,26	5,37	1,34	
Maxi F	F	3,68	7,55	4,62	5,62		

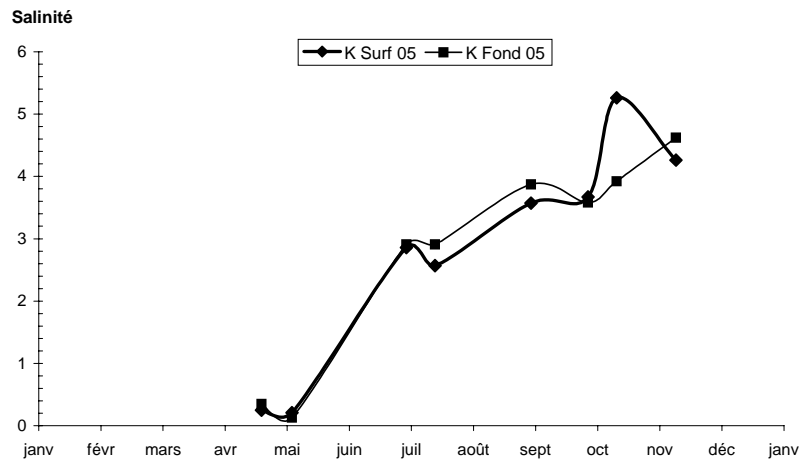


Figure 4-14 : Variations des écarts de salinité au cours de la marée au point K PK 30 en 2005

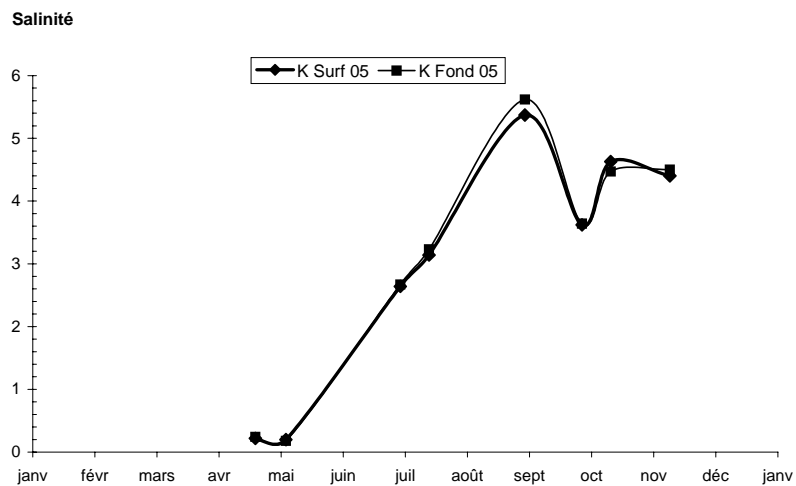


Figure 4-15 : Variations annuelles des salinités moyennes au point K PK 30 en 2005

4.2.1.2. Les variations annuelles

Les salinités moyennes relevées au cours de l'année 2005 ont évolué :

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

en surface entre 6,87 (04 mai) et 19,74 (30 août)

au fond entre 8,62 (04 mai) et 23,04 (27 Septembre)

On relève les salinités minimales absolues le 04 mai :

2,84 en surface et 4,06 au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales absolues le 30 août et le 27 septembre :

22,78 en surface et 25,80 au fond à pleine mer.

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

en surface entre 2,14 (05 mai) et 12,68 (01 septembre)

au fond entre 2,14 (05 mai) et 12,82 (01 septembre)

On relève les salinités minimales absolues le 05 mai:

0,77 en surface et 0,66 au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales absolues le 01 septembre:

15,41 en surface et 16,00 au fond à pleine mer.

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

en surface entre 0,20 (06 mai) et 5,37 (31 août)

au fond entre 0,18 (06 mai) et 5,62 (31 août)

On relève les salinités minimales absolues le 21 avril et le 06 mai :

0,14 en surface et 0,14 au fond à basse mer.

On relève les salinités maximales absolues le 12 octobre et le 31 août :

7,74 en surface et 7,55 au fond à pleine mer.

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

En 2005, on relève aux 3 points, les grandes variations de salinités aux périodes indiquées ci-après :

	Point F	Point E	Point K
Salinités minimales	04 mai	05 mai	21 avril-06 mai
Salinités maximales	30 août-27 sept.	01 septembre	28 Sept -31 août
Salinités moyennes maxi	30 août-27 sept.	01 septembre	31 août

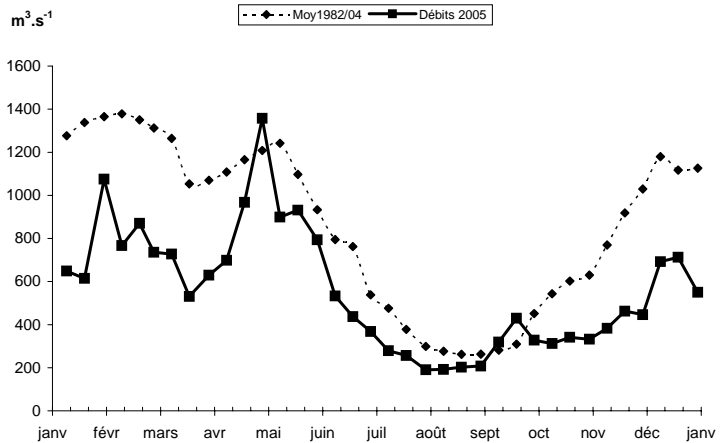
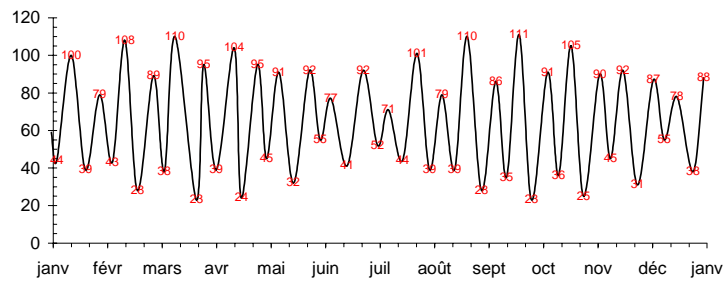
Les variations pluriannuelles de salinités sont présentées dans le tableau suivant :

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

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

En 2005, la moyenne des débits est nettement moins élevée qu'en 2004. Nous relevons les salinités maximales en août - septembre au point F, E et K, au moment où les débits sont les plus faibles. Si nous comparons 2005 et 2004, nous noterons une augmentation des salinités moyennes aux 3 points.

Coefficient 2005



Salinité

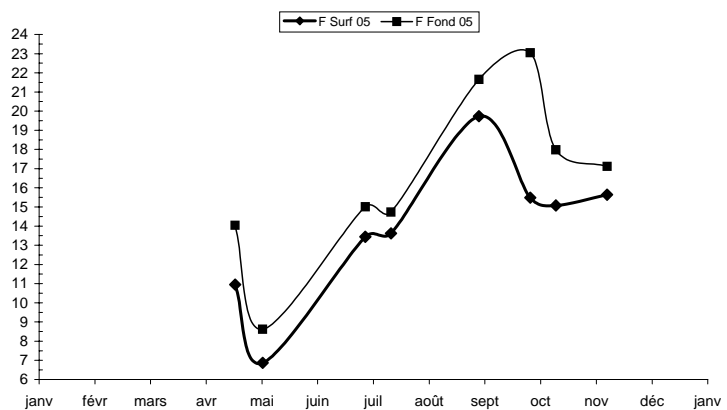
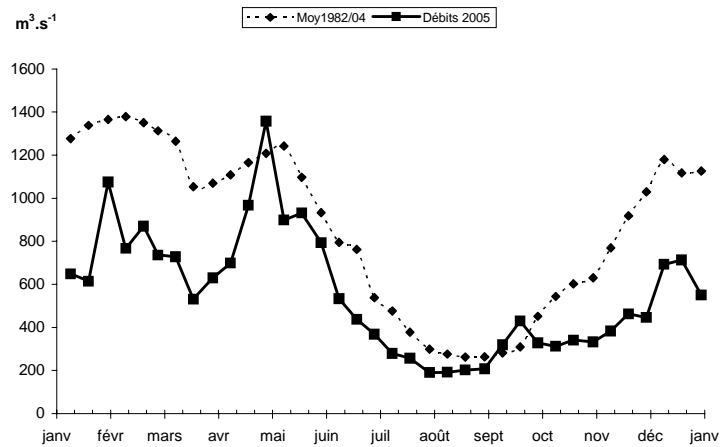
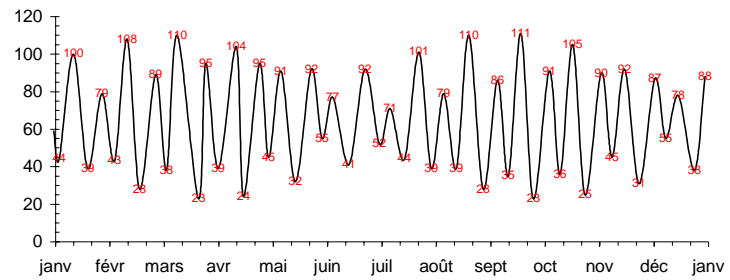


Figure 4-16 : Variations annuelles des salinités moyennes au Point F (PK 67), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2005

Coefficient 2005



Salinité

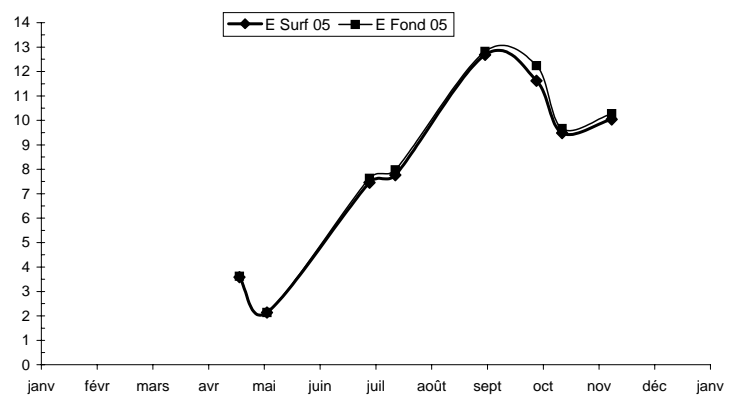
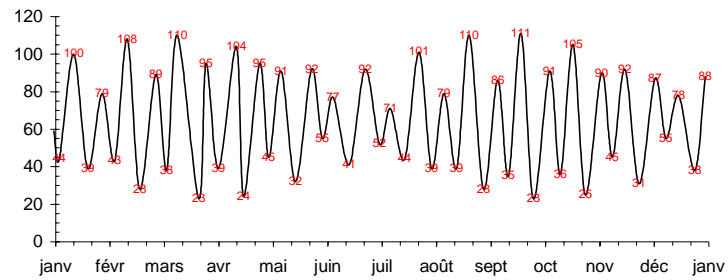
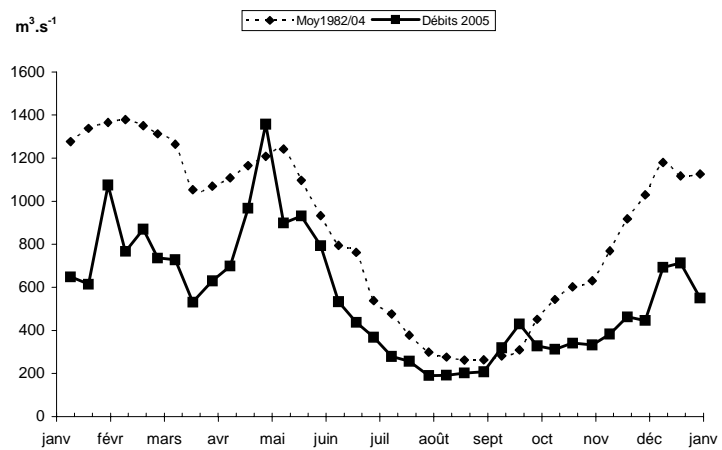


Figure 4-17 : Variations annuelles des salinités moyennes au Point E (PK 52), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2005

Coefficient 2005

 $m^3 \cdot s^{-1}$ 

Salinité

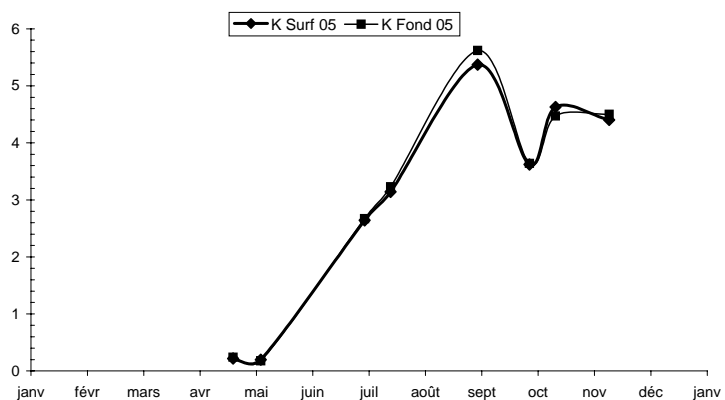


Figure 4-18 : Variations annuelles des salinités moyennes au Point K (PK 30), du débit fluvial et des coefficients de marée en 2005

4.3. Vitesse de courant

Point F

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

Les plus élevées ont été observées :

en surface le 19 avril :	-134 cm.s ⁻¹ (Qfl : 959 m ³ .s ⁻¹ - coef. 35-41)
et le 11 octobre :	-134 cm.s ⁻¹ (Qfl : 312 m ³ .s ⁻¹ - coef. 37-36)
au fond le 29 juin :	-88 cm.s ⁻¹ (Qfl : 379 m ³ .s ⁻¹ - coef. 60-57)
et le 04 mai :	82 cm.s ⁻¹ (Qfl : 1328 m ³ .s ⁻¹ - coef. 61-67)

Point E

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

Les plus élevées ont été observées :

en surface le 20 avril :	157 cm.s ⁻¹ (Qfl : 961 m ³ .s ⁻¹ - coef. 48-55)
et le 05 mai :	155 cm.s ⁻¹ (Qfl : 1291 m ³ .s ⁻¹ - coef. 73-78)
au fond le 05 mai :	111 cm.s ⁻¹ (Qfl : 1291 m ³ .s ⁻¹ - coef. 73-78)
et le 20 avril :	108 cm.s ⁻¹ (Qfl : 961 m ³ .s ⁻¹ - coef. 48-55)

Point K

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

Les plus élevées ont été observées :

en surface le 21 avril :	-143 cm.s ⁻¹ (Qfl : 967 m ³ .s ⁻¹ - coef. 61-67)
le 06 mai :	-134 cm.s ⁻¹ (Qfl : 1220 m ³ .s ⁻¹ - coef. 83-87)
le 31 Août :	134 cm.s ⁻¹ (Qfl : 209 m ³ .s ⁻¹ - coef. 46-52)
et le 10 novembre :	128 cm.s ⁻¹ (Qfl : 367 m ³ .s ⁻¹ - coef. 47)
au fond le 31 Août :	-96 cm.s ⁻¹ (Qfl : 209 m ³ .s ⁻¹ - coef. 46-52)
le 19 avril :	91 cm.s ⁻¹ (Qfl : 967 m ³ .s ⁻¹ - coef. 61-67)
et le 06 mai :	- 91 cm.s ⁻¹ (Qfl : 1220 m ³ .s ⁻¹ - coef. 83-87)

Au point E, les vitesses maximales en surface et au fond de flot sont inférieures à celles de 2003 et 2004. (**Tableau 4-7, Figure 4-19**).

Le régime des courants est différent au Point E, situé dans le chenal médian, par suite de l'évolution de la morphologie des fonds d'où l'importance du paramètre bathymétrique pour la répartition et les valeurs des vitesses maximales en plus des variations du débit fluvial et des coefficients de marée.

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

Année 2005		VITESSES MAXIMALES DE COURANT EN cm.s^{-1} .							Qfl $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$
DATES	COEFFICIENTS	POINT F PK 67 Vitesses Maximales		POINT E PK 52 Vitesses Maximales		POINT K PK 30 Vitesses Maximales			
		SURFACE	FOND	SURFACE	FOND	SURFACE	FOND		
19 avril	35-41	-134	64					959	
20 avril	48-55			157	108			961	
21 avril	61-67					143	91	967	
4 mai	61-67	135	82					1328	
5 mai	73-78			155	111			1291	
6 mai	83-87					-134	-91	1220	
29 juin	60-57	-99	-88					379	
30 juin	54			146	105			367	
1 juillet	53-52					93	76	368	
13 juillet	55-52	-111	-59					268	
14 juillet	50-47			123	93			273	
15 juillet	45-44					123	70	280	
30 août	35-41	-128	56					208	
1 septembre	58-63			120	79			210	
31 août	46-52					134	-96	209	
27 septembre	23-26	-123	-56					342	
29 septembre	44-51			-102	85			322	
28 septembre	31-38					-123	-88	329	
11 octobre	37-36	-134	64					312	
13 octobre	46-54			108	85			287	
12 octobre	39					111	67	297	
8 novembre	51-47	-114	59					343	
9 novembre	45-45			132	96			354	
10 novembre	47					128	85	367	

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

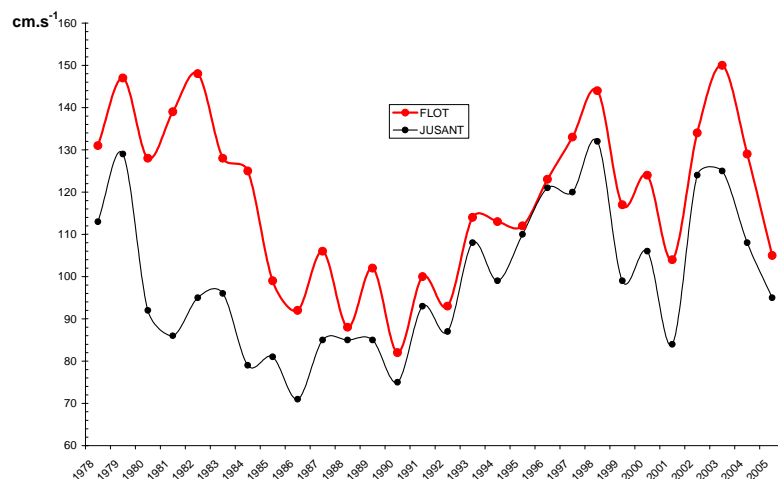


Figure 4-19 : Evolution de la vitesse maximale moyenne en surface au point E (PK52) au cours de la période 1978-2005

Coefficient 2005

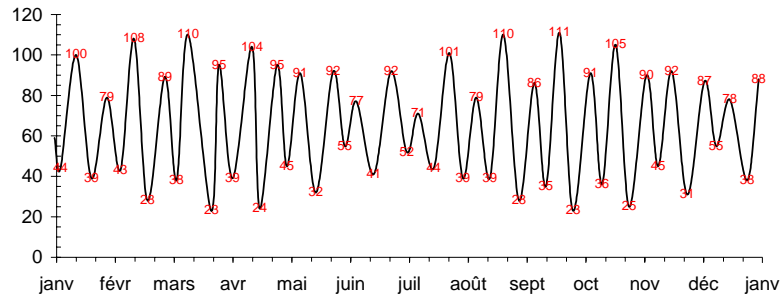
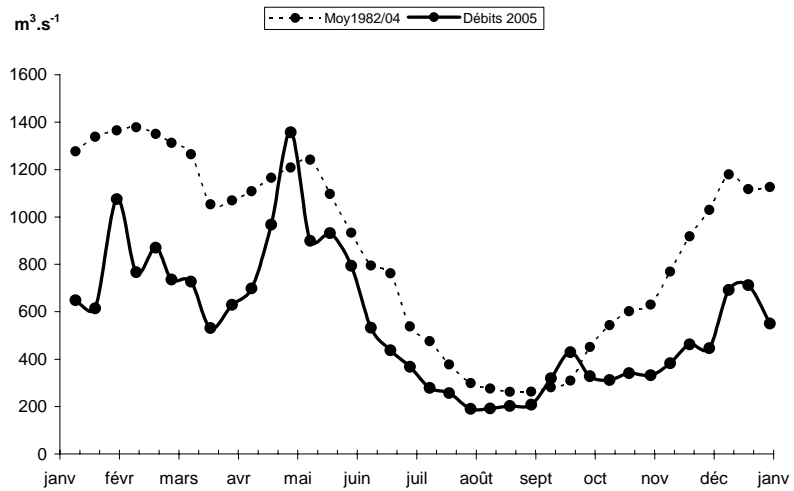
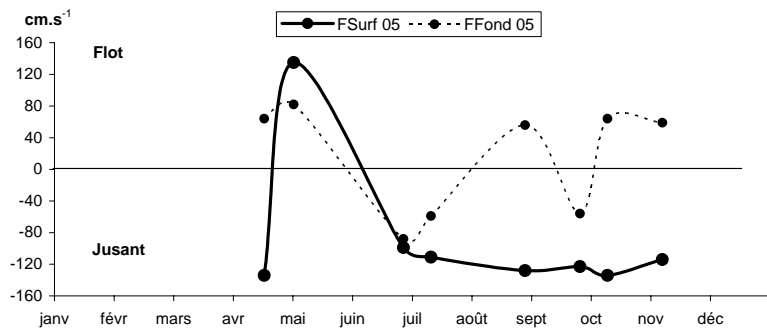
 $m^3 \cdot s^{-1}$  $cm \cdot s^{-1}$ 

Figure 4-20 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point F (PK 67) au cours de l'année 2005, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux

Coefficient 2005

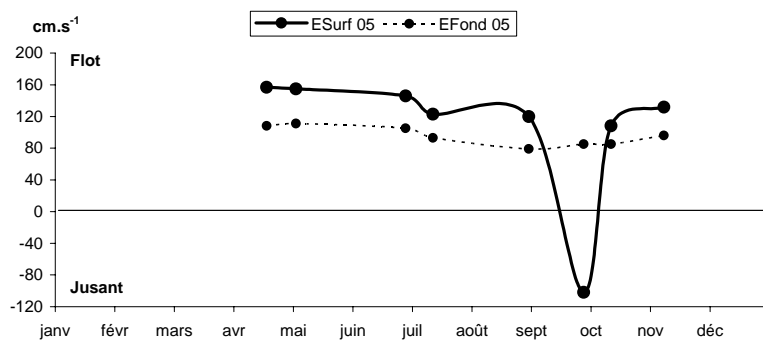
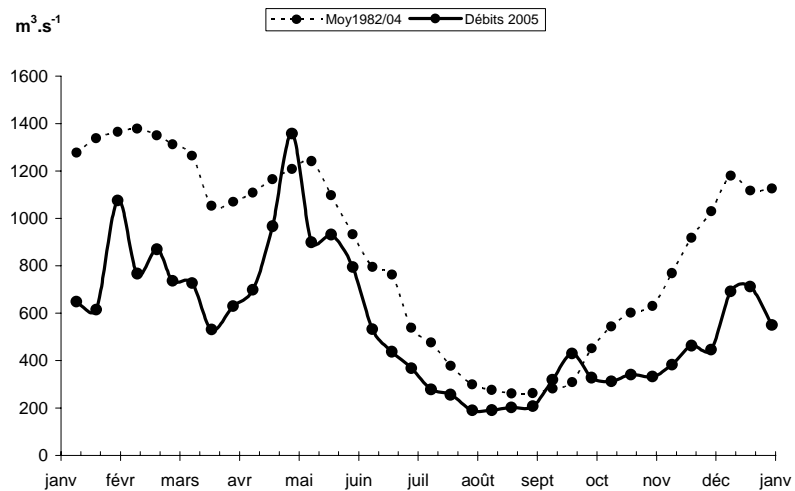
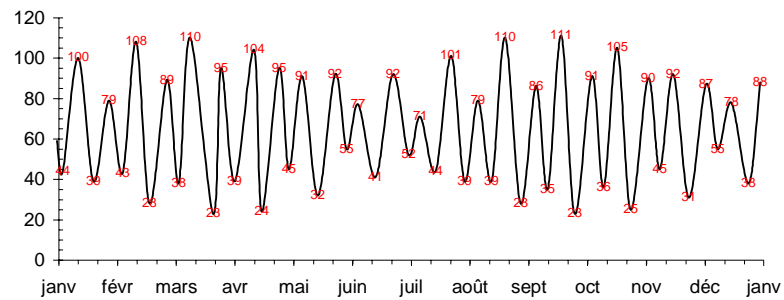


Figure 4-21 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point E (PK 52) au cours de l'année 2005, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux

Coefficient 2005

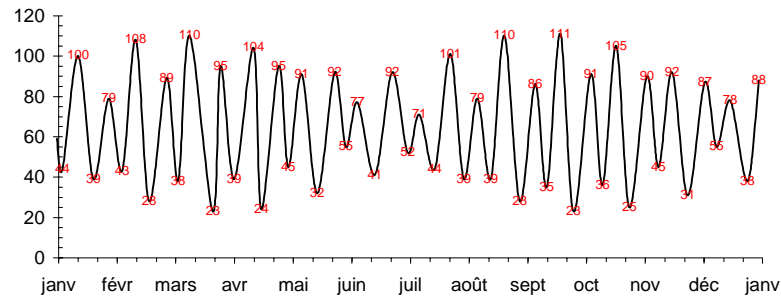
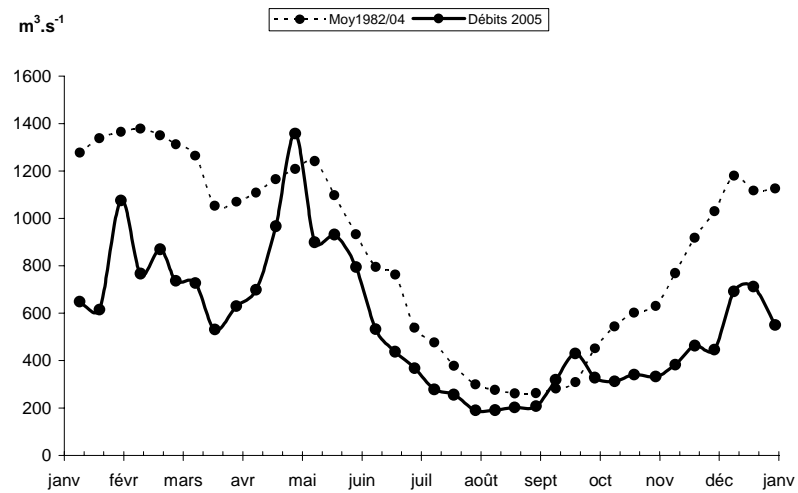
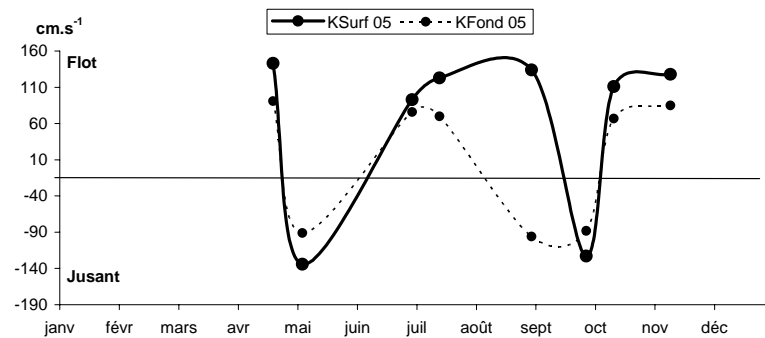

 $m^3 \cdot s^{-1}$

 $cm \cdot s^{-1}$


Figure 4-22 : Evolution des vitesses maximales de courant en surface et au fond au Point K (PK 30) au cours de l'année 2005, suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux

4.4. Turbidité

4.4.1. Variations dans le temps

4.4.1.1. Au cours de la marée

Les écarts des turbidités mesurées au cours d'une marée ont varié :

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

en surface entre 0,017 g/l le 30 août (Qfl : 208 m³.s⁻¹ - coef. 35-41)
 et 0,639 g/l le 08 nov (Qfl : 343 m³.s⁻¹ - coef. 51-47)
 au fond entre 0,079 g/l le 27 sept (Qfl : 342 m³.s⁻¹ - coef. 23-26)
 et 2,680 g/l le 29 juin (Qfl : 379 m³.s⁻¹ - coef. 60-57)

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

en surface entre 0,130 g/l le 29 sept (Qfl : 322 m³.s⁻¹ - coef. 44-51)
 et 1,190 g/l le 20 avril (Qfl : 961 m³.s⁻¹ - coef. 48-45)
 au fond entre 0,347 g/l le 13 oct (Qfl : 287 m³.s⁻¹ - coef. 46-54)
 et 1,743 g/l le 09 nov (Qfl : 354 m³.s⁻¹ - coef. 45-45)

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

en surface entre 0,290 g/l le 28 sept (Qfl : 329 m³.s⁻¹ - coef. 31-38)
 et 0,805 g/l le 01 juil (Qfl : 368 m³.s⁻¹ - coef. 53-52)
 au fond entre 0,345 g/l le 01 juil (Qfl : 368 m³.s⁻¹ - coef. 53-52)
 et 1,827 g/l le 10 nov (Qfl : 367 m³.s⁻¹ - coef. 47)

4.4.1.2. Variations annuelles

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

Les turbidités moyennes ont varié :

en surface de 0,036 g/l (27 sept) à 0,388 g/l (08 nov)
 au fond de 0,047 g/l (27 sept) à 1,169 g/l (29 juin)

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

le 27 sept, en surface : 0,014 g/l - Qfl : 342 m³.s⁻¹ - coef. 23-26 à la pleine mer,
 le 27 sept, au fond : 0,020 g/l - Qfl : 342 m³.s⁻¹ - coef. 23-26 à mi-flot.

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

le 08 nov, en surface : 0,839 g/l - Qfl : 343 m³.s⁻¹ - coef. 61-47 à la basse mer,
 le 29 juin, au fond : 2,900 g/l - Qfl : 379 m³.s⁻¹ - coef. 60-57 à mi-flot.

.

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

Les turbidités moyennes ont varié :

en surface de 0,173 g/l (14 juil) à 0,634 g/l (20 avril)
 au fond de 0,466 g/l (29 sept) à 1,328 g/l (20 avril)

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

le 14 juil, en surface : 0,126 g/l - Qfl : $273 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 50-47 à la pleine mer.
 le 29 sept, au fond : 0,118 g/l - Qfl : $322 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 44-51 à la pleine mer.

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

le 20 avril, en surface : 1,450 g/l - Qfl : $961 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 48-45 à mi-jusant
 le 20 Avril, au fond : 2,350 g/l - Qfl : $961 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 48-45 à mi- flot.

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

Les turbidités moyennes ont varié :

en surface de 0,286 g/l (28 sept) à 0,650 g/l (10 nov)
 au fond de 0,535 g/l (06 Mai) à 2,071 g/l (10 nov)

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

le 28 sept, en surface : 0,113 g/l - Qfl : $329 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 31-38 à la pleine mer.
 le 06 mai, au fond : 0,355 g/l - Qfl : $1220 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 83-87 à mi-jusant.

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

le 10 nov, en surface : 0,982 g/l - Qfl : $367 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 47 à la basse mer.
 le 10 nov, au fond : 2,970 g/l - Qfl : $367 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 47 à la basse mer.

Les valeurs des minima et des maxima des turbidités de 2005 sont comparées à celles des années antérieures dans le **Tableau 4-11** et **Tableau 4-12**

Tableau 4-8 : Turbidités de l'eau au point F PK 67

<p style="text-align: center;">VI-T4 POINT F PK 67 TURBIDITES</p>								
<p>ANNEE F2005</p>								
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)
19-avr	S	0,090	0,210	0,120	0,143	0,868	35-41	959
	F	0,165	1,000	0,835	0,481			
04-mai	S	0,077	0,420	0,343	0,254	2,530	61-67	1328
	F	0,315	2,650	2,335	1,016			
29-juin	S	0,048	0,235	0,187	0,166	2,680	60-57	379
	F	0,220	2,900	2,680	1,169			
13-juil	S	0,085	0,213	0,128	0,128	0,827	55-52	268
	F	0,187	1,040	0,853	0,413			
30-août	S	0,033	0,050	0,017	0,042	0,136	35-41	208
	F	0,076	0,169	0,093	0,123			
27-sept	S	0,014	0,059	0,045	0,036	0,075	23-26	342
	F	0,020	0,099	0,079	0,047			
11-oct	S	0,061	0,230	0,169	0,151	0,678	37-36	312
	F	0,148	0,872	0,724	0,391			
08-nov	S	0,200	0,839	0,639	0,388	1,168	51-47	343
	F	0,299	1,424	1,125	0,823			
Mini S	S	0,014	0,050	0,017	0,036	0,075		
Mini F	F	0,020	0,099	0,079	0,047			
Maxi S	S	0,200	0,839	0,639	0,388	2,680		
Maxi F	F	0,315	2,900	2,680	1,169			

Coefficient 2005

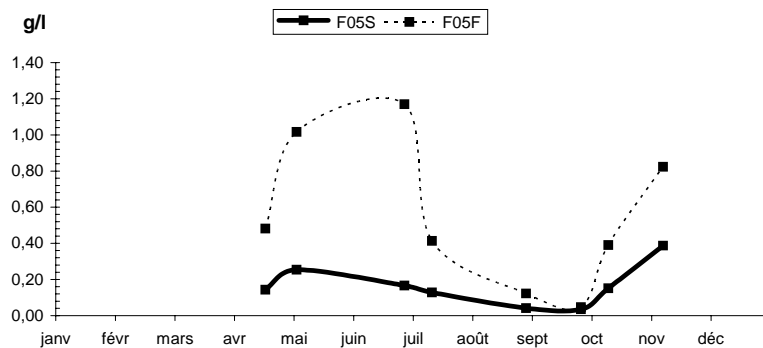
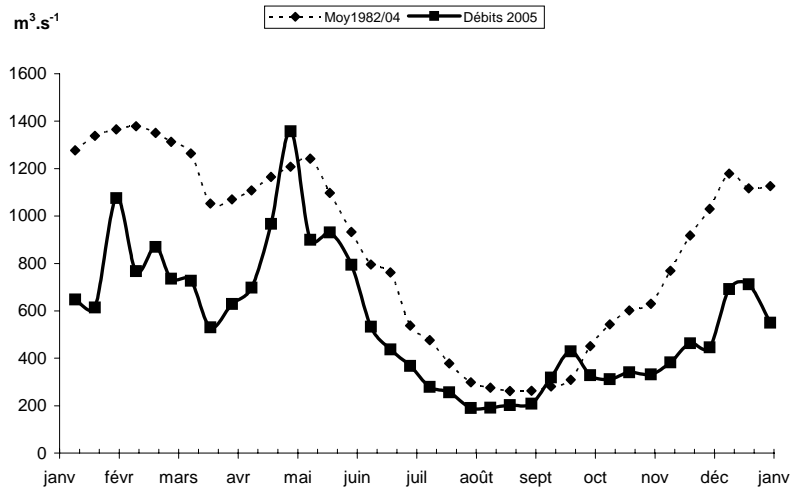
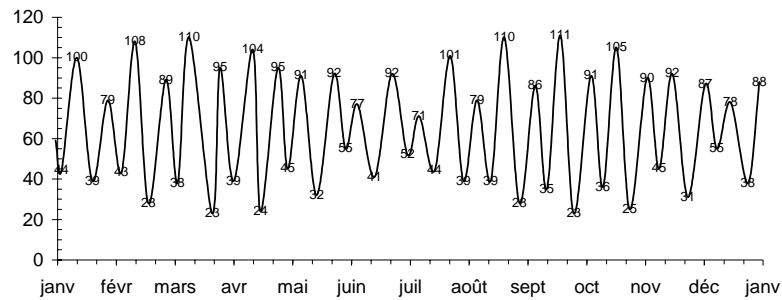


Figure 4-23 : Variations annuelles des turbidités moyennes au point F (PK 67) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2005

Tableau 4-9 : Turbidités de l'eau au point E PK 52

VI-5								
POINT E PK 52								
TURBIDITES								
ANNEE E2005								
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)
20-avr	S	0,260	1,450	1,190	0,634		48-45	961
	F	0,660	2,350	1,690	1,328	1,870		
05-mai	S	0,235	1,350	1,115	0,574	0,440	73-78	1291
	F	0,385	0,910	0,525	0,571			
30-juin	S	0,240	0,425	0,185	0,309	1,020	54	367
	F	0,225	1,285	1,060	0,883			
14-juil	S	0,126	0,269	0,143	0,173	0,921	50-47	273
	F	0,143	1,190	1,047	0,523			
01-sept	S	0,160	0,525	0,365	0,317	0,584	58-63	210
	F	0,188	0,984	0,796	0,650			
29-sept	S	0,194	0,324	0,130	0,262	0,457	44-51	322
	F	0,118	0,778	0,660	0,466			
13-oct	S	0,284	0,828	0,544	0,498	0,396	46-54	287
	F	0,431	0,778	0,347	0,598			
09-nov	S	0,302	0,433	0,131	0,367	1,769	45-45	354
	F	0,431	2,174	1,743	1,267			
Mini S	S	0,126	0,269	0,130	0,173	0,396		
Mini F	F	0,118	0,778	0,347	0,466			
Maxi S	S	0,302	1,450	1,190	0,634	1,870		
Maxi F	F	0,660	2,350	1,743	1,328			

Coefficient 2005

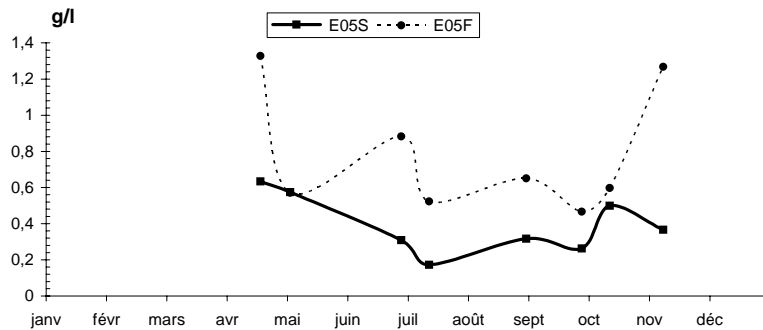
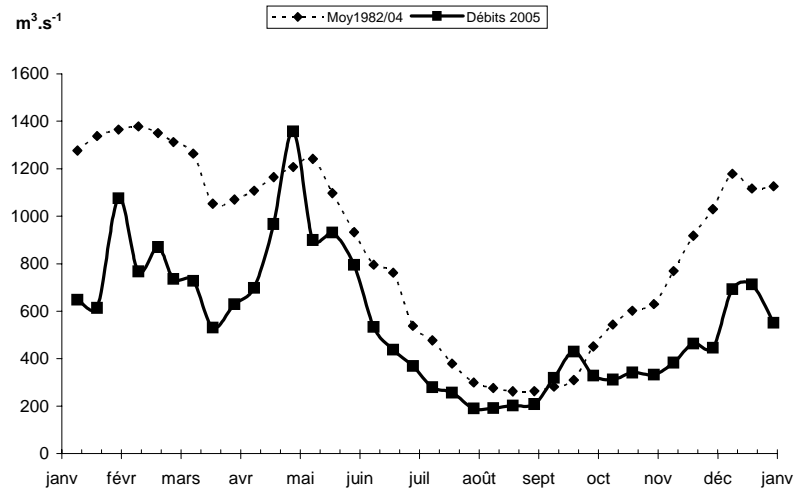
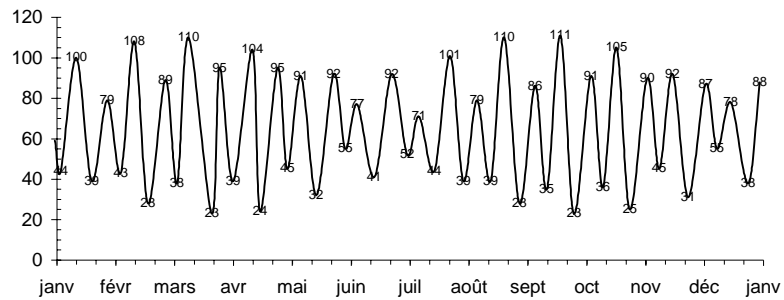
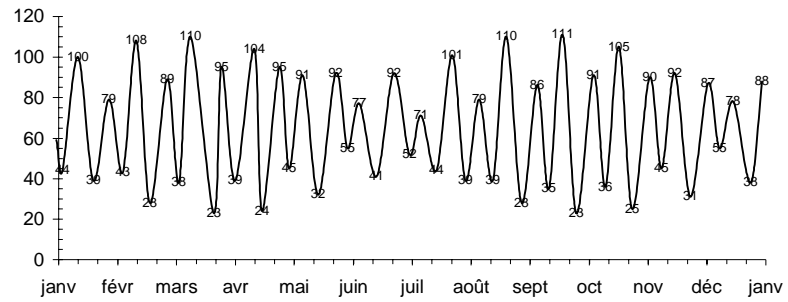
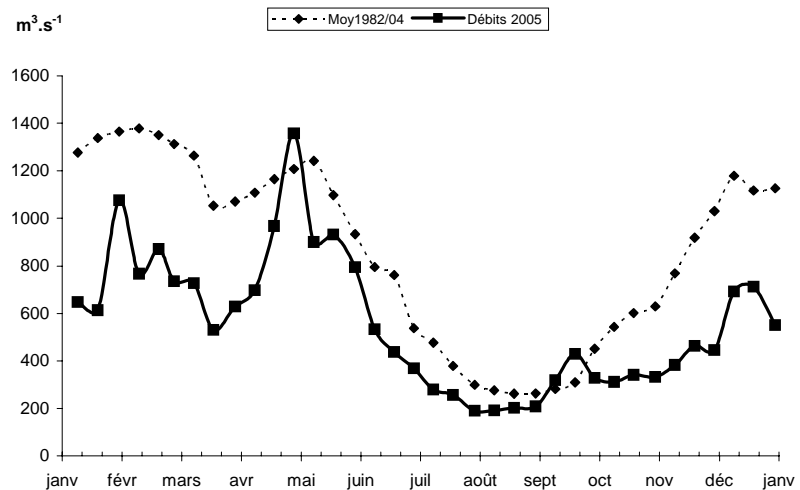


Figure 4-24 : Variations annuelles des turbidités moyennes au point E (PK 52) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2005

Tableau 4-10 : Turbidités de l'eau au point K PK 30

VI-6								
POINT K PK 30								
TURBIDITES								
ANNEE K2005								
DATES		Minimum absolu	Maximum absolu	Ecart	Moyenne de la marée	Ecart maxi sur tranche d'eau	Coefficient	Qfl m3/s-1 (moyenne des 10j.précédents)
21-avr	S	0,205	0,720	0,515	0,441	1,010	61-67	967
	F	0,440	1,410	0,970	1,060			
06-mai	S	0,173	0,465	0,292	0,342	0,495	83-87	1220
	F	0,355	0,795	0,440	0,535			
01-juil	S	0,135	0,940	0,805	0,639	0,610	53-52	368
	F	0,745	1,090	0,345	0,894			
15-juil	S	0,143	0,900	0,757	0,537	0,959	45-44	280
	F	0,634	1,542	0,908	0,935			
31-août	S	0,159	0,787	0,628	0,457	0,649	46-52	209
	F	0,400	0,808	0,408	0,672			
28-sept	S	0,113	0,403	0,290	0,286	1,179	31-38	329
	F	0,635	1,399	0,764	1,107			
12-oct	S	0,197	0,579	0,382	0,459	1,028	39	297
	F	0,645	1,225	0,580	0,906			
10-nov	S	0,324	0,982	0,658	0,650	2,166	47	367
	F	1,143	2,970	1,827	2,071			
Mini S	S	0,113	0,403	0,290	0,286	0,495		
Mini F	F	0,355	0,795	0,345	0,535			
Maxi S	S	0,324	0,982	0,805	0,650	2,166		
Maxi F	F	1,143	2,970	1,827	2,071			

Coefficient 2005

 $m^3 \cdot s^{-1}$ 

g/l

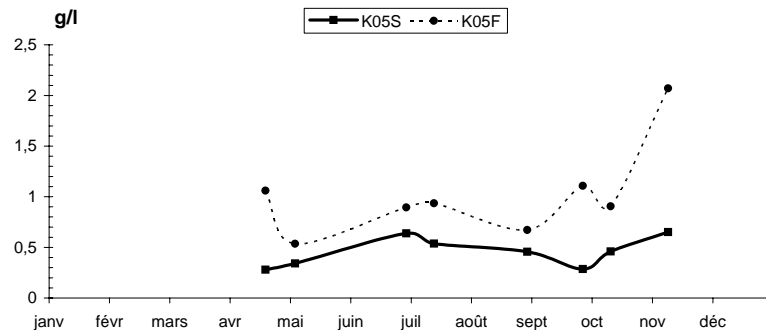


Figure 4-25 : Variations annuelles des turbidités moyennes au point K (PK 30) suivant les coefficients de marée et les débits fluviaux en 2005

4.4.2. Variations spatiales

4.4.2.1. Variations longitudinales

(Tableau 4-8, Tableau 4-9, Tableau 4-10)

Les valeurs maximales sont relevées début novembre et fin juin au PK 67, fin avril au PK52, début novembre au PK 30 :

au PK 67 : 0,839 g/l en surface et 2,900 g/l au fond

au PK 52 : 1,450 g/l en surface et 2,350 g/l au fond

au PK 30 : 0,982 g/l en surface et 2,970 g/l au fond

Les turbidités minimales sont relevées fin juin au PK 67, fin juin au PK 52, fin avril au PK 30 :

au PK 67 : 0,014 g/l en surface et 0,020 g/l au fond

au PK 52 : 0,126 g/l en surface et 0,118 g/l au fond

au PK 30 : 0,113 g/l en surface et 0,355 g/l au fond

4.4.2.2. variations verticales

(Tableau 4-8, Tableau 4-9, Tableau 4-10)

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

au Point F : de 0,075 g/l (27 sept) à 2,680 g/l (29 juin)

au Point E : de 0,396 g/l (13 oct) à 1,870 g/l (20 Avril)

au Point K : de 0,495 g/l (06 Mai) à 2,166 g/l (10 nov)

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

au Point F : de 0,017 g/l (30 août) à 2,680 g/l (29 juin)

au Point E : de 0,130 g/l (29 sept) à 1,743 g/l (10 nov)

au Point K : de 0,290 g/l (28 sept) à 1,827 g/l (10 nov)

Par rapport à 2004, les valeurs des concentrations de 2005 sont en moyenne, inférieures du fait de la remontée très en amont du bouchon vaseux, par suite de la faiblesse des débits fluviaux estivaux.

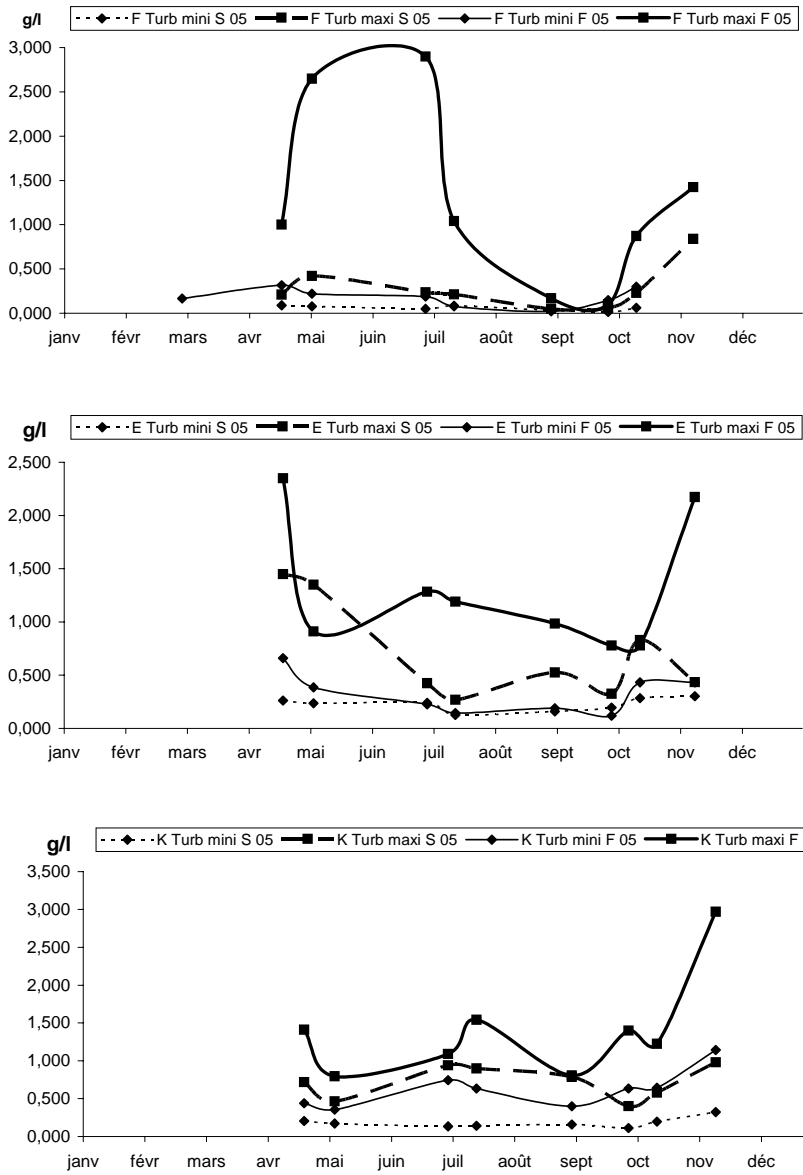


Figure 4-26 : Variations annuelles des turbidités minimales et maximales aux points F-E-K en 2005

Tableau 4-11 : Maximum et minimum de turbidité observés au cours des années 1978 à 2005

Point E -PK 52- SURFACE

Année	g/l	Date	Débits (*)	Coefficients	Vitesses max de courant (cm.s ⁻¹)	
1978	mini.	0,056	29-août	177	43-47	95
	maxi.	1,260	20-juin	840	91-96	165
1979	mini.	0,040	06-juin	1814	52-56	115
	maxi.	2,420	12-mars	685	73-77	155
1980	mini.	0,060	12-févr	1580	44-48	-85
	maxi.	1,900	17-juin	400	72-67	160
1981	mini.	0,050	11-août	263	41-44	70
	maxi.	2,470	21-avr	1276	85-84	180
1982	mini.	0,079	06-juil	372	72-73	160
	maxi.	1,682	16-mars	1548	55-49	170
1983	mini.	0,064	19-juil	442	54-52	115
	maxi.	1,220	29-nov	452	56-59	85
1984	mini.	0,152	07-août	275	49-50	85
	maxi.	2,424	07-mars	1371	79-75	133
1985	mini.	0,080	24-sept	260	41-47	-70
	maxi.	1,800	12-mars	1422	80-71	150
1986	mini.	0,072	13-mai	2146	62-58	90
	maxi.	1,760	18-nov	386	79-76	120
1987	mini.	0,108	18-août	438	33	70
	maxi.	1,780	27-janv	1034	73-66	160
1988	mini.	0,087	26-avr	1301	36-40	-75
	maxi.	1,700	23-août	327	36-40	108
1989	mini.	0,120	10-juil	205	54-50	97
	maxi.	1,902	11-avr	1030	64-56	145
1990	mini.	0,097	03-juil	487	43-44	90
	maxi.	1,768	13-nov	918	60-64	55
1991	mini.	0,037	04-juin	695	51-49	0,104
	maxi.	1,216	12-mars	838	41-47	98
1992	mini.	0,049	04-nov	1790	37-40	-78
	maxi.	1,334	08-juil	1410	57-54	94
1993	mini	0,128	08-sept	325	51-45	Etale PM
	maxi	1,380	03-nov	947	75-72	92
1994	mini	0,081	06-juil	725	54-59	PM
	maxi	0,878	09-nov	1885	66-59	120
1995	mini	0,104	20-sept	285	39-44	Etale PM
	maxi	0,660	12-avr	914	59-67	114
1996	mini	0,122	24-juil	265	49-48	BM
	maxi	1,055	09-oct	501	59-64	113
1997	mini	0,141	15-avr	376	37-36	Etale PM
	maxi	2,674	09-juil	485	72-69	148
1998	mini	0,033	04-mars	626	79-70	-158
	maxi	0,738	13-juil	268	89-87	155
1999	mini	0,064	22-sept	397	55-62	+/-111
	maxi	1,632	01-sept	230	82-76	143
2000	mini	0,094	07-sept	307	31	82
	maxi	1,209	28-sept	333	105-106	140
2001	mini	0,072	30-août	236	50-55	106
	maxi	0,829	03-juil	312	68-71	120
2002	mini	0,078	16-sept	412	38-41	Etale BM
	maxi	2,368	17-avr	692	73-68	178
2003	mini	0,089	10-juil	173	61-65	116
	maxi	1,965	11-sept	162	92-93	146
2004	mini	0,082	26-juin	448	49-49	-108
	maxi	0,212	05-nov	568	27-26	105
2005	mini	0,126	14-juil	273	50-47	123
	maxi	1,450	20-avr	961	48-45	157

(*) Moyenne des 10 jours précédents.

Tableau 4-12 Maximum et minimum de turbidité observés au cours des années 1978 à 2005

Point E-PK 52 FOND

Année	g/l	Date	Débits (*)	Coefficients	Vitesses max de courant (cm.s ⁻¹)	
1978	mini.	0,136	29-août	177	43-47	90
	maxi.	3,340	18-juil	524	76-82	120
1979	mini.	0,080	06-juin	1814	52-56	95
	maxi.	5,470	12-mars	685	73-77	130
1980	mini.	0,090	12-févr	1580	44-48	-65
	maxi.	2,860	22-avr	480	48-43	110
1981	mini.	0,058	11-août	263	41-44	75
	maxi.	38,810	07-juil	327	66-62	105
1982	mini.	0,408	06-juil	372	72-73	150
	maxi.	40,980	10-août	249	75-72	90
1983	mini.	0,164	07-juin	1471	56-51	-100
	maxi.	41,960	21-juin	838	63-65	-100
1984	mini.	0,324	07-août	275	49-50	85
	maxi.	31,310	10-janv	686	51-48	135
1985	mini.	0,102	24-sept	260	41-47	-55
	maxi.	7,168	12-mars	1422	80-71	145
1986	mini.	0,124	13-mai	2146	62-58	65
	maxi.	3,090	26-août	222	57-51	70
1987	mini.	0,174	18-août	438	33	50
	maxi.	8,250	19-mai	700	58-54	110
1988	mini.	0,145	26-avr	1301	36-40	-55
	maxi.	3,580	23-août	327	36-40	95
1989	mini.	0,164	10-juil	205	54-50	80
	maxi.	9,574	14-mars	1340	50-42	108
1990	mini.	0,190	03-juil	487	43-44	90
	maxi.	5,940	03-avr	474	40	82
1991	mini.	0,060	04-juin	695	51-49	86
	maxi.	3,178	13-nov	308	44-40	-79
1992	mini.	0,082	24-juin	1657	46-46	-78
	maxi.	9,956	23-avr	410	50-44	-90
1993	mini.	0,213	28-juil	456	51-45	-10
	maxi.	3,978	14-avr	650	40-37	-96
1994	mini.	0,144	18-mai	1473	51-50	BM
	maxi.	5,978	04-mai	1784	46	BM
1995	mini.	0,147	18-oct	378	33	Etale BM
	maxi.	2,453	23-mai	800	53	-82
1996	mini.	0,174	24-juil	265	49-48	BM
	maxi.	6,216	24-avr	731	52-46	86
1997	mini.	0,196	11-juin	475	58-53	BM
	maxi.	3,760	23-juil	311	104-101	-105
1998	mini.	0,046	04-mars	626	79-70	-148
	maxi.	2,032	02-juin	703	45-43	80
1999	mini.	0,102	01-sept	230	82-76	94
	maxi.	3,102	06-mai	1411	58-54	-88
2000	mini.	0,179	20-juil	408	75-73	BM
	maxi.	5,007	12-avr	1161	49	-53
2001	mini.	0,107	02-mai	1468	53	-88
	maxi.	1,314	08-nov	275	47-45	66
2002	mini.	0,292	16-sept	412	38-41	PM
	maxi.	9,111	17-avr	692	73-68	-59
2003	mini.	0,160	10-juil	173	61-65	85
	maxi.	7,398	13-nov	286	65-60	85
2004	mini.	0,242	26-juin	448	49-49	88
	maxi.	0,523	21-oct	368	42-41	76
2005	mini.	0,118	29-sept	322	44-51	85
	maxi.	2,350	20-avr	961	48-45	108

(*) Moyenne des 10 jours précédents.

4.5. Oxygène dissous

4.5.1. Variations dans le temps

4.5.1.1. Au cours de la marée

Les écarts entre les valeurs des déficits par rapport à la saturation (maxi-mini en ml/l) s'échelonnent :

Au Point F-PK 67 (Tableau 4-13)

en surface entre 0,20 ml/l (29 juin) et 0,93 ml/l (08 novembre)
au fond entre 0,24 ml/l (29 juin) et 1,09 ml/l (08 novembre)

Au Point E PK 52 (Tableau 4-14)

en surface entre 0,22 ml/l (05 mai) et 0,99 ml/l (14 juillet)
au fond entre 0,23 ml/l (13 octobre) et 0,81 ml/l (14 juillet)

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

en surface entre 0,18 ml/l (15 juillet) et 0,92 ml/l (10 novembre)
au fond entre 0,23 ml/l (15 juillet) et 0,87 ml/l (10 novembre)

4.5.1.2. Variations annuelles

Point F-PK 67 (Figure 4-27, Figure 4-28)

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

en surface : +0,21 ml/l (+3.70 %) le 13 juil et 0,81 ml/l (12,18 %) le 04 mai.
au fond : +0,21 ml/l (+3.72 %) le 13 juil et 0,82 ml/l (12,37 %) le 04 mai.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées :

le 19 avril en surface : 6,18 ml/l (89,25 %) (Qfl : 959 m³.s⁻¹ - coef. 35-41)
le 19 avril au fond : 6,12 ml/l (89,91 %) (Qfl : 959 m³.s⁻¹ - coef. 35-41)

Les déficits moyens correspondants:

en surface : 0,74 ml/l (10,75 %)
au fond : 0,69 ml/l (10,09 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 29 juin en surface : 4,98 ml/l (91,22 %) (Qfl : 379 m³.s⁻¹ - coef. 60-57)
le 29 juin au fond : 4,99 ml/l (92,12 %) (Qfl : 379 m³.s⁻¹ - coef. 60-57)

Les déficits moyens correspondants :

en surface : 0,48 ml/l (8,78 %)
au fond : 0,43 ml/l (7,88 %)

Les déficits minimum de l'année ont été relevés :

le 13 juil en surface : +0,57 ml/l (+10,35 %) (Qfl : 268 m³.s⁻¹ - coef. 55-52)

le 13 juil au fond : +0,57 ml/l (+10,30 %) (Qfl : 268 m³.s⁻¹ - coef. 55-52)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 08 nov en surface : 1,08 ml/l (16,67 %) (Qfl : 343 m³.s⁻¹ - coef. 51-47)

le 08 nov au fond : 1,19 ml/l (18,46 %) (Qfl : 343 m³.s⁻¹ - coef. 51-47)

Les valeurs moyennes de l'année 2004 au point F évoluaient autour de 87,61 % du taux de saturation (5,39 ml.l). En 2005 les valeurs moyennes évoluent autour de 92,87% (5,57ml/l) soit +5,26 %. Le déficit moyen annuel est évalué à 0.45 ml/l (7,13 %) alors qu'en 2004, il était évalué à 0,79 ml/l (12,39 %). (Tableau 4-13)(Tableau 4-16)

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

VI-13 - OXYGENE DISSOUS														
POINT F PK 67														
ANNEE F 2005														
DATES		TAUX DE SATURATION		MOY DE LA MAREE				DEFICIT				ECART MAXI TRANCHE D'EAU		Qfl: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents)
		ml/l	ml/l	ml/l	%	Moyen	Minimum	Maximum	ml/l	%	ml/l	%	COEFFICIENT	
19-avr	S	6,93	6,18	89,25	0,74	10,75%	0,65	9,27%	0,96	13,81%	0,10	1,54	35-41	959
	F	6,81	6,12	89,91	0,69	10,09%	0,55	8,02%	0,83	12,27%				
04-mai	S	6,59	5,78	87,82	0,81	12,18%	0,32	5,01%	1,07	16,11%	0,07	0,73	61-67	1328
	F	6,56	5,74	87,63	0,82	12,37%	0,37	5,74%	1,08	16,30%				
29-juin	S	5,46	4,98	91,22	0,48	8,78%	0,38	7,09%	0,58	10,66%	0,14	2,83	60-57	379
	F	5,42	4,99	92,12	0,43	7,88%	0,31	5,82%	0,54	9,92%				
13-juil	S	5,60	5,81	103,70	-0,21	-3,70%	-0,57	-10,35%	0,01	0,11%	0,04	0,23	55-52	268
	F	5,59	5,79	103,72	-0,21	-3,72%	-0,57	-10,30%	0,01	0,11%				
30-août	S	5,55	5,54	99,90	0,01	0,10%	-0,25	-4,57%	0,18	3,23%	0,01	1,59	35-41	208
	F	5,53	5,53	99,97	0,00	0,03%	-0,25	-4,58%	0,19	3,40%				
27-sept	S	5,93	5,33	90,08	0,59	9,92%	0,26	4,51%	0,87	14,54%	0,34	3,10	23-26	342
	F	5,78	5,16	89,32	0,62	10,68%	0,43	7,60%	0,75	12,90%				
11-oct	S	6,03	5,43	90,05	0,60	9,95%	0,51	8,61%	0,75	12,22%	0,06	2,37	37-36	312
	F	5,96	5,43	91,25	0,52	8,75%	0,45	7,64%	0,69	11,22%				
08-nov	S	6,33	5,70	89,99	0,64	10,01%	0,15	2,37%	1,08	16,67%	0,13	1,79	51-47	343
	F	6,27	5,64	89,94	0,64	10,06%	0,10	1,57%	1,19	18,46%				
Moyennes	S	6,05	5,59	92,75	0,46	7,25%	0,18	2,74%	0,69	10,92%				
	F	5,99	5,55	92,98	0,44	7,02%	0,17	2,69%	0,66	10,57%				
	G	6,02	5,57	92,87	0,45	7,13%	0,18	2,72%	0,67	10,74%				

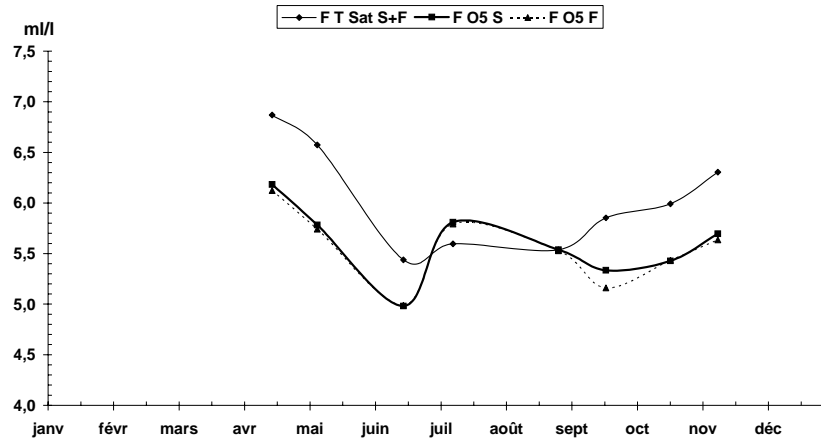


Figure 4-27 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml.l¹ au Point F (PK 67) en 2005

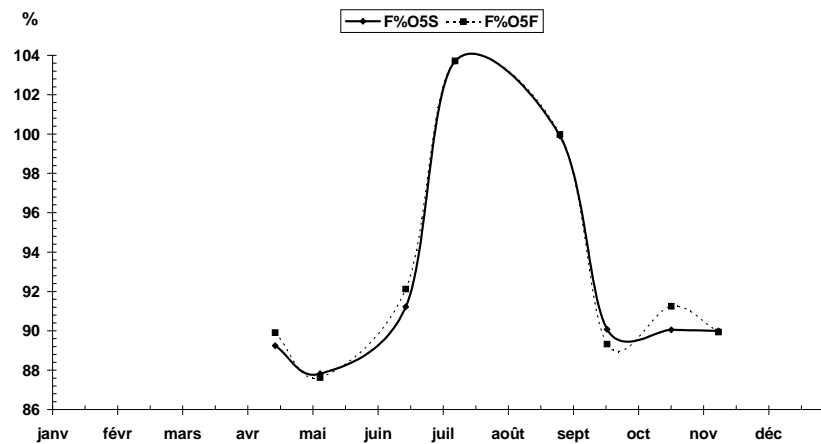


Figure 4-28 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % au Point F (PK 67) en 2005

Au Point E-PK 52 (Figure 4-29, Figure 4-30)

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

en surface : 0,29 ml/l (5,03 %) le 14 juil et 1,10 ml/l (16,42 %) le 05 mai.
 au fond : 0,37 ml/l (6,51 %) le 14 juil et 1,17 ml/l (17,89 %) le 09 nov.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées

le 20 avril en surface : 6,34 ml/l (87,76 %) (Qfl : $961 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 48-55)
 le 20 avril au fond : 6,32 ml/l (88,06 %) (Qfl : $961 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 48-55)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 0,89 ml/l (12,24 %)
 au fond : 0,86 ml/l (11,94 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 30 juin en surface : 4,76 ml/l (86,10 %) (Qfl : $367 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 54)
 le 30 juin au fond : 4,75 ml/l (85,24 %) (Qfl : $367 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 54)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 0,77 ml/l (13,90 %)
 au fond : 0,82 ml/l (14,76 %)

Les déficits minimum de l'année ont été observés :

le 14 juil en surface : +0,31 ml/l (+5,70 %) (Qfl : $273 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 50-47)
 le 14 juil au fond : +0,10 ml/l (+1,88 %) (Qfl : $273 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 50-47)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 29 sept en surface : 1,31 ml/l (21,08 %) (Qfl : $322 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 44.51)
 le 09 nov au fond : 1,38 ml/l (20,97 %) (Qfl : $354 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 45-45)

Les valeurs moyennes de l'année 2004 au point E évoluaient autour de 83,55 % du taux de saturation (5,27ml.l). En 2005 les valeurs moyennes évoluent favorablement, autour de 86,91 % (5,35 ml/l). Le déficit moyen annuel est évalué à 0,82 ml/l (13,09 %) alors qu'en 2004 il était évalué à 1,04 ml/l (16,45 %). (**Tableau 4-14**) (**Tableau 4-16**)

Tableau 4-14: Oxygène dissous au point E PK 52

VI-14 - OXYGENE DISSOUS														
POINT E PK 52														
ANNEE E 2005														
DATES	TAUX DE SATURATION ml/l	MOY DE LA MAREE		DEFICIT				ECART MAXI		COEFFICIENT	Q01: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents)			
		ml/l	%	Moyen	Minimum	Maximum	TRANCHE D'EAU ml/l	%						
20-avr	S	7,23	6,34	87,76	0,89	12,24%	0,77	10,84%	1,01	13,67%	0,03	1,84	48-55	961
	F	7,18	6,32	88,06	0,86	11,94%	0,63	9,00%	1,05	14,17%				
05-mai	S	6,68	5,58	83,58	1,10	16,42%	1,01	15,16%	1,23	18,20%	0,06	0,97	73-78	1291
	F	6,66	5,54	83,19	1,12	16,81%	0,96	14,61%	1,28	18,89%				
30-juin	S	5,53	4,76	86,10	0,77	13,90%	0,37	6,97%	1,09	19,29%	0,03	3,93	54	367
	F	5,58	4,75	85,24	0,82	14,76%	0,60	10,90%	1,04	18,47%				
14-juil	S	5,62	5,33	94,97	0,29	5,03%	-0,31	-5,70%	0,67	11,67%	0,22	3,82	50-47	273
	F	5,62	5,25	93,49	0,37	6,51%	-0,10	-1,88%	0,70	12,21%				
01-sept	S	5,62	5,07	90,34	0,55	9,66%	0,36	6,52%	0,80	13,95%	0,06	2,77	58-63	210
	F	5,65	5,07	89,87	0,57	10,13%	0,44	7,83%	0,78	13,60%				
29-sept	S	6,01	5,02	83,56	0,99	16,44%	0,75	12,51%	1,31	21,08%	0,05	2,03	44-51	322
	F	6,01	4,98	82,92	1,03	17,08%	0,75	12,47%	1,28	20,79%				
13-oct	S	6,13	5,40	88,14	0,73	11,86%	0,58	9,71%	0,87	13,78%	0,05	2,26	46-54	287
	F	6,14	5,36	87,25	0,78	12,75%	0,66	10,66%	0,89	14,44%				
09-nov	S	6,46	5,42	83,98	1,04	16,02%	0,82	13,01%	1,19	18,50%	0,08	3,90	45-45	354
	F	6,55	5,38	82,11	1,17	17,89%	1,05	16,03%	1,38	20,97%				
Moyennes	S	6,16	5,36	87,30	0,79	12,70%	0,54	8,63%	1,02	16,27%				
	F	6,17	5,33	86,52	0,84	13,48%	0,62	9,95%	1,05	16,69%				
	G	6,17	5,35	86,91	0,82	13,09%	0,58	9,29%	1,04	16,48%				

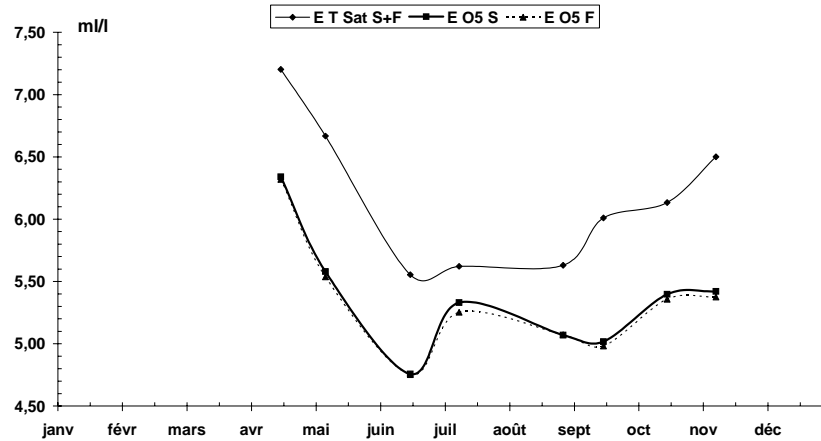


Figure 4-29 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en $ml.l^{-1}$ au Point E (PK 52) en 2005

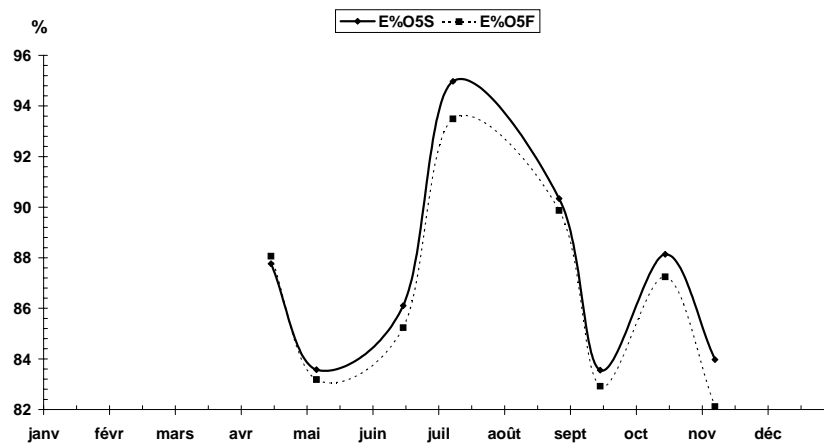


Figure 4-30 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % au Point E (PK 52) en 2005

Point K-PK 30 (Figure 4-31, Figure 4-32)

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

en surface : 0,99 ml/l (17,06 %) le 15 juil et 1,60 ml/l (22,54 %) le 10 nov.
 au fond : 0,89 ml/l (14,97 %) le 31 août et 1,61 ml/l (22,76 %) le 10 nov.

Les valeurs moyennes maximales de la marée ont été relevées

le 21 avril en surface : 6,47 ml/l (86,48 %) (Qfl : $967 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 61-67)
 le 21 avril au fond : 6,44 ml/l (85,89 %) (Qfl : $967 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 61-67)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 1,01 ml/l (13,52 %)
 au fond : 1,06 ml/l (14,11 %)

Les valeurs moyennes minimales de la marée ont été relevées :

le 01 juil en surface : 4,43 ml/l (75,80 %) (Qfl : $368 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 53-52)
 le 01 juil au fond : 4,66 ml/l (80,89 %) (Qfl : $368 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 53-52)

Les déficits moyens correspondants ont des valeurs de :

en surface : 1,38 ml/l (24,20 %)
 au fond : 1,15 ml/l (19,11 %)

Les déficits minimum de l'année ont été observés :

le 31 août en surface : 0,85 ml/l (14,38 %) (Qfl : $209 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 46-52)
 le 31 août au fond : 0,71 ml/l (12,02 %) (Qfl : $209 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 46-52)

Les déficits maximum ont été relevés :

le 10 nov en surface : 2,07 ml/l (28,56 %) (Qfl : $367 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 47)
 le 10 nov au fond : 2,02 ml/l (28,10 %) (Qfl : $367 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - coef. 47)

Les valeurs moyennes de l'année 2004 au point K évoluaient autour de 76,35 % du taux de saturation (4,94ml.l). En 2005 les valeurs moyennes évoluent autour de 80,79 % (5,23 ml/l). Le déficit moyen annuel est évalué à 1,24 ml/l (19,21%) alors qu'en 2004 il était évalué à 1,54 ml/l (23,65 %) (**Tableau 4-15**)(**Tableau 4-17**).

La comparaison des années 2004 et 2005, dites sèches, met en évidence une meilleure oxygénation, car le bouchon vaseux était beaucoup plus en amont qu'en 2004.

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

VI-15 - OXYGENE DISSOUS															
POINT K PK 30															
ANNEE K 2005															
DATES		TAUX DE SATURATION		MOY DE LA MAREE		DEFICIT						ECART MAXI TRANCHE D'EAU		Qff: m3.s-1 (moy. 10 jours précédents)	
		ml/l		ml/l	%	Moyen		Minimum		Maximum		ml/l	%		COEFFICIENT
						ml/l	%	ml/l	%	ml/l	%				
21-avr	S	7,48		6,47	86,48	1,01	13,52%	0,85	11,41%	1,35	18,04%	0,07	1,12	61-67	967
	F	7,49		6,44	85,89	1,06	14,11%	0,92	12,24%	1,34	18,01%				
06-mai	S	6,82		5,36	78,54	1,46	21,46%	1,33	19,55%	1,58	23,16%	0,26	3,81	83-87	1220
	F	6,82		5,40	79,22	1,42	20,78%	1,28	18,81%	1,57	23,14%				
01-juil	S	5,81		4,43	75,80	1,38	24,20%	1,20	20,61%	1,72	29,55%	0,40	6,93	53-52	368
	F	5,81		4,66	80,89	1,15	19,11%	0,79	13,67%	1,60	27,48%				
15-juil	S	5,79		4,80	82,94	0,99	17,06%	0,90	15,49%	1,08	18,62%	0,06	1,05	45-44	280
	F	5,79		4,79	82,78	1,00	17,22%	0,87	15,16%	1,10	18,78%				
31-août	S	5,93		4,92	83,02	1,01	16,98%	0,85	14,38%	1,38	22,90%	0,14	2,97	46-52	209
	F	5,91		5,02	85,03	0,89	14,97%	0,71	12,02%	1,28	21,38%				
28-sept	S	6,40		4,87	76,21	1,53	23,79%	1,22	19,40%	1,85	28,20%	0,04	0,55	31-38	329
	F	6,40		4,87	76,13	1,53	23,87%	1,25	19,89%	1,81	27,65%				
12-oct	S	6,47		5,33	82,37	1,14	17,63%	0,87	13,85%	1,41	21,33%	0,09	1,32	39	297
	F	6,47		5,35	82,64	1,13	17,36%	0,90	14,15%	1,37	20,83%				
10-nov	S	7,07		5,47	77,46	1,60	22,54%	1,15	16,28%	2,07	28,56%	0,12	1,73	47	367
	F	7,05		5,44	77,24	1,61	22,76%	1,16	16,38%	2,02	28,10%				
Moyennes	S	6,47		5,21	80,35	1,26	19,65%	1,05	16,37%	1,55	23,80%				
	F	6,47		5,25	81,23	1,22	18,77%	0,99	15,29%	1,51	23,17%				
	G	6,47		5,23	80,79	1,24	19,21%	1,02	15,83%	1,53	23,48%				

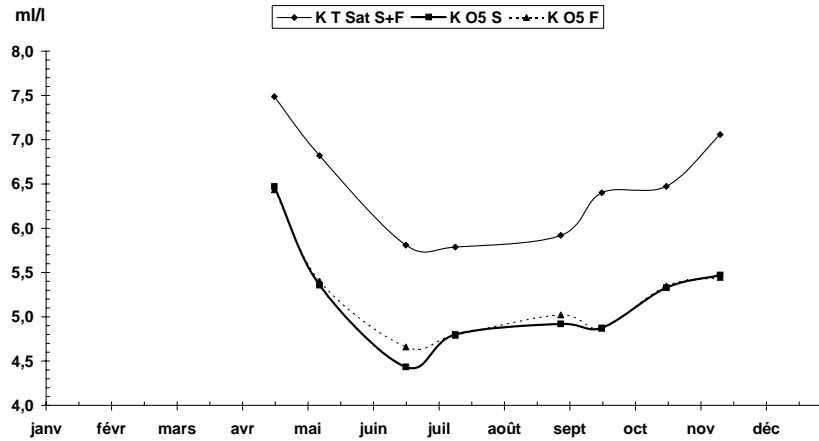


Figure 4-31 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en ml.l⁻¹ au Point K (PK 30) en 2005

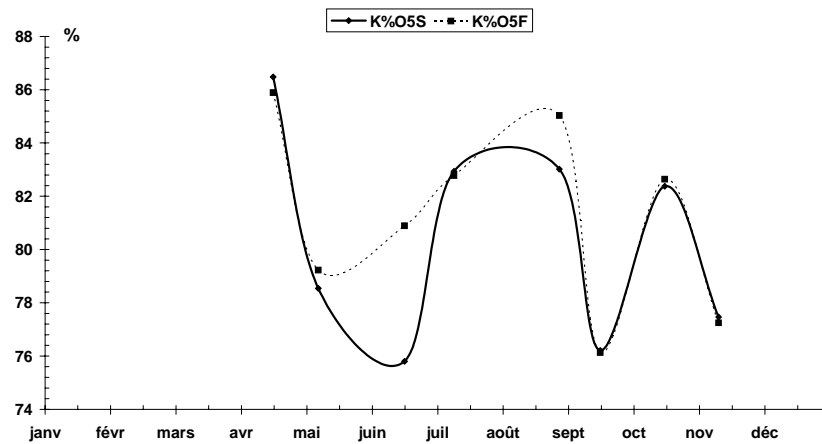


Figure 4-32 : Variations annuelles des valeurs moyennes d'oxygène dissous exprimées en % au Point K (PK 30) en 2005

4.5.1.3. Variations pluriannuelles

Tableau 4-16 : Moyenne des déficits annuels aux points F (PK 67) et E (PK 52) Intervalle de confiance Tn-1

	ANNEE	Nombre de valeurs	Moyenne des déficits annuels : ml/l	Intervalle de confiance	n-1
Point F	1992	62	1,110	0,0582	0,275
	1993	60	1,238	0,0610	0,284
	1994	64	1,107	0,0790	0,380
	1995	64	0,800	0,0645	0,310
	1996	64	0,937	0,0634	0,305
	1997	64	0,990	0,0355	0,171
	1998	64	0,873	0,0507	0,243
	1999	64	1,040	0,0534	0,256
	2000	64	1,201	0,0560	0,268
	2001	64	0,997	0,0617	0,295
	2002	64	1,010	0,0619	0,296
	2003	64	0,842	0,0752	0,360
	2004	64	0,786	0,1045	0,496
	2005	64	0,448	0,0842	0,400
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	

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

Tableau 4-17 : Moyenne des déficits annuels aux points J (PK 52) et K (PK 30) Intervalle de confiance Tn-1

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

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

4.5.2. Variations spatiales

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

4.5.2.1. Variations longitudinales

(Tableau 4-13, Tableau 4-14, Tableau 4-15)

La moyenne des teneurs annuelles 2005 est de :

En surface :

Au Point F :

5,59 ml/l (92,75 %) pour une valeur de saturation de 6,05 ml/l, d'où un déficit de 0,46 ml/l (7,25 %).

Au Point E :

5,36 ml/l (87,30 %) pour une valeur de saturation de 6,16 ml/l, d'où un déficit de 0,79 ml/l (12,70 %)

Au Point K :

5,21 ml/l (80,35 %) pour une valeur de saturation de 6,47 ml/l, d'où un déficit de 1,26 ml/l (19,65 %).

Au fond :

Au point F :

5,55 ml/l (92,98 %) pour une valeur de saturation de 5,99 ml/l, d'où un déficit de 0,44 ml/l (7,02 %)

Au point E :

5,33 ml/l (86,52 %) pour une valeur de saturation de 6,17 ml/l, d'où un déficit de 0,84 ml/l (13,48 %)

Au Point K :

5,25 ml/l (81,23 %) pour une valeur de saturation de 6,47 ml/l, d'où un déficit de 1,22 ml/l (18,77 %)

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

Au Point F :

entre +0,21 ml/l (3,71 %) le 13 juil. et 0,82 ml/l (12,28 %) le 04 mai.

Au Point E :

entre 0,33 ml/l (5,77 %) le 14 juil. et 1,14 ml/l (17,16 %) le 09 nov.

Au Point K :

entre 1,00 ml/l (17,22 %) le 15 juil. et 1,61 ml/l (22,65 %) le 10 nov.

Pour l'année 2005 la comparaison des déficits aux trois points est représentée sur la **Figure 4-36**.

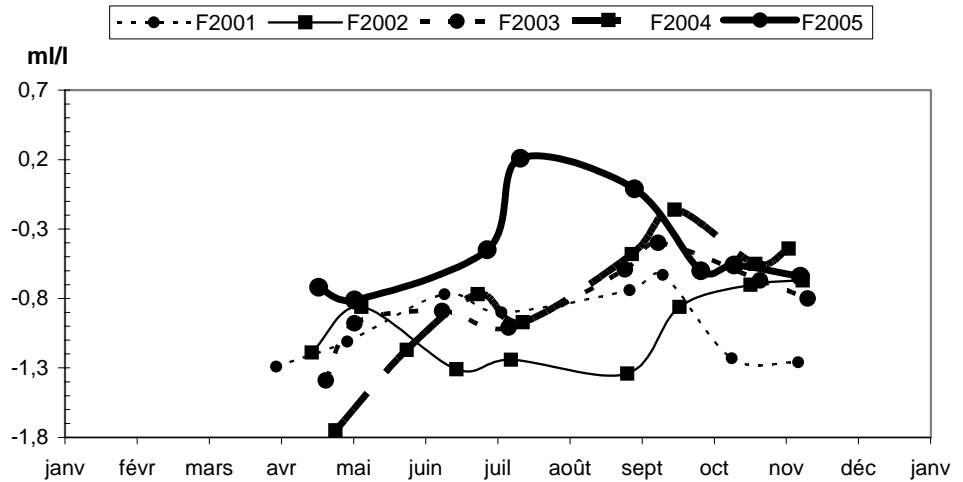


Figure 4-33 : Variations annuelles du déficit en oxygène dissous au Point F (PK 67) (Valeurs moyennes) de 2001 à 2005

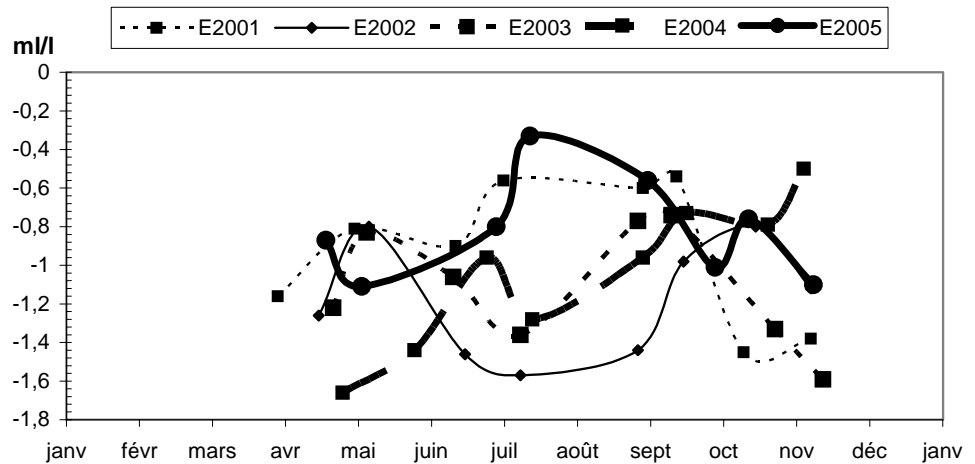


Figure 4-34 : Variations annuelles du déficit en oxygène dissous au Point E (PK 52) (Valeurs moyennes) de 2001 à 2005

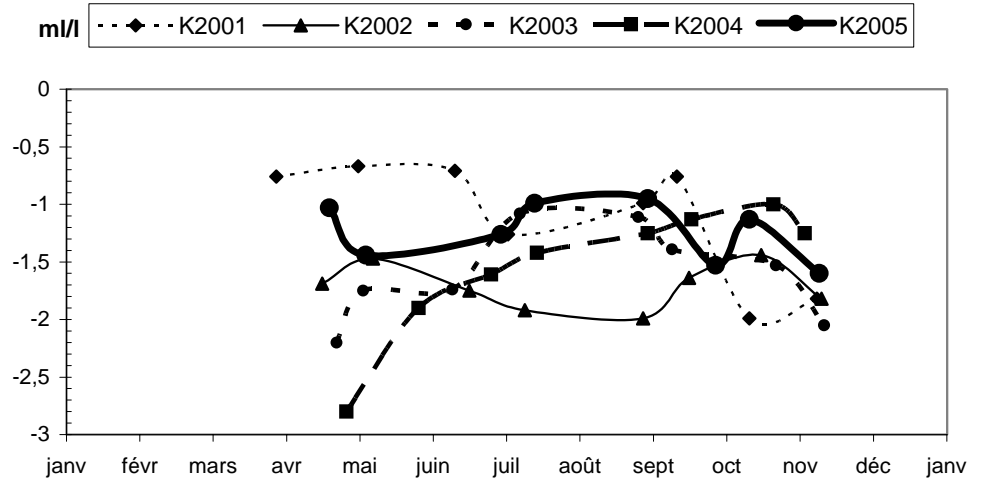


Figure 4-35 Variations annuelles du déficit en oxygène dissous au Point K (PK 30) (Valeurs moyennes) de 2001 à 2005

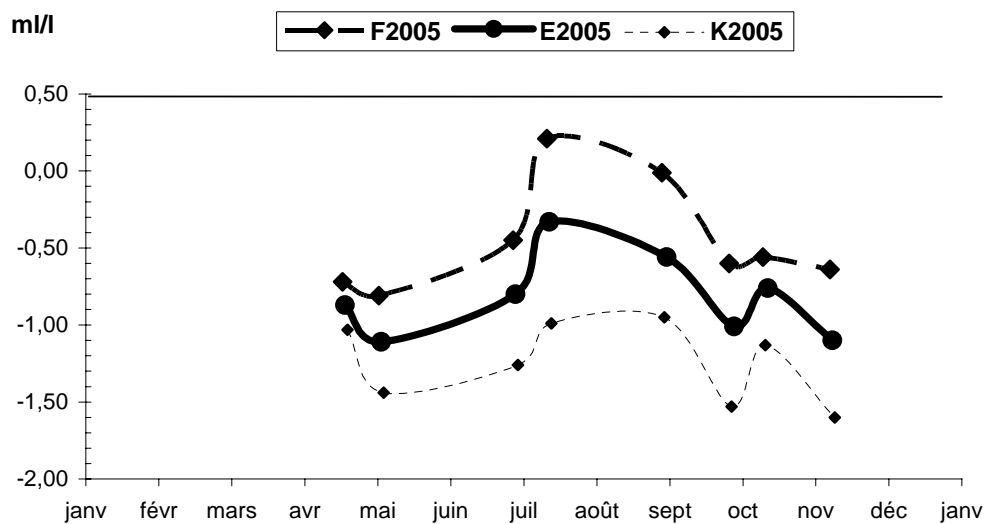


Figure 4-36 Variations du déficit en oxygène dissous au Point F, E, et K (Valeurs moyennes) en 2005

4.5.2.2. Variations verticales

Les écarts maxima entre les déficits des teneurs en oxygène dissous sur la tranche d'eau ont évolué :

Au Point F-PK 67 (Tableau 4-13)

Entre 0,01 ml/l (0,01 %) le 30 août et 0,34 ml/l (3,10 %) le 27 sept. Cette dernière valeur a été observée à la pleine mer et correspond à des eaux ayant une température de 20,36° C en surface et 19,15° C au fond, et de turbidité : 0,014 g/l en surface et 0,029 g/l au fond.

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

Entre 0,03 ml/l (3,93 %) le 30 juin et 0,22 ml/l (3,82 %) le 14 juil.. Cette dernière valeur a été observée à la pleine mer et correspond à des eaux ayant une température de 25,44° C en surface et 24,10°C au fond, et de turbidité : 0,126 g/l en surface et 0,143 g/l au fond.

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

Entre 0,04 ml/l (0,55 %) le 28 sept et 0,40 ml/l (6,93 %) le 01 juil.
Cette dernière valeur a été observée à mi jusant et correspond à des eaux ayant une température de 24,30° C en surface et 24,26°C au fond, et de turbidité : 0,940 g/l en surface et 0,795 g/l au fond.
Les teneurs en oxygène dissous en surface sont légèrement supérieures à celles du fond dans la majeure partie des cas.

4.6. Mesure électrochimique du pH

4.6.1. Variations annuelles

Le pH moyen relevé au cours de l'année 2005 a évolué :

Au point F (Figure 4-37)

en surface entre 7,6 (11 oct) et 8,19 (25 juin)

au fond entre 7,6 (11 oct) et 8,18 (25 juin)

Au point E (Figure 4-37)

en surface entre 7,76 (29 sept) et 8,08 (20 avril)

au fond entre 7,75 (29 sept) et 8,05 (20 avril)

Au point K (Figure 4-37)

en surface entre 7,74 (28 sept) et 7,99 (21 avril)

au fond entre 7,71 (28 sept) et 7,95 (21 avril)

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 est plus importante.

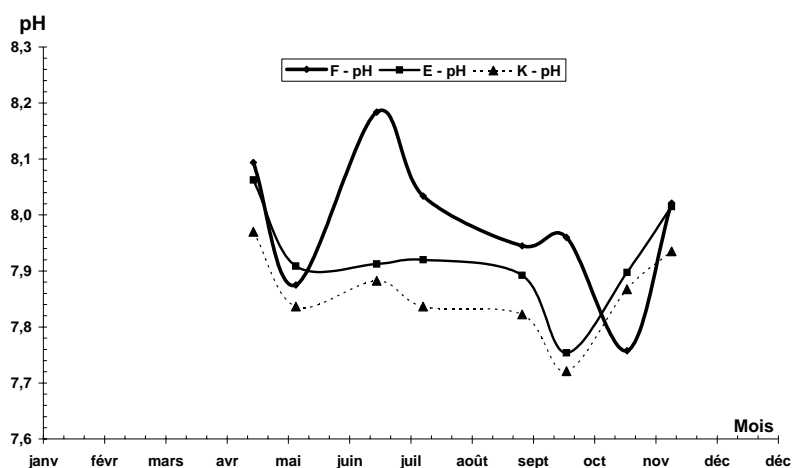


Figure 4-37 : Evolution du pH moyen (fond+surface) aux points FEK en 2005

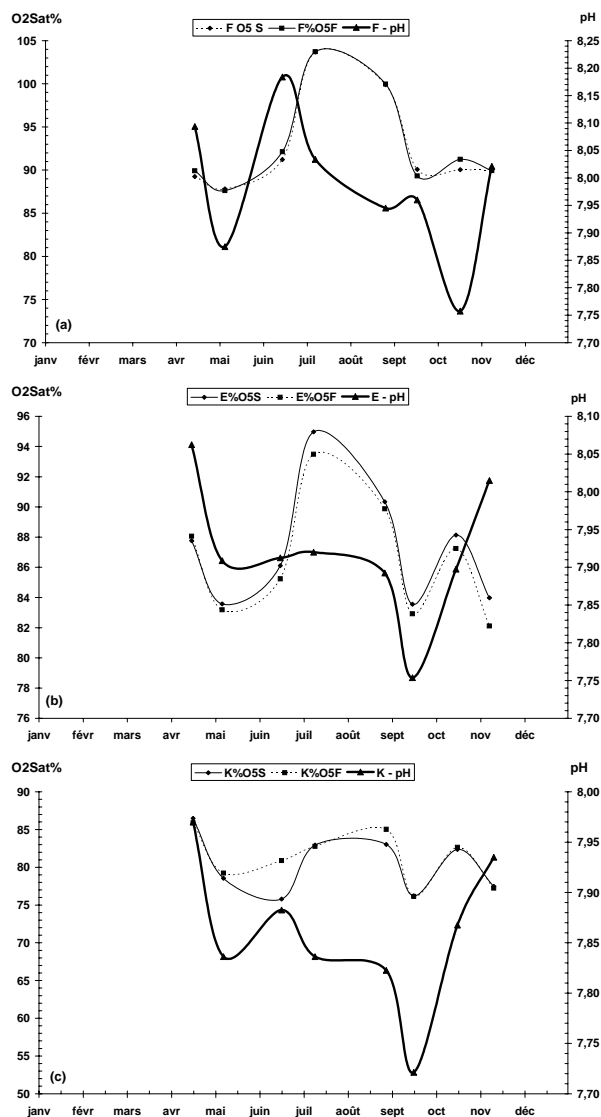


Figure 4-38 : Variations moyennes annuelles du pH (fond, surface) et du taux de saturation en oxygène au point F (a), E (b), K (c) en 2005

En 2004, il y avait une certaine corrélation entre les teneurs en oxygène dissous et les valeurs de pH. En 2005, il ne semble pas y avoir de corrélation.

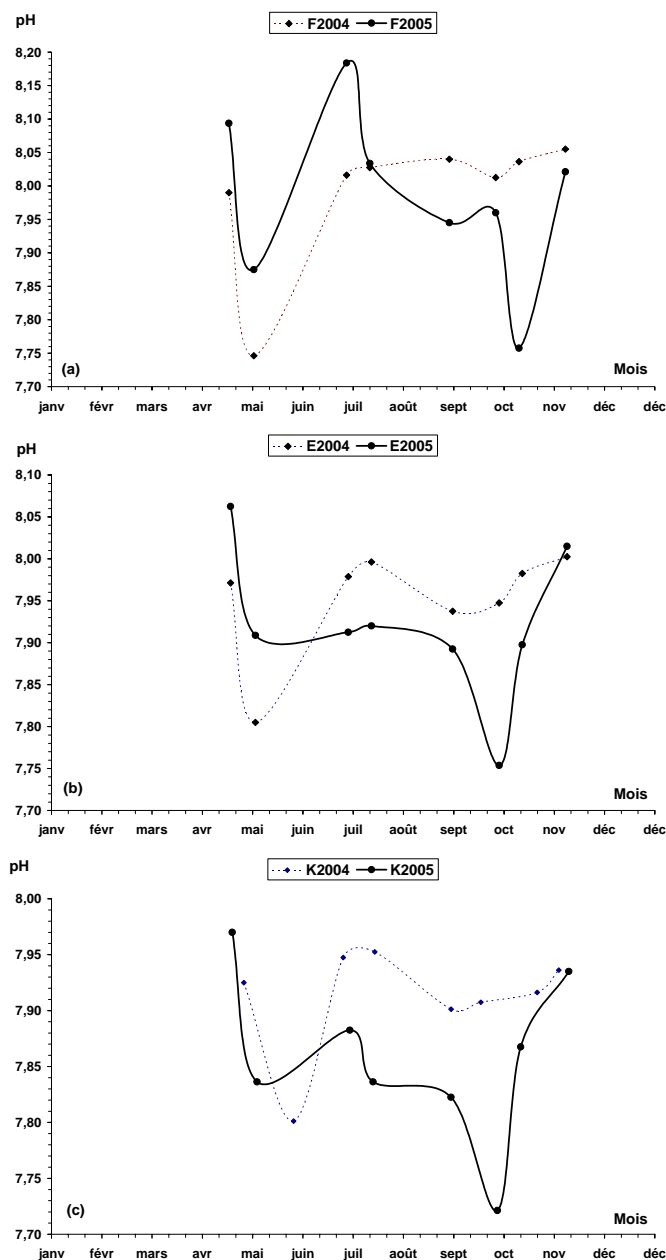


Figure 4-39 : Variations moyennes annuelles du pH aux points F (a), E (b), K (c) en 2004 et 2005

Si on compare les années 2004 et 2005, on note dans les deux cas qu'une augmentation du débit fluvial (même minime), provoque une diminution du pH.

5. Paramètres hydrobiologiques et contaminants chimiques

5.1. Carbone organique

L'article 29 de l'arrêté du 18 septembre 2003 autorisant Electricité de France à poursuivre les prélèvements d'eau et les rejets d'effluents liquides et gazeux pour l'exploitation du site nucléaire du Blayais, prévoit la quantification du carbone organique particulaire, tel que réalisé depuis 1992, et celle du carbone organique total. Compte tenu de la nature limoneuse des eaux de l'estuaire de la Gironde, il a été décidé¹⁷ de réaliser le dosage du carbone organique dissous ; la teneur en carbone organique total est alors obtenue par sommation des fractions particulières et dissoutes.

5.1.1. Carbone organique particulaire

5.1.1.1. Variations saisonnières

5.1.1.1.1 Concentrations brutes

Compte tenu de la forte turbidité des eaux estuarienne de la Gironde, par rapport à un milieu océanique ou fluvial, les concentrations en carbone organique particulaire varient avec celles des matières en suspension (**Figures 5-1 et 5-2**).

¹⁷ Réunion annuelle de suivi du 18 décembre 2003 au CNPE du Blayais

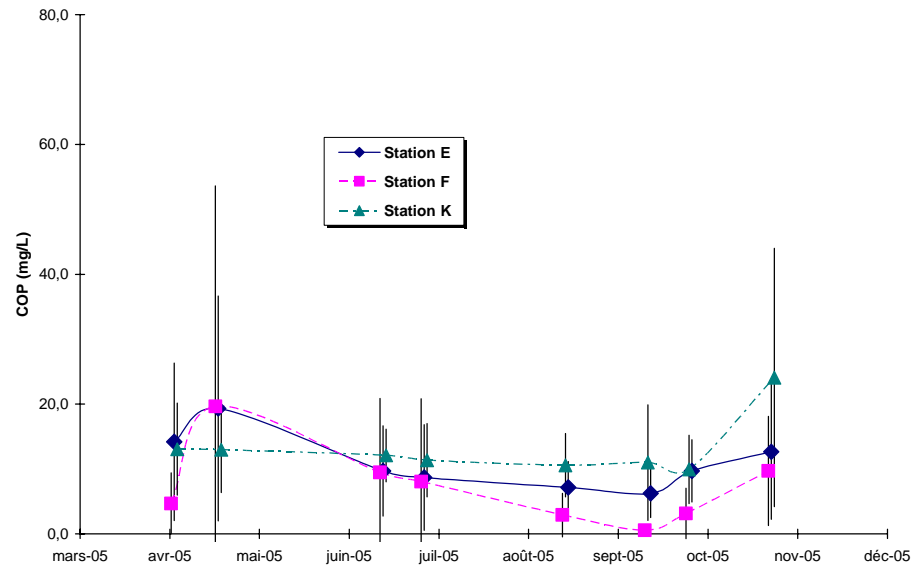


Figure 5-1 : Variations saisonnières des teneurs en carbone organique particulaire, moyenne par station et mission

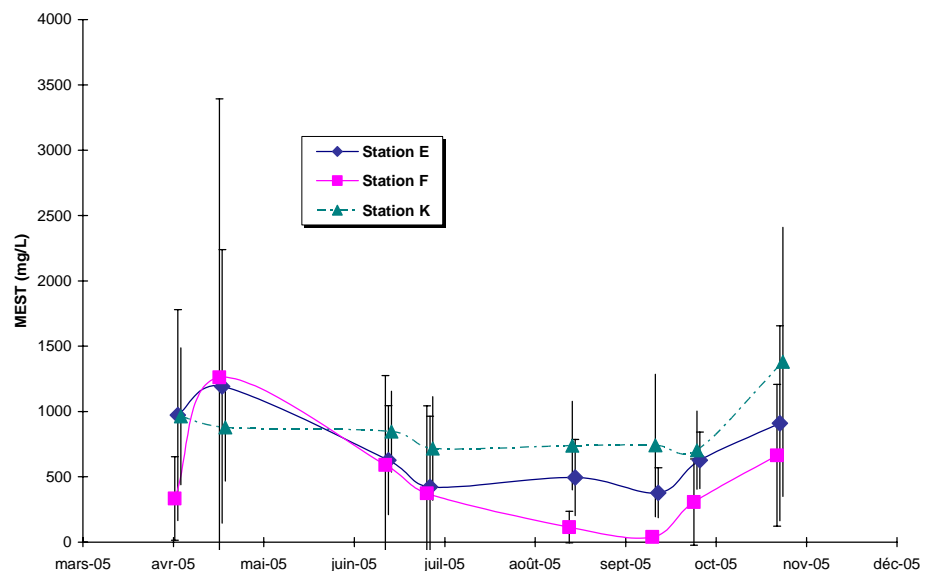


Figure 5-2 : Variations saisonnières des teneurs en matières en suspension, moyenne par station et mission

Pour chaque station, on note toujours une harmonisation des variations saisonnières des teneurs en MES et en COP. Cette harmonisation est caractéristique des eaux de la Gironde en raison de la nature des sédiments drainés par les deux principaux fleuves qui le constituent. Ainsi, la répartition

des concentrations en COP, par rapport à celles des MES, est caractéristique de l'estuaire (**Figure 5-3**).

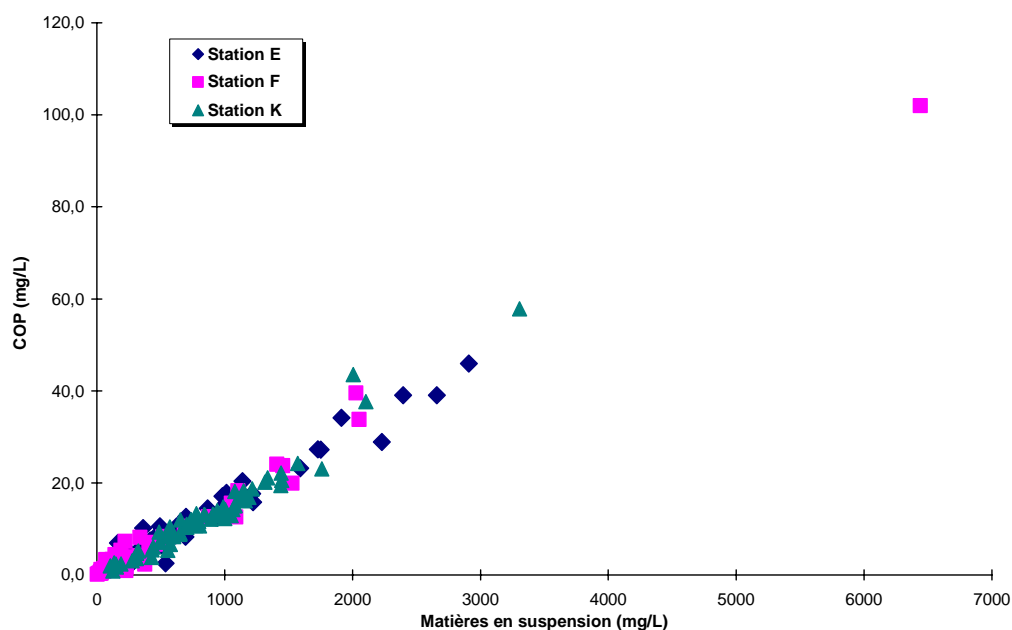


Figure 5-3 : répartitions des teneurs en COP par rapport à celles des matières en suspension, niveaux et missions confondus par station

Ainsi, la connaissance du milieu passe par l'étude des variations de la proportion de carbone organique dans les MES, rapport COP/MES.

5.1.1.1..2 Rapport COP/MES

Jusqu'à la campagne de fin juin, les valeurs du rapport COP/MES varient peu d'une station à l'autre (**Figure 5-4**) ; les écarts entre temps de marée et niveaux sont faibles. Par la suite, pour les stations E et F, les plus en aval, les valeurs de ce rapport augmentent avec des écarts importants entre niveaux et temps de marée. Ce phénomène traduit l'influence de l'intrusion des eaux océaniques. Pour la même période, les valeurs ne varient que peu à la station K. A la fin de la période d'étude, campagnes d'octobre et de novembre, les valeurs enregistrées aux stations E et F décroissent pour revenir à un niveau proche de celui enregistré à la station K.

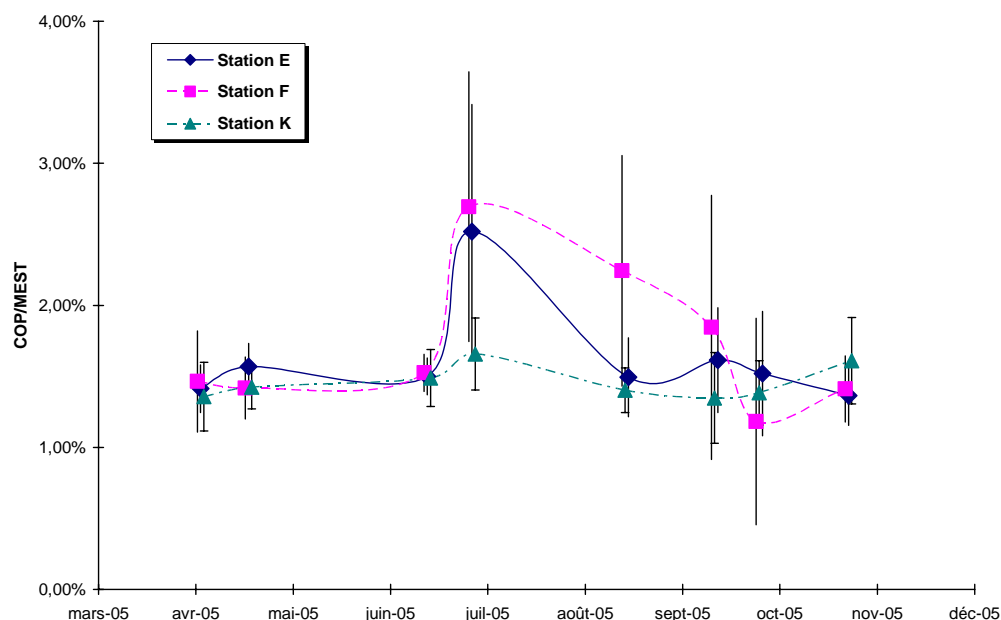


Figure 5-4 : Variations saisonnières du rapport COP/MES, en moyenne par station et mission

Comme le montrent les **Figures 5-5 et 5-6**, les amplitudes des valeurs du rapport COP/MES sont plus importantes pour les mesures de surface que pour celles de fond. Ceci est dû aux teneurs importantes en matières en suspension enregistrées au niveau du fond.

Dans tous les cas, les valeurs enregistrées à la station E reflètent une situation intermédiaire entre la station F en aval et la station K en amont. Le fonctionnement de la centrale ne semble pas avoir d'impact sur les variations de ce paramètre.

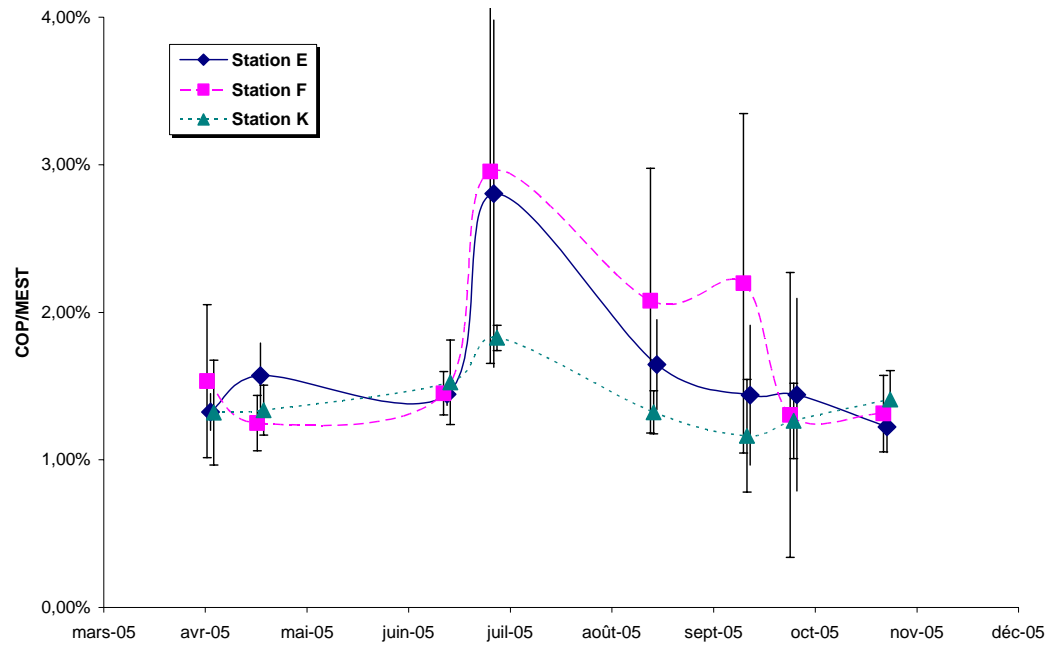


Figure 5-5 : Variations saisonnières du rapport COP/MES en surface, en moyenne par station et mission

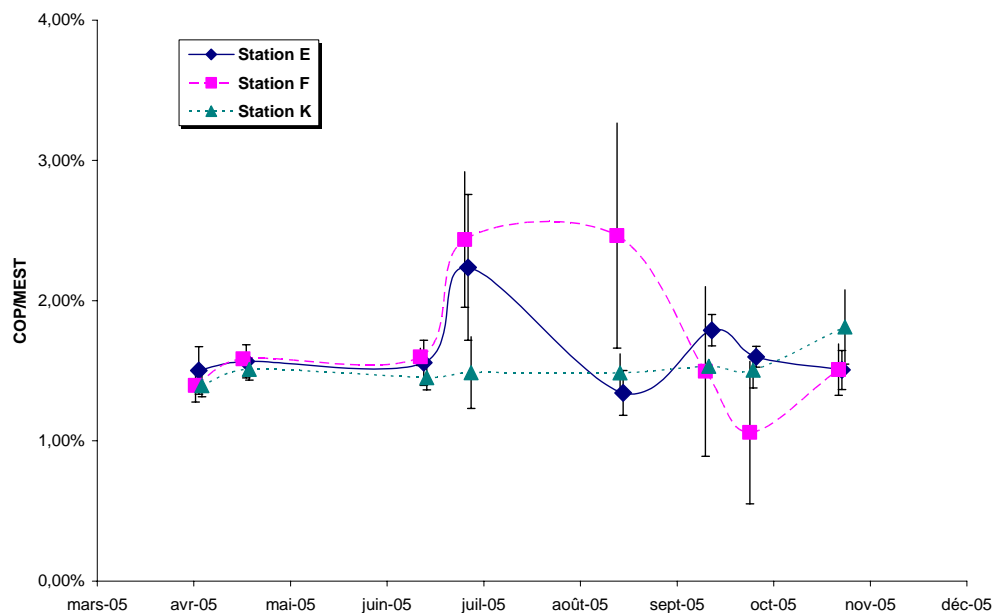


Figure 5-6 : Variations saisonnières du rapport COP/MES au fond, en moyenne par station et mission

5.1.1.2. Relation avec les paramètres hydrobiologiques

5.1.1.2.1 Matière en suspension

La dispersion des valeurs du rapport COP/MES diminue lorsque la teneur en matières en suspension augmente (**Figure 5-7**). Ainsi le rapport COP/MES tend vers une valeur de l'ordre de 1,5 % lorsque la teneur en matières en suspension augmente.

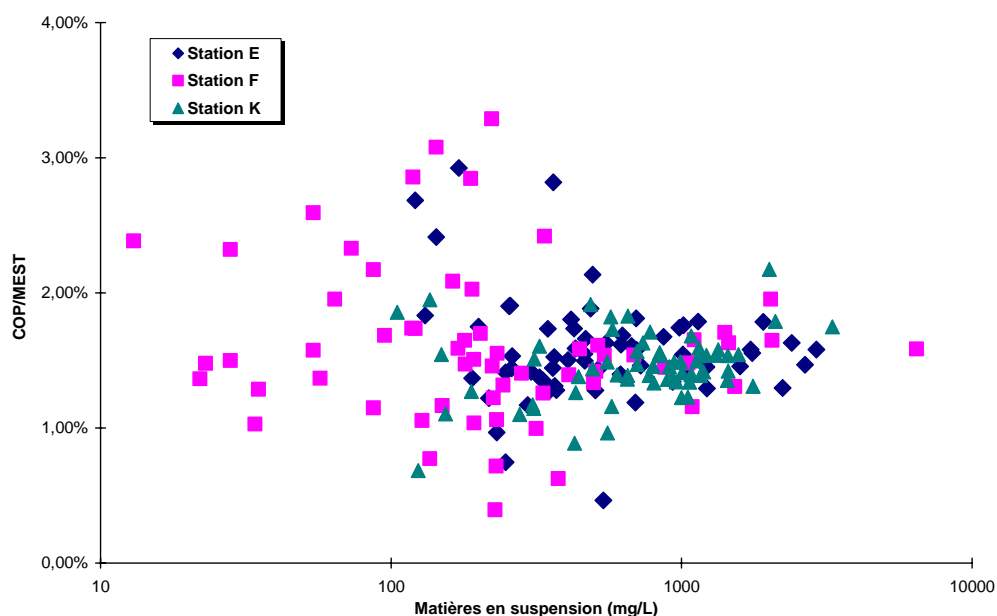


Figure 5-7 : Répartition des valeurs du rapport COP/MES (y) avec les teneurs en MES (x), par station

5.1.1.2.2 Salinité

En raison de l'intrusion des eaux halines au cours de la période d'étude un gradient de salinité notable est enregistré. Ainsi, les valeurs les plus élevées du rapport COP/MES sont enregistrées pour des valeurs de salinité importantes, à la station F notamment (**Figure 5-8**).

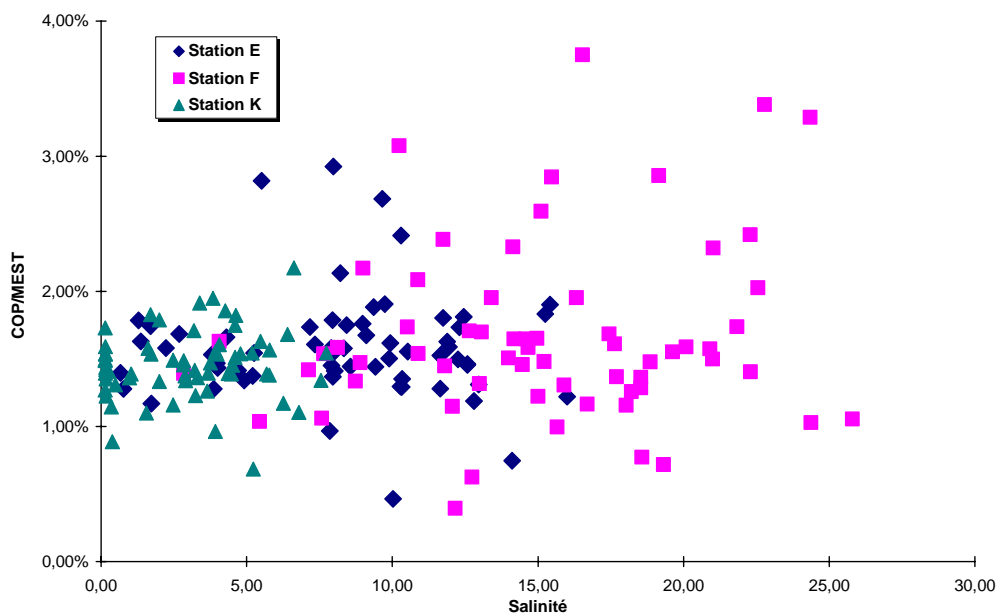


Figure 5-8 : Répartition des valeurs du rapport COP/MES (y) avec la salinité (x), par station

5.1.1.2..3 Déficit en oxygène dissous

En raison de l'intrusion des eaux halines les déficits en oxygène dissous ont été particulièrement faibles. Ce déficit est cependant plus important à la station K qu'à la station F enregistrant même des valeurs en légère sursaturation. Comme cela avait été le cas précédemment on peut constater que les valeurs les plus importantes du rapport COP/MES correspondent à des valeurs du déficit en oxygène dissous les plus faibles voir même en légère sursaturation (**Figure 5-9**) -les valeurs en sursaturation sont négatives-. Comme nous le verrons, il semble que ce phénomène soit associé à une augmentation de la biomasse phytoplanctonique.

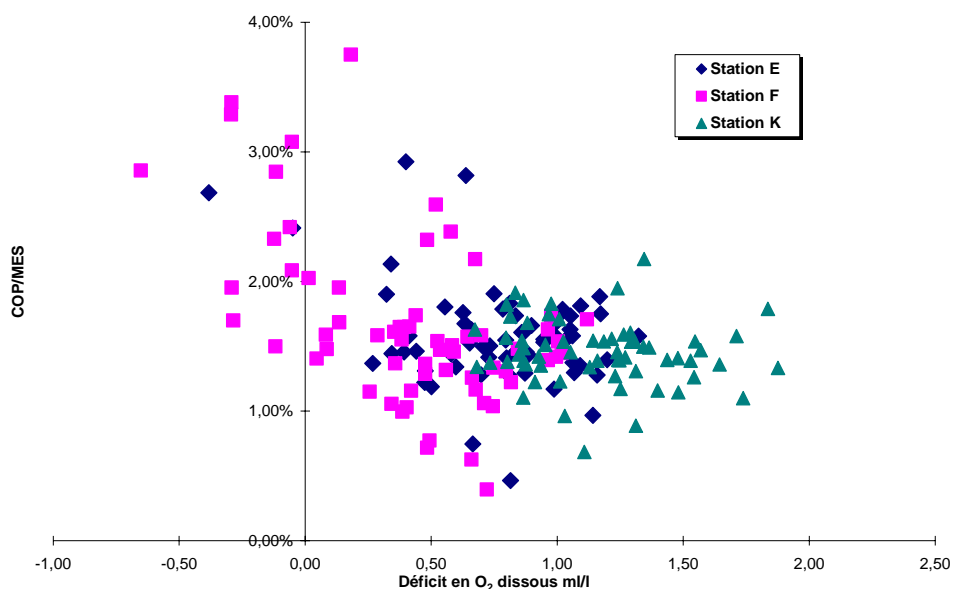


Figure 5-9 : Répartition des valeurs du rapport COP/MES (y) avec le déficit en oxygène dissous (x), par station

5.1.1.3. Evolution des moyennes annuelles

Pour les trois stations, l'évolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et celles du COP sont à peu près identiques (**Figures 5-10 à 5-12**).

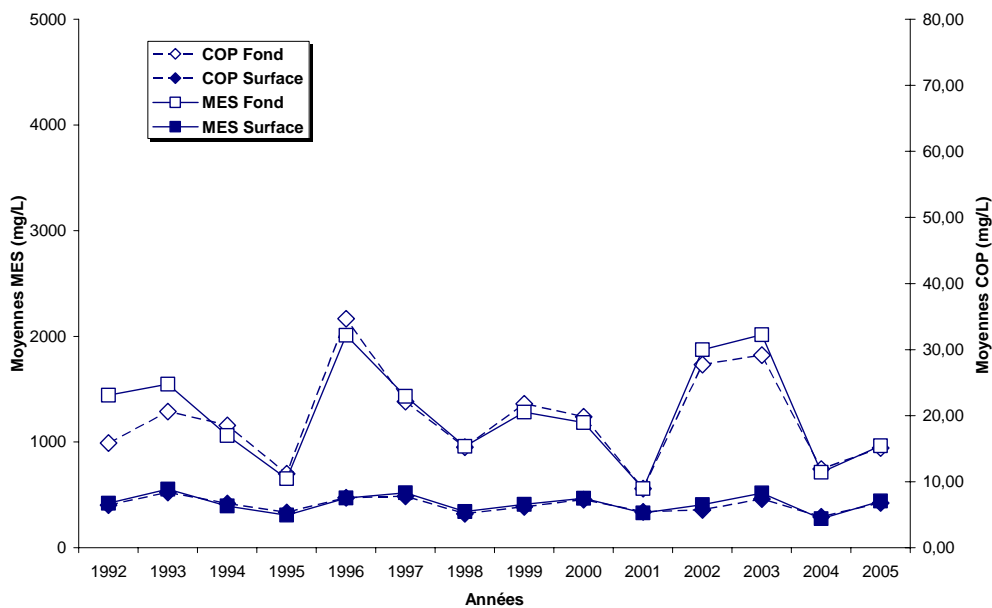


Figure 5-10 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et en COP à la station E



Figure 5-11 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et en COP à la station F

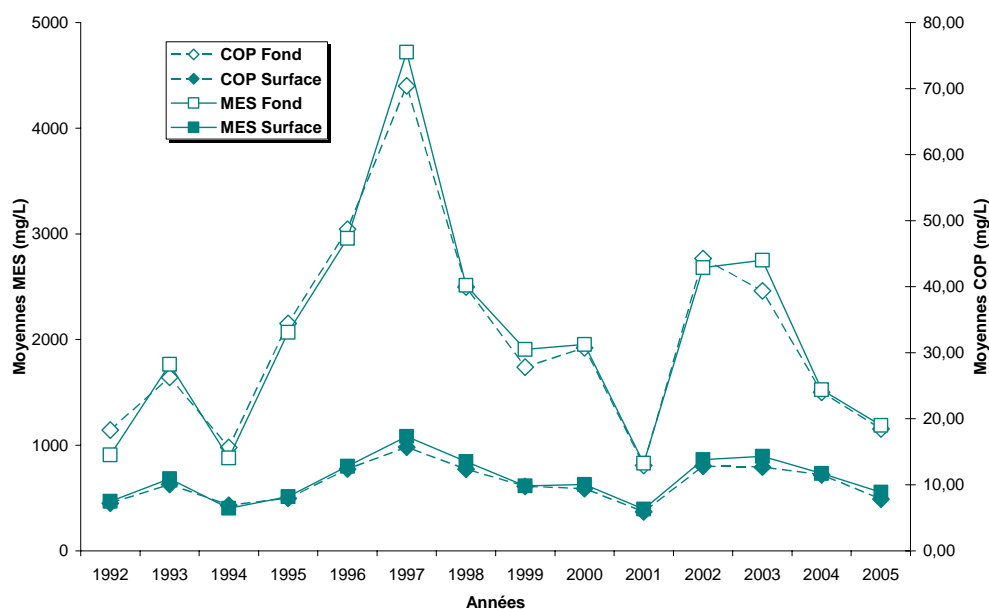


Figure 5-12 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en MES et en COP à la station K

Le tableau ci-après fournit les valeurs des paramètres des régressions qui lient les concentrations en COP à celles des MES pour chaque année depuis 1993, toutes stations confondues (**Tableau 5-1**). La moyenne annuelle, toutes stations et niveau confondus, est proche de la valeur de la moyenne pluriannuelle 1993 – 2005 (1,61%).

Tableau 5-1 : Paramètres des droites de régression entre les teneurs en COP (mg/L) et celles en MES (mg/L), toutes stations confondues, pour la période 1993 – 2005

	Nb	Pente	Ord.	R	RV ¹⁸	α ¹⁹	COP/MES
1993	188	1,36%	1,2	0,94	1421	5.10^{-89}	1,56%
1994	192	1,77%	-0,1	1,00	60809	4.10^{-240}	1,86%
1995	168	1,67%	0,2	0,98	4076	1.10^{-118}	1,72%
1996	192	1,77%	-1,1	1,00	24225	3.10^{-202}	1,68%
1997	192	1,48%	0,4	0,99	10389	8.10^{-168}	1,51%
1998	168	1,62%	-0,4	1,00	26682	3.10^{-185}	1,59%
1999	191	1,62%	-0,3	0,97	2873	3.10^{-116}	1,64%
2000	189	1,63%	-0,3	1,00	18679	3.10^{-189}	1,62%
2001	192	1,61%	-0,1	0,99	8907	1.10^{-161}	1,62%
2002	191	1,50%	-0,3	0,97	2662	3.10^{-113}	1,46%
2003	192	1,42%	0,5	0,98	3674	3.10^{-126}	1,57%
2004	192	1,50%	0,7	0,99	8917	1.10^{-161}	1,56%
2005	192	1,59%	-0,3	0,99	6311	1.10^{-147}	1,60%

A la station E, la « stratification » surface – fond des moyennes annuelles du rapport COP/MES enregistrée au cours des 2 années précédentes n'a pas été observé en 2005 (**Figure 5-13**) ; la moyenne enregistrée en surface, en diminution par rapport à celle de 2004, est légèrement inférieure à celles enregistrée au fond qui n'a que peu évoluée par rapport à 2004. Les deux valeurs s'inscrivent dans le cadre des moyennes pluriannuelles 1992 - 2005 pour cette station (1,61% pour les deux niveaux).

¹⁸ Rapport des variances établies à partir des écarts quadratiques.

¹⁹ Risque α selon la loi de Snédécour (Loi F) pour $u_1 = 1$ et $u_2 = N - 2$ degrés de liberté.

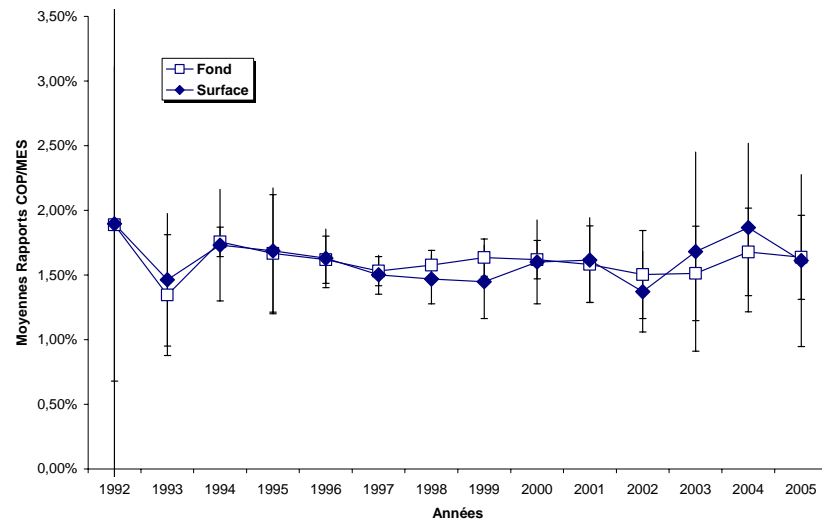


Figure 5-13 : Evolution des moyennes annuelles du rapport COP/MES à la station E, par niveau

A la station F, comme en 2004, les écarts entre niveau pour les moyennes annuelles des rapports COP/MES, sont faibles. Cependant les écarts importants enregistrés lors de l'étude des variations saisonnières pour cette station, se traduisent par des valeurs élevées des écart types (barre d'erreurs sur la **Figure 5-14**). Les valeurs des moyennes sont proches des valeurs pluriannuelles 1992 – 2005 (1,74% pour le fond et 1,76% en surface).

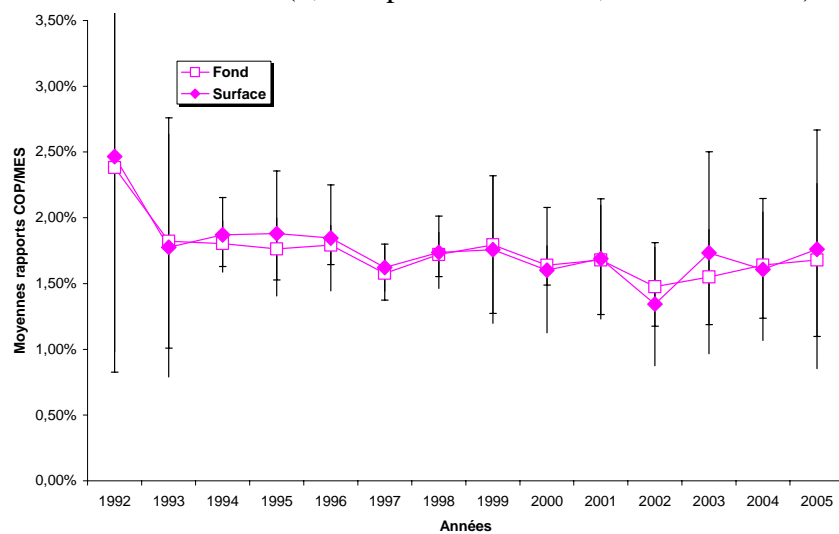


Figure 5-14 : Evolution des moyennes annuelles du rapport COP/MES à la station F, par niveau

A la station K, en surface comme au fond, les valeurs des moyennes annuelles du rapport COP/MES sont inférieures aux valeurs enregistrées en 2004 (**Figure 5-15**) ; cependant, elles s'inscrivent dans celles obtenues les années précédentes (moyennes pluriannuelles 1992 – 2005 : 1,72% pour le fond et 1,58% en surface).

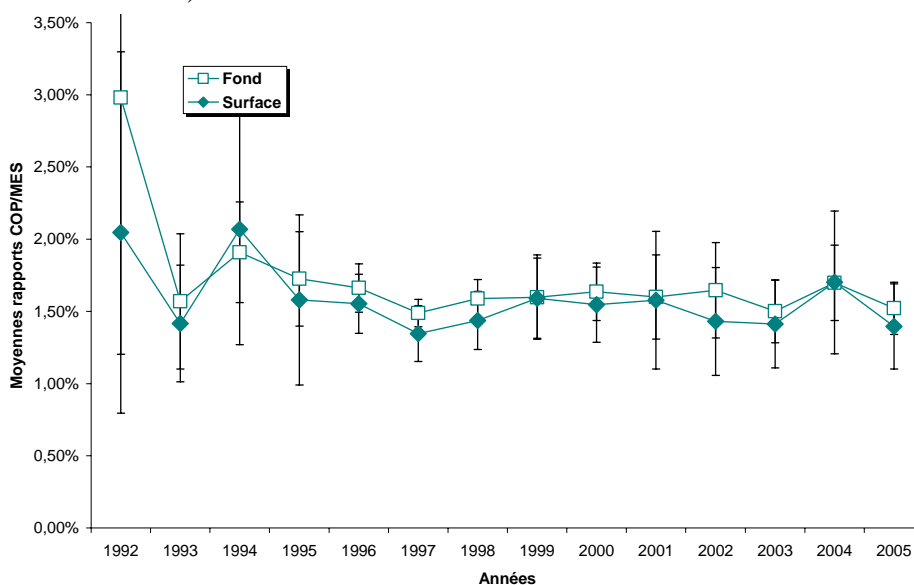


Figure 5-15 : Evolution des moyennes annuelles du rapport COP/MES à la station K, par niveau

5.1.2. Carbone organique dissous

5.1.2.1. Variations saisonnières

D'une manière générale, les teneurs en carbone organique dissous sont dix fois inférieures à celles en carbone organique particulaire. En dehors de la première campagne de la période d'étude, les écarts entre niveaux ou temps de marée sont faibles (**Figure 5-16**). Les valeurs enregistrées à la station F sont plus faibles qu'aux deux autres stations. En période d'étiage, le gradient de concentration aval – amont apparaît nettement ; la station E représente une situation intermédiaire entre la station F en aval et la station K en amont.

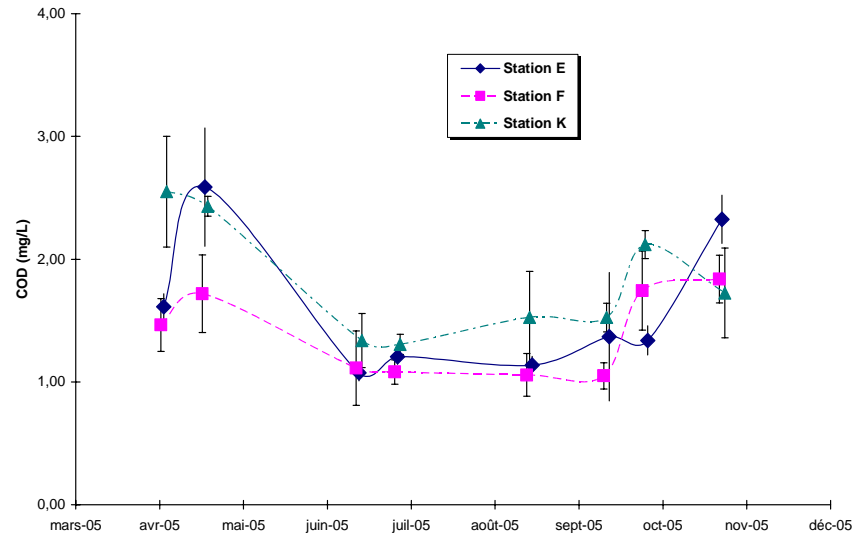


Figure 5-16 : Variations saisonnières des teneurs en carbone organique dissous (COD), en moyenne par station et mission.

5.1.2.2. Relation avec les paramètres hydrobiologiques

5.1.2.2.1 Salinité

Le gradient de concentration en carbone organique dissous en période d'été évoqué ci-dessus est dû à l'intrusion des eaux halines dans l'estuaire. En effet, les teneurs les plus faibles en COD -station F- sont associées à des valeurs de salinité élevées (**Figure 5-17**).

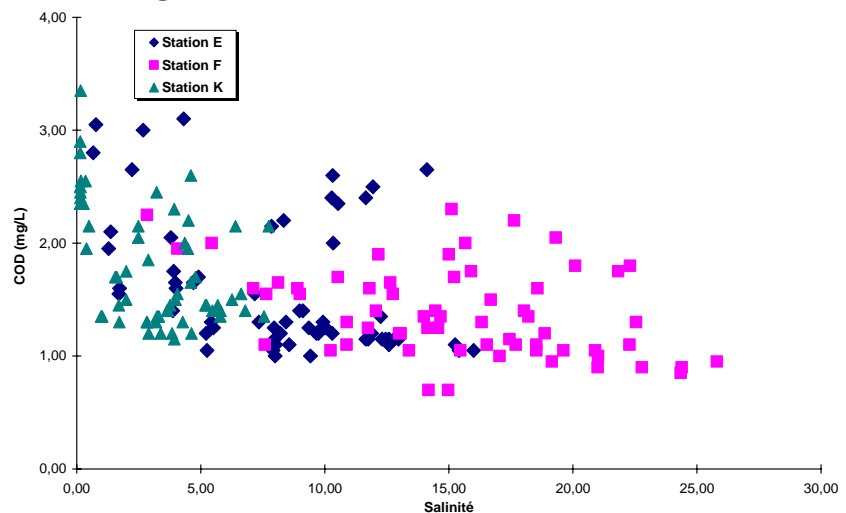


Figure 5-17 : Répartition des teneurs en carbone organique dissous (y) avec la salinité (x), par station.

5.1.2.2..2 Déficit en oxygène dissous

Comme cela a déjà été évoqué, le déficit en oxygène dissous des eaux de l'estuaire, particulièrement faible en 2005, est associé à l'intrusion des eaux halines. Ainsi les déficits en oxygène dissous des eaux les plus faibles correspondent à des teneurs en carbone organique dissous peu élevées (**Figure 5-18**).

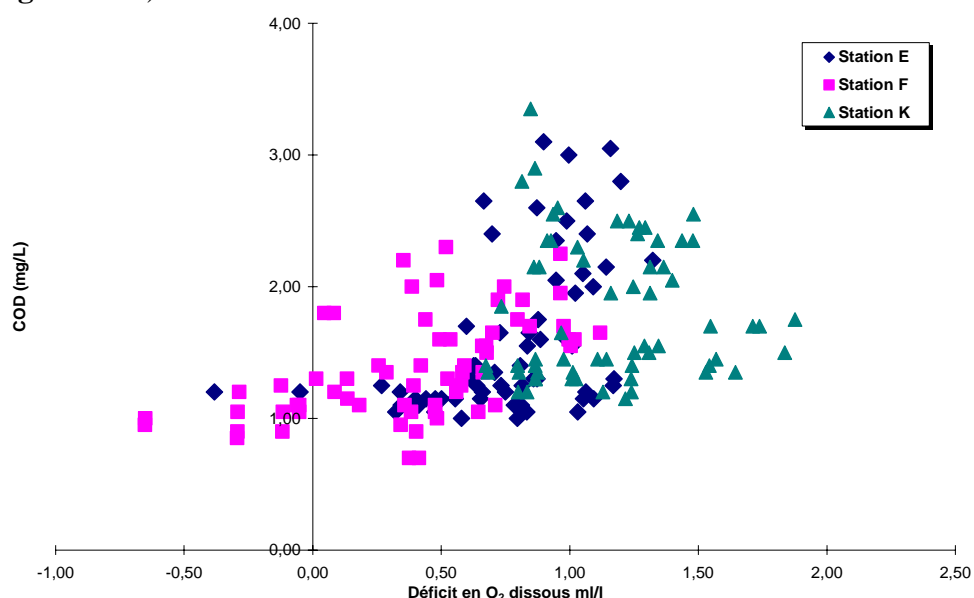


Figure 5-18 : Répartition des teneurs en carbone organique dissous (y) avec le déficit en oxygène dissous (x), par station.

5.1.2.3. Evolution des moyennes annuelles

Dans le cadre de cette étude de surveillance, la teneur en carbone organique dissous a été intégrée à partir de l'année 2004. Le **Tableau 5-2** rassemble les valeurs des moyennes annuelles de ce paramètre pour chacune des trois stations considérées.

Tableau 5-2 : Moyennes annuelle des teneur en COD, par station et niveau, période 2004 - 2005.

Année	St	Niveau	Moyenne	Ecart type
2004	E	F	2,05	1,04
2005	E	F	1,57	0,60
2004	E	S	2,25	0,95
2005	E	S	1,59	0,59
2004	F	F	2,10	1,52
2005	F	F	1,35	0,38
2004	F	S	1,78	0,62
2005	F	S	1,42	0,41
2004	K	F	2,23	1,11
2005	K	F	1,78	0,48
2004	K	S	2,13	1,17
2005	K	S	1,85	0,57

Pour 2005, quelle que soit la station considérée, les valeurs des moyennes annuelles des teneurs en carbone organique dissous sont significativement plus faibles que celles enregistrées au cours de l'année précédente.

5.1.3. Carbone organique total

5.1.3.1. Répartition COP - COD

D'une manière générale, la fraction dissoute du carbone organique représente environ 1/3 du total des deux fractions. Cependant, compte tenu de l'importance des matières en suspension dans l'estuaire de la Gironde, ce ratio est le plus souvent inférieur à cette valeur (**Figure 5-19**).

Ainsi, pour seulement 29% des 192 mesures réalisées en 2005, la teneur en carbone organique dissous représente plus de 30% de la teneur en carbone organique total. L'examen de la répartition du carbone organique pour les mesures dont le COD est supérieur à 30% du COT fait apparaître que la majorité d'entre elles sont associées à la station F (**Figure 5-20**). On peut donc considérer que cette répartition est due, en l'occurrence, à l'intrusion des eaux halines.

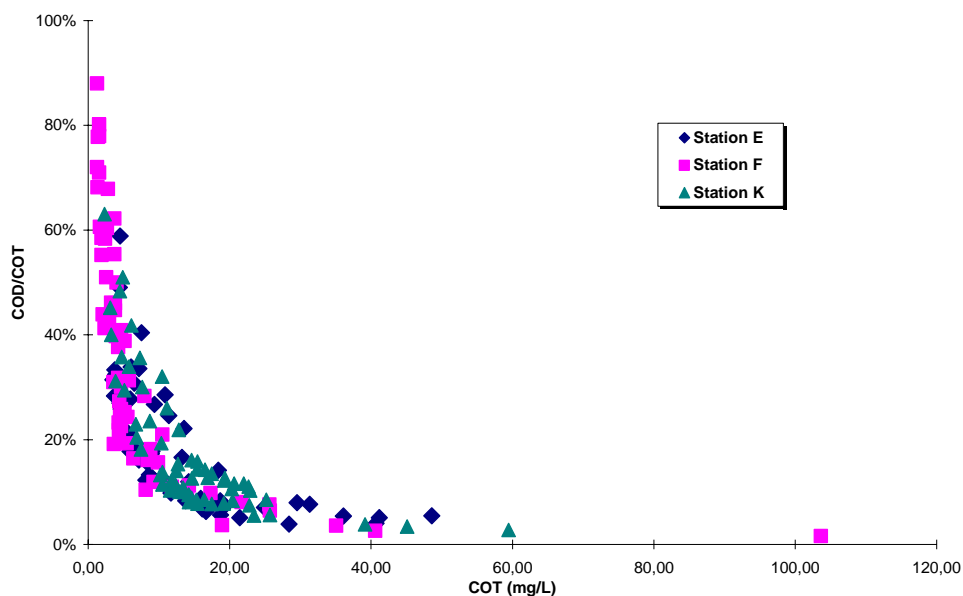


Figure 5-19 : Répartition du carbone organique entre COT et COD, toutes stations, niveaux et temps de marée confondus.

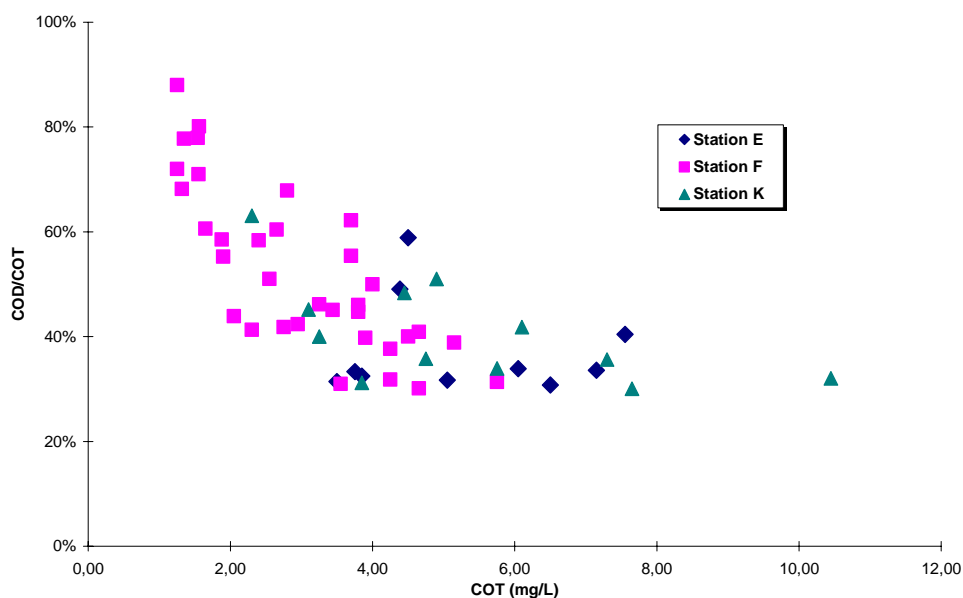


Figure 5-20 : Répartition du carbone organique entre COT et COD, détail pour $COD/COT \geq 30\%$, toutes stations, niveaux et temps de marée confondus.

5.1.3.2. Variations saisonnières

Compte tenu de la répartition entre phase particulaire et phase dissoute présentée précédemment, les variations saisonnières des teneurs en carbone organique total (**Figure 5-21**) sont similaires à celles des teneurs en carbone organique particulaire (cf. paragraphe 5.1.1.1).

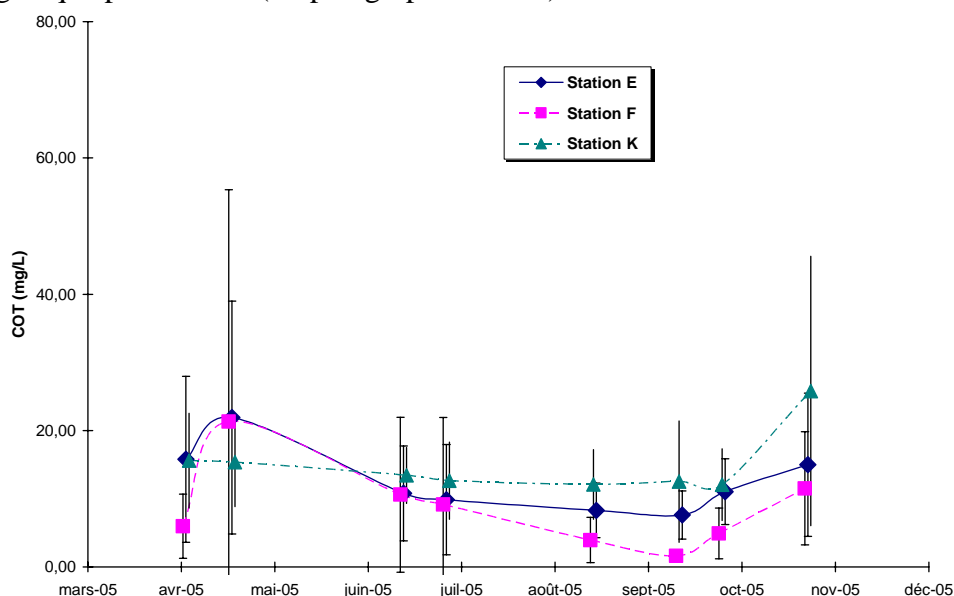


Figure 5-21 : Variations saisonnières des teneurs en carbone organique total (COT), en moyenne par station et mission.

5.1.3.3. Evolution des moyennes annuelles

L'étude des teneurs en carbone organique total a été intégrée à l'étude de surveillance à partir de l'année 2004. Le **Tableau 5-3** rassemble les valeurs des moyennes annuelles de ce paramètre pour chacune des trois stations considérées.

Tableau 5-3 : Moyennes annuelles des teneurs en COT, par station et niveau, pour la période 2004 - 2005.

Année	St	Niveau	Moyenne	Ecart type
2004	E	F	13,96	8,92
2005	E	F	16,68	11,32
2004	E	S	6,95	3,09
2005	E	S	8,39	6,24
2004	F	F	13,66	13,54
2005	F	F	13,41	19,18
2004	F	S	4,92	2,80
2005	F	S	3,88	2,58
2004	K	F	26,17	22,82
2005	K	F	20,21	10,37
2004	K	S	13,62	12,86
2005	K	S	9,67	4,81

Compte tenu de l'impact de la fraction particulaire sur les teneurs en carbone organique total, il n'est pas surprenant de constater que les valeurs des moyennes annuelles sont toujours plus élevées au fond qu'en surface. Pour 2005, les valeurs sont en diminution par rapport à celles de 2004. Enfin, la valeur importante des écarts types témoignent de la grande variabilité des teneurs en COT surtout due à la fraction particulaire.

5.2. Chlorophylle et phéopigments

5.2.1. Variations saisonnières

5.2.1.1. Concentration en chlorophylle (a)

A la station E, les variations des teneurs en chlorophylle (a) sont similaires entre la basse et la pleine mer (**Figure 5-22**). Après les teneurs élevées enregistrées lors de la première campagne de la période d'étude, les valeurs restent inférieures à 40 µg/L. Cependant, deux pics apparaissent le 1^{er} septembre 2005 et le 13 octobre 2005.

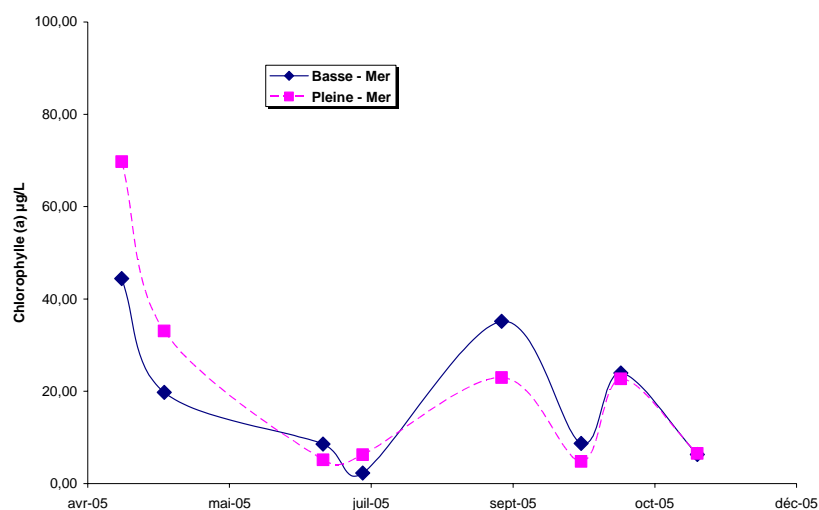


Figure 5-22 : Variations saisonnières des teneurs en chlorophylle (a) à la station E.

Pour la station F, une valeur importante est enregistrée lors de la campagne du 4 mai 2005 à basse mer. Pour le reste de la période d'étude, les teneurs sont restées inférieures à 20 µg/L, à basse comme à pleine mer (**Figure 5-23**).

A la station K (**Figure 5-24**), à pleine mer, les valeurs, légèrement supérieure à 30 µg/L pour les deux premières campagnes, restent faible de juin à octobre. A basse mer, on note une valeur importante lors de la première campagne (avril 2005) et un pic lors de la campagne du 31 août 2005 qui est à rapproché de celui enregistré à la station E pour même période.

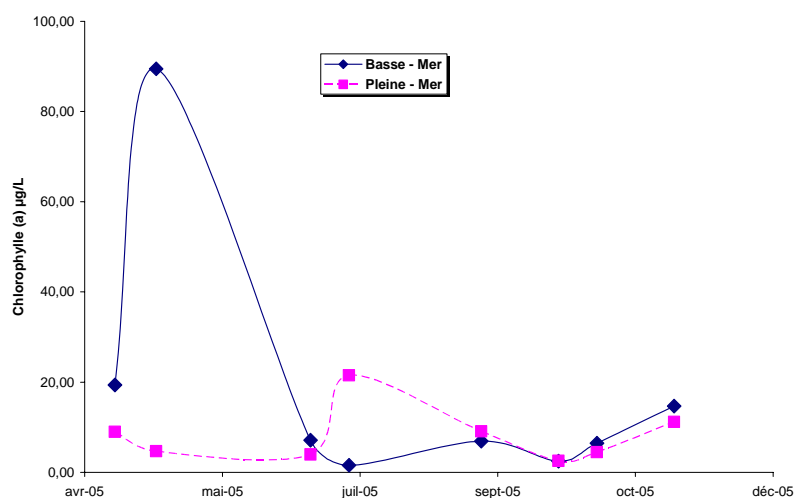


Figure 5-23 : Variations saisonnières des teneurs en chlorophylle (a) à la station F.

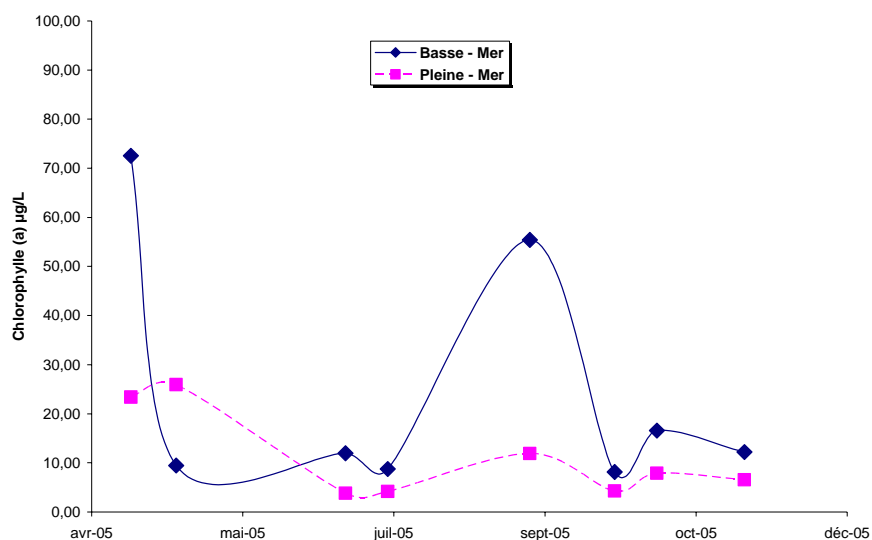


Figure 5-24 : Variations saisonnières des teneurs en chlorophylle (a) à la station K.

5.2.1.2. Taux de chlorophylle active

Le taux de chlorophylle active (T_{CA}) est la concentration en chlorophylle *a* d'un échantillon d'eau superficielle, rapportée à la somme des pigments chlorophylliens mesurés $T_{CA} = Ca / [(Ca + P)]$, où *Ca* est la concentration en chlorophylle *a* en $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ et *P* celle en phéopigments en $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Ce paramètre est un bon indicateur de l'évolution de la biomasse phytoplanctonique.

A la station E (**Figure 5-25**), en début de période estivale -campagnes de juin et de juillet 2005-, les valeurs de pleine présentent un accroissement notable par rapport à celles de basse mer. Parallèlement, pour la basse mer, les valeurs varient peu, restant proche de 0,40.

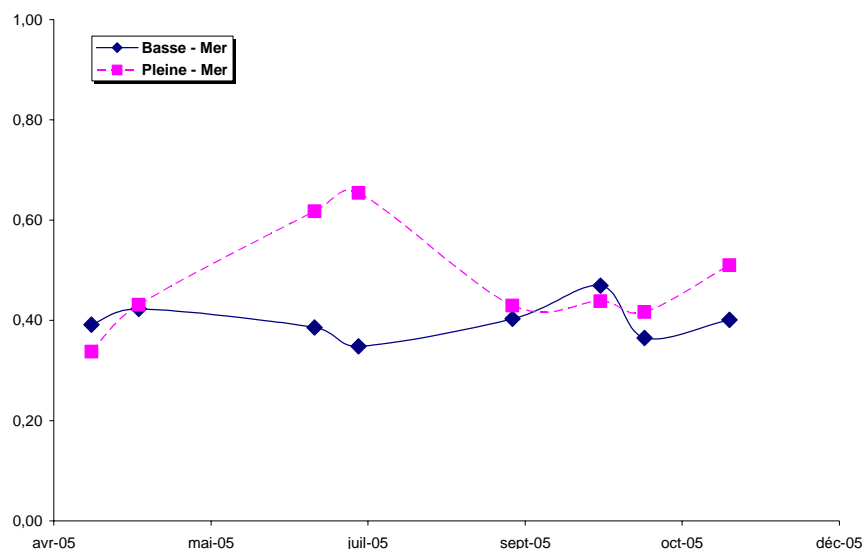


Figure 5-25 : Variations saisonnières des taux de chlorophylle active à la station E.

Pour la station F (**Figure 5-26**), les valeurs des taux de chlorophylle active sont restés élevés ($> 0,50$) du mois de juillet -campagne du 29 juin- au mois de novembre 2005. A basse mer, les valeurs sont plus faibles -proche de 0,40-, sauf lors de la campagne du 30 août 2005.

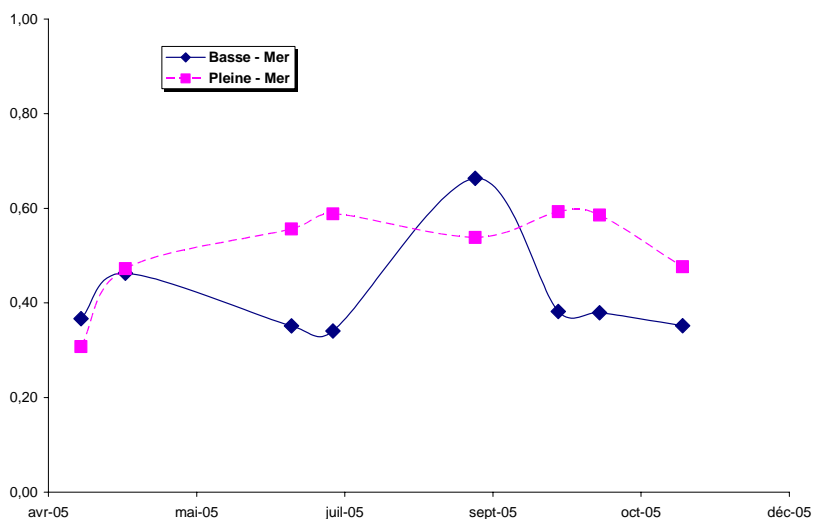


Figure 5-26 : Variations saisonnières des taux de chlorophylle active à la station F

A basse mer, à la station K, les valeurs des taux de chlorophylle active oscillent entre 0,4 et 0,5 ; les valeurs les plus faibles sont enregistrées en période

d'été (Figure 5-27). A pleine mer, la plupart des valeurs sont proches de 0,4 ; seule la valeur enregistrée lors de la campagne du 15 juillet 2005 est nettement au-dessus de 0,6.

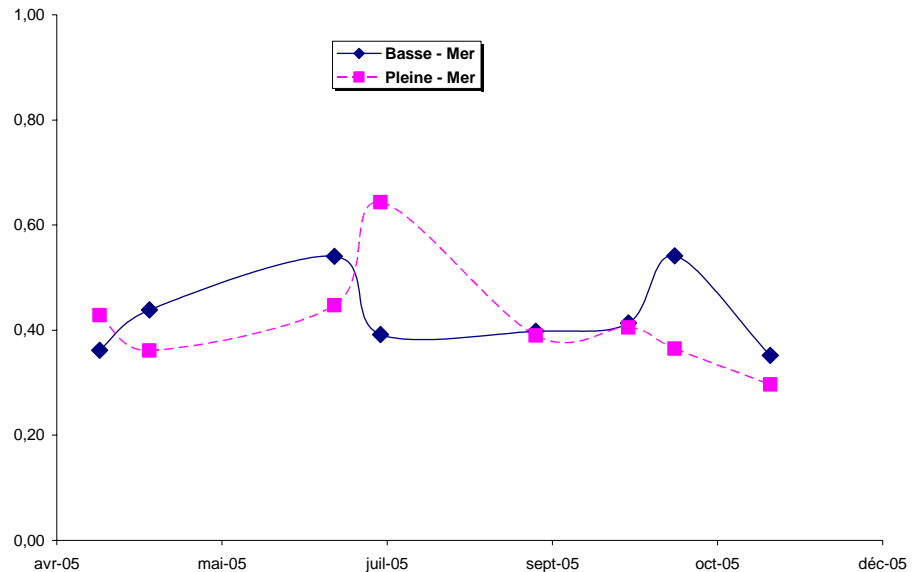


Figure 5-27 : Variations saisonnières des taux de chlorophylle active à la station K

5.2.1.3. Normalisation au carbone organique particulaire

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

Pour la station E, cette normalisation n'apporte pas d'information complémentaire quant à l'évolution saisonnière de la biomasse phytoplanctonique. En effet, les variations saisonnières du rapport Chlorophylle (a) / carbone organique particulaire (Figure 5-28) sont proches de celles présentées ci-dessus pour les concentrations brute.

En revanche, pour la station F, cette normalisation permet de mettre en évidence l'augmentation significative la biomasse phytoplanctonique en période estivale lors de l'intrusion des eaux halines. En effet, les valeurs des rapports chlorophylle (a) / carbone organique particulaire, enregistrés au cours de la période estivale, sont plus élevées qu'aux deux autres stations (Figure 5-29). De plus, les valeurs de pleine mer sont nettement supérieures à celles de basse mer -campagne du 27 septembre 2005-.

A la station K, pour les deux temps de marée, les valeurs du rapport chlorophylle (a) / carbone organique sont faibles (Figure 5-30). Pour cette station la normalisation reflète une biomasse phytoplanctonique faible.

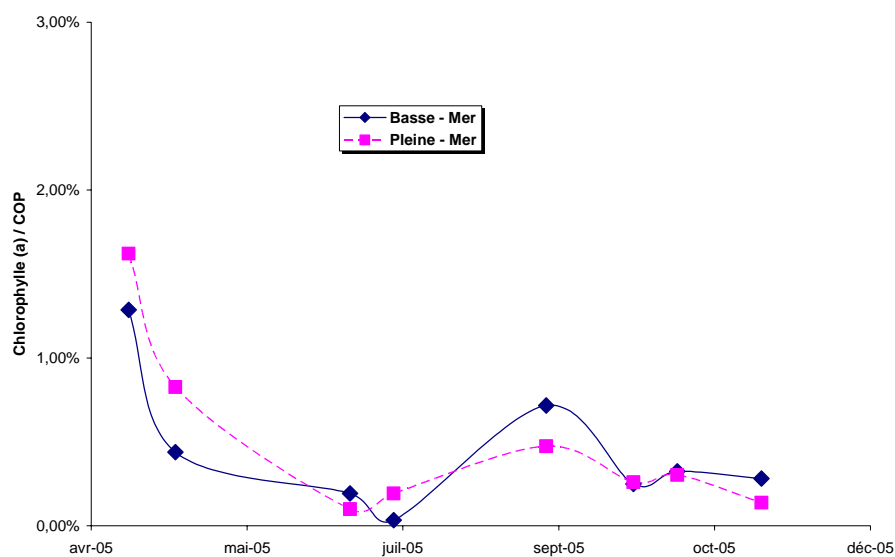


Figure 5-28 : Variations saisonnières du rapport entre la chlorophylle (a) et le COP à la station E.

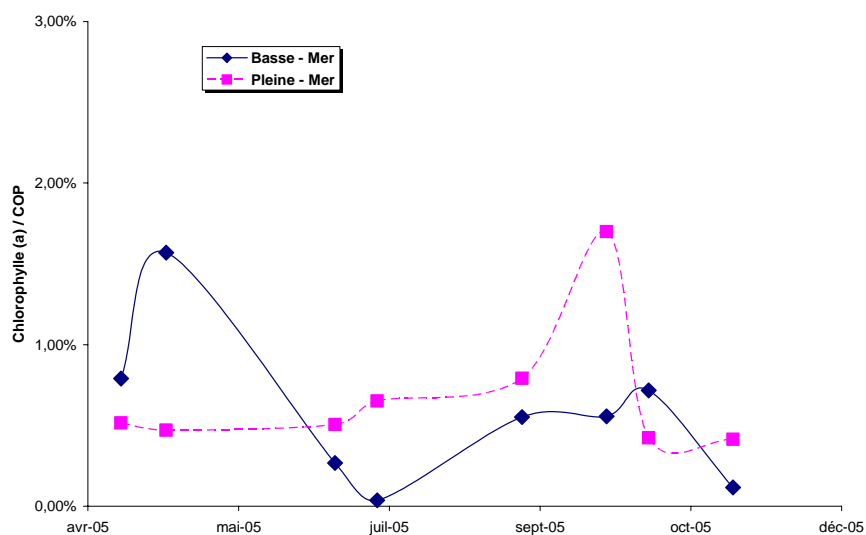


Figure 5-29 : Variations saisonnières du rapport entre la chlorophylle (a) et le COP à la station F.

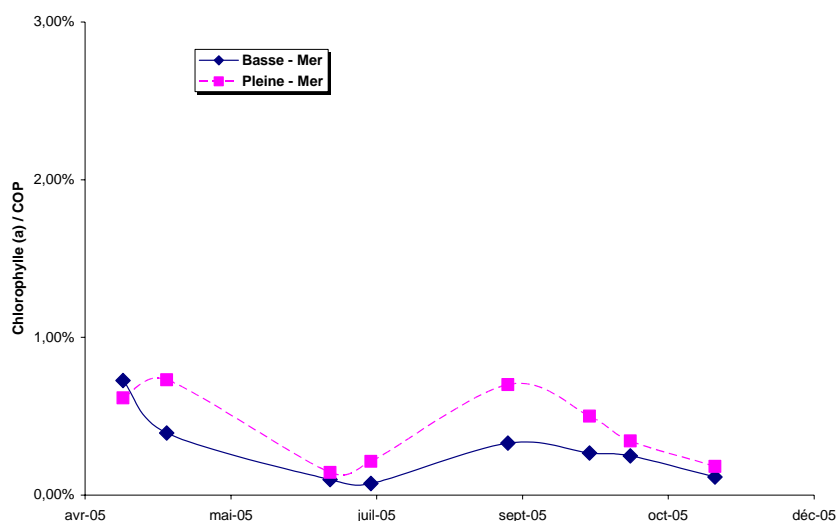


Figure 5-30 : Variations saisonnières du rapport entre la chlorophylle (a) et le COP à la station F.

5.2.2. Evolution des moyennes annuelles

5.2.2.1. Concentration en chlorophylle a

Pour les trois stations, les valeurs des moyennes annuelles des teneurs en chlorophylle (a) sont en nette augmentation par rapport à celles de 2004. D'une manière générale, pour les trois dernières années, à la station E notamment, elles sont en progression (**Figure 5-31**).

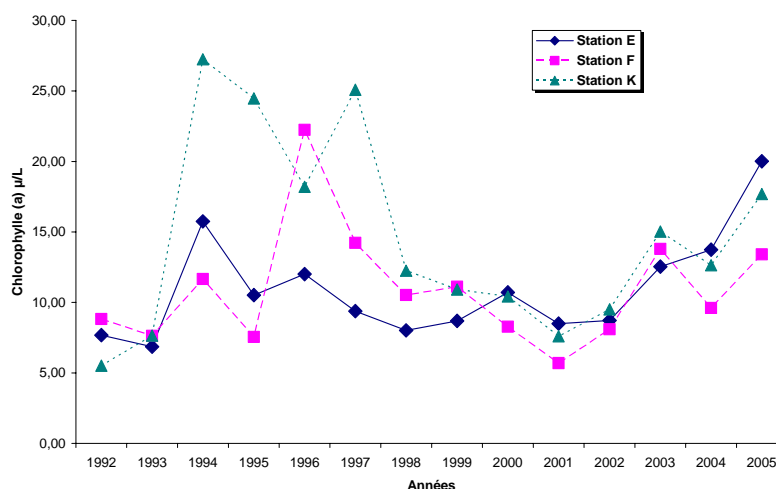


Figure 5-31 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en chlorophylle (a), par station.

5.2.2.2. Taux de chlorophylle active

En revanche, les moyennes annuelles des taux de chlorophylle active, pour les trois stations sont proches de celles enregistrées en 2004 (**Figure 5-32**). D'une manière générale, depuis 2002, chaque année, les valeurs les plus élevées sont enregistrées à la station F.

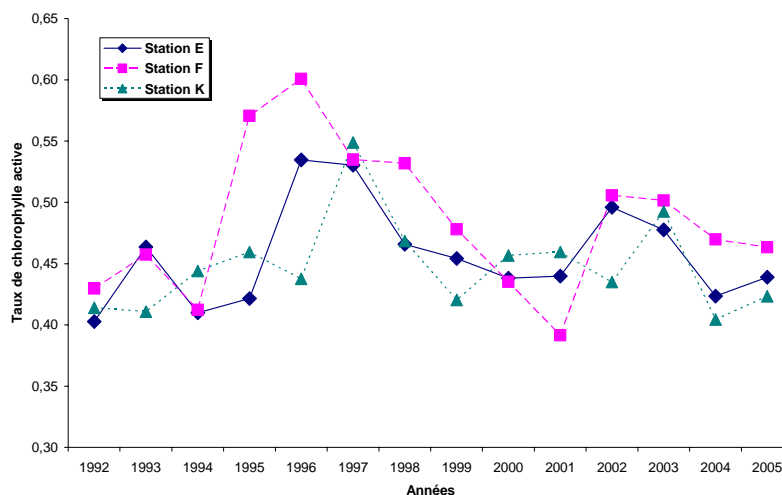


Figure 5-32 : Evolution des moyennes annuelles des taux de chlorophylle active, par station.

5.2.2.3. Normalisation au carbone organique particulaire

Pour les moyennes annuelles du rapport entre la chlorophylle (a) et le carbone organique particulaire, d'une manière générale, les moyennes les plus élevées sont enregistrées à la station F et les plus faibles à la station K (**Figure 5-33**).

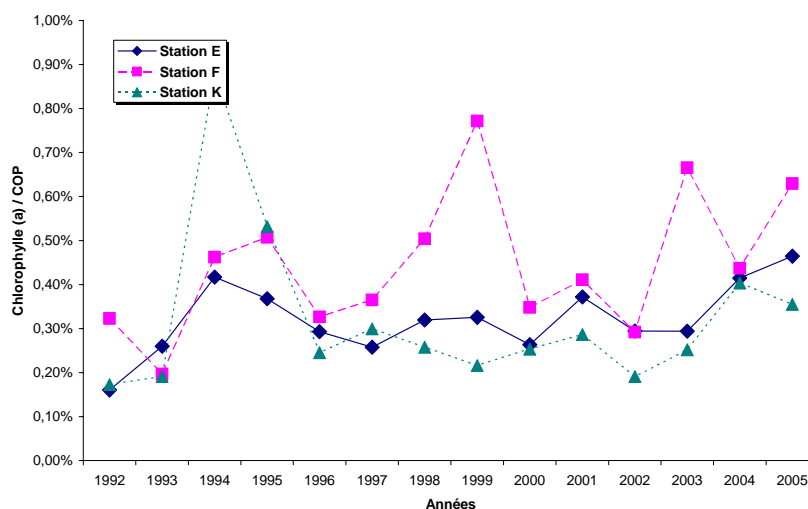


Figure 5-33 : Evolution des moyennes annuelles des rapports entre la chlorophylle (a) et le COP, par station.

5.3. Sels nutritifs et bore

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

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

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 est venue compléter ces essais. Compte tenu de sa présence naturelle dans le milieu marin, nous n'avons pas considéré cet élément comme un polluant.

5.3.1. Nitrates et nitrites

5.3.1.1. Variations saisonnières

En raison de l'intrusion des eaux halines, les teneurs en nitrates – nitrites ont été faibles. A la station E, les valeurs ne dépassent pas 150 $\mu\text{mol/L}$. La stratification, enregistrée pour les années précédentes entre les valeurs de basse mer et de pleine mer, n'apparaît clairement qu'au cours de la période d'étiage – (Figure 5-34). Les teneurs les plus faibles ont été enregistrées lors de la dernière campagne de la période d'étude.

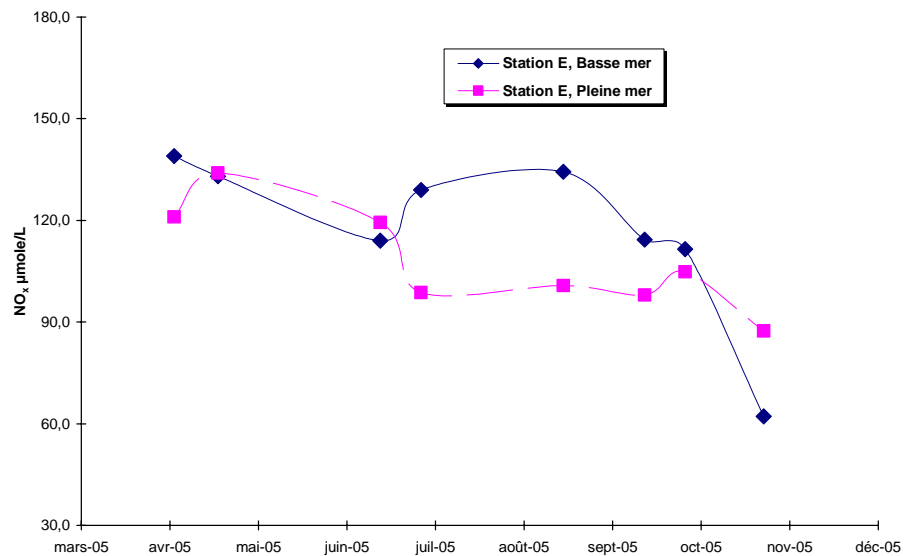


Figure 5-34 : Variations saisonnières des teneurs en nitrates – nitrites à la station E

En revanche, à la station F, la stratification basse mer – pleine mer est bien marquée. Pour les deux temps de marée, les variations saisonnières sont identiques à un écart près d'environ 30 $\mu\text{mol/L}$ entre basse et pleine mer – (**Figure 5-35**). Lors de la dernière campagne une teneur particulièrement faible est mesurée à pleine mer, tandis que, pour la basse mer, la teneur est nettement plus élevée.

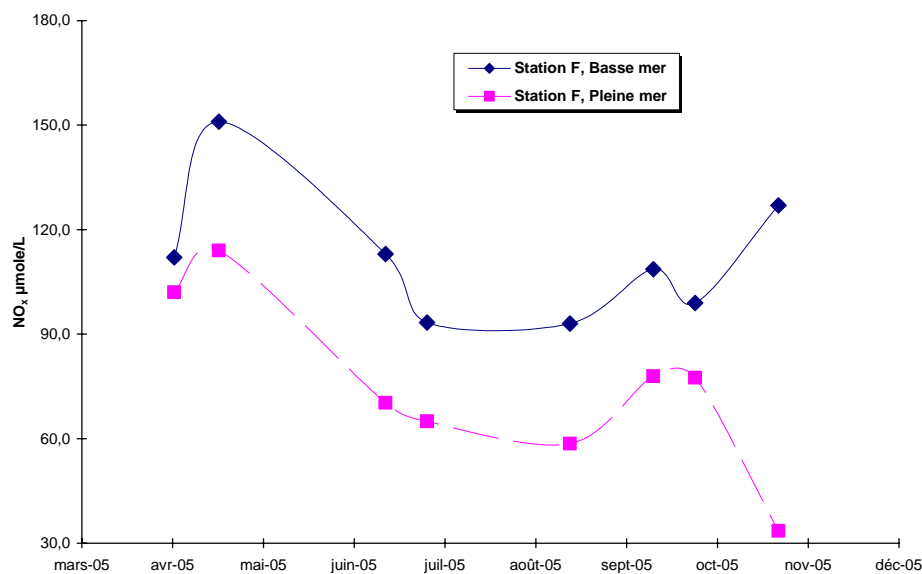


Figure 5-35 : Variations saisonnières des teneurs en nitrates – nitrites à la station F

Pour la station K, même au cours de la période d'étiage, on ne constate pas de stratification entre les concentrations en nitrates – nitrites à basse et pleine mer (**Figure 5-36**). En revanche, comme à la station F on constate une nette diminution de la teneur enregistrée à pleine mer lors de la campagne du mois de novembre 2005.

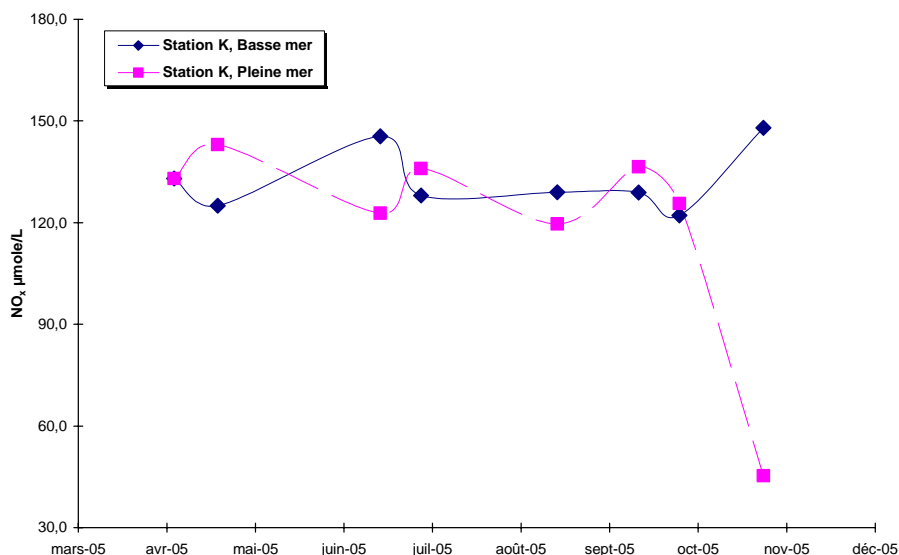


Figure 5-36 : Variations saisonnières des teneurs en nitrates – nitrites à la station K

5.3.1.2. Evolution des moyennes annuelles

Pour la station E, la moyenne des teneurs en nitrates – nitrites enregistrée au cours de l'année 2005 est la plus faible depuis le début de l'étude – (Figure 5-37). La valeur enregistrée (112,6 µmol/L) est très nettement inférieure à la valeur pluriannuelle 1992 – 2005 (137,8 µmol/L).

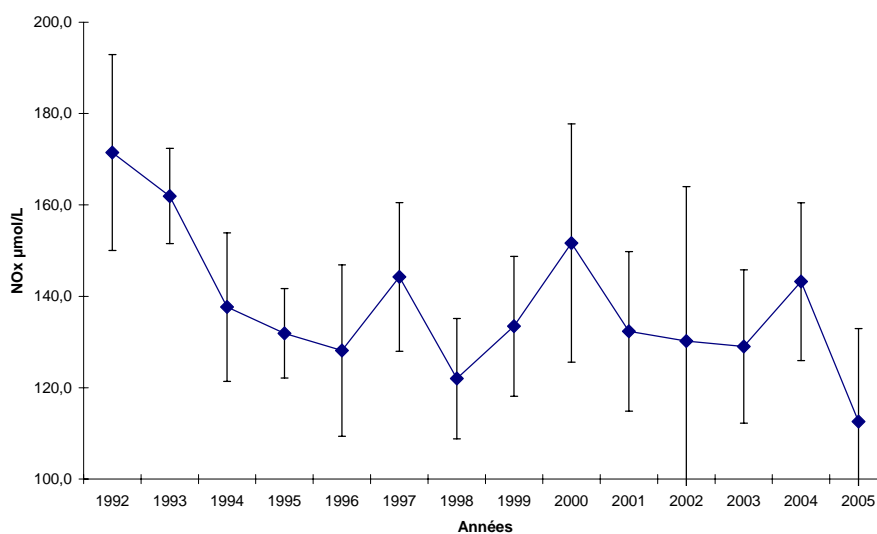


Figure 5-37 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en nitrates – nitrites, station E.

Une nette diminution des valeurs des moyennes annuelles est également enregistrée pour les autres stations (**Tableau 5-4**).

Tableau 5-4 : SESB 2005, moyennes annuelles des teneurs en nitrates - nitrites, par station, période 2004 - 2005.

Année	St	Moyenne	Ecart type
2004	E	143,2	17,3
2005	E	112,6	20,4
2004	F	111,9	27,4
2005	F	93,5	28,9
2004	K	145,4	20,7
2005	K	126,3	23,2

5.3.2. Ammonium

En 2005, comme pour les années précédentes à la station E, près de 2/3 des valeurs mesurées sont inférieures au seuil de quantification. Aussi, il ne sera fait aucune exploitation des variations des mesures supérieures au seuil de quantification analytique.

5.3.3. Orthophosphates et rapport N/P

5.3.3.1. Variations saisonnières

Pour les trois stations, lors de la dernière mission de la période d'étude, les mesures réalisées ont montré des concentrations inférieures au seuil de quantification de l'IEEB pour ce paramètre, en eaux marines et saumâtres.

Pour les stations E et F, les valeurs de basse et pleine mer sont proches (**Figures 5-38** et **5-39**). D'une manière générale les teneurs enregistrées à la station F sont un peu inférieures à celles de la station E.

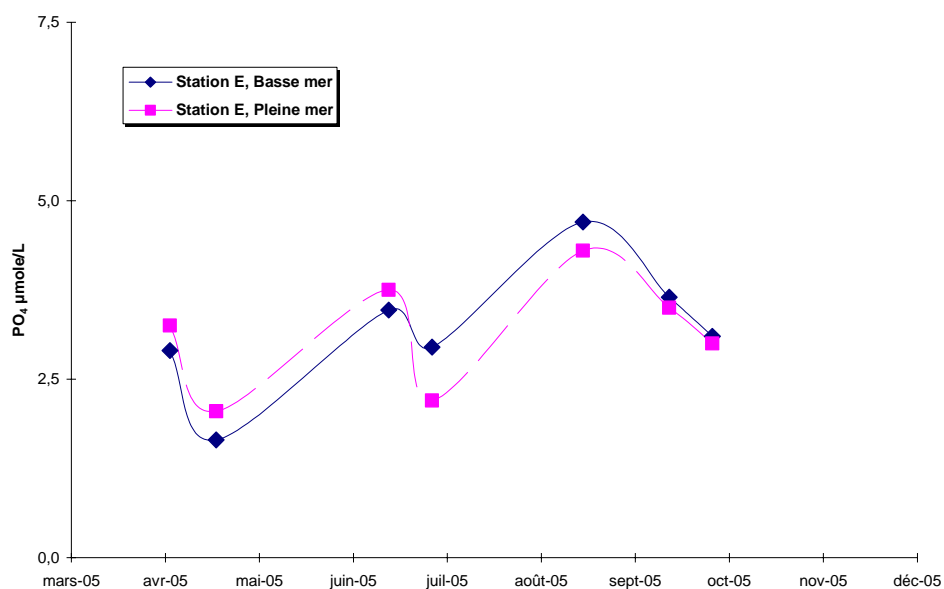


Figure 5-38 : Variations saisonnières des teneurs en orthophosphates à la station E

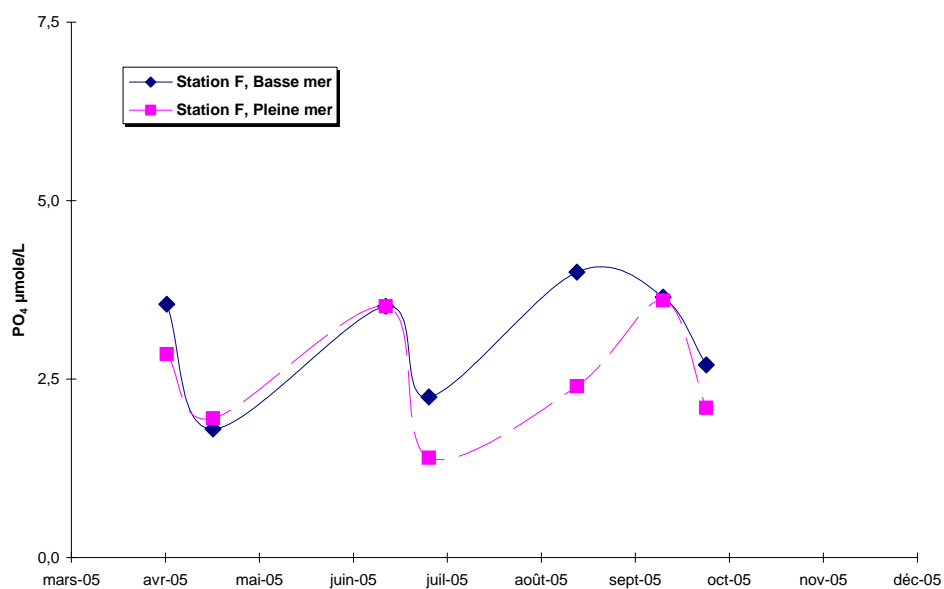


Figure 5-39 : Variations saisonnières des teneurs en orthophosphates à la station F

A la station K, les teneurs, plus élevées qu'aux deux autres stations, apparaissent également plus désordonnées entre basse mer et pleine mer ; l'amplitude des variations à pleine mer et faible (**Figure 5-40**).

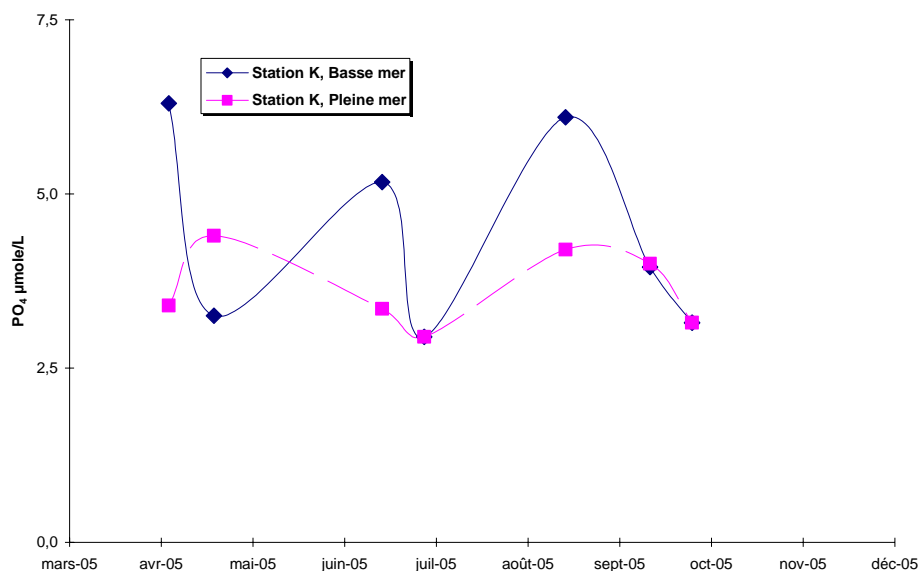


Figure 5-40 : Variations saisonnières des teneurs en orthophosphates à la station K

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

La similitude des variations saisonnières en orthophosphates enregistrées pour les stations E et F se retrouve au niveau des valeurs du rapport N/P (Figures 5-41 et 5-42).

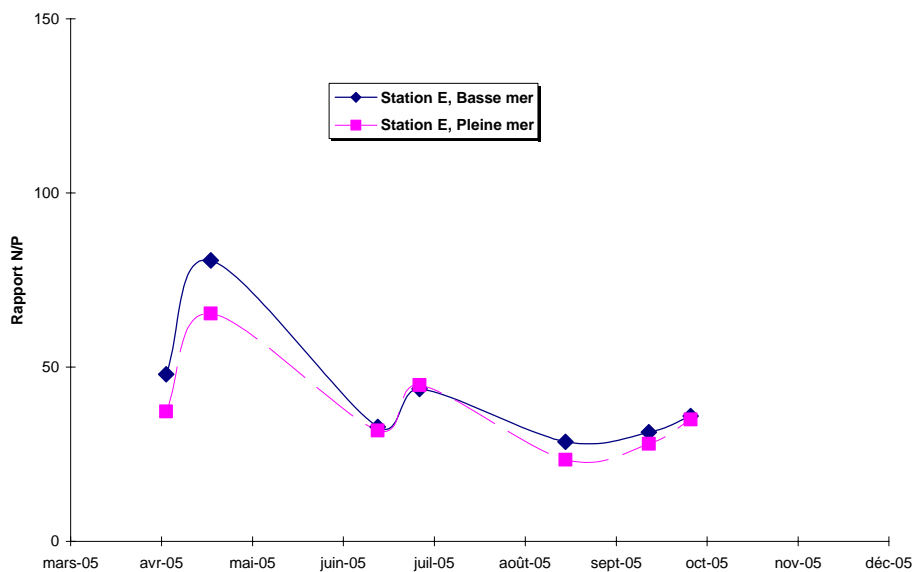


Figure 5-41 : Variations saisonnières du rapport N/P à la station E

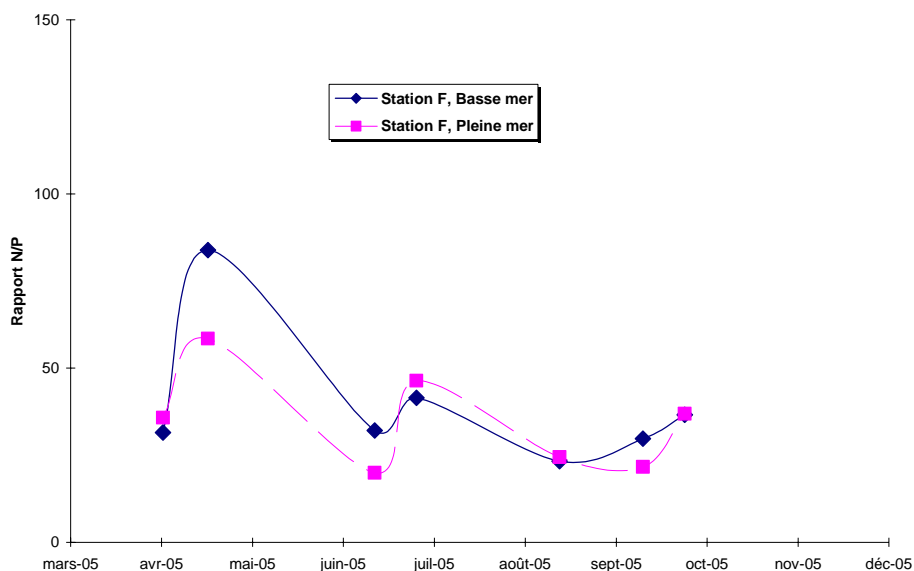


Figure 5-42 : Variations saisonnières du rapport N/P à la station F

A la station K, les teneurs un peu plus élevées en orthophosphates amplifient le faible niveau des teneurs en nitrates – nitrites. Ainsi les valeurs du rapport N/P sont faibles et homogènes pour les deux temps de marée (**Figure 5-43**).

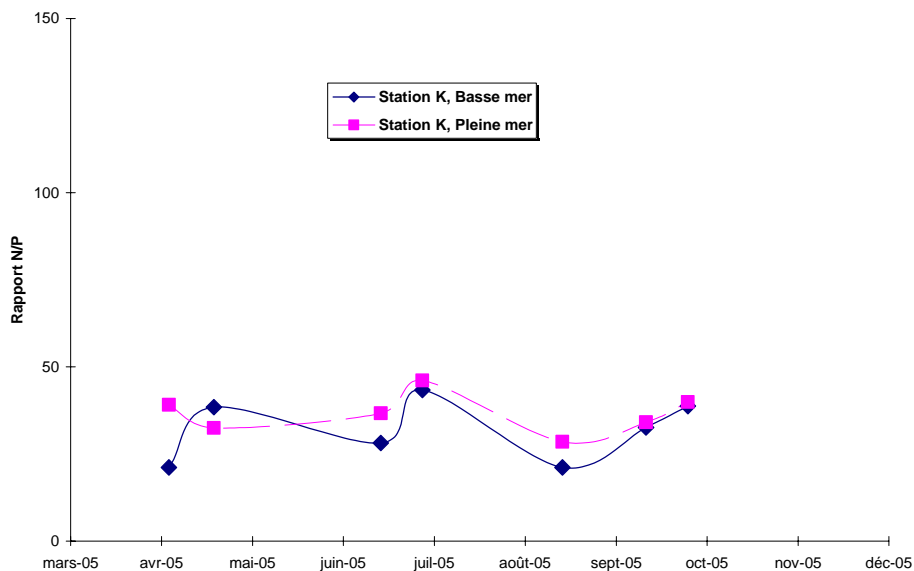


Figure 5-43 : Variations saisonnières du rapport N/P à la station K

5.3.3.2. Relation du rapport N/P avec les autres paramètres

Du fait des faibles valeurs enregistrées pour le rapport N/P à la station K, la relation entre ce paramètre et la salinité est moins nette que lors des études des

années précédentes (**Figure 5-44**). Les valeurs se répartissent selon un cône, dispersion importante pour les salinités les plus faibles.

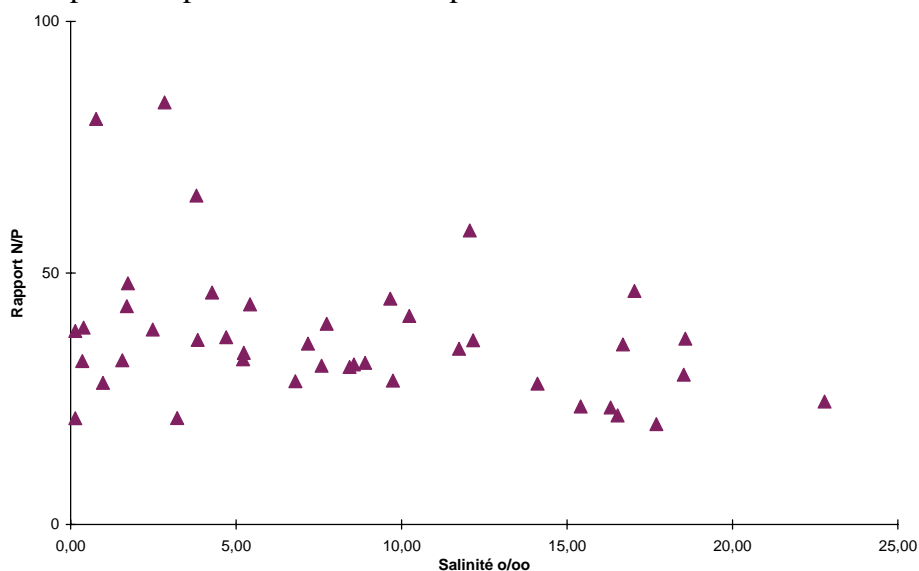


Figure 5-44 : Répartition du rapport N/P avec la salinité, toutes stations et temps de marée.

5.3.3.3. Evolution des moyennes annuelles

A la station E, la valeur de la moyenne annuelle ($3,2 \mu\text{mol/L}$) des teneurs en orthophosphates est proche de celle enregistrée en 2004 (**Figure 5-45**) ; elle s'inscrit dans la moyenne pluriannuelle 1992 – 2005 ($3,0 \mu\text{mol/L}$).

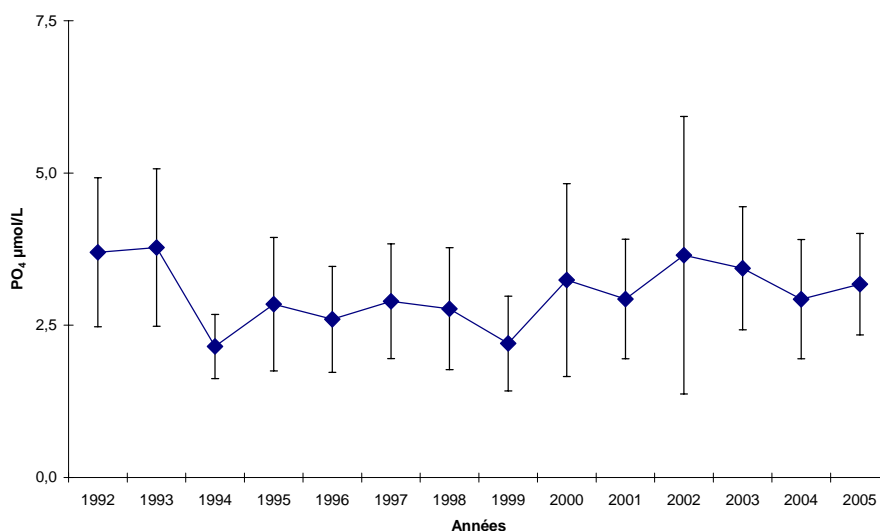


Figure 5-45 : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en orthophosphates, station E

Pour les stations E et F les valeurs des moyennes annuelles sont proches de celles enregistrées en 2004 (**Tableau 5-5**). A la station K la valeur est nettement plus élevée. Pour les trois stations, les valeurs des moyennes annuelles des rapports molaires N/P sont faibles ; ce résultat est la conséquence des faibles apports en nitrates dus à l'absence de crues.

Tableau 5-5 : Moyennes annuelles des teneurs en orthophosphates et des rapports molaire N/P, par station, période 2004 - 2005.

Année	St	Orthophosphates ($\mu\text{mol/L}$)		Rapport molaire N/P	
		Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type
2004	E	2,9	1,0	56	23
2005	E	3,2	0,8	40	16
2004	F	3,0	1,2	47	31
2005	F	2,8	0,8	37	17
2004	K	2,7	1,0	60	27
2005	K	4,0	1,1	34	8

5.3.4. Silicates

5.3.4.1. Variations saisonnières

Comme l'ont montré les études de surveillances écologiques antérieures à 1992, la Dordogne présente des concentrations en silicates nettement supérieures à celles de la Garonne. Sur l'estuaire, il y a donc un gradient de concentration amont – aval. La station E (**Figure 5-46**) représentant une situation intermédiaire entre la station F en aval où les teneurs sont plus faibles (**Figure 5-47**) et la station K en amont où les teneurs sont plus élevées (**Figure 5-48**). D'une manière générale, les teneurs à pleine mer sont plus faibles que celles de basse mer.

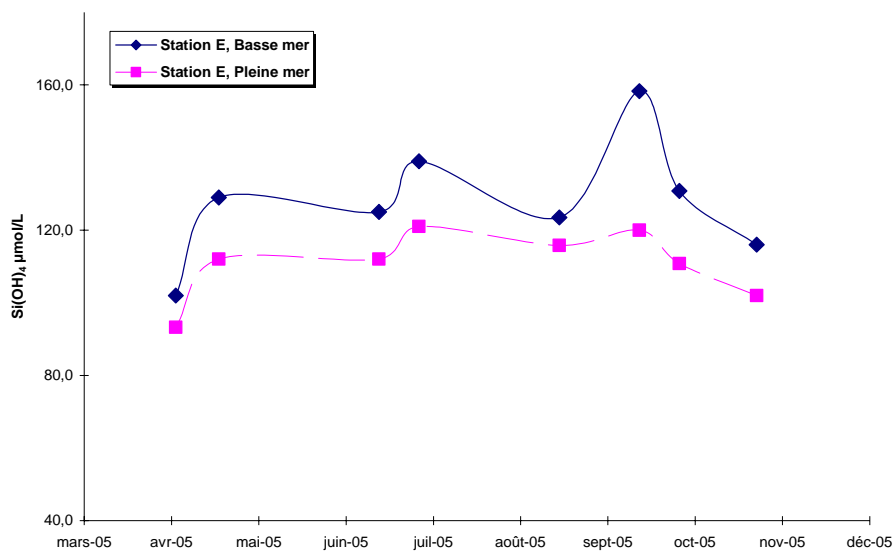


Figure 5-46 : Variations saisonnières des teneurs en silicates, station E

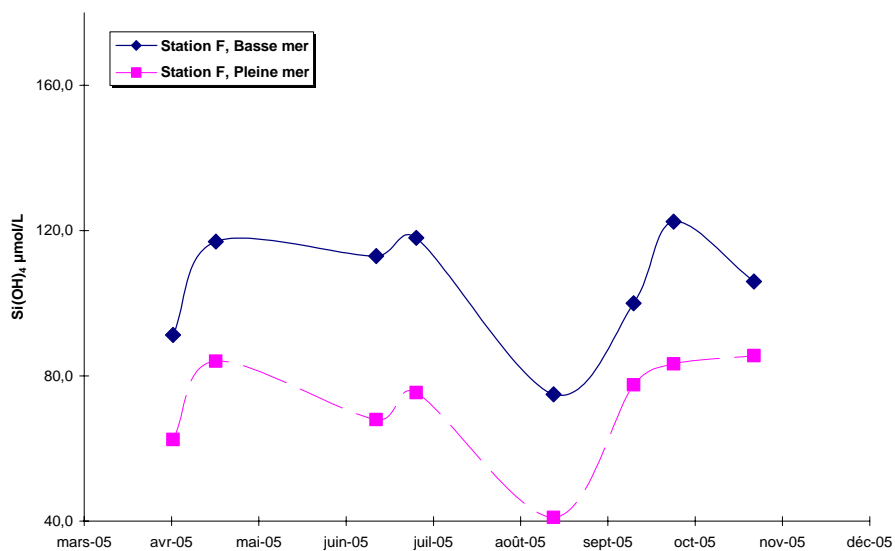


Figure 5-47 : Variations saisonnières des teneurs en silicates, station F

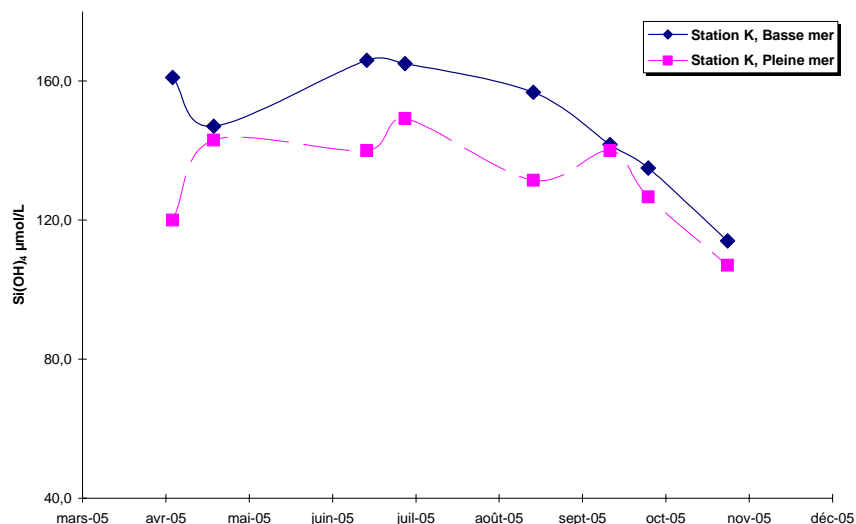


Figure 5-48 : Variations saisonnières des teneurs en silicates, station K

5.3.5. Relation avec la salinité

L'intrusion des eaux océaniques, en période d'étiage joue un rôle important sur la dilution des silicates avec la salinité (**Figure 5-49**). En effet, l'ensemble des valeurs s'organise autour d'une droite de dilution significative avec la salinité; cette droite de dilution conduit à une teneur océanique théorique de l'ordre d'une vingtaine de µmol/L.

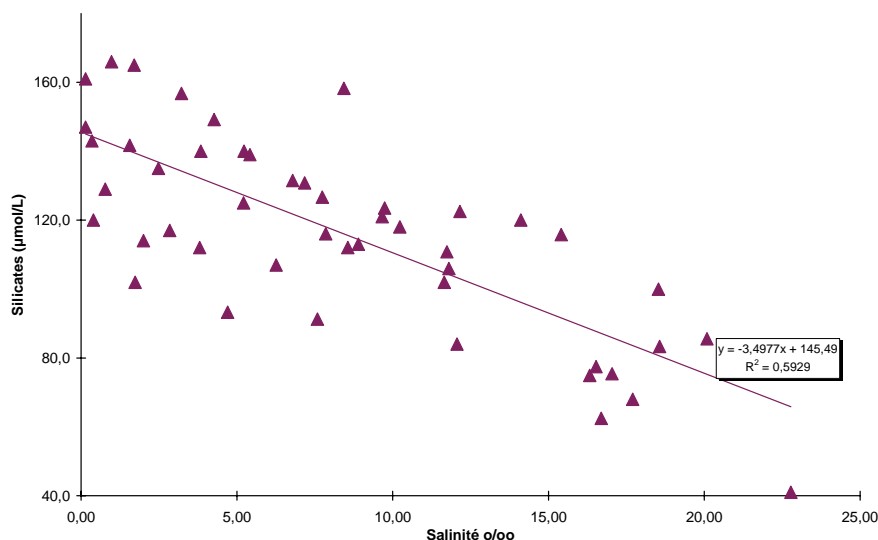


Figure 5-49 : Répartition des teneurs en silicates avec la salinité, toutes stations et temps de marée

5.3.6. Evolution des moyennes annuelles

Pour chaque station, les valeurs des moyennes annuelles sont proches de celles obtenues au cours de l'année 2004 (**Tableau 5-6**).

Tableau 5-6 : Moyennes annuelles des teneurs en silicates, par station, période 2004 - 2005.

Année	St	Moyenne	Ecart type
2004	E	110	14
2005	E	119	16
2004	F	90	25
2005	F	89	23
2004	K	133	20
2005	K	140	18

5.3.7. Bore

5.3.7.1. Variations saisonnières

Pour les trois stations de l'estuaire, sur la période d'étude, les variations saisonnières des teneurs en bore sont proches. Elles augmentent au cours de la période d'étiage et diminuent par la suite. Les teneurs de pleine mer sont toujours supérieures à celles de basse mer (**Figures 5-50 à 5-52**). Il est bon de noter que ces variations sont similaires à celles de la salinité pour chacune des stations.

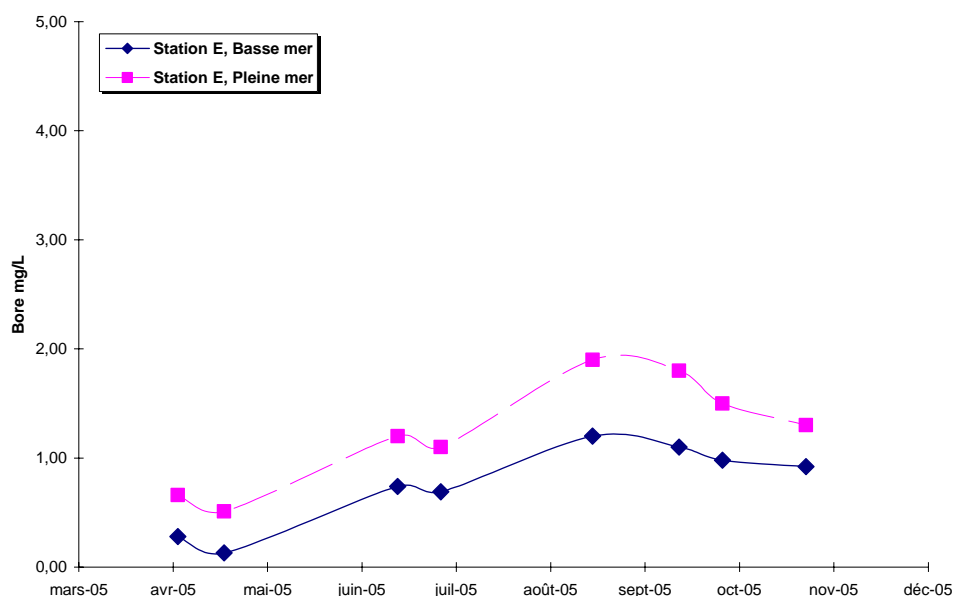


Figure 5-50 : Variations saisonnières des teneurs en bore, station E

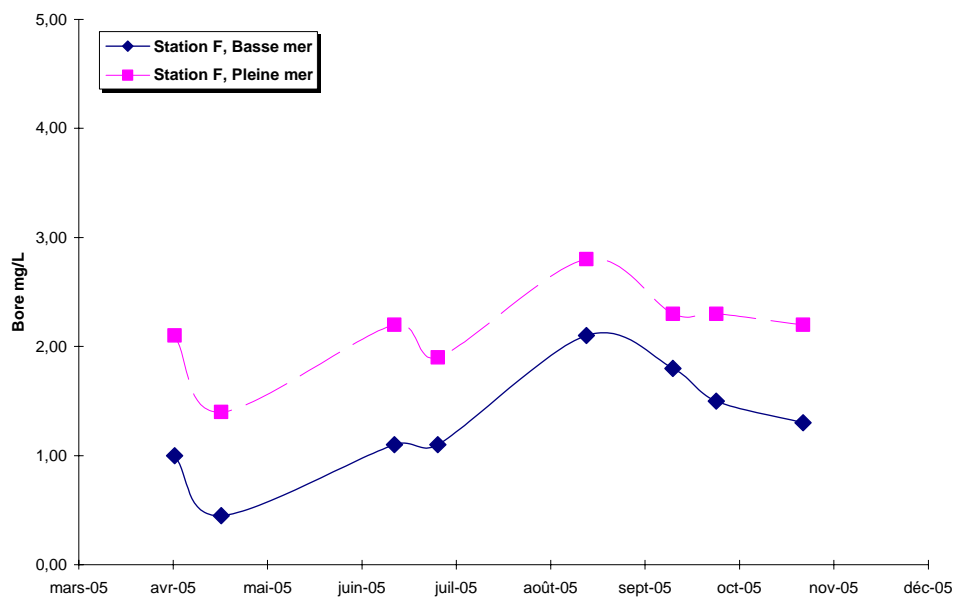


Figure 5-51 : Variations saisonnières des teneurs en bore, station F

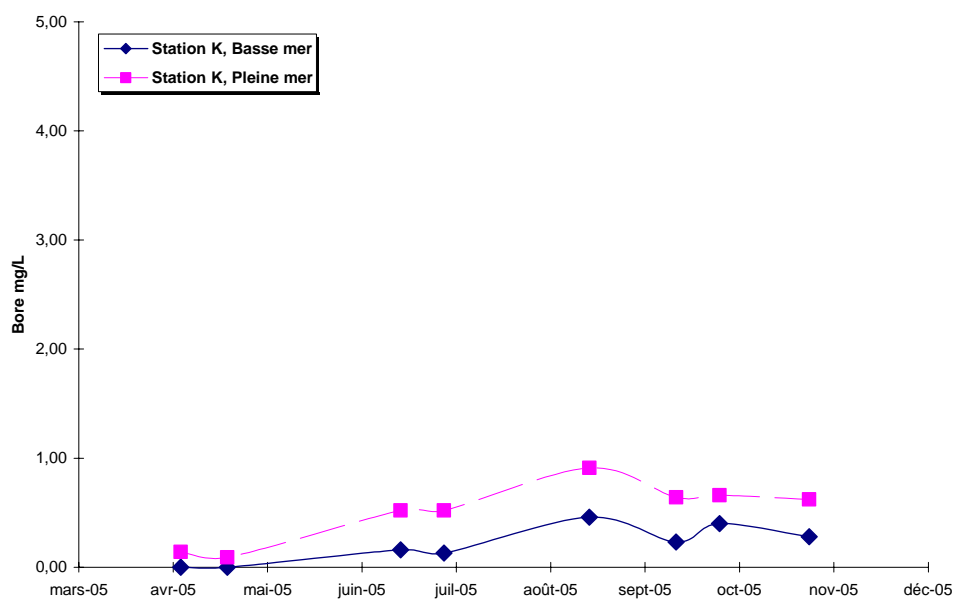


Figure 5-52 : Variations saisonnières des teneurs en bore, station K

5.3.7.2. Relation avec la salinité

Le bore étant présent de façon naturelle dans l'eau de mer, il n'est pas étrange d'avoir une droite de dilution de pente positive entre les teneurs en bore enregistrées sur l'estuaire et la salinité des eaux (**Figure 5-53**).

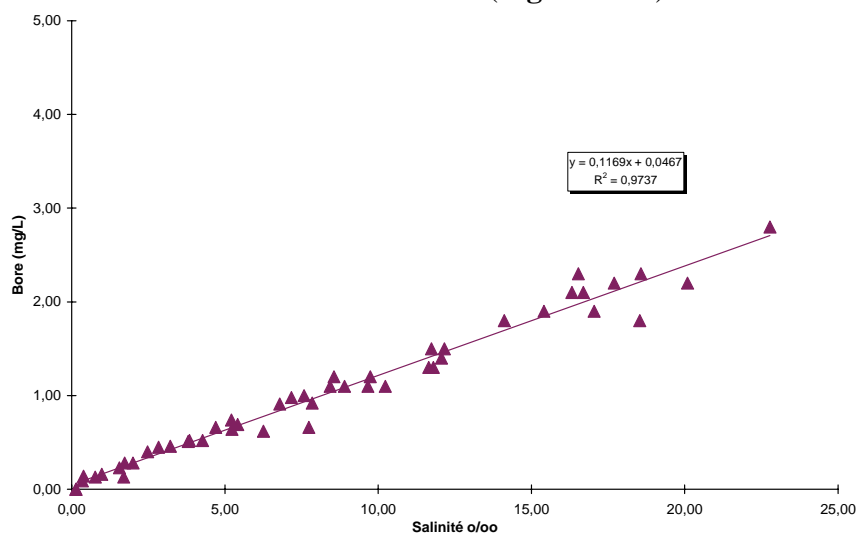


Figure 5-53 : Répartition des teneurs en bore avec la salinité, toutes stations et temps de marée

En particulier, à la station E, aucune déviation de cette relation n'est observée du fait d'un rejet éventuel d'acide borique de la part du CNPE du Blayais (**Figure 5-54**).

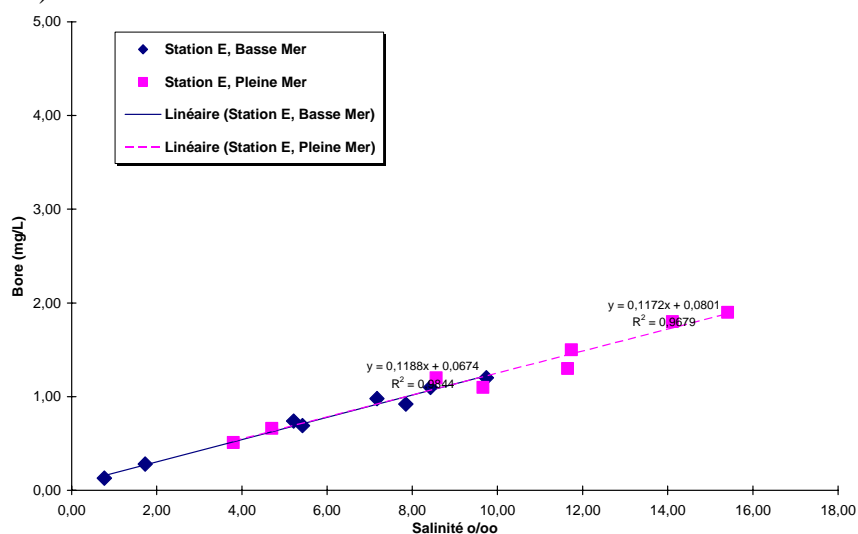


Figure 5-54 : Répartition des teneurs en bore avec la salinité, toutes stations et temps de marée.

5.3.7.3. Evolution des moyennes annuelles

Pour les trois stations de l'estuaire les valeurs des moyennes annuelles sont plus faibles en 2005 qu'en 2004 (**Tableau 5-7**). De plus les valeurs des écarts type sont réduites de façon importante.

Tableau 5-7 : Moyennes annuelles des teneurs en bore, par station, période 2004 - 2005.

Année	St	Moyenne	Ecart type
2004	E	1,15	1,04
2005	E	1,00	0,50
2004	F	2,09	1,02
2005	F	1,72	0,62
2004	K	0,78	1,00
2005	K	0,41	0,25

5.4. Contaminants

5.4.1. Famille des amines

Pour les trois stations, les recherches de résidus de traitements des circuits secondaires du CNPE (éthanolamine, morpholine et hydrazine), dans les eaux de l'estuaire, se sont révélées négatives tout au long de la période d'étude.

5.4.2. Agents de surface anioniques

Sur les 48 mesures réalisées au cours de l'année 2005, une dizaine d'entre elles se sont révélées positives (**Tableau 5-8**). Cinq d'entre elles sont situées à la station E et le reste à la station F. Aucune valeur supérieure au seuil de quantification n'a été enregistrée à la station K.

Tableau 5-8 : Recherche positive d'agents de surface anioniques.

Station	Date	Temps de marée	Valeur (µg/L)
F	19-avr-05	BM	60
F	19-avr-05	PM	95
E	20-avr-05	PM	55
F	29-juin-05	BM	40
F	29-juin-05	PM	50
E	30-juin-05	BM	45
F	27-sept-05	PM	30
E	29-sept-05	PM	20
E	9-nov-05	BM	20
E	9-nov-05	PM	20

6. *Vibrio* halophiles

Le dénombrement et la spéciation des *Vibrio* halophiles sur l'estuaire, dans le cadre de la surveillance écologique du site du Blayais, ont pour objet de contrôler l'évolution de ces micro-organismes typiques des eaux halines et sensibles aux variations de température.

Depuis 2004, deux méthodes de quantification ont été mises en œuvre. La méthode en milieu liquide qui a été utilisée depuis le début de la surveillance - 1987-. La seconde est celle proposée par EDF dans le cadre du suivi de la qualité des eaux des CNPE en milieu marin et estuarien ; elle utilise la filtration et la culture de la membrane filtrante.

Afin de pouvoir utiliser les données précédentes, l'ensemble des résultats obtenus par l'une ou l'autre des méthodes a été rapporté à 100 mL d'échantillon. Ainsi les résultats de la méthode en milieu liquide sont exprimés en NPP/100 mL (NPP = nombre le plus probable) ; ceux de la méthode par filtration sont exprimés en UFC/100mL (UFC = unité formant colonie).

6.1. Méthode en milieu liquide

6.1.1. Evolution spatio-temporelle

6.1.1.1. Variations saisonnières

A la station E, dès le mois de juin les abondances sont importantes (plus 10000 UFC/100mL) à basse mer comme à pleine mer (**Figure 6-1**). Par la suite, les abondances oscillent autour de 1000 UFC/100mL. En dehors de la campagne de mi-juillet 2005, les dénombrements de pleine mer sont très légèrement supérieures à ceux de basse mer.

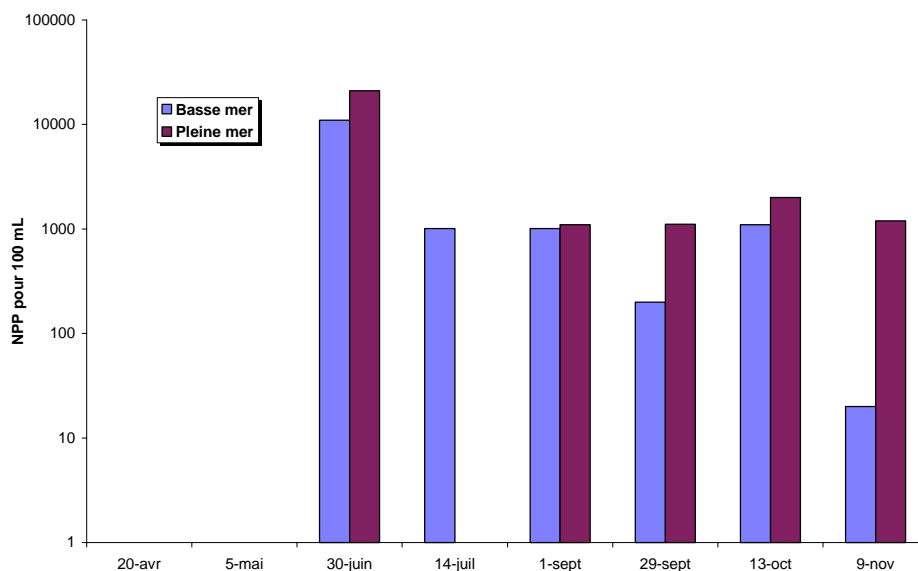


Figure 6-1 : Variations saisonnières des dénombrements de *Vibrio halophiles* à la station E, méthode en milieu liquide

Comme à la station E, à la station F, les abondances sont importantes dès la campagne de fin juin 2005 (**Figure 6-2**). Les dénombrements de pleine mer sont toujours supérieurs à ceux de basse mer jusqu'à la campagne d'octobre.

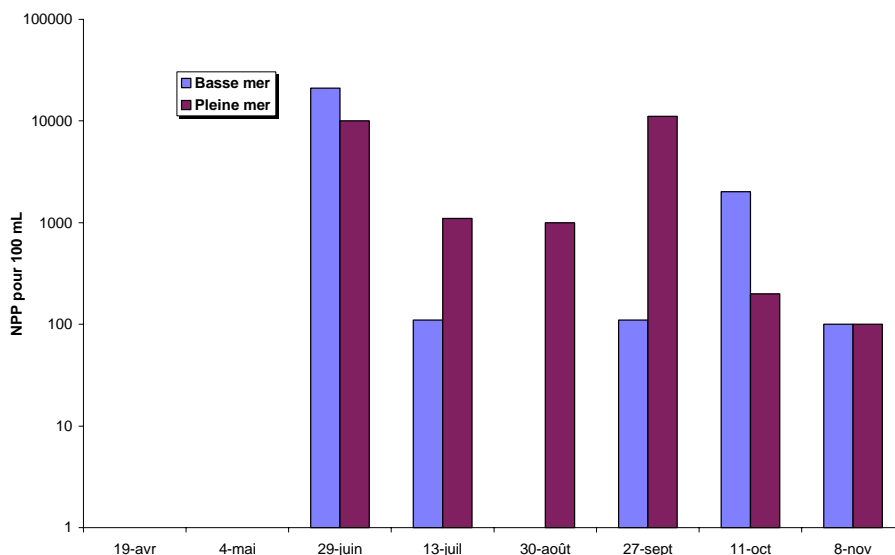


Figure 6-2 : Variations saisonnières des dénombrements de *Vibrio halophiles* à la station F, méthode en milieu liquide

Enfin, pour la station K, les abondances les plus importantes n'apparaissent que lors de la campagne du mois d'août 2005 (**Figure 6-3**). En dehors de la campagne de début juillet, les dénombrements à pleine mer sont supérieurs ou équivalents à ceux de basse mer.

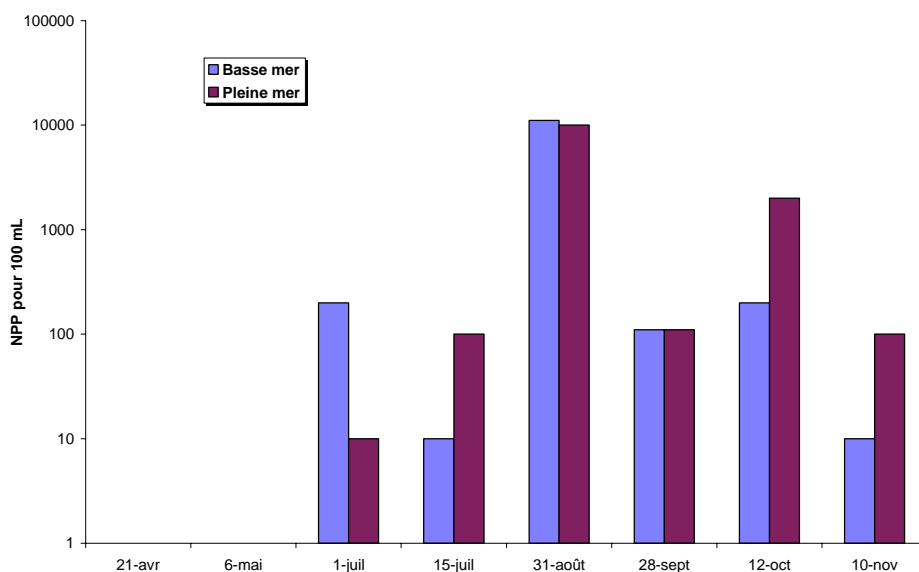


Figure 6-3 : Variations saisonnières des dénombrements de *Vibrio halophiles* à la station K, méthode en milieu liquide

6.1.1.2. Evolution avec la salinité et la température

Des abondances faibles (environ 100 NPP/100 mL) sont enregistrées pour des salinités et des températures assez faibles (**Figure 5-4**). En revanche les dénombrements les plus élevés interviennent lorsque la température de l'eau est supérieure 20°C et la salinité supérieure à 3.

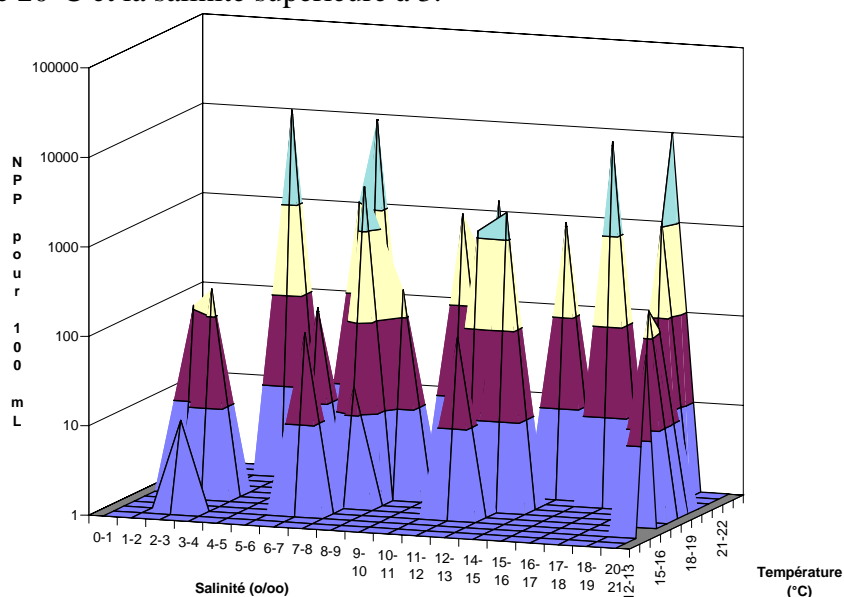


Figure 6-4 : Répartition des dénombrements en *Vibrio halophiles* en fonction de la salinité et de la température, toutes stations et temps de marée confondus, méthode en milieu liquide.

6.1.2. Spéciation

6.1.2.1. Occurrence des espèces

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

La répartition des espèces, représentée par le rapport des espèces identifiées comme *Vibrio* sur le nombre d'espèces à identifier (74 en 2005), montre que :

- 35,7 % des souches sont des *Vibrio parahaemolyticus* ;
- 47,1 % des souches sont des *Vibrio alginolyticus* ;
- 14,3 % des souches sont des *Vibrio vulnificus* ;
- 2,9 % des souches sont des *Vibrio fluvialis*.

Par cette méthode, aucun *Vibrio cholerae* n'a été mis en évidence pour l'année 2005.

6.1.2.2. Densité des espèces

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

Pour 2005, comme en 2004 et contrairement aux années précédentes, *Vibrio parahaemolyticus* (17 % en nombre) et *Vibrio alginolyticus* (35 % en nombre) ne sont pas majoritaires. Avec 47 % *Vibrio vulnificus* reste majoritaire en nombre. En effet, bien que d'occurrence plus faible, cette espèce est dénombrée avec des abondances un peu plus élevées que les 2 autres.

6.2. Méthode en milieu solide

6.2.1. Evolution spatio-temporelle

6.2.1.1. Variations saisonnières

Pour la station E, les abondances fournies par la méthode par filtration sont plus faibles (**Figure 6-5**). De plus les recherches se sont avérées négatives à pleine mer lors de la campagne de mi-juillet et, pour les deux temps de marée, lors de la campagne d'octobre.

Pour la station F (**Figure 6-6**), pour les campagnes estivales, la méthode par filtration fournit des informations proche de la méthode par dilution. En revanche, pour la fin de la période d'étude, aucun *Vibrio* n'a été identifiés à pleine mer en octobre et pour les deux temps de marée en novembre.

Pour la station K (**Figure 6-7**), comme par la méthode par dilution, l'abondance la plus importante est enregistrée lors de la campagne du 31 août 2005. Là aussi, les abondances sont un peu plus faibles ; les recherches se sont avérées négatives à basse mer pour les campagnes de septembre et octobre et pour les deux temps de marée lors de la dernière campagne (novembre 2005).

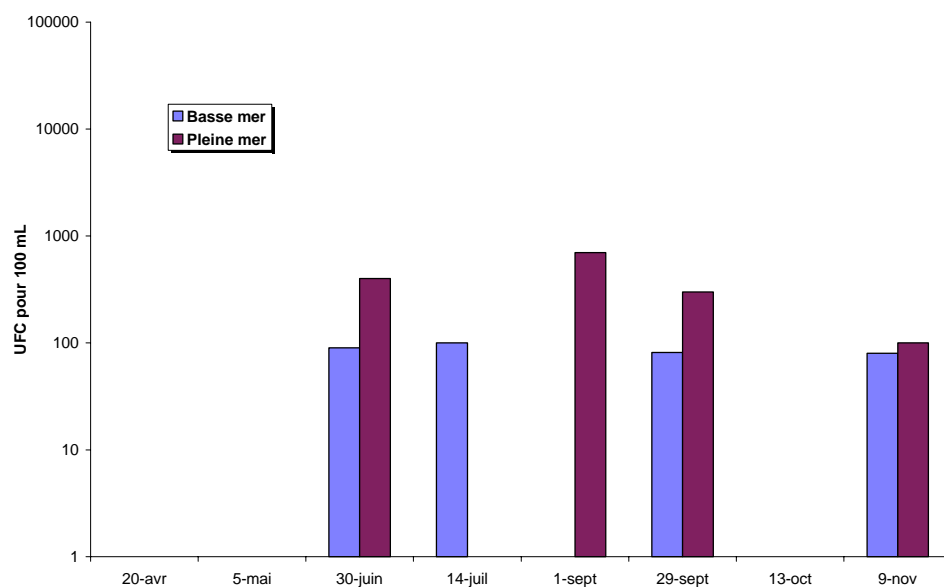


Figure 6-5 : Variations saisonnières des dénombrements de *Vibrio halophiles* à la station E, méthode en milieu solide.

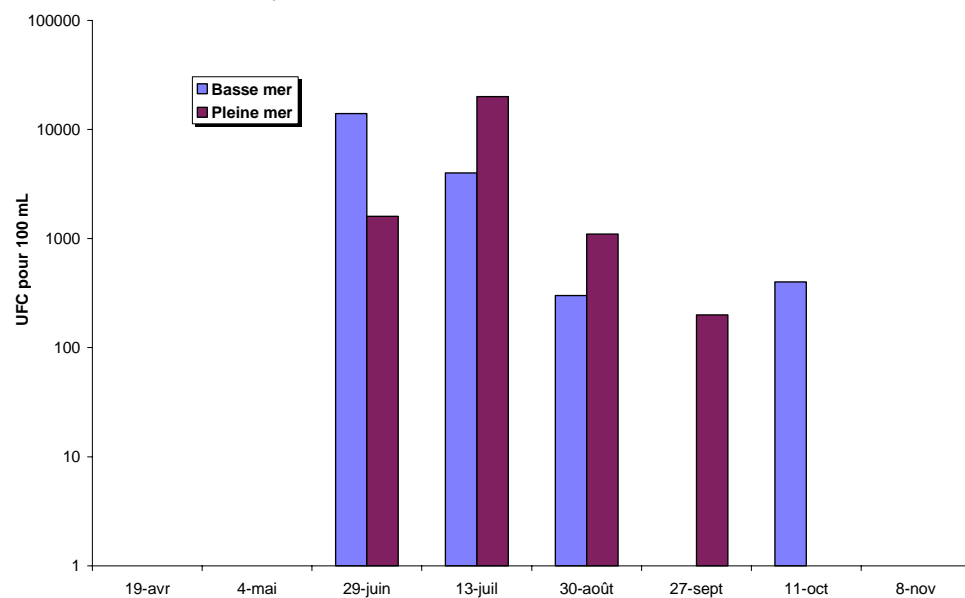


Figure 6-6 : Variations saisonnières des dénombrements de *Vibrio halophiles* à la station F, méthode en milieu solide.

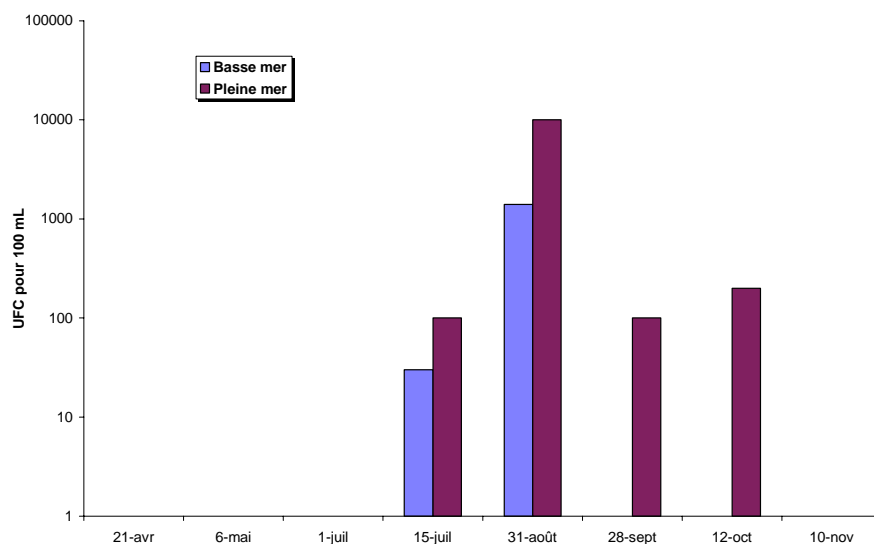


Figure 6-7 : Variations saisonnières des dénombrements de *Vibrio halophiles* à la station K, méthode en milieu solide.

6.2.1.2. Evolution avec la salinité et la températures

La répartition des dénombrements en fonction de la température et de la salinité est plus homogène que celle obtenu par le biais de la méthode par dilution (**Figure 6-8**). En effet, les abondances les plus importantes sont enregistrées pour des températures supérieures à 16°C et pour des salinités comprises entre 3 et 20.

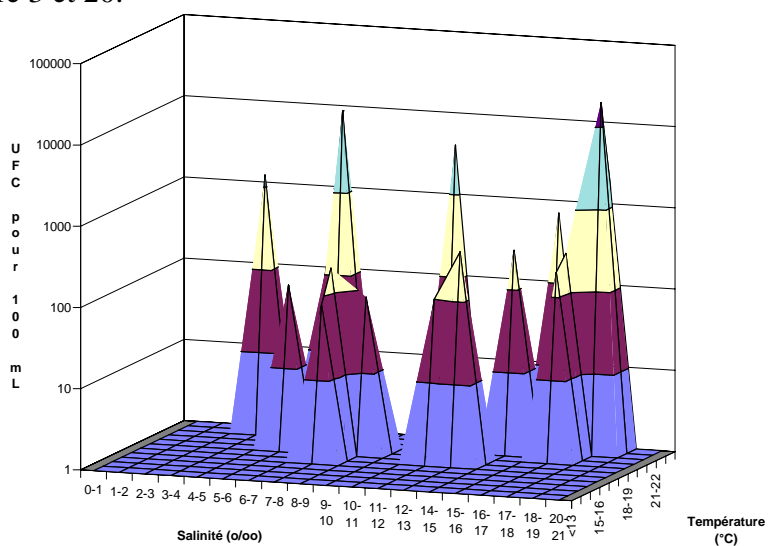


Figure 6-8 : Répartition des dénombrements en *Vibrio halophiles* en fonction de la salinité et de la température, toutes stations et temps de marée confondus, méthode en milieu solide.

6.2.2. Spéciation

Les informations relatives à la spéciation des *Vibrio*, par la méthode en milieu solide, sont légèrement différentes de celles fournies par la méthode en milieu liquide.

6.2.2.1. Occurrence des espèces

Pour cette méthode, le nombre de souches à identifier n'a été que de 29. La répartition des souches est la suivante :

- 20,7 % des souches sont des *Vibrio parahaemolyticus* ;
- 41,4 % des souches sont des *Vibrio alginolyticus* ;
- 37,9 % des souches sont des *Vibrio vulnificus* ;

Par cette méthode, *Vibrio fluvialis* n'a pas été mis en évidence.

6.2.2.2. Densité des espèces

Comme précédemment, la méthode en milieu solide montre que *Vibrio vulnificus* est majoritaire (56% en nombre). *Vibrio parahaemolyticus* (3% en nombre) et *Vibrio alginolyticus* (41 % en nombre) restent minoritaires.

7. Zooplancton

7.1. Evolution temporelle des principaux contingents au point E

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

7.1.1. Variations des densités du Copépode *Eurytemora affinis*

Les résultats portent sur les observations effectuées au point E (**Figure 7-1**) entre janvier et novembre 2005.

Les copépodes sont largement dominés par l'espèce *Eurytemora affinis* qui constitue plus de 80 % du zooplancton, sauf quand les conditions d'étiage sont très accentuées comme ce fut le cas en 1990, 1991 et 1997 (ce qui n'est cependant pas observé cette année malgré un étiage prononcé).

La densité annuelle moyenne d'*E. affinis* en 2005 ($9641 \pm 4772 \text{ ind./m}^3$) est supérieure à la moyenne générale calculée sur 28 ans ($6582 \pm 680 \text{ ind./m}^3$).

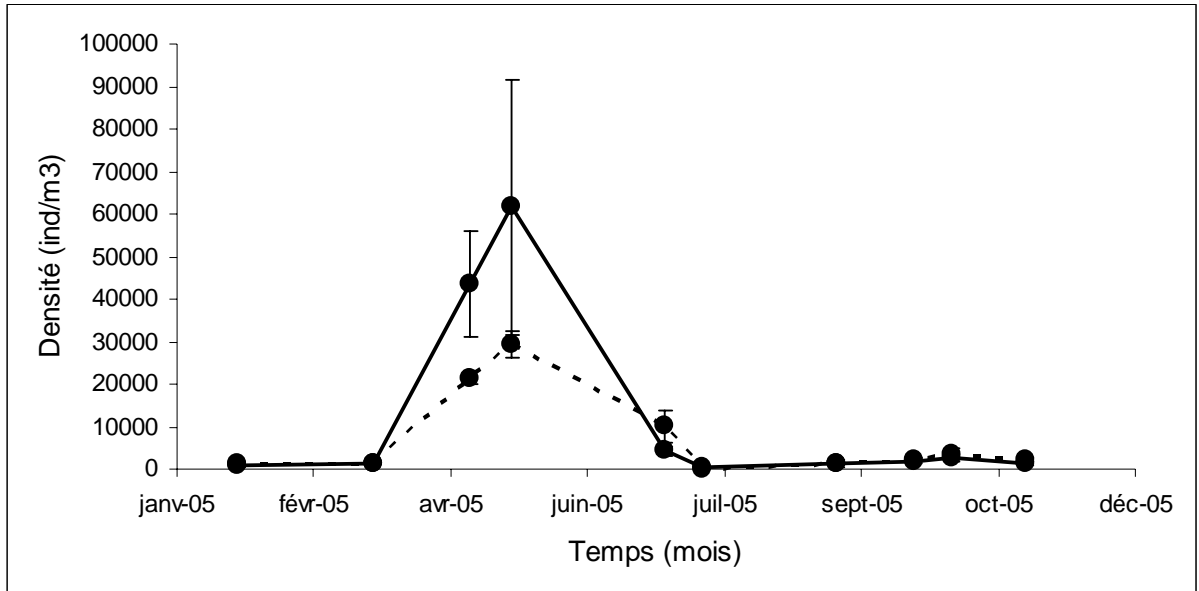


Figure 7-1 : Evolution mensuelle de la densité du copépode *Eurytemora affinis* en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au point E (pk 52) en 2005. Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée.

Ses fortes abondances s'étalent généralement entre Mars (**hors protocole**) et Juin pour une période correspondant à des températures comprises entre 9 et 15 °C et à des salinités comprises entre $0,3 \cdot 10^{-3}$ et $3,6 \cdot 10^{-3}$ psu. L'année 2005 se distingue de ce schéma général par un pic d'abondances plus tardif (Mai). La valeur du maximum de densité en 2005 est observée en surface au mois de Mai : $61588 \text{ ind./m}^3 \pm 30117 \text{ ind./m}^3$ (proche de la valeur maximale observée pour la série en 2004).

Après le maximum annuel, les densités diminuent de manière précoce jusqu'en juillet, mois durant lequel le minimum annuel est observé (en moyenne le 14 juillet au fond : $117 \pm 71 \text{ ind./m}^3$ et en surface : $431 \pm 3229 \text{ ind./m}^3$), puis restent stables et faibles jusqu'en fin d'année.

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

migration vers l'amont de la position moyenne du bouchon vaseux (maximum de turbidité) consécutive à la baisse générale des débits durant cette période.

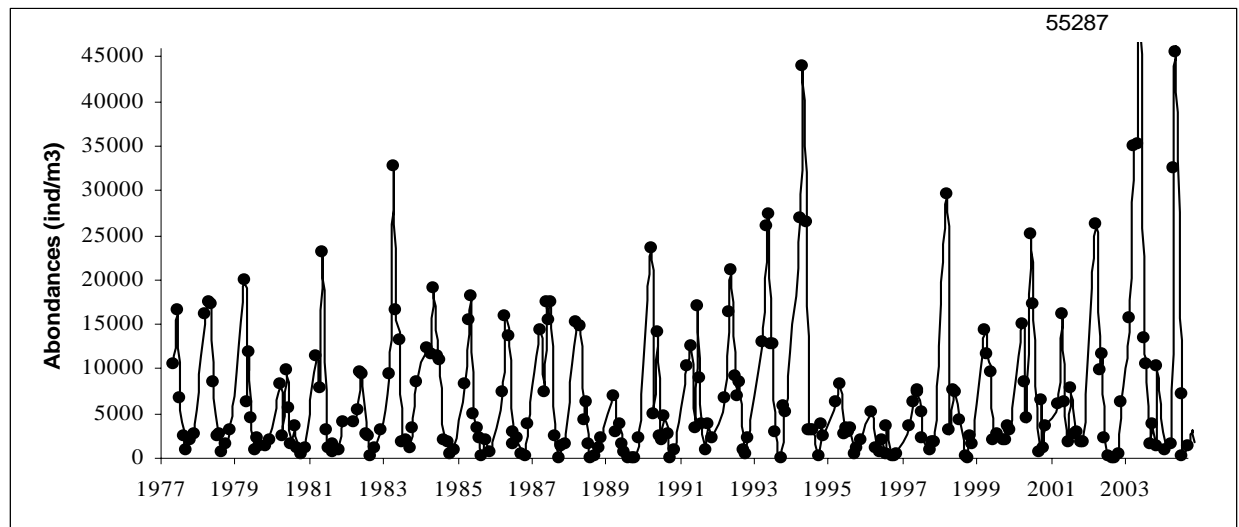


Figure 7-2 : Variation mensuelle des densités du copépode *Eurytemora affinis* au point E entre l'année 1978 et 2004 - Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond)

La baisse du débit des fleuves a probablement entraîné un positionnement des populations de ce copépode vers la partie amont de l'estuaire (point K). A partir de 1991, le retour à des conditions de débit plus proches de la normale, a stoppé cette évolution et une augmentation des valeurs maximales apparaît jusqu'en 1995. Les observations de 1996 et 1997 marquent un retour à des conditions de débits modérés et s'accompagnent d'effectifs particulièrement faibles, comparables à ceux rencontrés en 1990. Les résultats obtenus en 2005 confirment un retour à une situation caractérisée par de fortes abondances observées depuis 1998 (alors que l'année 2005 est caractérisée par de faibles débits).

7.1.2. Variations des densités des copépodes Acartidés

Cette famille de Copépodes constitue le deuxième groupe dominant du zooplancton de l'estuaire de la Gironde et comprend deux espèces : *Acartia bifilosa* et *Acartia tonsa*. *Acartia bifilosa* est une espèce caractéristique des eaux de salinité comprise entre 2,0 et 25,0.10⁻³. En Gironde elle est généralement localisée dans la zone polyhaline (18,0 - 30,0 10⁻³) et colonise parfois la zone mésohaline (5,0-18,0 10⁻³) de l'estuaire en aval du point E en

été. Sa présence et ses variations de densité au point E reflètent en grande partie l'extension de l'intrusion saline dans l'estuaire. Elle présente le plus souvent un maximum en début d'été. Cependant, des variations d'une année à l'autre, consécutives aux variations hydrologiques, peuvent être observées (Figure 7-3).

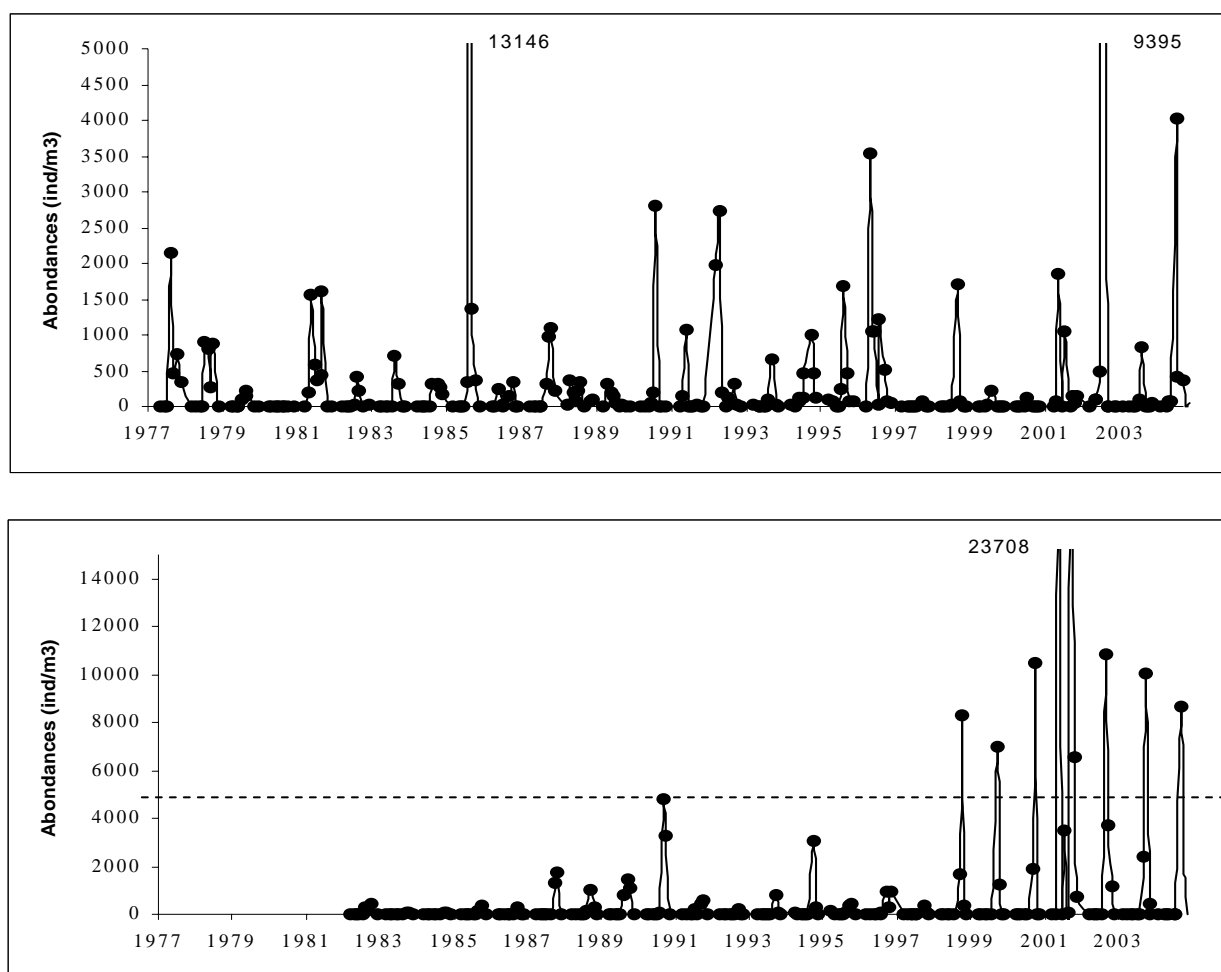


Figure 7-3 : Variations mensuelles de densités du copépode *Acartia bifilosa* (en haut) et *Acartia tonsa* (en bas). En pointillé : limite supérieure de l'échelle utilisée pour *A. bifilosa* au point E entre 1978 et 2005 (densités mensuelles moyennes entre surface et fond) - Moyennes mensuelles calculées 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 2005 au point E (500 ± 374 ind./m³) est supérieure à ce qui avait été observé en 2004 et supérieure à la moyenne observée sur la série établie sur les 28 précédentes années de prélèvements (320 ± 70 ind./m³). Le maximum de densité est observé le 29 juin (4022 ± 1516 ind./m³) et se situe parmi les plus fortes valeurs de maxima mensuels enregistrées entre les années 1978 et 2005. Les moyennes des abondances en surface et au fond sont respectivement de 4869 ± 2664 et 3175 ± 1316 ind./m³, **Figure 7-3 et 7-4**).

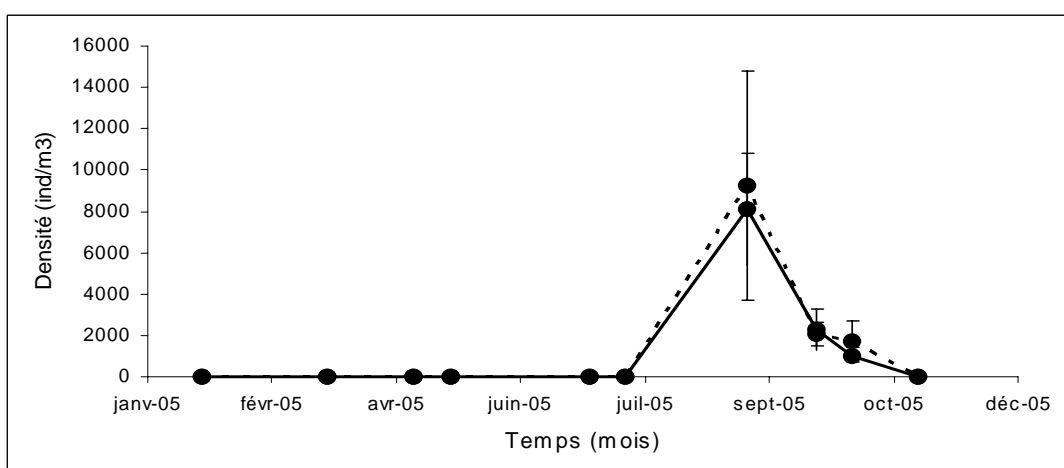
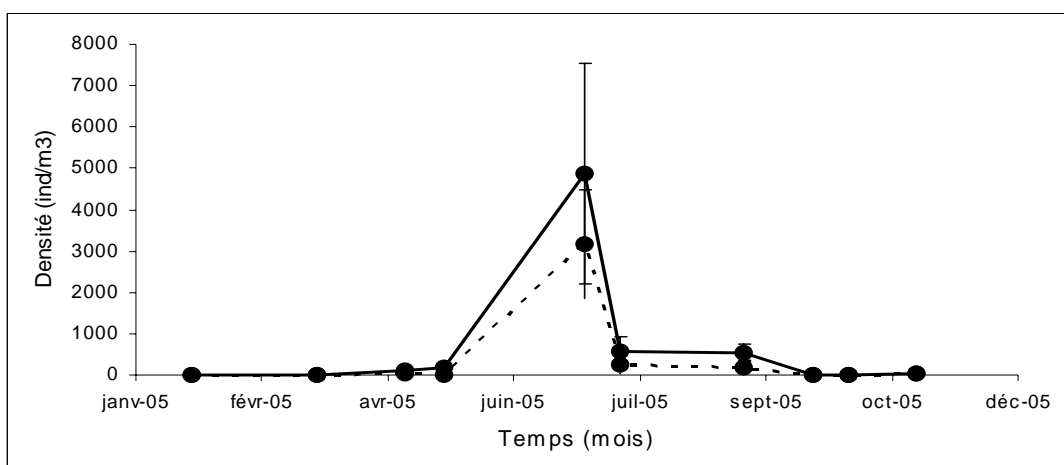


Figure 7- 4 : Evolution mensuelle de la densité des copépodes *Acartia bifilosa* (en haut) et *Acartia tonsa* (en bas) en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au point E (pk 52) en 2005 - Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours 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 ($1224 \pm 819 \text{ ind./m}^3$) est supérieure à la moyenne des années suivant son apparition en Gironde (1983-2005 : $588 \text{ ind./m}^3 \pm 120 \text{ ind./m}^3$). En 2005, elle présente un maximum de densité le 30 Août ($8692 \pm 3089 \text{ ind./m}^3$ - **Figure 7-4**) conforme aux observations habituelles (août à début octobre selon les années). Le maximum observé en 2005 (en surface : $9261 \pm 5532 \text{ ind./m}^3$) est très supérieur à la moyenne des maxima enregistrés depuis 1978 mais dans la gamme de valeurs habituellement trouvées depuis 1999.

Le décalage temporel des pics de densité de ces deux espèces d'*Acartidae*, observé au point E en 1997, 2000, 2002, 2003 et 2004 s'observe encore cette année.

7.1.3. Variations des densités des Mysidacés

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

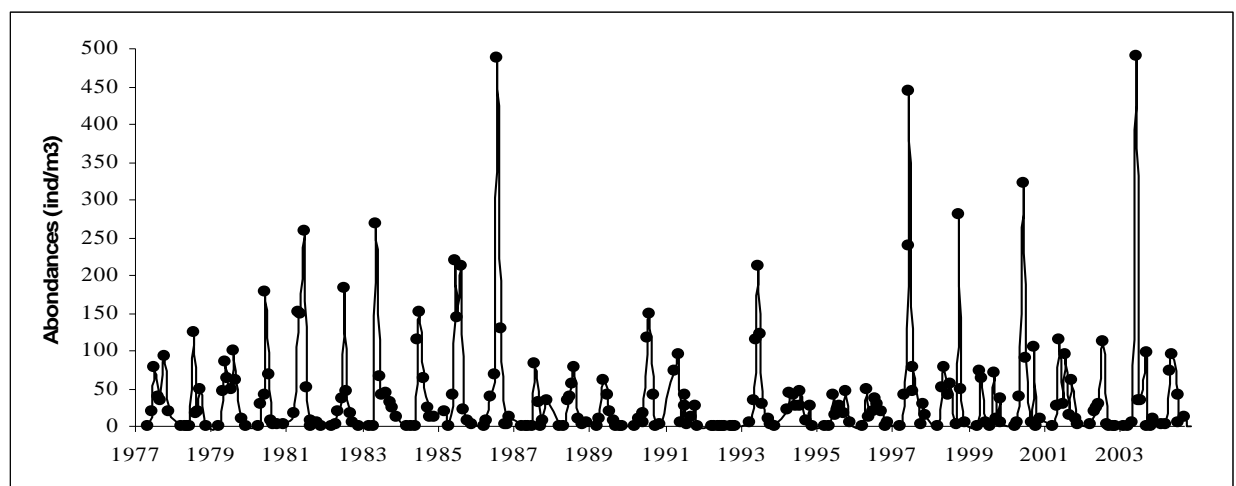


Figure 7-5 : Variations mensuelles de densités du Mysidacé *Neomysis integer* au point E entre 1978 et 2005 - Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond)

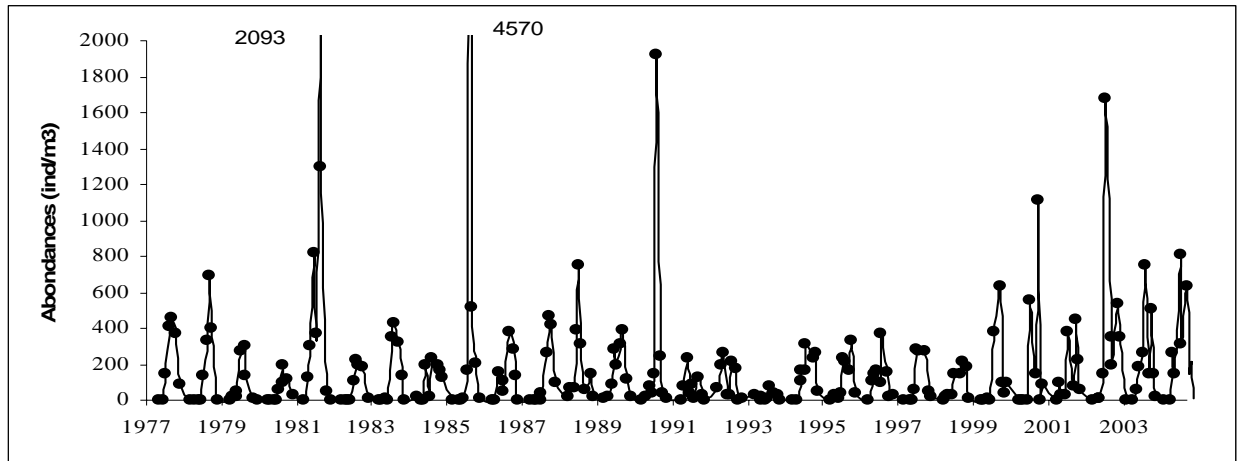


Figure 7-6 : Variations mensuelles de densités du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* au point E entre 1978 et 2005 - Moyennes mensuelles calculées à partir des 8 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée (en surface et au fond)

Les deux Mysidacés *N. integer* et *M. slabberi* sont habituellement récoltés d'avril à octobre au point E.

La densité moyenne annuelle de *Neomysis integer* en 2005 (23 ± 10 ind./m³) est supérieure à la moyenne générale des densités observées depuis 1978 (45 ± 6 ind./m³). Généralement, *N. integer* est l'espèce la plus abondante à la fin du printemps tandis que *M. slabberi* est mieux représenté à la fin de l'été, ce qui n'est pas le cas cette année : *Mesopodopsis slabberi* étant le mysidacé dominant au point E lors des 2 saisons. En 2005, le maximum mensuel de densité de *N. integer* s'observe le 05 mai (**Figure 7-5**). La valeur du pic (moyenne mensuelle : 94 ± 69 ind./m³) est faible par rapport aux maxima observés sur la série pour ce secteur de l'estuaire. La plus forte valeur est observée en surface (189 ± 120 ind./m³ - **Figure 7-7**), ce qui est inhabituel pour cette espèce habituellement plus abondante à proximité du fond.

Mesopodopsis slabberi présente des densités plus importantes que celles de l'espèce précédente (**Figures 7-5 et 7-6**). En 2005 sa densité moyenne annuelle (254 ± 23 ind./m³) est du même ordre de grandeur que la moyenne générale des observations effectuées entre 1978 et 2005 (182 ± 31 ind./m³). *M. slabberi* a été récolté au point E à partir du mois d'avril. Le maximum de densité (moyenne mensuelle : 813 ± 252 ind./m³ - **Figure 7-7**) s'observe cette année le 30 juin (avec une distribution des organismes hétérogène dans la colonne d'eau : maximum en surface : 1096 ± 420 ind./m³, ce qui est classique en Gironde pour cette espèce meilleure nageuse que la précédente).

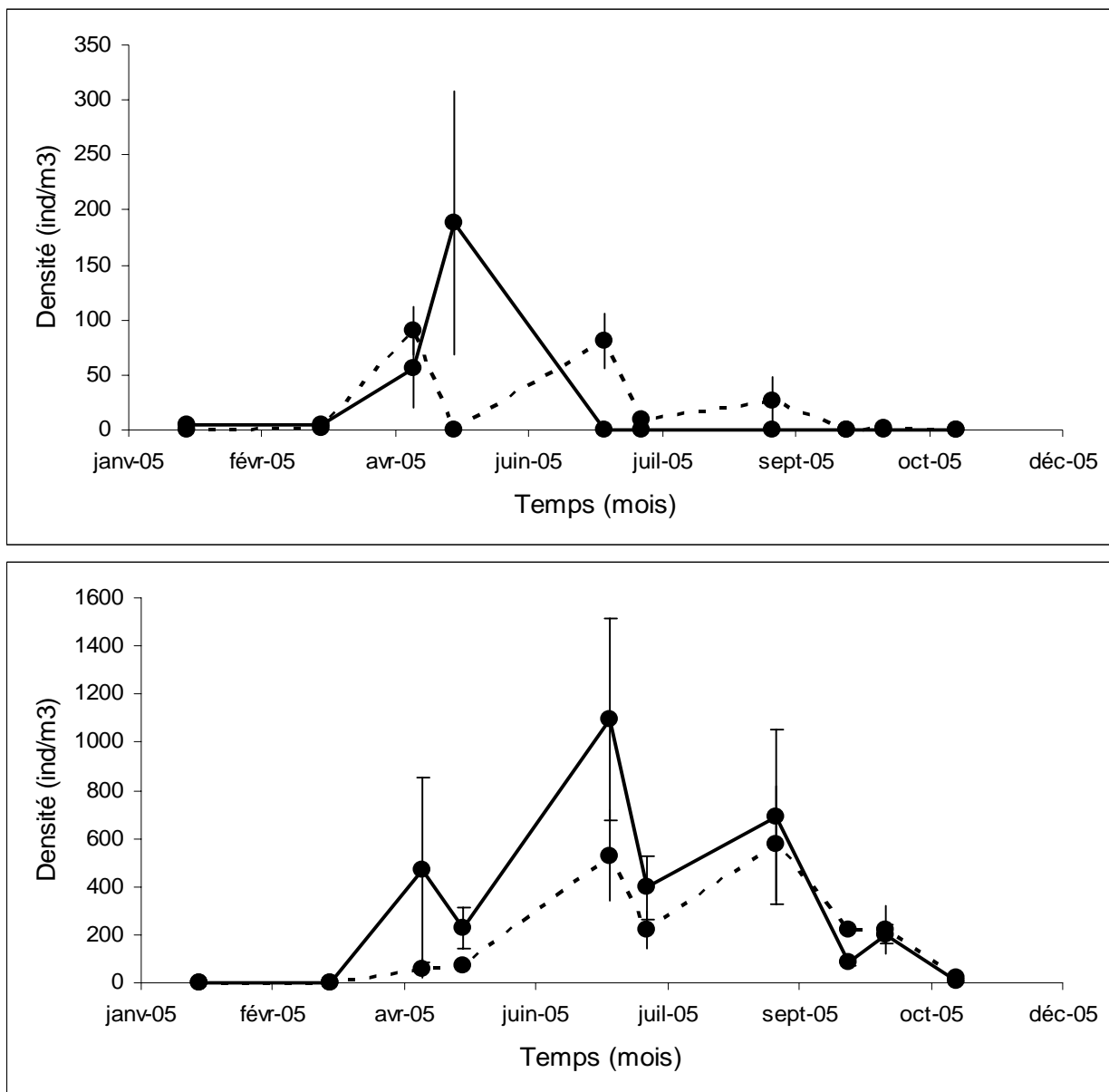


Figure 7-7 : Evolution mensuelle de la densité des Mysidacés *Neomysis integer* (en haut) et *Mesopodopsis slabberi* (en bas) au point E (pk 52), en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au cours de l'année 2005 - Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs de densités observées au cours d'un demi-cycle de marée

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

7.2.1. Fécondité :

L'évolution dans le temps de la fécondité (définie par le nombre moyen d'œufs par sac ovigère) 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 2005 (**Figure 7-8**) sont conformes aux observations habituelles : les valeurs les plus importantes sont observées durant les périodes de développement de la population (avril / mai et octobre / novembre – de fortes valeurs sont aussi observées en janvier mais avec une forte variabilité).

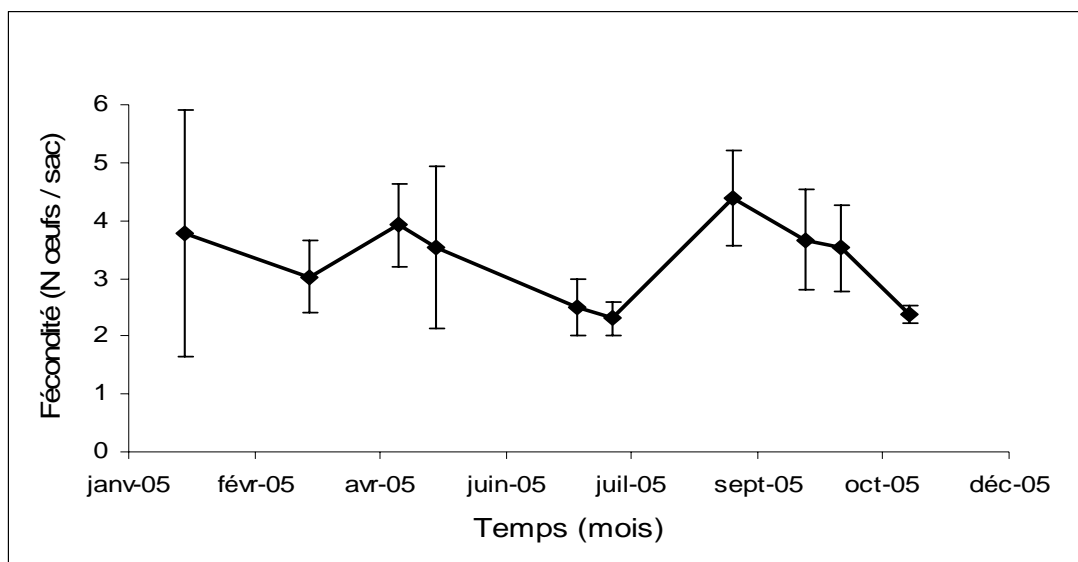


Figure 7-8 : Evolution du nombre moyen d'œufs par sac ovigère chez *Eurytemora affinis* au point E au cours de l'année 2005 - Moyennes mensuelles (\pm erreur standard) calculées à partir des 4 valeurs observées au cours d'un demi-cycle de marée

Depuis le début du suivi (1978), la fécondité d'*E. affinis* a, dans un premier temps, subi une forte diminution jusqu'en 1994, année à partir de laquelle la fécondité est restée à un niveau relativement stable et bas (**Figure 7-9**). En 2005, la fécondité moyenne ($3,3 \pm 0,6$ œufs/sac) est du même ordre de grandeur que celles observées depuis 1994. La décroissance générale de la fécondité depuis 1978 pourrait être liée à l'évolution des températures dans l'estuaire (CASTEL, 1995); la stabilisation à un niveau bas des fécondités depuis 1994 reste inexpiquée.

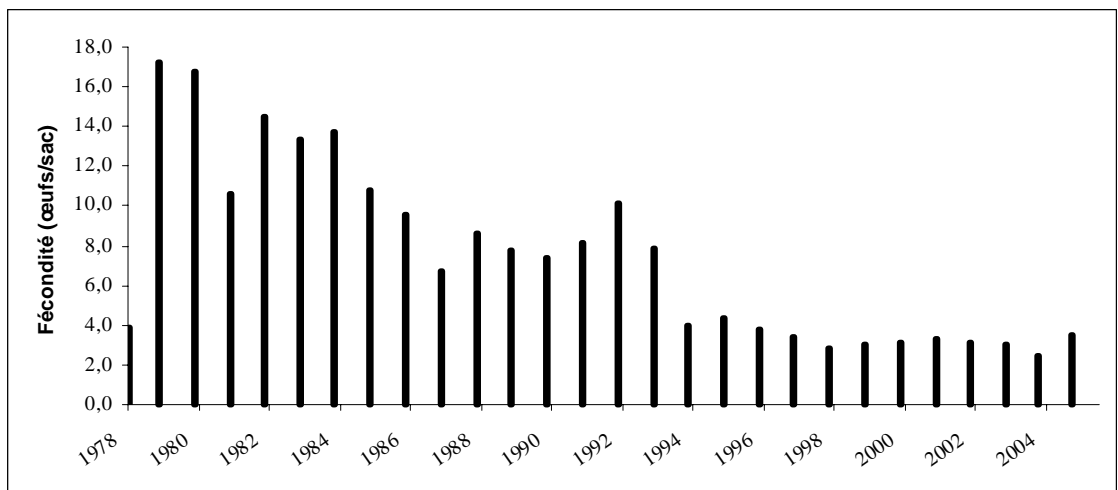


Figure 7-9: Evolution annuelle de la fécondité (nombre moyen d'œufs par sac ovigère/an) du copépode *Eurytemora affinis* au point E entre 1978 et 2005 - Chaque point représente la moyenne des valeurs mensuelles calculée entre avril et novembre

7.2.2. Structure des populations

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

Le sex-ratio des adultes est en général légèrement en faveur des mâles, ce qui se vérifie en 2005 (51 % de mâles en moyenne). Les variations saisonnières du pourcentage de mâles sont relativement faibles (**Figure 7-10**). En général, le pourcentage de mâles est toujours un peu plus élevé en surface qu'au fond. En 2005 cette caractéristique n'est pas observée.

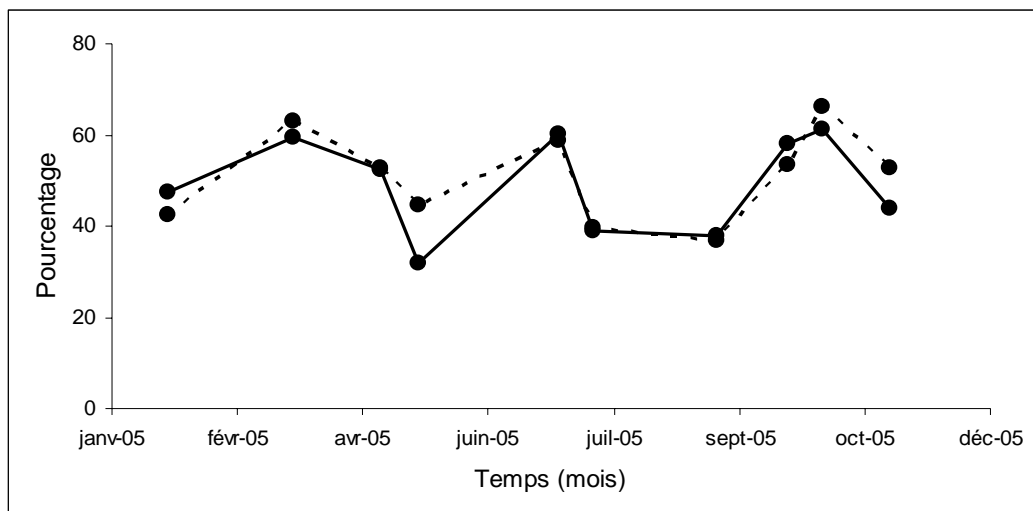


Figure 7-10 : Evolution mensuelle du pourcentage de mâles dans la population adulte du copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au cours de l'année 2004 - Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée

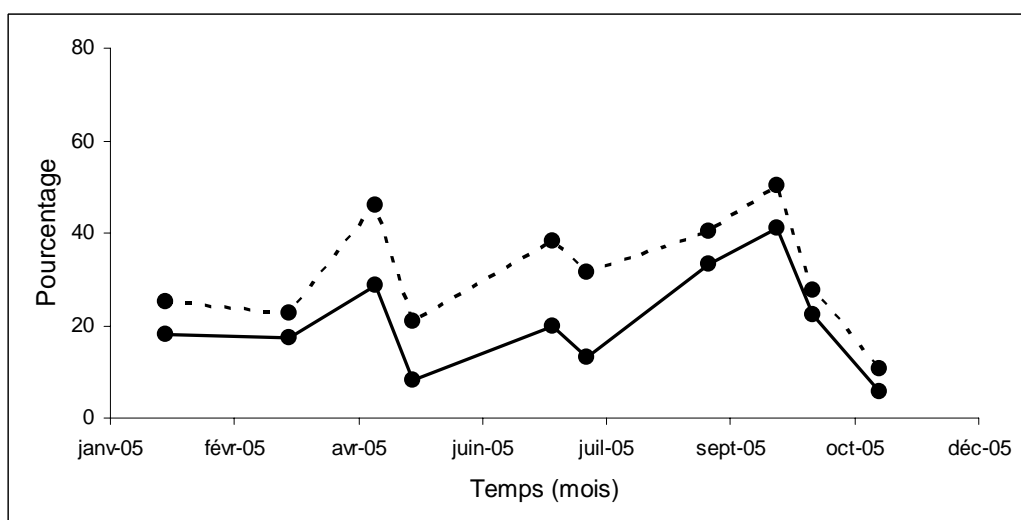


Figure 7-11 : Evolution mensuelle du pourcentage de femelles ovigères chez le copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface (trait plein) et au fond (pointillé) au cours de l'année 2004 - Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée

Le pourcentage de femelles ovigères est inférieur en surface par rapport à ce qui est observé au fond. Les valeurs les plus fortes (**Figure 7-11**) sont observées en avril et septembre juste avant les maxima d'effectif de la population (accroissement du pourcentage de femelles ovigères classique correspondant à une augmentation de production de la population). Le pourcentage moyen annuel de l'année 2005 (26 %) est identique à la moyenne calculée à partir des valeurs des précédentes années de surveillance (26 %).

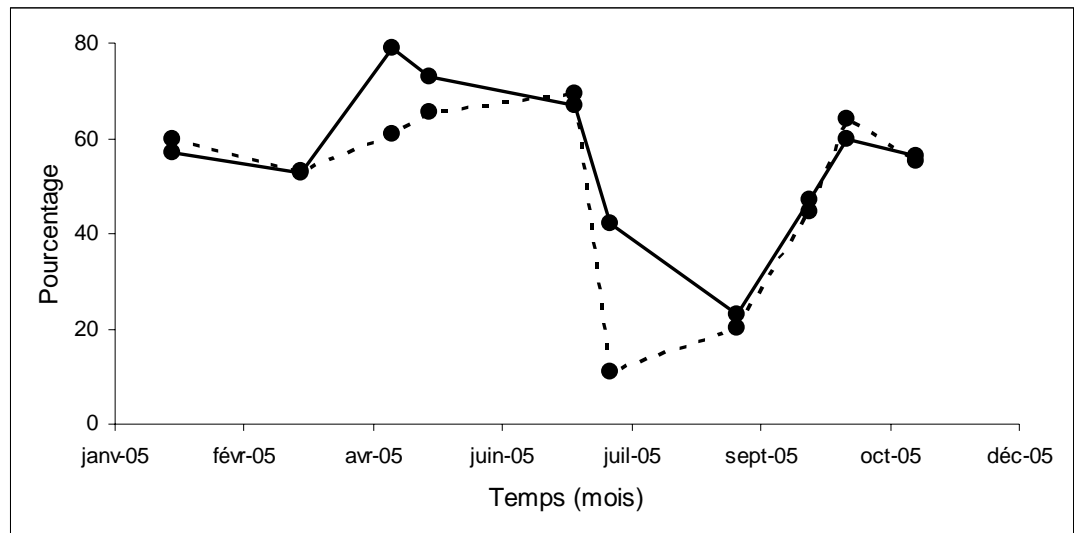


Figure 7-12 : Evolution mensuelle du pourcentage de copépodites dans la population totale du Copépode *Eurytemora affinis* au point E (pk 52), en surface (trait plein) et au fond (pointillés) au cours de l'année 2004 - Chaque point représente la valeur moyenne calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée

La proportion moyenne de copépodites (copépodites 1 à 5 = stades juvéniles) en 2005 est souvent plus importante en surface qu'au fond, ce qui traduit une distribution préférentielle des jeunes stades en surface (phénomène classiquement observé). La moyenne annuelle (54 %) est légèrement inférieure à la moyenne des observations des années précédentes (60 %). Les plus forts pourcentages sont notés d'avril à mai et en octobre et correspondent aux périodes de production de l'espèce. (**Figures 7-1 et 7-12**).

7.2.3. Mortalité

La série est interrompue en juin et juillet suite à deux problèmes consécutifs de conservation d'échantillons n'ayant pas permis un traitement fiable. Les résultats sont présentés en pourcentages de mortalité, tous stades confondus.

Les fluctuations temporelles observées au cours du cycle annuel en 2005 (**Figure 7-13**) sont faibles en dehors des valeurs observées en Août, mois durant lequel la mortalité observée à haute mer était forte en surface et au fond.

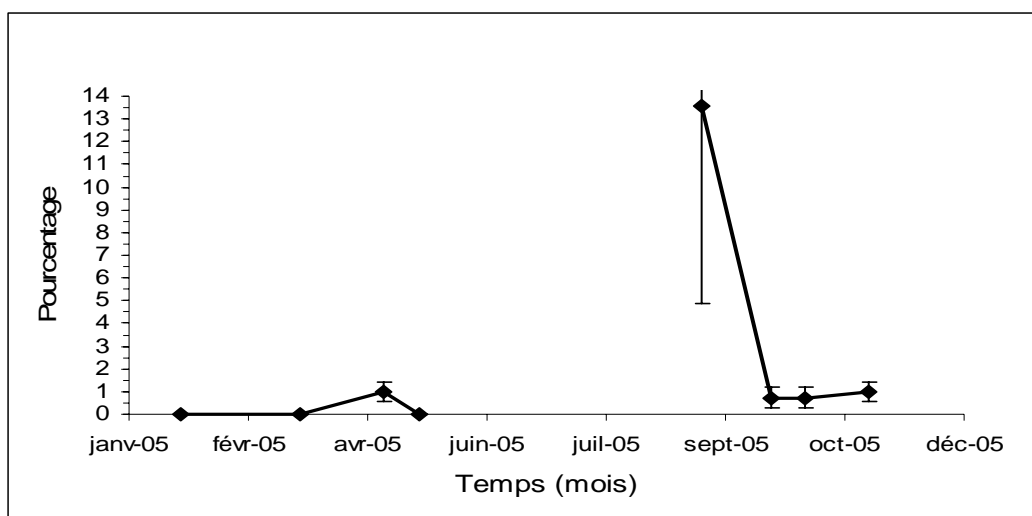


Figure 7-13 : Evolution mensuelle du pourcentage de mortalité du copépode *Eurytemora affinis* au point E, au cours de l'année 2005 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne (\pm erreur standard) calculée sur 4 prélèvements successifs au cours d'un demi-cycle de marée (2 en surface et 2 au fond)

La mortalité annuelle moyenne en 2005 ($2,1 \pm 3,2$ %) est faible et du même ordre de grandeur que ce qui a été observé lors des années précédentes.

La moyenne annuelle observée en 2005 concorde avec la diminution de la mortalité observée depuis 1999. La tendance observée au cours des 8 dernières années (**Figure 7-14**) se rapproche de celle des années 1984 à 1988.

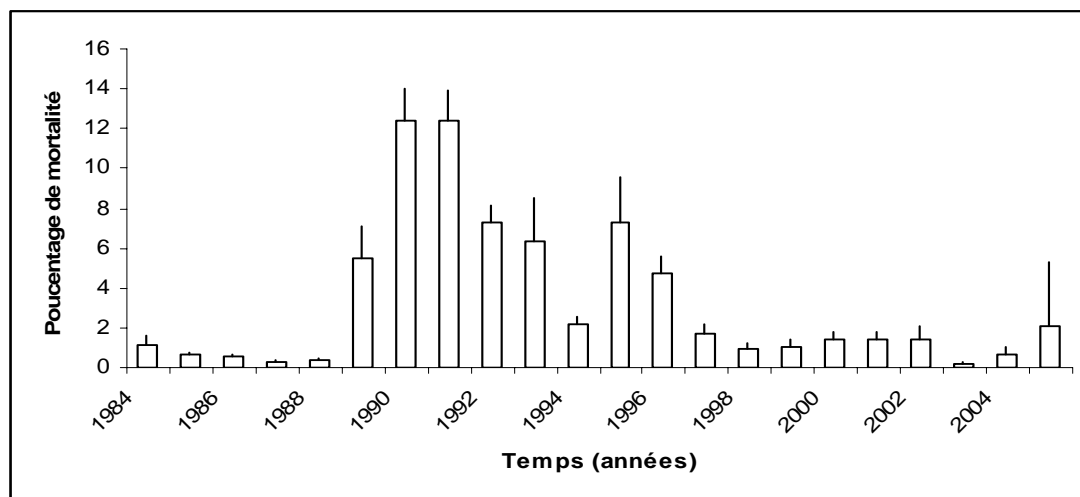


Figure 7-14 : Evolution du pourcentage de mortalité du Copépode *Eurytemora affinis* au point E, entre 1984 et 2005 - Chaque point sur le graphique représente la valeur moyenne annuelle (\pm erreur standard) calculée sur l'ensemble des prélèvements

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

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

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

7.3.1. Variations des densités du Copépode *Eurytemora affinis*

E. affinis constitue l'essentiel du peuplement de copépodes dans les trois stations étudiées. En 2005, la densité moyenne annuelle de cette espèce au point F (11104 ± 6951 ind./m³) est supérieure à celles observées aux points E (9641 ± 4772 ind./m³, **Figure 7-15**) et K (8886 ± 2936 ind./m³). Cette configuration n'a jamais été observée sur l'ensemble de la série et traduit une localisation plus aval de l'espèce dans l'estuaire en 2005 par rapport à ce qui est habituellement observé (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).

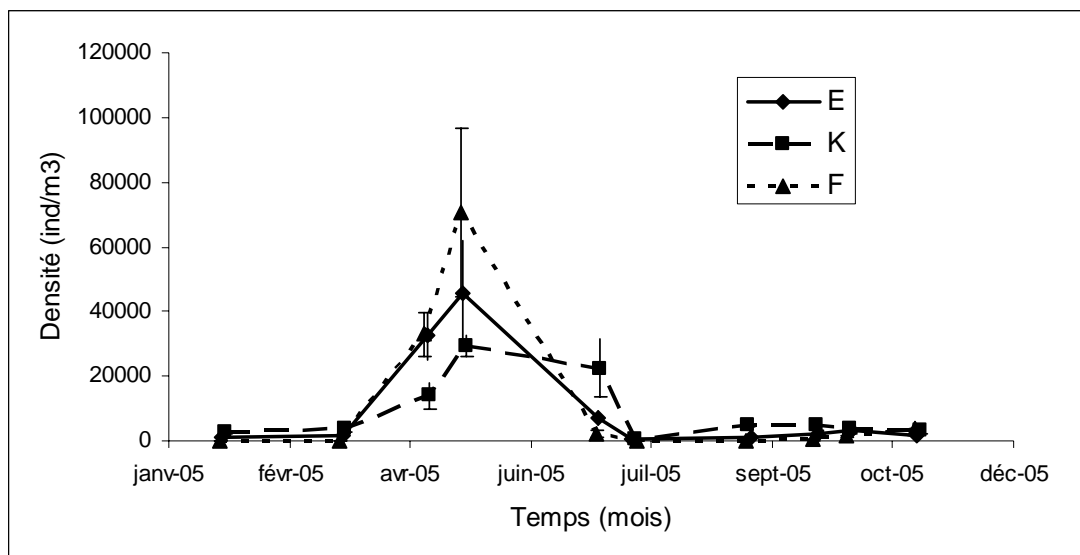


Figure 7-15 : Evolution mensuelle de la densité du copépode *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52) et K (pk 30) au cours de l'année 2005 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

Tableau 7-1 : Evolution des densités moyennes annuelles (ind./m³) du copépode *Eurytemora affinis* observées au cours de la période 1984-2005 - Le point J est situé au niveau du pk 52 dans le chenal de navigation

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

La comparaison des densités moyennes interannuelles (**Tableau 7-1**) entre 1984 et 2005 montre que les années caractérisées par une absence de crues²⁰ (notamment printanières) ou par une forte turbidité (sècheresse printano-estivale) sont des années pour lesquelles la densité du copépode est plus élevée au point K qu'au point E. Les observations faites en 2005 vont à l'encontre de cette conclusion et montrent un découplage cette année entre maximum de turbidité des eaux de l'estuaire (remonté du bouchon vaseux dû à un étiage prolongé) et densité maximale de l'espèce.

²⁰ 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-).

La période de production maximale de l'espèce est identique dans les 3 stations (mois de mai). Les plus fortes valeurs sont enregistrées au point F ($70444 \pm 25988 \text{ ind./m}^3$) [maximum au point E : $45528 \pm 16172 \text{ ind./m}^3$ et maximum au point K : $29315 \pm 3454 \text{ ind./m}^3$). La période de production, bien qu'apparaissant moins forte au point K persiste plus longtemps (juin) dans cette station qu'en aval.

7.3.2. Variation des densités des Copépodes Acartidés

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

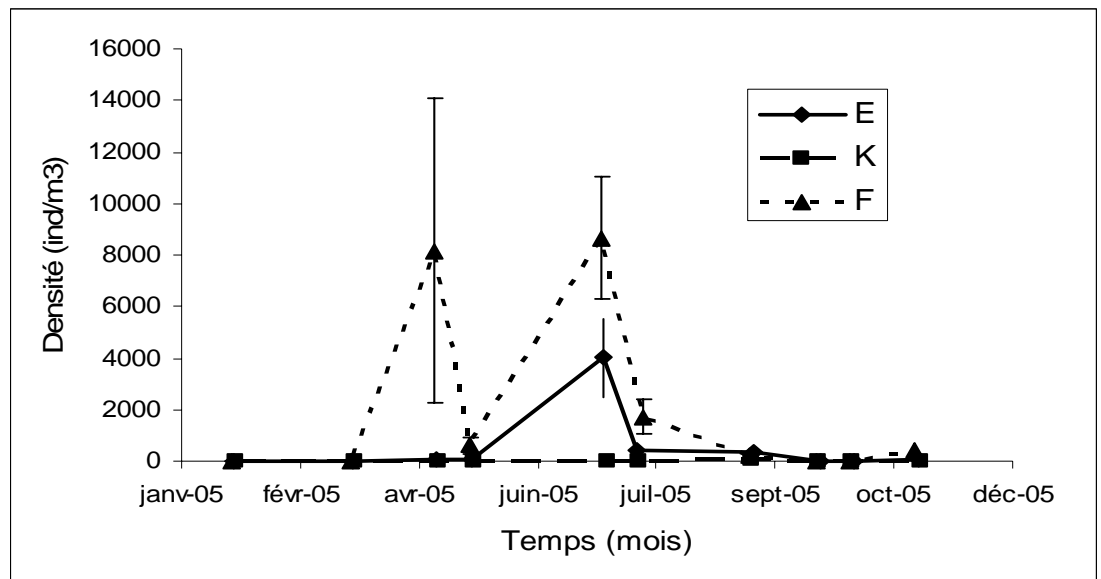


Figure 7-16 : Evolution mensuelle de la densité du Copépode *Acartia bifilosa* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2005 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

Les densités moyennes du copépode *Acartia bifilosa* (**Tableau 7-2**) sont maximales au point F ($1976 \pm 1029 \text{ ind./m}^3$) et décroissent vers l'amont de l'estuaire (maximum au point E : $500 \pm 374 \text{ ind./m}^3$ et maximum au point K : $5 \pm 4 \text{ ind./m}^3$).

La période de production maximale est commune aux deux stations aval (juin : maximum annuel au point F : $8663 \pm 2375 \text{ ind./m}^3$ et maximum annuel au point E : $4022 \pm 1516 \text{ ind./m}^3$ /), et décalée vers l'été

mais avec de très faibles effectifs dans la station amont (août, maximum annuel au point K : 42 ± 20 ind./m³).

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

Un premier pic d'abondance est par ailleurs observé au printemps (au mois d'avril) au point F, dynamique à deux pics qui a déjà été observée par le passé (1979, 1982, 1987, 1993, 1997, 2002).

Tableau 7-2 : Evolution des densités moyennes annuelles (ind./m³) du copépode *Acartia bifilosa* au cours de la période 1984-2005 - Le point J est situé au pk 52 dans le chenal de navigation

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

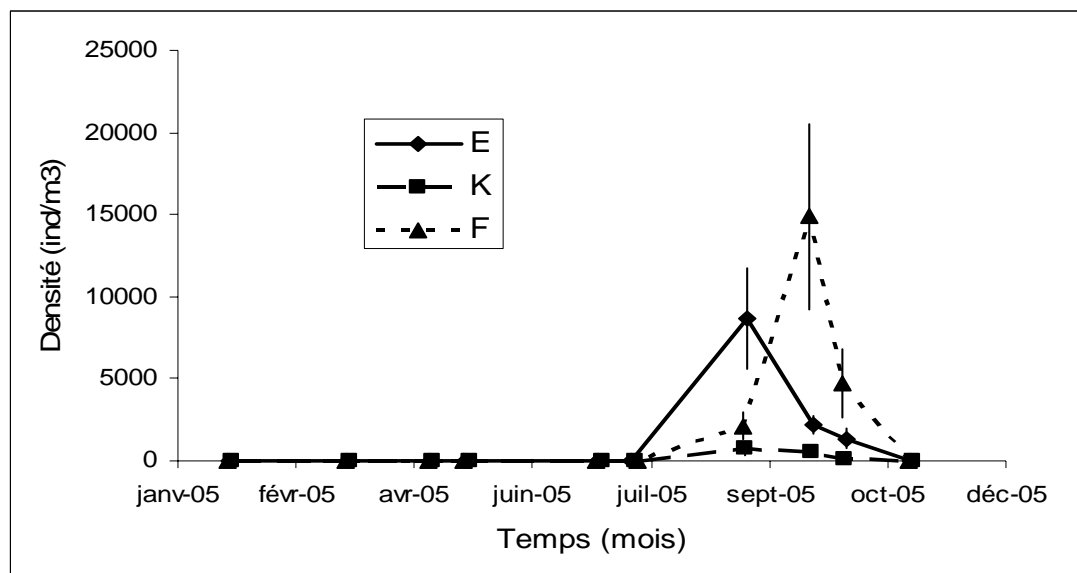


Figure 7-17 : Evolution mensuelle des densités du copépode *Acartia tonsa* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2005 - Chaque point du graphique représente la moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

Le copépode *Acartia tonsa* est une espèce polyhaline : il présente en 2005 un gradient décroissant d'abondance des stations aval vers les stations amont (Tableau VII.3.). Les plus fortes abondances sont observées au point F (moyenne annuelle : 2177 ± 1419 ind./m³), elles sont intermédiaires au point E (moyenne annuelle : 1224 ± 819 ind./m³), l'espèce étant très peu représentée au point K (moyenne annuelle : 134 ± 81 ind./m³). Son caractère thermophile s'est traduit en terme de développement dans l'estuaire par une période de production estivale succédant à la période de production d'*A. bifilosa*. *A. tonsa* a présenté en 2005 (Figure 7-17) un pic de densité fin août aux points K et E (749 ± 36 ind./m³ et 8692 ± 308 ind./m³) et un pic en septembre au point F (14888 ± 566 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*).

Tableau 7-3 : Evolution des densités moyennes annuelles (ind./m³) du copépode *Acartia tonsa* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de la période 1984-2005 - Le point J est situé au pk 52 dans le chenal de navigation

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

7.3.3. Variation des densités de Mysidacés

En 2005, les effectifs de *Neomysis integer* sont globalement faibles par rapport à ce qui a pu être observé sur la série et en moyenne répartis de manière homogène sur l'ensemble des stations échantillonnées (Tableau VII.4. : moyennes annuelles : point K : 47 ± 33 ind./m³ - point E : 23 ± 10 ind./m³ - point F : 36 ± 30 ind./m³).

Généralement les densités maximales de l'espèce s'observent aux points F ou E (Tableau VII.4). Cette année (**Figure 7-18**), les densités les plus importantes sont observées aux points K et F mais de manière très ponctuelle (moyenne mensuelle : 315 ± 228 ind./m³ en mai au point F et 351 ± 172 ind./m³ en juillet au point K), les effectifs de l'espèce étant beaucoup plus stables (bien que plus faibles) à la station E, ce qui indique une localisation de l'aire de distribution de l'espèce autour de cette station.

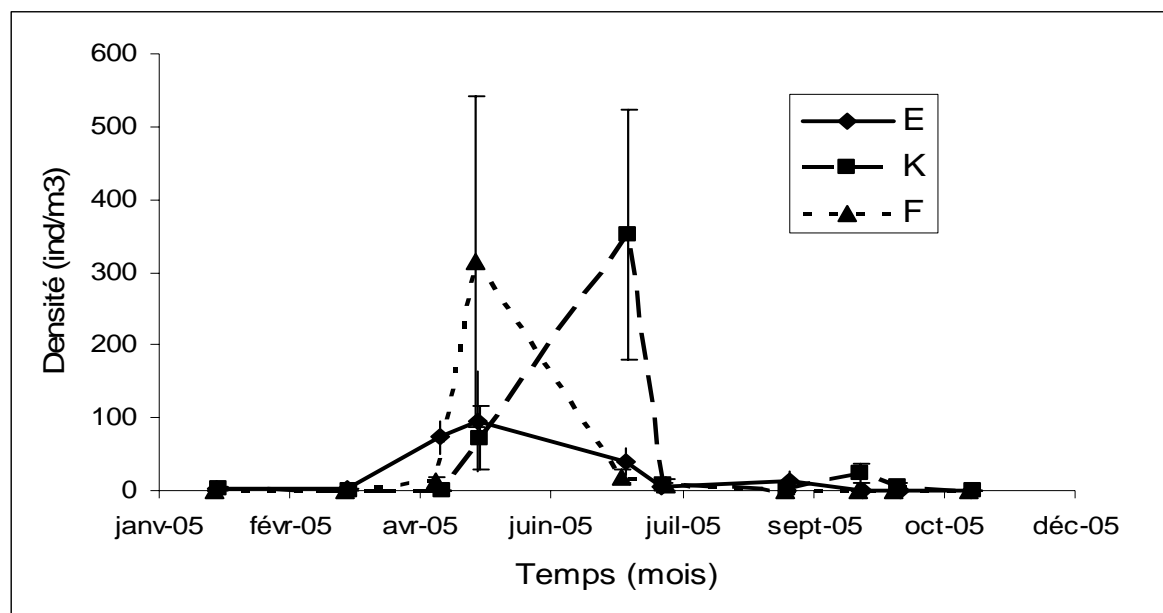


Figure 7-18 : Evolution mensuelle de la densité du Mysidacé *Neomysis integer* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30), au cours de l'année 2005 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) au cours d'un demi-cycle de marée (\pm erreur standard)

Tableau 7-4 : Evolution des densités moyennes annuelles (ind./m³) du Mysidacé *Neomysis integer* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de la période 1984-2005 - Le point J est situé au pk 52 dans le chenal de navigation

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

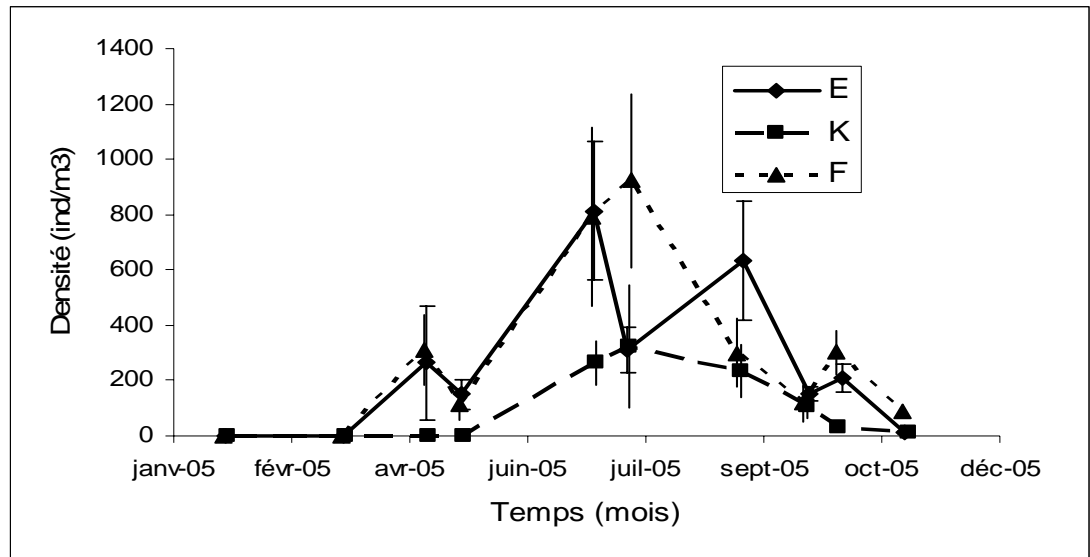


Figure 7-19 : Evolution mensuelle de la densité du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30), au cours de l'année 2005 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 8 prélèvements au cours d'un demi cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) au cours d'un demi-cycle de marée (\pm erreur standard)

La seconde espèce dominante, *Mesopodopsis slabberi* (Figure 7-19) présente un schéma de distribution classique (gradient décroissant de l'aval vers l'amont, Tableau VII.5) : abondances plus importantes au point F (moyenne annuelle : 294 ± 96 ind./m³) qu'au point E (254 ± 82 ind./m³), tandis que l'espèce est mal représentée au point K (98 ± 38 ind./m³). Il s'agit d'une espèce polyhaline dont le centre de distribution se situe normalement en aval du pk 67 et dont la pénétration dans l'estuaire est fortement dépendante des débits fluviaux. Les plus fortes abondances sont trouvées en juin / juillet (point K : 323 ± 214 ind./m³ - point E : 813 ± 252 ind./m³ - point F : 922 ± 324 ind./m³).

Tableau 7-5 : Evolution des densités moyennes annuelles (ind./m³) du Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de la période 1984-2005 - Le point J est situé au pk 52 dans le chenal de navigation

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

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

7.4.1. Paramètres de population

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

Tableau 7-6 : Principaux paramètres démographiques de *Eurytemora affinis* au cours de la période 1984-2004 - M : % de mâles par rapport à la population adulte, F. ov. : % de femelles ovigères/total des femelles, C : % de copépodites

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

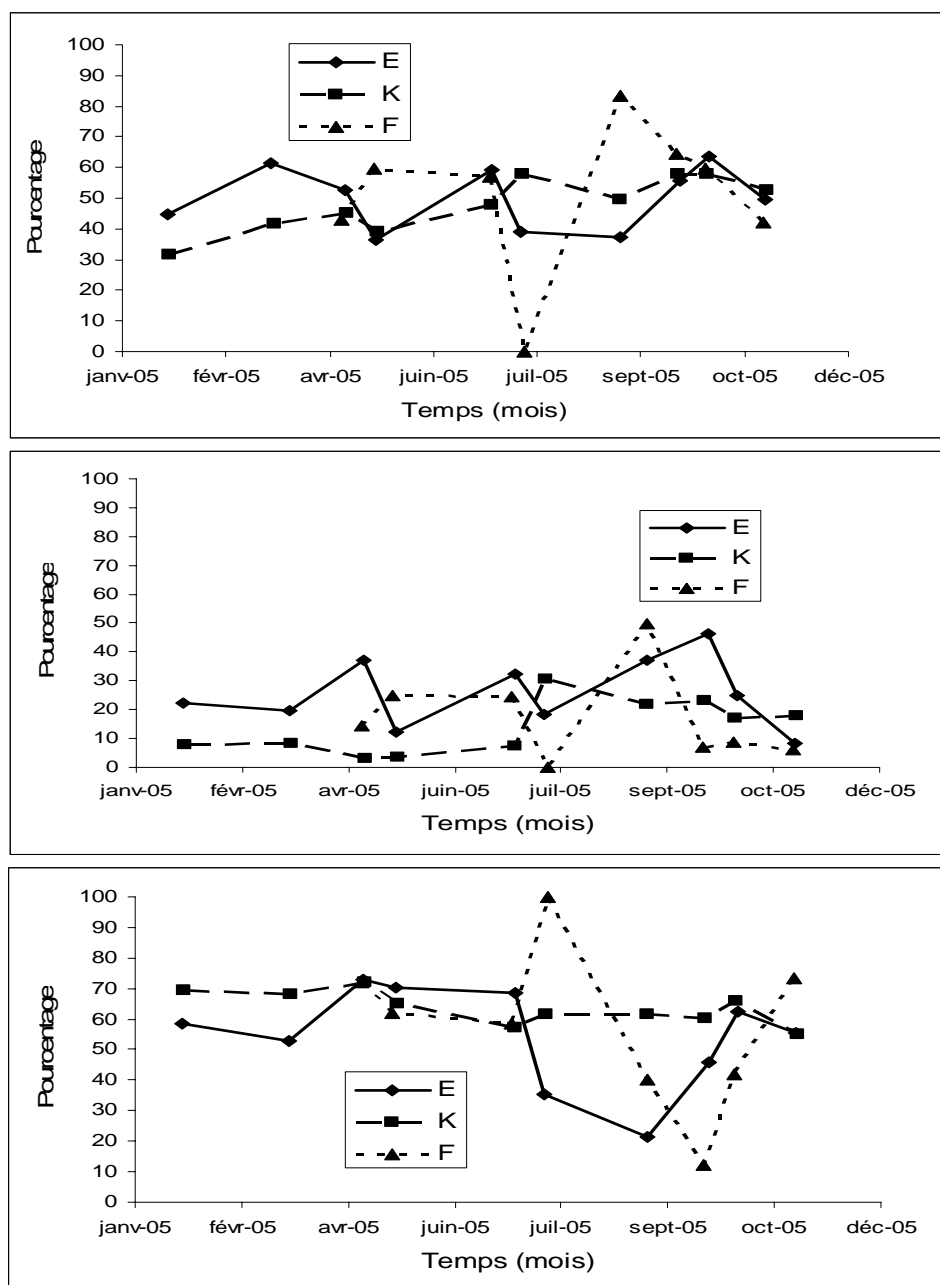


Figure 7-20 : Evolution mensuelle de la structure démographique du copépode *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2005 - % mâles/adultes (A), % femelles ovigères (B), % de copépodites (C), calculés sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond)

L'évolution saisonnière du sex-ratio (**Figure 7-20**) est assez différente d'une station à l'autre mais présente comme caractéristique commune la prédominance de femelles en début de suivi : les adultes de la population sont dominés par les femelles pendant la période productive printanière, les plus forts pourcentages de mâles sont observés en fin de période estivale (avant et pendant la reprise de production automnale). Un cas particulier est à noter pour la station F pour laquelle les mâles disparaissent de la population en juillet pour constituer plus de 80% des adultes le mois suivant (effectifs de la population très faibles à cette période).

Les femelles ovigères constituent l'essentiel des femelles en période estivale (dominance de mâles).

L'évolution du pourcentage de copépodites est habituellement « homogène » dans l'estuaire. Cette année (comme en 2004), en fin de période estivale la population est dominée en aval par adultes, alors qu'elle est dominée en amont par les stades juvéniles.

7.4.2. Fécondité

En 2005 les fécondités enregistrées aux points K, E et F (**Figure 7-21**) ne diffèrent pas significativement entre elles (les analyses de variance sont effectuées après un test de normalité et d'homogénéité des variances) excepté en avril avec une « forte » fécondité de la partie aval de la population et en août où la plus « forte » fécondité est observée au point médian (E).

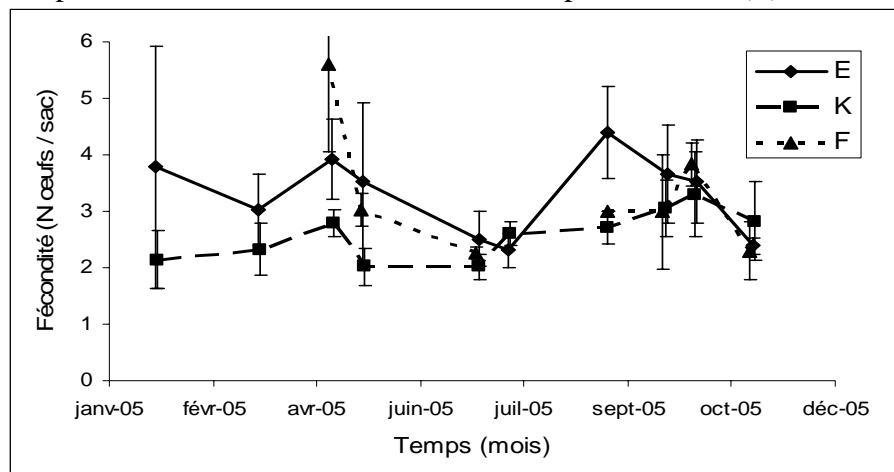


Figure 7-21 : Evolution mensuelle de la fécondité (nombre d'œufs moyen/sac ovigère) des femelles du copépode *Eurytemora affinis* aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de l'année 2005 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée sur 8 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

En 2005 pour les 3 points, la fécondité est à nouveau particulièrement faible par rapport à l'ensemble des précédentes années (**Tableau 7-7**).

Tableau 7-7 : Fécondité moyenne du copépode *Eurytemora affinis* (nombre moyen d'œufs par sac ovigère \pm erreur standard) entre les stations F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de la période 1984-2005 - Le point J est situé au pk 52 dans le chenal de navigation

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

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. Cette décroissance du nombre d'œufs peut être liée aux variations de la température de l'eau comme cela a été observé chez E.

affinis tant en laboratoire (POLY & CASTEL, 1983) que sur le terrain (CASTEL & FEURTET, 1992 ; HIRCHE, 1992).

7.4.3. Mortalité

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

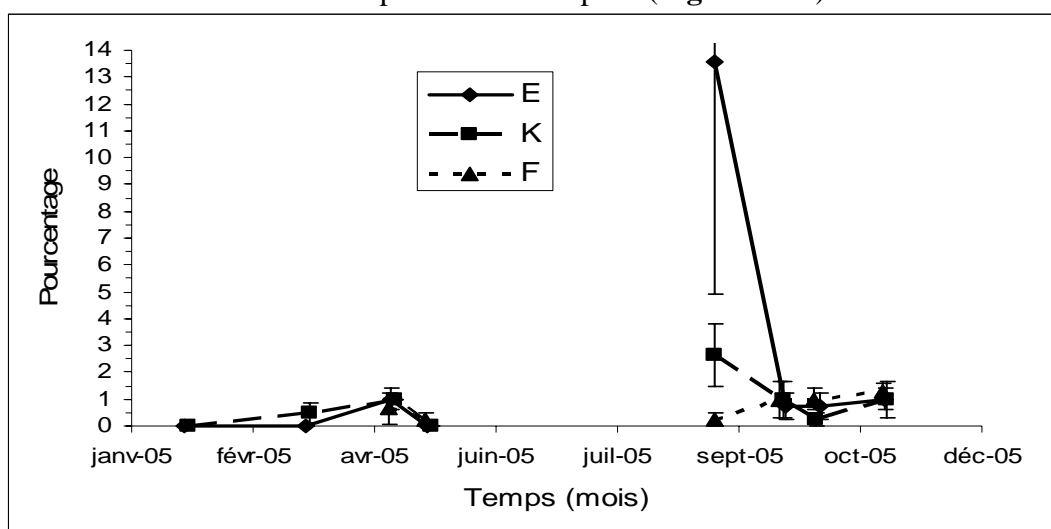


Figure 7-22 : Evolution mensuelle de la mortalité du copépode *Eurytemora affinis* aux points E (pk 52, rejet), F (pk 67) et K (pk 30) au cours de l'année 2005 - Chaque point du graphique représente la valeur moyenne calculée à partir de 4 prélèvements au cours d'un demi-cycle de marée (4 en surface et 4 au fond) (\pm erreur standard)

Alors que les valeurs restent très faibles en début et fin de suivi, les plus fortes mortalités sont observées dans la partie médiane et dans la partie amont de l'estuaire en août, (une hausse de température pouvant provoquer une mortalité du zooplancton). L'absence de données pendant le reste de la période estivale empêche de préciser l'amplitude spatiale et temporelle de ce phénomène. D'autre part, la stratégie d'échantillonnage utilisée n'est pas en mesure de vérifier si les rejets thermiques de la centrale engendrent un phénomène de surmortalité.

Tableau 7-8 : Mortalité moyenne annuelle du copépode *Eurytemora affinis* (\pm erreur standard) aux points F (pk 67), E (pk 52, rejet) et K (pk 30) au cours de la période 1984-2005 - Le point J est situé au pk 52 dans le chenal de navigation

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

8. Macrofaune benthique

Pour la seconde année consécutive, le suivi de la macrofaune benthique a été réalisé en 6 stations :

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

8.1. Evolution temporelle de la richesse spécifique des peuplements macrobenthiques

En 2005, dans le domaine subtidal, la richesse spécifique mensuelle (nombre d'espèces échantillonnées chaque mois par station) suit globalement un gradient croissant vers l'aval (4 à 6 espèces par date au PK 30, 4 à 12 au PK 52, 6 à 11 au PK 67), sans tendance saisonnière marquée (**Figure 8-1**). Dans le domaine intertidal, ce gradient croissant de richesse spécifique vers l'aval est constant en chaque occasion (1 à 3 espèces par date au PK 35, 3 à 6 au PK 55, 5 à 11 au PK 66) ; une tendance saisonnière apparaît au PK 66, avec un maximum d'espèces en septembre (**Figure 8-2**).

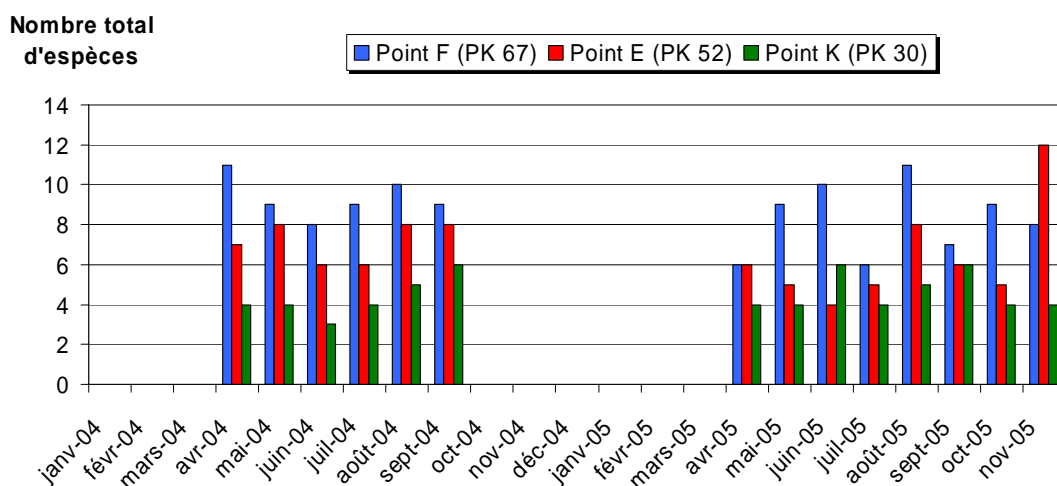


Figure 8-1 : Evolution mensuelle de la richesse spécifique du macrobenthos des stations subtidales au cours des années 2004 et 2005

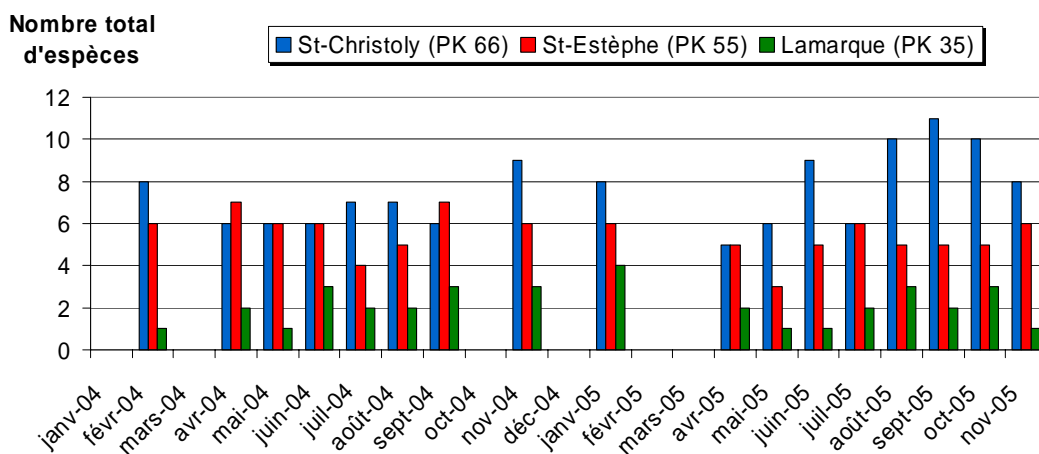


Figure 8-2 : Evolution mensuelle de la richesse spécifique du macrobenthos des stations intertidales au cours des années 2004 et 2005

A l'échelle de l'année 2005, et comme cela avait déjà été mis en évidence en 2004, la richesse spécifique annuelle (nombre d'espèces échantillonnées au cours de l'année dans chaque station) suit nettement un gradient croissant vers

l'aval, que ce soit dans le domaine subtidal ou dans le domaine intertidal (**Tableau 8-1**). En outre, cette richesse spécifique annuelle a augmenté dans toutes les stations entre 2004 et 2005, de 17 à 67% selon les stations (**Tableau 8-1**).

Tableau 8-1 : Comparaison de la richesse spécifique totale du macrobenthos aux six stations échantillonnées en 2004 et 2005

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

Une analyse détaillée de la répartition des espèces permet d'apporter des éléments de réponse à cette augmentation du nombre d'espèces en 2005. Deux groupes d'espèces ont en effet vu leur répartition dans l'estuaire modifiée au cours de cette année.

Un premier contingent d'espèces, à affinité marine, a atteint des stations situées plus en amont. Dans le domaine subtidal, c'est le cas de :

- *Cyathura carinata* et *Synidotea laticauda* (Crustacés Isopodes) qui, présents aux PK 67 et 52 en 2004, ont atteint le PK 30 en 2005 ;
- *Heteromastus filiformis* (Annélide Polychète), présent au PK 67 en 2004, atteint le PK 52 en 2005 ;
- *Eurydice* cf. *spinigera* (Crustacé Isopode), non signalé en 2004, apparu en 2005 dans toutes les stations ;
- *Eteone* sp., *Nephtys hombergii*, *Pseudopolydora pulchra* (Annélides Polychètes), *Abra alba* (Mollusque Bivalve), *Sphaeroma rugicauda* (Crustacé Isopode) et *Carcinus maenas* (Crustacé Décapode), non signalés en 2004, présents au PK 67 en 2005.

Dans le domaine intertidal, il s'agit de :

- *Hediste diversicolor* (Annélide Polychète) et *Corophium volutator* (Crustacé Amphipode), qui, présents aux PK 66 et 55 en 2004, ont atteint le PK 35 en 2005 ;
- *Heteromastus filiformis* (Annélide Polychète), présent au PK 66 en 2004, atteint le PK 55 en 2005 ;
- *Parvicardium exiguum* (Mollusque Bivalve) et *Pinnotheres pisum* (Crustacé Décapode), non signalés en 2004, présents au PK 55 en 2005 ;

- *Boccardiella ligERICA*, *Eteone* sp., *Neanthes succinea*, *Nephtys hombergii* (Annélides Polychètes) et *Macoma balthica* (Mollusque Bivalve), non signalés en 2004, présents au PK 66 en 2005.

A l'inverse, un second contingent d'espèces, à affinité saumâtre voire dulçaquicole, a disparu de stations en aval :

- en subtidal, *Boccardiella ligERICA* (Annélide Polychète), présent aux PK 67 et 52 en 2004, a disparu du PK 67 en 2005, et *Bathyporeia* sp. (Crustacé Amphipode), présent aux PK 52 et 30 en 2004, a disparu du PK 52 en 2005 ;
- en intertidal, les larves d'Insectes, présentes aux trois stations en 2004, ont disparu des PK 66 et 55 en 2005.

L'apparition en 2005 d'espèces à affinité marine, absentes en 2004, et la remontée d'espèces, soit à affinité marine, soit à affinité saumâtre-dulçaquicole, expliquent l'augmentation générale de la richesse spécifique de la macrofaune benthique et traduisent une « marinisation » des peuplements benthiques, en réponse aux faibles débits fluviaux de l'année 2005.

8.2. Evolution temporelle des peuplements macrobenthiques subtidaux

8.2.1. Variation des densités totales

Si la richesse spécifique des peuplements benthiques subtidaux est relativement élevée (26 espèces échantillonnées en 2005 sur l'ensemble des trois stations, contre seulement 17 en 2004), leur abondance totale est faible, dépassant rarement 2000 ind./m² et variant habituellement entre 100 et 1000 ind./m². Le détail des variations mensuelles des densités de l'ensemble des espèces dans chaque station subtidale est donné dans le **Tableau 8-2**.

Tableau 8-2 : Evolution mensuelle des densités (nombres moyens d'individus par m²) des diverses espèces macrobenthiques subtidales au cours de l'année 2005. Entre parenthèses, erreur standard de la moyenne. Les phylums auxquels appartiennent les différents taxons sont indiqués à gauche : N = Némertes, O = Annélides Oligochètes, P = Annélides Polychètes, B = Mollusques Bivalves, G = Mollusques Gastéropodes, C = Crustacés, I = Insectes

Taxons	19-21/04/05	3-5/05/05	28-30/06/05	13-15/07/05	29-31/08/05	27-29/09/05	11-13/10/05	8-10/11/05
Point F (PK 67)								
O Oligochaeta spp.	-	2 (2)	2 (2)	-	-	-	-	-
P Eteone sp.	-	-	-	-	2 (2)	-	2 (2)	-
Heteromastus filiformis	408 (78)	462 (55)	1760 (337)	1286 (121)	116 (32)	812 (97)	604 (134)	670 (55)
Neanthes succinea	-	2 (2)	-	-	-	-	-	-
Nephtys hombergii	-	-	-	-	4 (2)	36 (7)	10 (4)	42 (9)
Pseudopolydora pulchra	-	2 (2)	-	-	10 (4)	-	-	-
Streblospio shrubsolii	128 (63)	190 (81)	144 (44)	36 (14)	40 (13)	70 (34)	10 (3)	12 (6)
B Abra alba	-	-	-	-	6 (6)	-	-	-
Cerastoderma edule	-	-	-	-	-	-	6 (2)	-
Macoma balthica	-	-	4 (2)	-	-	-	-	2 (2)
C Bathyporeia sp.	-	-	-	-	-	-	-	2 (2)
Carcinus maenas	-	-	-	-	2 (2)	-	-	-
Corophium volutator	2 (2)	-	2 (2)	-	-	-	-	-
Crangon crangon	-	-	-	-	6 (4)	-	-	-
Cyathura carinata	10 (5)	8 (4)	30 (8)	14 (4)	6 (4)	32 (5)	20 (7)	22 (9)
Eurydice cf. spinigera	-	-	-	-	-	-	4 (2)	-
Gammarus salinus	-	2 (2)	4 (4)	2 (2)	-	-	-	-
Mesopodopsis slabberi	8 (4)	8 (5)	70 (23)	364 (164)	88 (60)	72 (23)	404 (257)	48 (5)
Neomysis integer	4 (2)	18 (7)	16 (7)	2 (2)	-	2 (2)	-	-
Sphaeroma rugicauda	-	-	-	-	-	-	-	2 (2)
Synidotea laticauda	-	-	-	-	2 (2)	2 (2)	8 (2)	-
I Larves Insectes indéf.	-	-	4 (4)	-	-	-	-	-
Point E (PK 52)								
O Oligochaeta spp.	1330 (371)	394 (136)	76 (31)	4 (2)	74 (20)	66 (35)	-	86 (58)
P Alkmaria romijni	-	-	-	-	-	-	-	2 (2)
Boccardiella ligerica	-	-	-	-	-	-	-	2392 (2360)
Heteromastus filiformis	2 (2)	4 (4)	12 (5)	-	-	-	-	4 (4)
Streblospio shrubsolii	-	-	-	2 (2)	4 (2)	6 (6)	-	6 (2)
C Corophium volutator	-	-	-	2 (2)	104 (32)	-	-	22 (9)
Crangon crangon	-	2 (2)	-	-	4 (2)	2 (2)	-	-
Cyathura carinata	-	-	-	-	4 (2)	-	4 (2)	56 (33)
Eurydice cf. spinigera	-	-	-	-	-	2 (2)	14 (7)	2 (2)
Gammarus salinus	6 (4)	2 (2)	-	-	-	-	-	4 (4)
Mesopodopsis slabberi	2 (2)	-	130 (78)	246 (38)	390 (56)	54 (12)	140 (23)	22 (6)
Neomysis integer	42 (19)	10 (5)	24 (10)	4 (4)	30 (9)	2 (2)	18 (8)	2 (2)
Palaemon longirostris	2 (2)	-	-	-	-	-	-	-
Synidotea laticauda	-	-	-	-	2 (2)	-	8 (6)	12 (10)
Point K (PK 30)								
C Bathyporeia sp.	16 (4)	8 (4)	6 (4)	2 (2)	-	-	-	-
Cyathura carinata	-	-	-	-	-	2 (2)	-	-
Eurydice cf. spinigera	-	-	-	-	-	-	2 (2)	-
Gammarus zaddachi	10 (8)	4 (4)	14 (6)	6 (2)	4 (2)	16 (14)	-	2 (2)
Mesopodopsis slabberi	-	-	2 (2)	16 (6)	68 (25)	74 (26)	26 (7)	8 (6)
Neomysis integer	6 (4)	2 (2)	22 (6)	8 (6)	14 (7)	4 (2)	-	4 (2)
Palaemon longirostris	-	-	-	-	-	2 (2)	2 (2)	-
Synidotea laticauda	-	-	-	-	4 (4)	-	-	-
Larves de crabes	-	-	4 (4)	-	-	-	-	-
I Larves Insectes indéf.	406 (157)	256 (106)	16 (6)	-	12 (12)	80 (16)	40 (37)	138 (88)

8.2.2. Point F (PK 67)

Cette station est celle des trois stations subtidales où les abondances sont en général les plus élevées, en particulier en 2005 (**Figure 8-3**). Partant d'une valeur de 560 ± 123 ind./m² en avril, les abondances ont atteint leur maximum annuel fin juin, avec 2036 ± 390 ind./m². Diminuant par la suite jusqu'à fin août (282 ± 72 ind./m²), les abondances se sont stabilisées autour de 800 à 1000 ind./m² entre septembre et novembre.

La dynamique de ce peuplement est déterminée par l'Annélide Polychète *Heteromastus filiformis*, qui y est toujours l'espèce dominante (41 à 86% des effectifs totaux). Deux autres espèces sont aussi importantes quantitativement : le Polychète *Streblospio shrubsolii* et le Mysidacé *Mesopodopsis slabberi* (cf. infra).

Comparativement à 2004, les abondances totales sont restées du même ordre de grandeur (282 à 2036 ind./m² en 2005, contre 384 à 1566 ind./m² en 2004). Les maxima d'abondance sont cependant très décalés d'une année à l'autre : avril en 2004 et juin en 2005 (**Figure 8-3**).

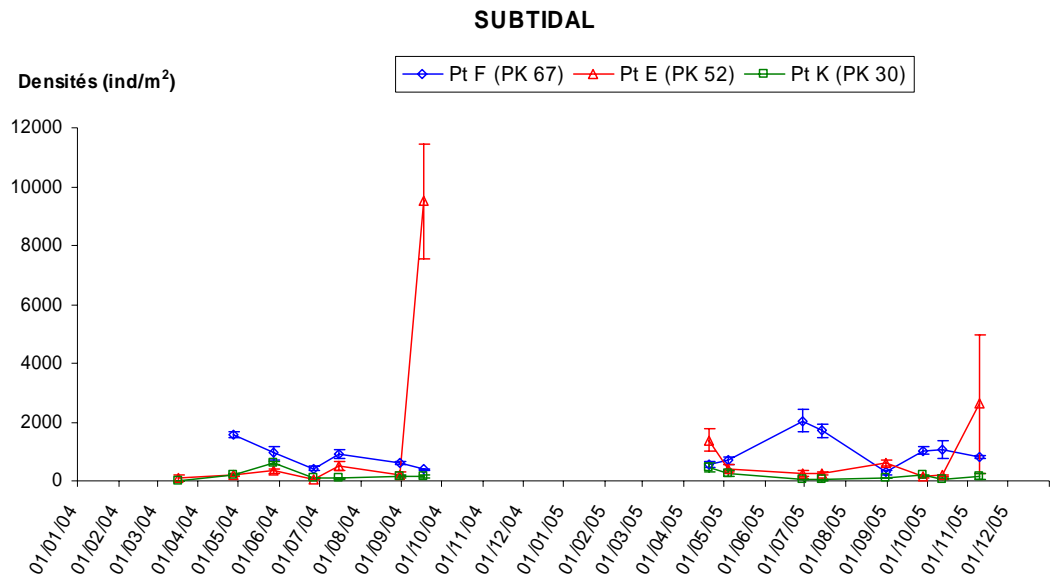


Figure 8-3 : Evolution mensuelle de la densité (moyenne \pm ES) du macrobenthos des stations subtidales au cours des années 2004 et 2005.

8.2.3. Point E (PK 52)

L'évolution mensuelle des abondances totales ne montre pas de réelle tendance saisonnière. Les abondances sont en outre faibles (132 à 612 ind./m² de mai à

octobre), avec toutefois deux pics, l'un en avril (1384 ± 387 ind./m²), l'autre en novembre (2610 ± 2368 ind./m²) (**Figure 8-3**).

Le pic d'abondance d'avril est dû aux Annélides Oligochètes, qui dominent alors (ainsi qu'en mai) le peuplement à 96%. Celui de novembre est provoqué par une pullulation de l'Annélide Polychète *Boccardiella ligERICA* (2392 ± 2360 ind./m²), dominant à 92%. Le même phénomène avait été observé en septembre 2005, avec une ampleur supérieure (9288 ± 1888 ind./m²). Des pullulations de cette espèce opportuniste, du même ordre de grandeur, ponctuelles dans le temps et dans l'espace, et dans la même zone, avaient déjà été mises en évidence en mars 1989 par CASTEL & ESCARAVAGE (1989) et de 1998 à 2001 par BROSSE (2003). Durant le reste de l'année 2005 (juin à octobre), le peuplement est dominé à 41-95% par le Mysidacé *Mesopodopsis slabberi*.

Hormis les deux pics de densité d'avril et novembre, les abondances totales en 2005 (132 à 612 ind./m²) sont restées similaires à celles de 2004 (36 à 504 ind./m²) (**Figure 8-3**).

8.2.4. Point K (PK 30)

Les densités totales sont extrêmement faibles dans cette station, comprises entre 32 ± 8 ind./m² en juillet et 438 ± 153 ind./m² en avril (**Figure 8-3**). Le peuplement est d'abord dominé par des larves d'Insectes, avec 93 et 95% des effectifs totaux en avril et mai, puis par les Crustacés de juin à septembre (55 à 100% des effectifs). Les larves d'Insectes redeviennent dominantes en octobre, pour atteindre 91% de l'abondance totale en novembre. Cette station est la seule où les Annélides sont totalement absents.

La même évolution saisonnière avait été observée en 2004, avec des abondances voisines (0 à 608 ind./m²) (**Figure 8-3**).

8.3. Variations de densités des principales espèces subtidales

8.3.1. Annélides Oligochètes (**Figure 8-4**)

Ce groupe, particulièrement abondant en estuaire et constitué d'espèces à forte préférence pour les vases, n'est bien représenté dans le domaine subtidal qu'au Point E. Les individus ont la forme de vers très fins et de très petite taille, qui ne peuvent être significativement dénombrés qu'en utilisant une maille de tamisage de 0,5 mm, comme c'est le cas ici. En 2005, les Oligochètes sont abondants en début de période d'échantillonnage (1330 ± 371 ind./m² en avril) ; leur densité diminue régulièrement par la suite, pour se stabiliser à moins de 100 ind./m². Le patron d'abondance était tout à fait différent en 2004, avec un maximum de densité en juillet (374 ± 110 ind./m²).

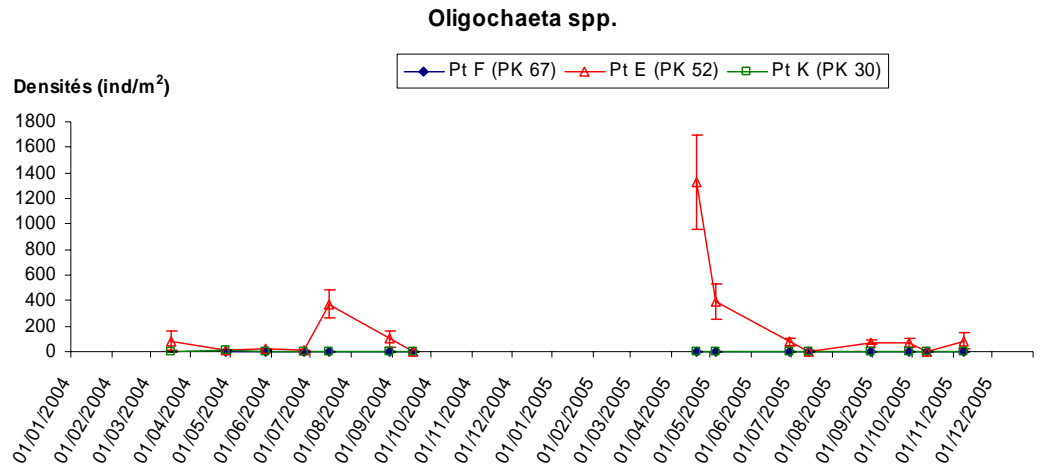


Figure 8-4 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des Annélides Oligochètes dans les stations subtidales au cours des années 2004 et 2005

8.3.2. Annélides Polychètes (Figure 8-5)

Deux espèces sont bien représentées dans le domaine subtidal, essentiellement au Point F : le capitellidé *Heteromastus filiformis* et le spionidé *Streblospio shrubsolii*. Il s'agit d'espèces mangeuses de particules fines, soit à l'intérieur du sédiment (*H. filiformis*), soit à l'interface eau-sédiment (*S. shrubsolii*). Comme il a été vu plus haut, les variations d'abondance d'*H. filiformis* déterminent celles du peuplement total au Point F. En 2005, le maximum de densité est observé fin juin (1760 ± 337 ind./m²), suivi d'un second maximum fin septembre (812 ± 97 ind./m²) ; en 2004, l'abondance maximale avait été notée fin avril (1002 ± 79 ind./m²).

En ce qui concerne *Streblospio shrubsolii*, le recrutement maximal en 2005 s'est produit en mai (190 ± 81 ind./m²), suivi d'un léger pic automnal (70 ± 34 ind./m² en septembre). Des densités supérieures avaient été recensées en 2004, avec aussi deux maxima, situés en avril (410 ± 76 ind./m²) et juillet (262 ± 73 ind./m²).

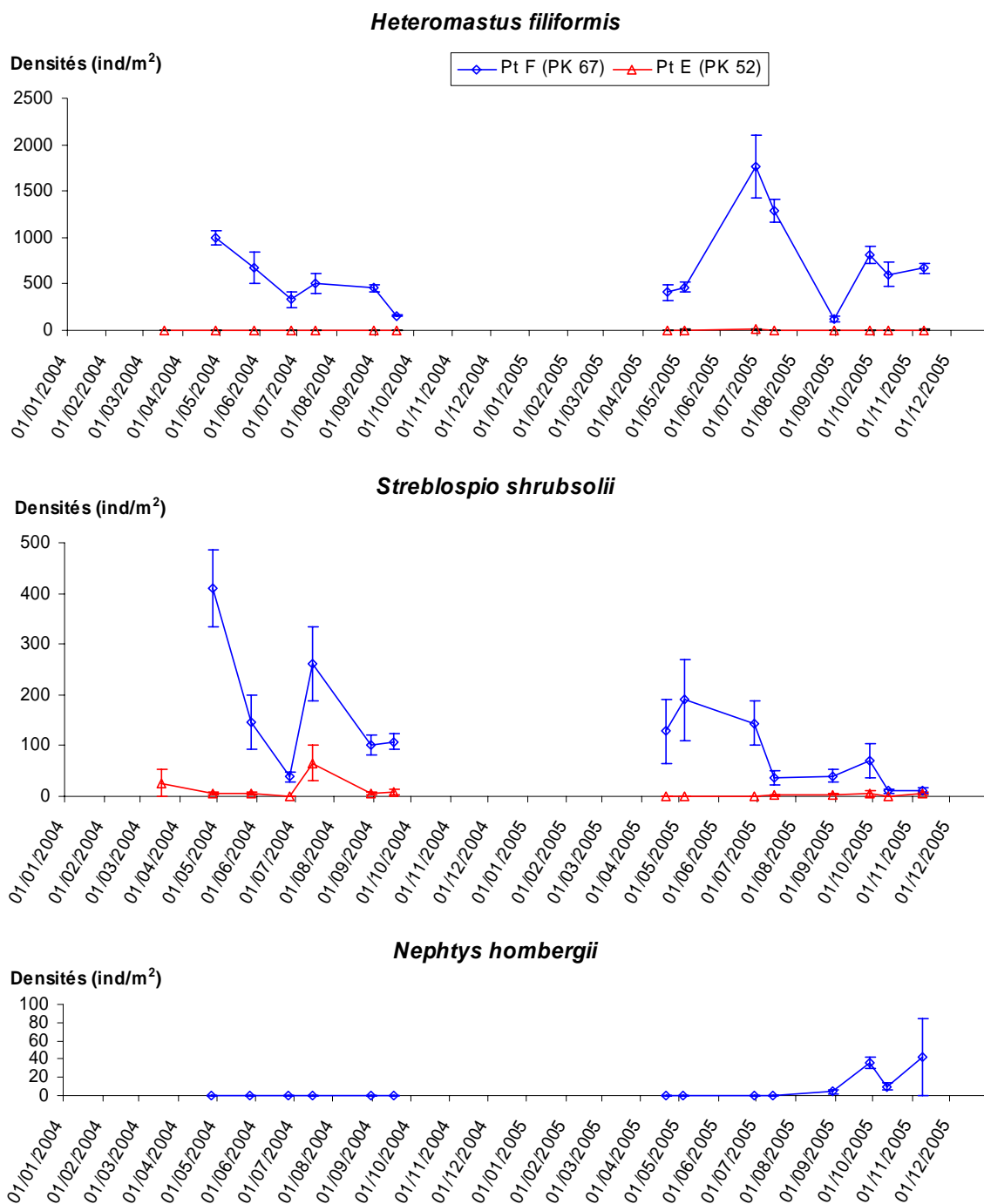


Figure 8-5 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des principales espèces d'Annélides Polychètes dans les stations subtidales au cours des années 2004 et 2005

A signaler en 2005, l'arrivée de *Nephtys hombergii*, espèce carnivore fréquentant les eaux côtières, au Point F. Connue jusqu'alors dans la partie polyhaline de l'estuaire, les premiers stades jeunes ont été recensés en août, pour constituer une petite population de 42 ± 9 ind./m² en novembre.

8.3.3. Crustacés Amphipodes et Isopodes (Figure 8-6)

En 2004, l'Amphipode *Bathyporeia* sp. était bien représenté au PK 30 (30 à 106 ind./m²) et avait été également collecté en faible abondance au PK 52. En 2005, de très faibles effectifs ont été recensés au seul PK 30, entre avril et juillet (passant de 16 à 2 ind./m²), puis l'espèce a disparu. Caractéristique de la zone oligohaline, cette espèce a vraisemblablement été repoussée vers l'amont par la remontée du front de salinité en 2005.

Egalement bien représentés en 2004, les Amphipodes *Gammarus salinus* au PK 67 (maximum : 26 ± 12 ind./m² en mai) et au PK 52 (maximum : 70 ± 43 ind./m² en mai) et *G. zaddachi* au PK 30 (maximum : 98 ± 15 ind./m² en mai également) n'ont atteint que de très faibles abondances en 2005 : 0 à 6 ind./m² pour *G. salinus* aux PK 67 et 52, 0 à 16 ind./m² pour *G. zaddachi* au PK 30.

Plus fréquent en domaine intertidal, l'Isopode *Cyathura carinata* est aussi présent en domaine subtidal. A l'inverse des Amphipodes précédents, les effectifs de cette espèce ont légèrement augmenté en 2005, atteignant 6 à 32 ind./m² au PK 67 (contre 0 à 10 ind./m² en 2004) et un maximum de 56 ± 33 ind./m² en novembre au PK 52 (contre un maximum de 16 ± 6 ind./m² en avril-mai 2004).

L'espèce introduite *Synidotea laticauda* (Isopode) est, durant les deux années, présente uniquement en fin d'été et automne, avec des effectifs plus faibles en 2005 qu'en 2004.

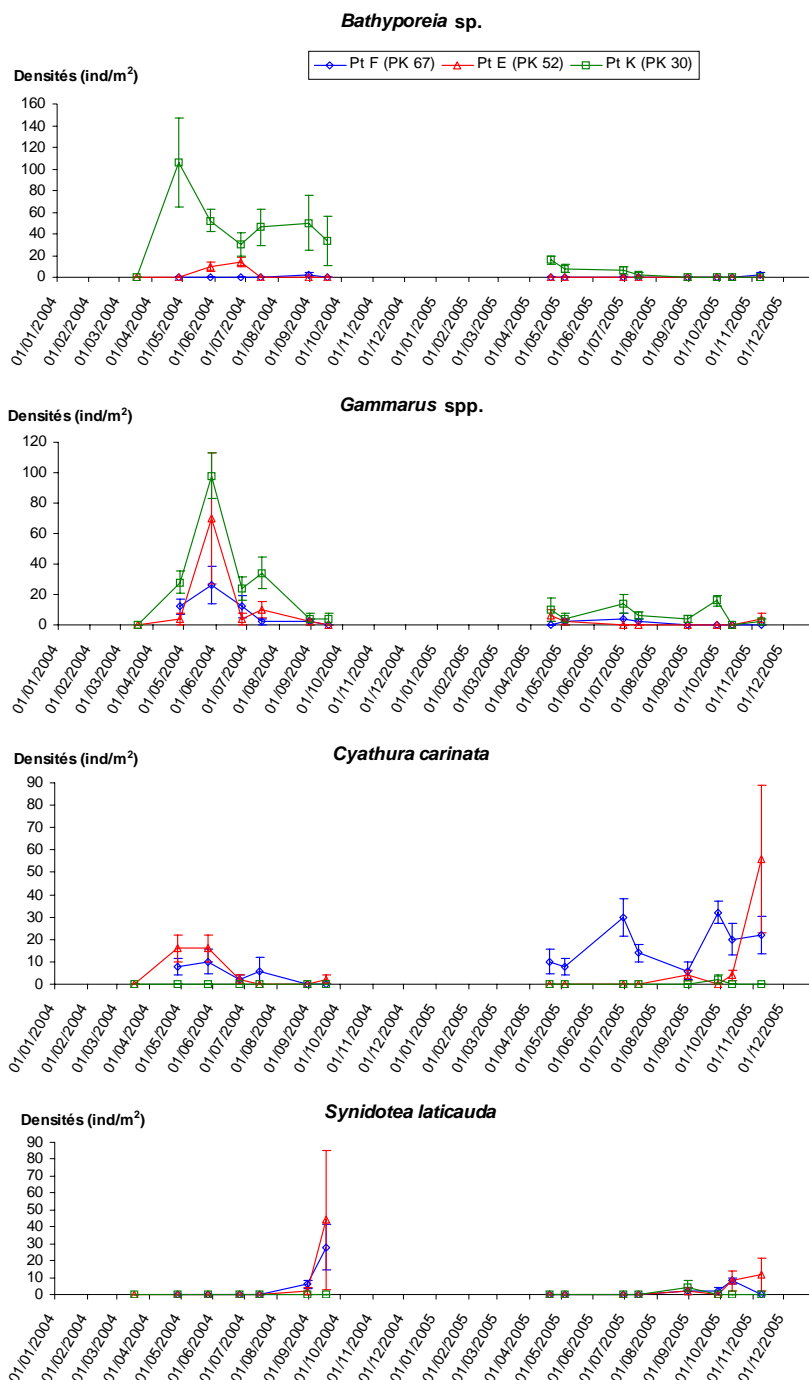


Figure 8-6 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des principales espèces de Crustacés Amphipodes (*Bathyporeia sp.* et *Gammarus spp.*) et Isopodes (*Cyathura carinata* et *Synidotea laticauda*) dans les stations subtidales au cours des années 2004 et 2005

8.3.4. Crustacés Mysidacés (Figure 8-7)

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. La distribution de *M. slabberi* obéit à un gradient décroissant de l'aval vers l'amont. En 2005, cette espèce a présenté sur le fond deux maxima d'abondance au PK 67 (364 ± 164 ind./m² en juillet, puis 404 ± 257 ind./m² en octobre), un unique maximum d'amplitude similaire mais intermédiaire dans le temps au PK 52 (390 ± 56 ind./m² en août), et un maximum de faible amplitude au PK 30 (74 ± 26 ind./m² en septembre). Les densités de cette espèce étaient nettement plus faibles en 2004, avec des valeurs maximales de 140 ± 12 ind./m² au PK 67 (juillet), 100 ± 22 ind./m² au PK 52 (août) et 66 ± 13 ind./m² au PK 30 (septembre).

Neomysis integer a un cycle de vie plus précoce dans l'année et présente, dans le plancton, une densité maximale au PK 52. C'est ce qui avait été observé en 2004, avec des pics de 206 ± 54 ind./m² au PK 52 en mai, 68 ± 23 ind./m² au PK 67 en avril, et 32 ± 7 ind./m² au PK 30 en juin. Contrastant avec 2004, et à l'inverse de l'espèce précédente, les effectifs de *N. integer* sont restés faibles toute l'année 2005, n'atteignant au mieux que 42 ± 19 ind./m² au PK 52 (avril), 18 ± 7 ind./m² au PK 67 (mai), et 22 ± 6 ind./m² au PK 30 (juin).

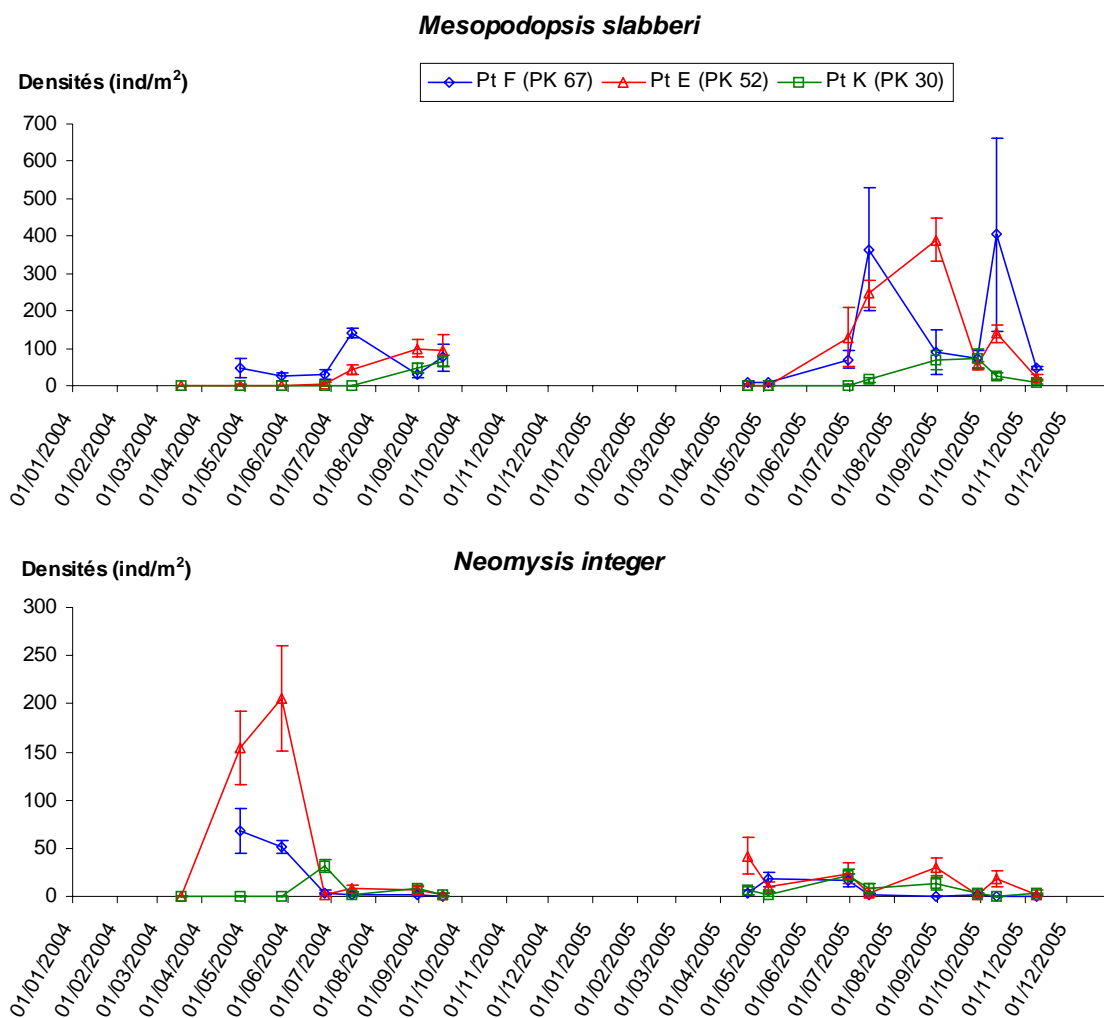


Figure 8-7 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des principales espèces de Crustacés Mysidacés dans les stations subtidales au cours des années 2004 et 2005

8.3.5. Larves d'Insectes (Figure 8-8)

Les larves d'Insectes (appartenant aux familles des Chironomidae et Ceratopogonidae) sont présentes quasi exclusivement au PK 30. Durant les deux années du suivi benthique, deux phases distinctes d'abondance ont été observées : la plus forte en avril-mai (454 ± 76 ind./m² en mai 2004, 406 ± 157 ind./m² en avril 2005), la seconde d'août à novembre.

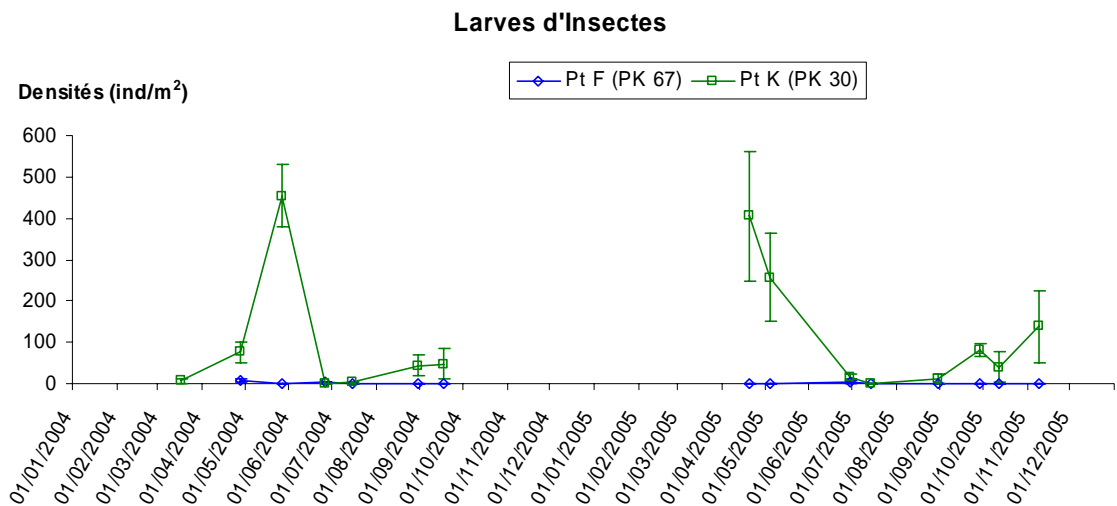


Figure 8-8 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des larves d'insectes dans les stations subtidales au cours des années 2004 et 2005

8.4. Evolution temporelle des peuplements macrobenthiques intertidaux

8.4.1. Variations des densités totales

Malgré une richesse spécifique inférieure à celle des peuplements subtidaux (18 espèces échantillonnées en 2005 sur l'ensemble des trois stations, contre seulement 11 en 2004), les peuplements benthiques intertidaux présentent des abondances élevées, dont les maxima dépassent 20000 ind./m², soit globalement 10 fois plus que dans le domaine subtidal. Le détail des variations mensuelles des densités de l'ensemble des espèces dans chaque station intertidale est donné dans le **Tableau 8-3**.

Tableau 8-3 : Evolution mensuelle des densités (nombres moyens d'individus par m²) des diverses espèces macrobenthiques intertidales au cours de l'année 2005. Voir Tableau 8-2 pour les abréviations.

Taxons	25/01/05	12/04/05	23/05/05	20/06/05	21/07/05	25/08/05	19/09/05	17/10/05	30/11/05
St-Christoly (PK 66)									
N Némertes indé. t.	-	-	-	-	-	-	15 (15)	-	-
O Oligochaeta spp.	576 (270)	-	30 (20)	45 (32)	-	-	-	30 (20)	318 (226)
P <i>Boccardiella ligerica</i>	-	-	-	-	-	-	45 (32)	-	-
<i>Eteone</i> sp.	-	-	-	15 (15)	-	15 (15)	-	-	-
<i>Hediste diversicolor</i>	61 (61)	621 (114)	-	30 (20)	-	151 (50)	45 (32)	-	-
<i>Heteromastus filiformis</i>	-	-	76 (47)	30 (20)	30 (20)	-	15 (15)	30 (20)	91 (33)
<i>Neanthes succinea</i>	-	-	-	-	-	15 (15)	45 (23)	-	-
<i>Nephtys hombergii</i>	-	-	-	-	-	-	-	15 (15)	-
<i>Pseudopolydora pulchra</i>	515 (163)	-	-	-	-	90 (46)	76 (61)	1076 (185)	106 (39)
<i>Streblospio shrubsolii</i>	9364 (2166)	14954 (2415)	2985 (768)	3697 (678)	545 (147)	10606 (1401)	10545 (883)	12606 (2584)	2258 (650)
B <i>Macoma balthica</i>	-	-	-	-	-	197 (60)	106 (51)	30 (20)	15 (15)
<i>Scrobicularia plana</i>	727 (227)	15 (15)	212 (46)	364 (72)	348 (51)	121 (49)	151 (45)	939 (117)	636 (95)
G <i>Hydrobia ulvae</i>	61 (37)	-	-	30 (30)	15 (15)	121 (59)	-	742 (299)	-
C <i>Corophium volutator</i>	576 (277)	2303 (762)	182 (78)	30 (30)	76 (34)	10045 (1675)	9909 (2139)	91 (33)	1985 (606)
<i>Cyathura carinata</i>	727 (241)	45 (32)	500 (134)	454 (103)	273 (63)	151 (60)	379 (61)	621 (102)	545 (122)
St-Estèphe (PK 55)									
O Oligochaeta spp.	14030 (2698)	13030 (3490)	9742 (1969)	5076 (1108)	3333 (1747)	1818 (243)	3636 (1185)	6470 (1805)	2985 (892)
P <i>Hediste diversicolor</i>	30 (30)	15 (15)	-	45 (23)	30 (20)	167 (69)	30 (30)	30 (20)	-
<i>Heteromastus filiformis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	45 (45)
<i>Streblospio shrubsolii</i>	212 (132)	242 (82)	197 (51)	151 (39)	30 (20)	227 (65)	561 (190)	758 (169)	970 (295)
B <i>Parvicardium exiguum</i>	30 (30)	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scrobicularia plana</i>	-	-	-	-	30 (20)	-	-	-	-
G <i>Hydrobia ulvae</i>	30 (30)	-	-	-	-	-	-	-	-
C <i>Corophium volutator</i>	121 (57)	242 (96)	-	1591 (694)	1182 (581)	19182 (1522)	19515 (1598)	985 (464)	288 (123)
<i>Cyathura carinata</i>	-	76 (52)	45 (23)	91 (46)	45 (32)	45 (23)	106 (32)	258 (51)	242 (96)
<i>Pinnotheres pisum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	15 (15)
Lamarque (PK 35)									
O Oligochaeta spp.	6727 (2498)	20030 (2858)	14848 (2448)	12727 (2634)	7621 (1376)	19833 (2220)	17485 (2984)	19258 (3084)	12924 (2315)
P <i>Hediste diversicolor</i>	-	-	-	-	15 (15)	15 (15)	-	-	-
<i>Streblospio shrubsolii</i>	30 (30)	-	-	-	-	-	-	-	-
G <i>Hydrobia ulvae</i>	30 (30)	-	-	-	-	-	-	-	-
C <i>Corophium volutator</i>	30 (30)	-	-	-	-	136 (73)	318 (302)	76 (34)	-
I Larves Insectes indé. t.	-	91 (51)	-	-	-	-	-	15 (15)	-

8.4.2. St-Christoly (PK 66)

L'évolution annuelle des densités totales met en évidence deux maxima d'abondance au cours de l'année 2005 (**Figure 8-9**). Partant d'une valeur, déjà élevée pour une situation hivernale, de 12606 ± 2692 ind./m² en janvier, l'abondance totale atteint un premier pic en avril (17939 ± 2332 ind./m²). Après une chute printanière des effectifs, ceux-ci atteignent leur niveau annuel le plus bas en juillet (1288 ± 224 ind./m²). Une augmentation rapide des abondances durant le mois suivant se traduit par l'atteinte d'un second pic annuel de densité en août (21515 ± 2539 ind./m²), qui se maintient en septembre. Les densités diminuent ensuite jusqu'à une valeur de 5954 ± 917 ind./m² en novembre.

De janvier à juin, le peuplement de cette station est dominé par l'Annélide Polychète *Streblospio shrubsolii*, qui représente alors 74 à 83% des abondances totales. Lors du maximum de densité en août-septembre, la dominance est partagée à parts égales entre *S. shrubsolii* et le Crustacé Amphipode *Corophium volutator*, les effectifs cumulés de ces deux espèces représentant plus de 95% des effectifs totaux. La dynamique du peuplement de cette station est donc imprimée essentiellement par ces deux espèces.

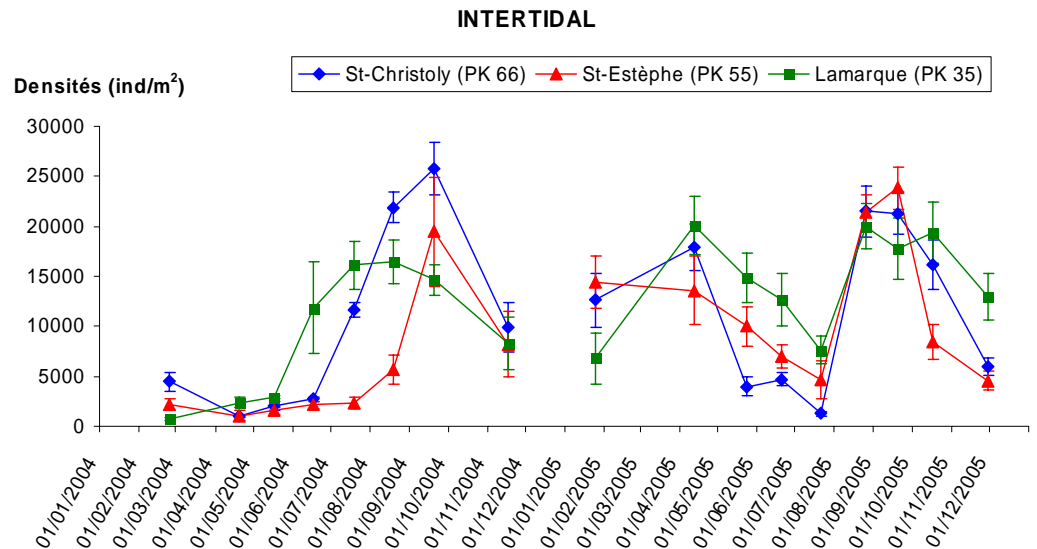


Figure 8-9 : Evolution mensuelle de la densité (moyenne \pm ES) du macrobenthos des stations intertidales au cours des années 2004 et 2005

Les variations des densités totales dans cette station ont été très différentes en 2004 et 2005 (**Figure 8-9**). En 2004, l'évolution des densités a suivi un schéma « classique » pour un peuplement intertidal, se décomposant en trois phases : (1) des abondances faibles en fin d'hiver et au printemps (975 à 4454 ind./m²), conséquence des mortalités hivernales ; (2) un accroissement estival à partir de juillet, suite à la reproduction et au recrutement larvaire, conduisant à une abondance maximale en fin d'été et début d'automne (25720 ind./m² en septembre) ; (3) une décroissance des effectifs en automne. Ce schéma a été complètement bouleversé durant le premier semestre 2005 : (1) l'hiver 2004-05 n'a pas provoqué de fortes mortalités, puisque la densité totale en janvier 2005 (12606 ind./m²) est même supérieure à celle de novembre 2004 (9970 ind./m²) ; (2) un recrutement printanier s'est produit en 2005, entraînant un premier pic annuel de densité en avril (17939 ind./m²), mois où la densité était la plus faible en 2004 (975 ind./m²). La seconde phase (estivale) de recrutement en 2005 a cependant provoqué un maximum annuel sensiblement équivalent et à la même période qu'en 2004.

Le contraste observé à la station St-Christoly entre les deux années 2004 et 2005 n'est pas un fait isolé, puisque la même évolution saisonnière a été observée aux deux autres stations intertidales.

8.4.3. St-Estèphe (PK 55)

L'évolution annuelle des densités en 2005 dans cette station suit donc d'assez près celle observée à St-Christoly : valeurs élevées dès janvier (14454 ± 2645 ind./m²) et avril (13606 ± 3397 ind./m²), diminution des effectifs jusqu'en juillet (4651 ± 1863 ind./m²), recrutement estival avec pic de densité en août-septembre (23848 ± 2089 ind./m²), chute automnale des abondances (**Figure 8-9**).

Malgré le parallélisme de l'évolution annuelle des densités totales (tant sur le plan temporel qu'en ce qui concerne les abondances elles-mêmes) observé dans les stations St-Christoly et St-Estèphe, les espèces dominantes n'y sont pas les mêmes. Ici, *Streblospio shrubsolii* est une espèce secondaire. De janvier à mai, le peuplement est dominé à 96-98% par les Annélides Oligochètes, qui dominant encore à 73% en juin-juillet, puis à 66-76% en octobre-novembre. En août-septembre, c'est l'Amphipode *Corophium volutator* qui constitue l'espèce dominante (82-89%).

8.4.4. Lamarque (PK 35)

Les densités totales dans cette station ont évolué en 2005 de la même manière que dans les deux précédentes stations : un recrutement printanier (20121 ± 2868 ind./m²), non observé en 2004 ; une chute des effectifs jusqu'à un minimum de 7636 ± 1373 ind./m² en juillet ; un deuxième pic, estival-automnal, stable d'août (19985 ± 2252 ind./m²) à octobre (19348 ± 3083 ind./m²) (**Figure 8-9**).

Le peuplement est dominé de manière quasi exclusive (98,2 à 100% des abondances totales) par les Annélides Oligochètes.

8.5. Variations de densités des principales espèces intertidales

8.5.1. Annélides Oligochètes (**Figure 8-10**)

Composante dominante, parfois unique, du peuplement de la station Lamarque (domaine oligohalin), ce groupe a connu en 2005 un recrutement printanier (20030 ± 2858 ind./m² en avril), puis un second recrutement d'août (19833 ± 2220 ind./m²) à octobre (19258 ± 3084 ind./m²). Comme mentionné plus haut, l'évolution des effectifs avait été différente en 2004, avec un unique recrutement estival, conduisant à des densités maximales de juillet à septembre (16440 ± 2157 ind./m² en août), du même ordre de grandeur qu'en 2005.

Plus en aval, à la station St-Estèphe, les densités, élevées en janvier 2005 (14030 ± 2698 ind./m²), ont diminué régulièrement jusqu'en août (1818 ± 243 ind./m²), avant de remonter à la faveur d'un recrutement automnal (6470 ± 1805 ind./m² en octobre). En 2004, les densités étaient restées faibles jusqu'en août (< 2000 ind./m²), et s'étaient accrues en septembre et novembre (> 7000 ind./m²), à la faveur d'un recrutement automnal similaire à celui de 2005.

A la station la plus aval (St-Christoly), les salinités sont trop élevées pour permettre le développement de populations importantes d'Oligochètes.

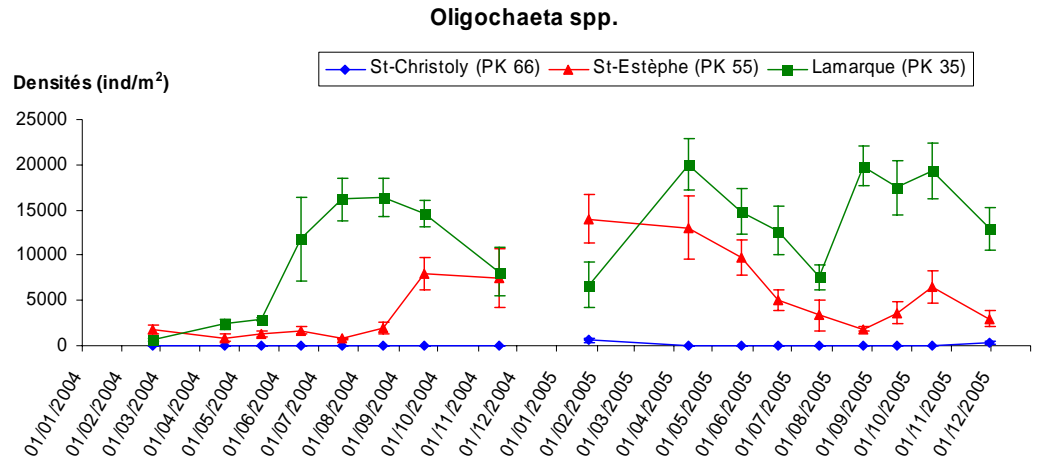


Figure 8-10 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des Annélides Oligochètes dans les stations intertidales au cours des années 2004 et 2005

8.5.2. Annélides Polychètes (Figure 8-11)

Ce groupe est surtout bien représenté à la station St-Christoly, en particulier le spionidé *Streblospio shrubsolii*. Deux forts recrutements de cette espèce se sont produits en 2005 à St-Christoly : au printemps (14954 ± 2415 ind./m² en avril), puis d'août à octobre (12606 ± 2584 ind./m² en octobre), avec un creux à 545 ± 147 ind./m² en juillet. Plus en amont, à St-Estèphe, où la population est beaucoup moins bien représentée les variations d'abondance ont été similaires : un recrutement printanier (242 ± 82 ind./m² en avril), un minimum en juillet (30 ± 20 ind./m²), et un recrutement automnal (970 ± 295 ind./m² en novembre). En 2004, dans ces deux stations, le pic majeur d'abondance s'était produit en septembre (14675 ind./m² à St-Christoly, 550 ind./m² à St-Estèphe), alors qu'un faible recrutement avait été décelé en juin (2320 ind./m² à St-Christoly, 195 ind./m² à St-Estèphe).

Un autre Polychète spionidé, *Pseudopolydora pulchra*, présente des densités notables à la station St-Christoly. De caractère opportuniste, il est absent durant la majeure partie de l'année. En 2004, sa présence avait été surtout notée en fin d'année (333 ± 111 ind./m² en novembre). Cette densité s'est accrue en janvier 2005 (515 ± 163 ind./m²), avant que l'espèce disparaisse. Un nouveau pic ponctuel s'est produit en octobre (1076 ± 185 ind./m²).

Enfin, *Hediste* (= *Nereis*) *diversicolor*, espèce omnivore de grande taille, creusant des galeries à l'intérieur du sédiment, est bien développé dans les deux stations les plus en aval. En 2005, un recrutement important s'est produit en avril (621 ± 114 ind./m²), uniquement à St-Christoly ; un second

recrutement, plus faible, est intervenu dans les deux stations en août (151 ± 50 ind./m² à St-Christoly, 167 ± 69 ind./m² à St-Estèphe). En 2004, un seul recrutement avait eu lieu, en août-septembre (540 ± 13 ind./m² à St-Christoly, 115 ± 45 ind./m² à St-Estèphe).

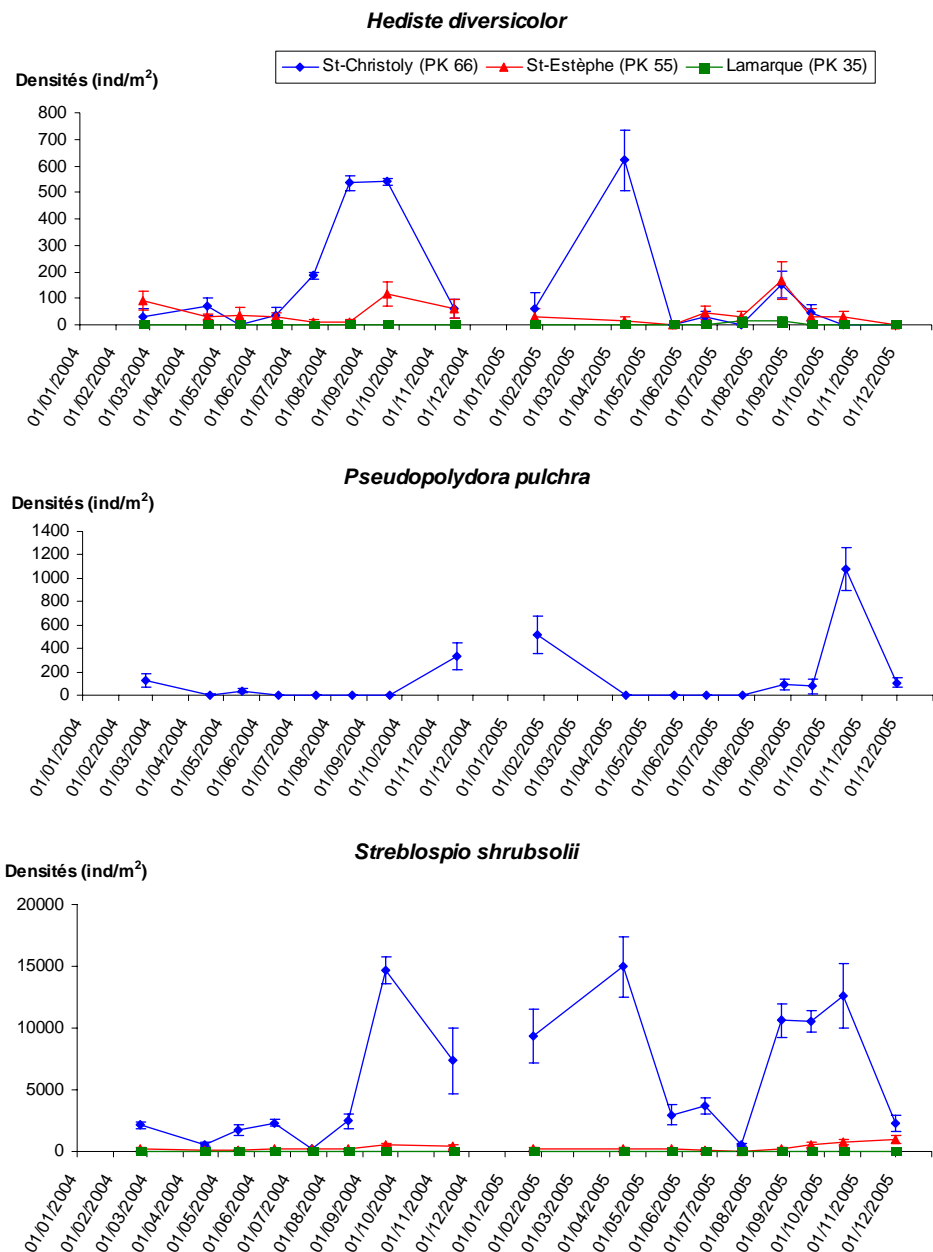


Figure 8-11 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des principales espèces d'Annélides Polychètes dans les stations intertidales au cours des années 2004 et 2005

8.5.3. Mollusques Bivalves (Figure 8-12)

Scrobicularia plana, Bivalve de grande taille (environ 40 mm de longueur à l'état adulte), est bien représenté en zone intertidale, depuis l'embouchure de l'estuaire jusqu'à St-Christoly. Dans cette station, un recrutement important était intervenu en novembre 2004 (879 ± 74 ind./m²). Toujours présente en forte densité en début d'année 2005 (727 ± 227 ind./m² en janvier), cette espèce a presque disparu en avril, avant de reconstituer sa population en début d'été. Un recrutement important a eu lieu en octobre suivant (939 ± 117 ind./m²), d'intensité voisine de celui de 2004.

A signaler qu'un autre Bivalve, *Macoma balthica*, caractéristique des vasières intertidales de la zone polyhaline de l'estuaire, est apparu à l'état de stades jeunes à la station St-Christoly à partir d'août 2005 (197 ± 60 ind./m²), alors qu'il n'avait jamais été récolté depuis le début du suivi benthique. Cette colonisation est probablement due à un apport de larves depuis l'aval, à la faveur d'une hausse de la salinité dans cette partie moyenne de l'estuaire.

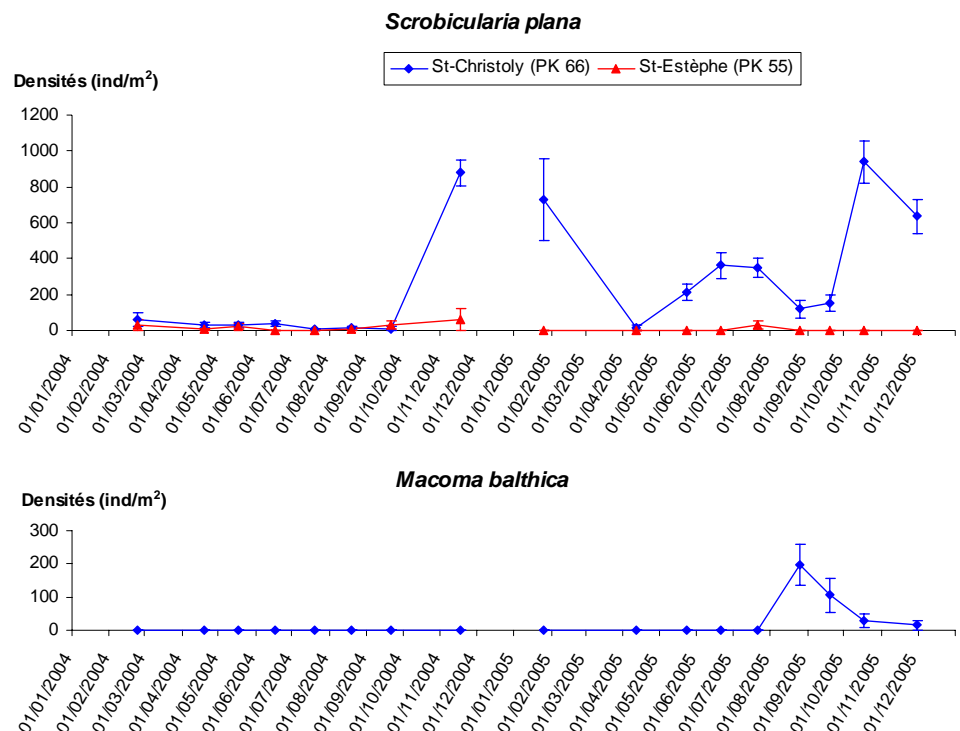


Figure 8-12 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des principales espèces de Mollusques Bivalves dans les stations intertidales au cours des années 2004 et 2005

8.5.4. Crustacés (Figure 8-13)

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. Il atteint des densités considérables à St-Christoly et St-Estèphe. En 2005, ses plus fortes abondances ont été relevées à St-Estèphe en août et septembre ($> 19000 \text{ ind./m}^2$) ; des densités un peu moins fortes se sont produites à St-Christoly (environ 10000 ind./m^2) durant la même période. En 2004, les densités maximales avaient été notées à St-Christoly (18855 ind./m^2) en août, le pic d'abondance s'étant situé à un peu plus de 10000 ind./m^2 en septembre à St-Estèphe.

Chez l'Isopode *Cyathura carinata*, le cycle d'abondance semble se dérouler à l'inverse de celui de *C. volutator*. A St-Christoly, deux phases à forte densité sont identifiables, tant en 2004 [avril-juin ($160-195 \text{ ind./m}^2$) et novembre-janvier 2005 ($636-727 \text{ ind./m}^2$)] qu'en 2005 [mai-juin ($454-500 \text{ ind./m}^2$) et octobre-novembre ($545-621 \text{ ind./m}^2$)]. Il s'agit précisément des périodes où les densités de *C. volutator* sont les plus faibles. A St-Estèphe, les densités de cette espèce en 2005 ont été supérieures à celles relevées en 2004.

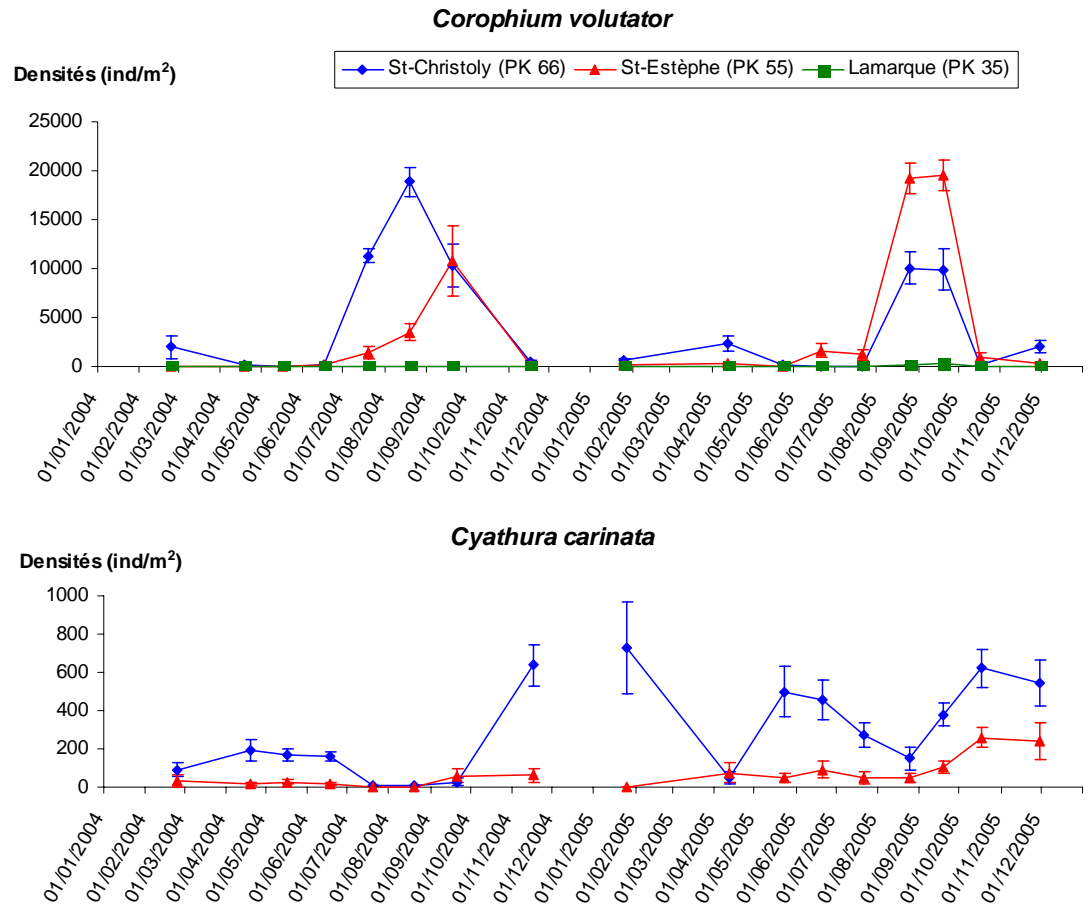


Figure 8-13 : Evolution mensuelle de l'abondance (moyenne \pm ES) des principales espèces de Crustacés dans les stations intertidales au cours des années 2004 et 2005

9. Références bibliographiques

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

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

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

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

Brosse L., 2003. – Caractérisation des habitats des juvéniles d'esturgeon européen, *Acipenser sturio*, dans l'estuaire de la Gironde : relations trophiques, hiérarchisation et vulnérabilité des habitats. Thèse Doct. Univ. Toulouse III, 258 p.

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

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

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

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

Castel J., Escaravage V., 1989 – Etude du benthos de l'estuaire de la Gironde. Rapp. Contrat n° 88/2-430439 DERO/EL, 22 p.

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

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

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

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

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

Elliott, J.M., 1971 – Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates. Freshwater Biological Association, Scientific Publication, 25, 144 p.

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

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

Grasshoff K., 1976.- Methods of sea water analysis. Verlag Chemie, Weinheim, RFA.

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

Irigoiien X., Castel J., Gasparini S., 1996.- Gut clearance rate as predictor of food limitation situations. Application to two estuarine copepods : *Acartia*

bifilosa and Eurytemora affinis. Mar. Ecol. Prog. Ser., 131, pp. 159-163.

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

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

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

Nagy B.G., 1993.- Analyse quantifiée de l'évolution hydro-morphologique séculaire de l'estuaire amont de la Gironde. Thèse de 3ème cycle, Université Bordeaux 1, 193 p.

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

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

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
19-mai	4	8	8	8	F
20-mai	4	8	8	8	E
21-avr	4	8	8	8	K
04-mai	4	8	8	8	F
05-mai	4	8	8	8	E
06-mai	4	8	8	8	K
29-juin	4	8	8	8	F
30-juin	4	8	8	8	E
01-juil	4	8	8	8	K
13-juil	4	8	8	8	F
14-juil	4	8	8	8	E
15-juil	4	8	8	8	K
30-août	4	8	8	8	F
01-sept	4	8	8	8	E
31-août	4	8	8	8	K
27-sept	4	8	8	8	F
29-sept	4	8	8	8	E
28-sept	4	8	8	8	K
11-oct	4	8	8	8	F
13-oct	4	8	8	8	E
12-oct	4	8	8	8	K
08-nov	4	8	8	8	F
09-nov	4	8	8	8	E
10-nov	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 C.O.P.	Phyto- plancton	Sels Nutritifs	Bactéri- logie	Agents de surface	Morpholine Hydrazine	Bore total	Points
19-mai	16	2	2	4	2	2	2	F
20-mai	16	2	2	4	2	2	2	E
21-avr	16	2	2	4	2	2	2	K
04-mai	16	2	2	4	2	2	2	F
05-mai	16	2	2	4	2	2	2	E
06-mai	16	2	2	4	2	2	2	K
29-juin	16	2	2	4	2	2	2	F
30-juin	16	2	2	4	2	2	2	E
01-juil	16	2	2	4	2	2	2	K
13-juil	16	2	2	4	2	2	2	F
14-juil	16	2	2	4	2	2	2	E
15-juil	16	2	2	4	2	2	2	K
30-août	16	2	2	4	2	2	2	F
01-sept	16	2	2	4	2	2	2	E
31-août	16	2	2	4	2	2	2	K
27-sept	16	2	2	4	2	2	2	F
29-sept	16	2	2	4	2	2	2	E
28-sept	16	2	2	4	2	2	2	K
11-oct	16	2	2	4	2	2	2	F
13-oct	16	2	2	4	2	2	2	E
12-oct	16	2	2	4	2	2	2	K
08-nov	16	2	2	4	2	2	2	F
09-nov	16	2	2	4	2	2	2	E
10-nov	16	2	2	4	2	2	2	K
TOTAL	384	48	48	96	48	48	48	

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

DATES	TURBIDITES		OXYGENE DISSOUS		pH		Points
	Surface	Fond	Surface	Fond	Surface	Fond	
19-mai	4	4	4	4	4	4	F
20-mai	4	4	4	4	4	4	E
21-avr	4	4	4	4	4	4	K
04-mai	4	4	4	4	4	4	F
05-mai	4	4	4	4	4	4	E
06-mai	4	4	4	4	4	4	K
29-juin	4	4	4	4	4	4	F
30-juin	4	4	4	4	4	4	E
01-juil	4	4	4	4	4	4	K
13-juil	4	4	4	4	4	4	F
14-juil	4	4	4	4	4	4	E
15-juil	4	4	4	4	4	4	K
30-août	4	4	4	4	4	4	F
01-sept	4	4	4	4	4	4	E
31-août	4	4	4	4	4	4	K
27-sept	4	4	4	4	4	4	F
29-sept	4	4	4	4	4	4	E
28-sept	4	4	4	4	4	4	K
11-oct	4	4	4	4	4	4	F
13-oct	4	4	4	4	4	4	E
12-oct	4	4	4	4	4	4	K
08-nov	4	4	4	4	4	4	F
09-nov	4	4	4	4	4	4	E
10-nov	4	4	4	4	4	4	K
TOTAL	96	96	96	96	96	96	

Nombre de prélèvements pour l'étude faunistique

DATES	PLANCTON		BENTHOS	Points
	Surface	Fond	Surface	
19-mai	4	4	5	F
20-mai	4	4	5	E
21-avr	4	4	5	K
04-mai	4	4	5	F
05-mai	4	4	5	E
06-mai	4	4	5	K
29-juin	4	4	5	F
30-juin	4	4	5	E
01-juil	4	4	5	K
13-juil	4	4	5	F
14-juil	4	4	5	E
15-juil	4	4	5	K
30-août	4	4	5	F
01-sept	4	4	5	E
31-août	4	4	5	K
27-sept	4	4	5	F
29-sept	4	4	5	E
28-sept	4	4	5	K
11-oct	4	4	0	F
13-oct	4	4	0	E
12-oct	4	4	0	K
08-nov	4	4	0	E
09-nov	4	4	0	J
10-nov	4	4	0	K
TOTAL	4	96	90	

Remarques :

En milieu intertidal, 240 prélèvements complémentaires ont été effectués à hauteur de ces trois points géographiques

10.2. Annexe 2 : Tableaux des résultats de mesures

Avril 2005		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	Oxygène Dissous (ml/l)	Turbidité (mg/l)	Salinité	Temp. (°C)	Vitesse (cm/s)	Direction (/Nord)	PH	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS											
F PK 67 19/04/2005 Coef:35-41	1 S Mi-Jus 1 F	6h55	7m70	1m	6,38	90	8,99	12,42	134	012	8,12	P=(757) 1009 hPa BM à Laména 9h28 P=(757) 1009 hPa Renverse: 10h00 P=(758) 1010 hPa PM à Laména 15h55 P=(759) 1012 hPa
	2 S BM 2 F	9h50	6m40	1m	6,28	165	13,99	12,26	47	322	8,11	
	3 S Mi-Flot 3 F	13h15	7m70	5m40	6,25	450	8,74	12,86	7	217	8,02	
	4 S PM 4 F	16h05	8m80	1m	5,97	132	10,52	12,69	94	116	8,12	
				6m70	5,95	1000	15,21	12,37	47	131	8,08	
				7m80	6,01	310	18,21	12,34	13	099	8,10	
E PK 52 20/04/2005 Coef: 48-55	1 S Mi-Jus 1 F	8h00	7m20	1m	6,33	1450	4,00	12,81	117	23	8,09	P=(764) 1018 hPa BM à Pauillac 11h06 P=(764) 1018 hPa Renverse: 11h35 P=(764) 1018 hPa PM à Pauillac 16h50 P=(764) 1018 hPa
	2 S BM 2 F	11h40	5m90	1m	6,37	345	1,73	12,57	13	118	8,05	
	3 S Mi-Flot 3 F	14h20	7m60	4m90	6,35	660	1,70	12,57	13	183	8,03	
	4 S PM 4 F	17h00	9m20	1m	6,31	480	3,87	13,46	108	167	8,11	
				6m60	6,28	2350	3,97	13,40	108	189	8,05	
				8m20	6,33	850	4,91	14,40	13	223	8,05	
K PK 30 21/04/2005 Coef:61-67	1 S PM 1 F	6h10	10m00	1m	6,13	400	0,39	12,43	0	035	8,10	PM à La Reuille 5h56 P=(764) 1019 hPa P=(764) 1019 hPa BM à La Reuille 12h55 P=(764) 1019 hPa Renverse: 13h45 P=(764) 1019 hPa
	2 S Mi-Jus 2 F	9h35	7m10	1m	6,57	720	0,17	12,26	103	001	8,03	
	3 S BM 3 F	13h35	5m80	6m10	6,55	1220	0,17	12,24	62	339	8,01	
	4 S PM 4 F	16h00	8m20	1m	6,63	205	0,14	12,49	0	219	7,88	
				4m80	6,59	440	0,14	12,43	7	087	7,81	
				7m20	6,48	1170	0,16	12,71	128	134	7,97	
Mai 2005		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	Oxygène Dissous (ml/l)	Turbidité (mg/l)	Salinité	Temp. (°C)	Vitesse (cm/s)	Direction (/Nord)	PH	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS											
F PK 67 04/05/2005 Coef:61-67	1 S Mi-Jus 1 F	7h10	7m70	1m	5,56	420	7,12	16,36	73	008	7,90	P=(768)1024 hPa BM à Laména 10h06 P=(768)1024 hPa Renverse: 10h35 P=(768)1024 hPa PM à Laména 16h00 P=(768)1024 hPa
	2 S BM 2 F	10h20	5m60	1m	5,54	405	7,64	16,30	50	333	7,90	
	3 S Mi-Flot 3 F	13h20	7m80	4m60	5,61	695	4,06	17,12	13	262	7,81	
	4 S PM 4 F	17h40	9m40	1m	5,82	120	5,44	16,78	135	119	7,82	
				6m80	5,80	265	8,12	16,49	76	136	7,80	
				8m40	6,09	77	12,09	16,49	13	105	7,98	
E PK 52 05/05/2005 Coef: 73-78	1 S Mi-Jus 1 F	5h40	9m40	1m	5,65	235	3,80	17,03	7	227	7,91	PM à Pauillac 4h45 P=(768) 1024 hPa P=(768) 1024 hPa BM à Pauillac 11h54 P=(768) 1024 hPa Renverse: 12h15 P=(768) 1024 hPa
	2 S BM 2 F	8h45	6m50	1m	5,58	1350	1,29	17,72	96	022	7,93	
	3 S Mi-Flot 3 F	12h15	5m20	5m50	5,55	910	1,37	17,70	56	015	7,90	
	4 S PM 4 F	14h45	7m70	1m	5,53	315	0,77	17,24	7	180	7,91	
				4m20	5,50	415	0,66	17,20	13	178	7,88	
				6m70	5,50	575	2,23	17,75	111	182	7,89	
K PK 30 06/05/2005 Coef: 83-87	1 S Mi-Flot 1 F	4h00	8m80	1m	5,43	465	0,15	17,17	123	118	7,85	P=(771) 1028 hPa PM à La Reuille 6h18 P=(771) 1028 hPa Renverse: 7h30 P=(771) 1028 hPa BM à La Reuille 13h45 P=(771) 1028 hPa
	2 S PM 2 F	7h05	10m20	7m80	5,46	530	0,15	17,17	65	141	7,84	
	3 S Mi-Jus 3 F	10h25	7m60	1m	5,24	300	0,35	17,13	13	114	7,87	
	4 S PM 4 F	14h15	6m60	9m20	5,22	795	0,27	17,31	13	338	7,81	
				1m	5,28	430	0,15	17,22	117	012	7,84	
				6m60	5,54	355	0,15	17,16	73	330	7,84	
			5m60	5,38	460	0,14	17,19	7	281	7,80		

Juin 2005		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	Oxygène Dissous (ml/l)	Turbidité (mg/l)	Salinité	Temp. (°C)	Vitesse (cm/s)	Direction (/Nord)	PH	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS											
F PK 67 29/06/2005 60-57	1 S BM 1 F	7h45	6m00	1m	4,97	235	8,90	24,78	30	079	8,84	BM à Laména 6h46 P=(763) 1017 hPa
	2 S Mi-Flot 2 F	9h50	7m40	1m	4,90	220	12,99	23,97	88	121	7,88	P=(763) 1017 hPa
	3 S PM 3 F	13h25	7m00	6m40	5,04	2900	14,57	23,74	53	141	7,84	PM à Laména 12h44 P=(763) 1017 hPa Reverse: 13h50
	4 S Mi-Jus 4 F	16h15	6m70	1m	5,04	160	14,18	24,03	99	009	8,00	P=(763) 1017 hPa
					5,00	1015	14,97	23,80	88	330	7,93	
					3,00							
E PK 52 30/06/2005 54	1 S Mi-Jus 1 F	5h00	7m20	1m	4,77	240	8,02	24,43	123	022	7,91	P=(763) 1017 hPa
	2 S BM 2 F	8h20	5m80	1m	4,57	265	5,21	24,69	18	019	7,90	BM à Pauillac 8h26 P=(763) 1017 hPa Reverse: 8h30
	3 S Mi-Flot 3 F	11h30	7m70	1m	4,74	425	7,99	24,77	128	166	7,89	P=(763) 1017 hPa
	4 S PM 4 F	14h20	8m60	1m	4,95	305	8,56	27,08	28	147	7,93	PM à Pauillac 14h06 P=(763) 1017 hPa
				7m60	4,92	225	9,42	24,69	33	177	7,92	
K PK 30 01/07/2005 53-52	1 S PM 1 F	3h30	9m50	1m	4,51	135	3,84	24,00	18	117	7,91	PM à La Reuille 3h21 P=(767) 10022 hPa
	2 S Mi-Jus 2 F	7h20	7m70	1m	4,62	940	2,90	24,30	73	148	7,94	P=(769) 1025 hPa
	3 S BM 3 F	11h00	6m20	1m	4,11	730	0,98	24,84	13	111	7,87	BM à La Reuille 10h26 P=(770) 1026 hPa Reverse: 11h05
	4 S Mi-Flot 4 F	13h20	8m50	1m	4,49	750	2,83	24,51	93	125	7,87	P=(770) 1027 hPa
				7m50	4,86	945	2,84	24,53	76	151	7,84	
Juillet 2005		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	Oxygène Dissous (ml/l)	Turbidité (mg/l)	Salinité	Temp. (°C)	Vitesse (cm/s)	Direction (/Nord)	PH	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS											
F PK 67 13/07/2005 Coef: 55-52	1 S BM 1 F	05h00	6m10	1m	5,66	114	10,23	23,37	24	109	8,02	BM à Laména 4h51 P=(769) 1026 hPa
	2 S Mi-Flot 2 F	07h00	7m30	1m	5,85	213	13,06	22,91	88	134	8,03	P=(769) 1026 hPa
	3 S PM 3 F	11h30	8m70	1m	6,13	99	17,04	22,50	0	285	8,04	PM à Laména 10h53 P=(770) 1027 hPa Reverse: 11h35
	4 S Mi-Jus 4 F	13h55	7m50	1m	5,61	85	14,14	23,33	111	006	8,08	P=(770) 1027 hPa
				6m50	5,61	207	15,47	22,84	59	338	8,03	
E PK 52 14/07/2005 Coef: 50-47	1 S BM 1 F	07h00	6m00	1m	5,09	134	5,42	23,93	7	148	7,98	BM à Pauillac 06h13 P=(767) 1023 hPa
	2 S Mi-Flot 2 F	09h10	7m00	1m	5,18	269	7,98	24,34	117	170	7,93	P=(767) 1023 hPa
	3 S PM 3 F	12h55	8m40	1m	5,80	126	9,66	25,44	13	016	7,94	PM à Pauillac 11h57 P=(768) 1024 hPa Reverse: 13h00
	4 S Mi-Jus 4 F	15h20	6m90	1m	5,25	164	7,96	24,96	88	023	7,88	P=(770) 1027 hPa
				5m90	5,20	436	8,21	24,65	59	007	7,87	
K PK 30 15/07/2005 Coef: 45-44	1 S Mi-Jus 1 F	04h40	7m50	1m	4,90	521	3,39	24,29	76	353	7,87	P=(769) 1025 hPa
	2 S BM 2 F	08h40	6m10	1m	4,80	583	1,70	24,41	18	297	7,84	BM à La Reuille 08h01 P=(769) 1025 hPa Reverse: 08h50
	3 S Mi-Flot 3 F	11h05	8m10	1m	4,71	900	3,19	24,50	111	133	7,78	P=(769) 1025 hPa
	4 S PM 4 F	14h10	8m70	1m	4,79	143	4,27	24,75	18	097	7,88	PM à La Reuille 13h34 P=(769) 1025 hPa
				7m70	4,85	660	4,63	24,71	13	175	7,85	

août-05		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	Oxygène Dissous (ml/l)	Turbidité (mg/l)	Salinité	Temp. (°C)	Vitesse (cm/s)	Direction (/Nord)	PH	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS											
F PK 67 30/08/2005 Coef: 35-41	1 S Mi-Jus 1 F	07h20	8m00	1m	5,46	-	18,86	21,28	128	010	7,96	P=(767) 1023 hPa
	2 S BM 2 F	11h00	7m20	1m	5,45	30	22,55	20,92	47	333	7,96	BM à Laména 10h02 P=(767) 1023 hPa Reverse: 11h10
	3 S Mi-Flot 3 F	13h40	8m40	7m40	5,43	76	17,44	21,54	13	173	7,90	P=(767) 1023 hPa
	4 S PM 4 F	17h35	9m60	8m60	5,72	33	22,78	21,21	13	163	7,92	PM à Laména 16h25 P=(767) 1023 hPa
	1 S PM 1 F	06h45	8m80	7m80	5,10	192	15,41	23,57	0	307	7,91	PM à Pauillac 05h44 P=(765) 1020 hPa
	2 S Mi-Jus 2 F	09h40	6m70	5m70	5,15	525	12,58	22,80	13	154	7,90	P=(766,5) 1022 hPa
	3 S BM 3 F	13h05	6m10	5m10	5,20	984	12,58	22,79	70	004	7,90	BM à Pauillac 12h29 P=(766,5) 1022 hPa Reverse: 13h15
	4 S Mi-Flot 4 F	15h30	7m70	6m70	4,95	160	9,74	22,65	0	232	7,86	P=(766,5) 1022 hPa
K PK 30 31/08/2005 Coef: 46-52	1 S PM 1 F	06h25	10m30	9m30	4,99	159	6,79	22,13	0	077	7,86	PM à La Reuille 05h54 P=(762) 1016 hPa
	2 S Mi-Jus 2 F	09h30	8m00	7m00	5,13	808	7,55	22,30	13	207	7,87	P=(763) 1017 hPa
	3 S BM 3 F	13h20	7m00	6m00	5,08	326	5,78	22,20	128	353	7,85	BM à La Reuille P=(763) 1017 hPa Reverse: 13h30
	4 S Mi-Flot 4 F	15h30	9m00	8m00	5,22	786	5,47	22,19	96	339	7,84	P=(763) 1017 hPa
	1 S PM 1 F	06h25	10m30	9m30	4,66	787	3,22	22,55	7	100	7,74	P=(763) 1017 hPa
	2 S Mi-Jus 2 F	09h30	8m00	7m00	4,72	400	3,68	22,13	13	148	7,77	BM à La Reuille P=(763) 1017 hPa Reverse: 13h30
	3 S BM 3 F	13h20	7m00	6m00	4,95	354	5,68	22,82	125	122	7,84	P=(763) 1017 hPa
	4 S Mi-Flot 4 F	15h30	9m00	8m00	5,02	693	5,79	22,78	65	135	7,81	P=(763) 1017 hPa

sept-05		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	Oxygène Dissous (ml/l)	Turbidité (mg/l)	Salinité	Temp. (°C)	Vitesse (cm/s)	Direction (/Nord)	PH	OBSERVATIONS
POINTS	STATIONS											
F PK 67 27/09/2005 Coef: 23-26	1 S Mi-Jus 1 F	05h50	7m50	1m	5,39	45	11,74	19,64	114	015	7,97	P=(769) 1025 hPa
	2 S BM 2 F	09h05	7m20	6m20	5,22	38	21,02	19,14	56	302	7,96	BM à Laména 08h11 P=(769) 1025 hPa Reverse: 09h30
	3 S Mi-Flot 3 F	11h50	8m10	7m10	5,13	24	15,13	19,40	13	051	7,92	P=(769) 1025 hPa
	4 S PM 4 F	15h20	9m50	8m50	5,05	99	20,97	19,26	7	158	7,94	P=(769) 1025 hPa
	1 S PM 1 F	05h25	8m70	7m70	5,28	59	18,53	19,43	55	125	7,96	PM à Laména 14h58 P=(769) 1025 hPa
	2 S Mi-Jus 2 F	08h20	7m10	6m10	5,18	20	24,38	19,22	42	134	7,94	P=(769) 1025 hPa
	3 S BM 3 F	11h50	6m10	5m10	5,34	14	16,53	20,36	7	296	8,01	BM à Laména 14h58 P=(769) 1025 hPa
	4 S Mi-Flot 4 F	14h30	7m70	6m70	5,20	29	25,80	19,15	7	126	7,98	P=(769) 1025 hPa
E PK 52 29/09/2005 Coef: 44-51	1 S PM 1 F	05h25	8m70	7m70	5,04	209	14,11	21,25	7	203	7,75	PM à Pauillac 04h40 P=(772) 1029 hPa
	2 S Mi-Jus 2 F	08h20	7m10	6m10	5,00	118	15,25	19,94	7	200	7,76	P=(772) 1029 hPa
	3 S BM 3 F	11h50	6m10	5m10	5,27	324	11,65	20,06	76	025	7,77	BM à Pauillac 11h09 P=(772) 1029 hPa Reverse: 11h50
	4 S Mi-Flot 4 F	14h30	7m70	6m70	5,25	447	11,88	20,10	53	006	7,76	P=(772) 1029 hPa
	1 S PM 1 F	05h25	8m70	7m70	4,91	194	8,43	19,67	7	152	7,74	P=(772) 1029 hPa
	2 S Mi-Jus 2 F	08h20	7m10	6m10	4,88	519	9,36	19,67	13	176	7,72	BM à Pauillac 11h09 P=(772) 1029 hPa Reverse: 11h50
	3 S BM 3 F	11h50	6m10	5m10	4,85	321	12,30	20,03	102	156	7,77	P=(772) 1029 hPa
	4 S Mi-Flot 4 F	14h30	7m70	6m70	4,80	778	12,45	20,07	85	183	7,76	P=(772) 1029 hPa
K PK 30 28/09/2005 Coef: 31-38	1 S Mi-Jus 1 F	08h00	7m70	1m	4,77	403	3,64	19,23	123	001	7,71	P=(772) 1029 hPa
	2 S BM 2 F	11h45	7m50	6m70	4,73	635	3,76	19,30	88	327	7,70	BM à La Reuille 10h58 P=(772) 1029 hPa Reverse: 11h50
	3 S Mi-Flot 3 F	14h35	8m50	7m50	4,70	291	1,56	18,87	0	275	7,78	P=(772) 1029 hPa
	4 S PM 4 F	17h00	10m00	9m00	4,74	1399	1,61	18,75	13	150	7,78	PM à La Reuille 16h57 P=(772) 1029 hPa
	1 S PM 1 F	08h00	7m70	1m	4,96	335	4,06	19,60	65	098	7,71	P=(772) 1029 hPa
	2 S Mi-Jus 2 F	11h45	7m50	6m50	4,96	1102	3,98	19,48	47	152	7,67	BM à La Reuille 10h58 P=(772) 1029 hPa Reverse: 11h50
	3 S BM 3 F	14h35	8m50	7m50	5,06	113	5,23	19,92	13	145	7,74	P=(772) 1029 hPa
	4 S Mi-Flot 4 F	17h00	10m00	9m00	5,05	1292	5,19	19,73	13	208	7,68	PM à La Reuille 16h57 P=(772) 1029 hPa

oct-05		Heure Légale (TU+2)	Profond Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	Oxygène Dissous (ml/l)	Turbidité (mg/l)	Salinité	Temp. (°C)	Vitesse (cm/s)	Direction (/Nord)	PH	OBSERVATIONS	
POINTS	STATIONS												
F PK 67	1 S BM 1 F	06h30	7m20	1m	5,39	230	12,16	18,32	13	080	7,74	BM à Laména 05h45 P=(762) 1016 hPa	
	2 S Mi-Flot 2 F	09h20	8m00	1m	5,43	335	12,74	18,32	7	075	7,77		
	3 S PM 3 F	12h55	9m40	7m00	5,51	872	18,03	18,06	44	130	7,79	PM à Laména P=(762) 1016 hPa Renverse: 13h55	
	4 S Mi-Jus 4 F	15h50	8m30	8m40	5,39	148	21,83	17,78	13	096	7,77		
	Coef: 37-36				1m	5,45	61	15,11	18,62	134	007	7,75	P=(762) 1016 hPa
					7m30	5,41	208	19,31	17,98	50	301	7,69	
E PK 52	1 S Mi-Jus 1 F	06h50	6m90	1m	5,52	828	8,98	18,98	88	022	7,93	P=(762) 1016 hPa	
	2 S BM 2 F	09h25	6m00	5m90	5,50	778	9,11	19,04	53	011	7,88		
	3 S Mi-Flot 3 F	13h00	6m30	1m	5,30	541	10,03	18,92	108	157	7,93	BM à Pauillac 09h43 P=(762) 1016 hPa Renverse: 09h45	
	4 S PM 4 F	15h50	7m40	5m30	5,25	501	9,93	18,89	85	168	7,89		
	Coef: 46-54				1m	5,35	340	11,74	20,19	13	171	7,91	PM à Pauillac 15h37 P=(762) 1016 hPa
					6m40	5,30	431	12,25	19,15	13	162	7,89	
K PK 30	1 S Mi-Jus 1 F	06h00	7m70	1m	5,23	556	4,36	17,75	105	014	7,82	P=(761) 1015 hPa	
	2 S BM 2 F	09h40	7m30	6m70	5,32	645	4,48	17,70	67	311	7,80		
	3 S Mi-Flot 3 F	12h15	8m30	1m	5,45	579	3,93	17,86	94	111	7,92	BM à La Reuille 08h58 P=(761) 1015 hPa Renverse: 09h50	
	4 S PM 4 F	15h20	9m50	7m30	5,40	812	4,51	17,89	53	147	7,89		
	Coef: 39				1m	5,44	197	7,74	18,12	13	094	7,90	PM à La Reuille 14h57 P=(761) 1015 hPa
					8m50	5,45	1225	6,40	18,27	7	086	7,87	
nov-05													
POINTS	STATIONS	Heure Légale (TU+1)	Profond Totale (m)	Hauteur Mesure (m)	Oxygène Dissous (ml/l)	Turbidité (mg/l)	Salinité	Temp. (°C)	Vitesse (cm/s)	Direction (/Nord)	PH	OBSERVATIONS	
F PK 67	1 S Mi-Flot 1 F	07h10	8m00	1m	5,48	256	15,00	16,00	82	133	8,03	P=(767) 1023 hPa	
	2 S PM 2 F	10h30	9m60	7m00	5,45	1424	15,90	16,12	50	134	8,01		
	3 S Mi-Jus 3 F	13h30	8m00	8m60	6,00	299	22,30	15,82	24	181	8,03	PM à Laména 09h49 P=(767) 1023 hPa Renverse: 10h30	
	4 S BM 4 F	16h40	6m50	1m	5,87	255	15,66	16,12	114	011	8,02		
	Coef: 51-47				7m00	5,84	348	17,63	16,03	47	313	8,02	P=(767) 1023 hPa
					5m50	5,25	1222	12,64	16,15	13	287	7,99	
E PK 52	1 S BM 1 F	06h15	6m40	1m	5,26	302	7,85	17,30	18	181	8,04	BM à Pauillac 05h29 P=(767) 1023 hPa	
	2 S Mi-Flot 2 F	08h45	7m80	5m40	5,20	710	8,34	16,25	18	203	8,06		
	3 S PM 3 F	12h15	9m00	1m	5,39	405	10,34	15,98	128	162	7,98	P=(770) 1026 hPa	
	4 S Mi-Jus 4 F	15h20	7m30	6m80	5,40	2174	10,28	16,09	76	169	7,97		
	Coef: 45-45				8m00	5,40	431	11,94	16,21	7	241	8,02	PM à Pauillac 11h27 P=(773) 1030 hPa Renverse: 12h45
					1m	5,58	433	10,32	16,20	100	022	8,01	
K PK 30	1 S Mi-Jus 1 F	04h50	7m70	1m	5,26	918	4,74	14,93	105	020	7,93	P=(779) 1039 hPa	
	2 S BM 2 F	08h50	7m20	6m70	5,30	1143	4,79	14,98	68	336	7,96		
	3 S Mi-Flot 3 F	11h05	8m40	1m	5,18	982	2,00	14,38	30	139	7,92	BM à La Reuille 07h55 P=(780) 1040 hPa Renverse: 08h50	
	4 S PM 4 F	14h10	9m80	6m20	5,18	2970	2,00	14,64	13	142	7,92		
	Coef: 47				1m	5,92	377	4,60	14,86	94	140	7,94	P=(780) 1040 hPa
					7m40	5,90	2543	4,60	14,90	53	135	7,93	
				8m80	5,40	1628	6,62	15,16	13	048	7,93	PM à La Reuille 13h41 P=(780) 1040 hPa	

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 %
19-avr-05	F	BM	S	3.6	1.10	231	2.5	1.06
19-avr-05	F	BM	F	13.7	7.00	498	6.7	1.34
19-avr-05	F	MF	S	3.8	1.70	121	2.1	1.74
19-avr-05	F	MF	F	17.3	1.70	1054	15.6	1.48
19-avr-05	F	PM	S	3.3	1.50	150	1.8	1.17
19-avr-05	F	PM	F	5.6	1.35	334	4.2	1.26
19-avr-05	F	MJ	S	3.4	1.55	87	1.9	2.17
19-avr-05	F	MJ	F	4.3	1.35	193	2.9	1.51
20-avr-05	E	BM	S	5.1	1.60	295	3.5	1.17
20-avr-05	E	BM	F	18.7	1.55	982	17.1	1.74
20-avr-05	E	MF	S	7.9	1.40	505	6.5	1.28
20-avr-05	E	MF	F	40.7	1.65	2658	39.1	1.47
20-avr-05	E	PM	S	6.0	1.65	304	4.3	1.41
20-avr-05	E	PM	F	14.2	1.70	932	12.5	1.34
20-avr-05	E	MJ	S	9.0	1.60	516	7.4	1.43
20-avr-05	E	MJ	F	24.9	1.75	1590	23.2	1.46
21-avr-05	K	BM	S	12.8	2.80	578	10.0	1.73
21-avr-05	K	BM	F	11.2	2.90	554	8.3	1.49
21-avr-05	K	MF	S	10.5	3.35	494	7.1	1.44
21-avr-05	K	MF	F	22.9	2.35	1446	20.6	1.42
21-avr-05	K	PM	S	5.8	1.95	428	3.8	0.89
21-avr-05	K	PM	F	25.2	2.15	1760	23.1	1.31
21-avr-05	K	MJ	S	14.6	2.35	1000	12.3	1.23
21-avr-05	K	MJ	F	22.0	2.55	1438	19.5	1.35
4-mai-05	F	BM	S	8.0	2.25	409	5.7	1.39
4-mai-05	F	BM	F	25.7	1.95	1454	23.7	1.63
4-mai-05	F	MF	S	4.0	2.00	193	2.0	1.04
4-mai-05	F	MF	F	103.7	1.65	6440	102.0	1.58
4-mai-05	F	PM	S	2.4	1.40	87	1.0	1.15
4-mai-05	F	PM	F	8.4	1.35	445	7.1	1.58
4-mai-05	F	MJ	S	8.8	1.60	507	7.2	1.42
4-mai-05	F	MJ	F	9.9	1.55	543	8.4	1.54
5-mai-05	E	BM	S	7.6	3.05	352	4.5	1.28
5-mai-05	E	BM	F	11.4	2.80	616	8.6	1.40
5-mai-05	E	MF	S	13.6	3.00	626	10.6	1.69
5-mai-05	E	MF	F	48.6	2.65	2908	46.0	1.58
5-mai-05	E	PM	S	6.1	2.05	261	4.0	1.53
5-mai-05	E	PM	F	10.9	3.10	467	7.8	1.66

5-mai-05	E	MJ	S	36.1	1.95	1912	34.2	1.79
5-mai-05	E	MJ	F	41.2	2.10	2396	39.1	1.63
6-mai-05	K	BM	S	4.9	2.50	189	2.4	1.27
6-mai-05	K	BM	F	19.3	2.35	1129	16.9	1.50
6-mai-05	K	MF	S	15.5	2.45	846	13.0	1.54
6-mai-05	K	MF	F	20.7	2.40	1147	18.3	1.59
6-mai-05	K	PM	S	6.1	2.55	310	3.6	1.15
6-mai-05	K	PM	F	16.5	2.35	1004	14.2	1.41
6-mai-05	K	MJ	S	17.5	2.35	1082	15.1	1.40
6-mai-05	K	MJ	F	22.7	2.50	1314	20.2	1.54
29-juin-05	F	BM	S	4.3	1.60	180	2.7	1.47
29-juin-05	F	BM	F	11.9	1.30	685	10.6	1.54
29-juin-05	F	MF	S	4.4	1.20	243	3.2	1.32
29-juin-05	F	MF	F	35.1	1.25	2050	33.8	1.65
29-juin-05	F	PM	S	1.9	1.10	57	0.8	1.37
29-juin-05	F	PM	F	4.7	1.05	232	3.6	1.55
29-juin-05	F	MJ	S	3.7	0.70	179	3.0	1.65
29-juin-05	F	MJ	F	19.0	0.70	1104	18.3	1.65
30-juin-05	E	BM	S	5.7	1.20	324	4.5	1.37
30-juin-05	E	BM	F	16.7	1.05	1010	15.6	1.54
30-juin-05	E	MF	S	8.2	1.00	462	7.2	1.55
30-juin-05	E	MF	F	18.7	1.05	1216	17.7	1.45
30-juin-05	E	PM	S	6.3	1.10	360	5.2	1.44
30-juin-05	E	PM	F	4.8	1.00	260	3.8	1.44
30-juin-05	E	MJ	S	4.6	1.10	248	3.5	1.41
30-juin-05	E	MJ	F	21.5	1.10	1139	20.4	1.79
1-juil-05	K	BM	S	13.5	1.35	893	12.2	1.36
1-juil-05	K	BM	F	17.5	1.35	1160	16.1	1.39
1-juil-05	K	MF	S	12.9	1.30	797	11.6	1.46
1-juil-05	K	MF	F	15.3	1.30	942	14.0	1.49
1-juil-05	K	PM	S	3.9	1.20	136	2.7	1.95
1-juil-05	K	PM	F	14.3	1.15	841	13.1	1.56
1-juil-05	K	MJ	S	15.5	1.20	1064	14.3	1.34
1-juil-05	K	MJ	F	14.7	1.85	932	12.8	1.37
13-juil-05	F	BM	S	5.5	1.05	143	4.4	3.08
13-juil-05	F	BM	F	4.5	1.10	163	3.4	2.09
13-juil-05	F	MF	S	4.7	1.20	203	3.5	1.70
13-juil-05	F	MF	F	40.6	1.05	2026	39.6	1.95
13-juil-05	F	PM	S	4.3	1.00	70	3.3	4.71
13-juil-05	F	PM	F	4.4	0.95	119	3.4	2.86
13-juil-05	F	MJ	S	3.0	1.25	73	1.7	2.33
13-juil-05	F	MJ	F	6.4	1.05	188	5.4	2.85
14-juil-05	E	BM	S	8.3	1.30	164	7.0	4.24
14-juil-05	E	BM	F	11.5	1.25	362	10.2	2.82
14-juil-05	E	MF	S	6.2	1.15	171	5.0	2.92
14-juil-05	E	MF	F	28.4	1.10	1728	27.3	1.58
14-juil-05	E	PM	S	4.5	1.20	121	3.3	2.69

14-juil-05	E	PM	F	4.7	1.20	143	3.5	2.41
14-juil-05	E	MJ	S	3.9	1.25	190	2.6	1.37
14-juil-05	E	MJ	F	11.8	1.20	494	10.6	2.14
15-juil-05	K	BM	S	13.4	1.45	654	12.0	1.83
15-juil-05	K	BM	F	23.5	1.30	1442	22.2	1.54
15-juil-05	K	MF	S	14.6	1.30	778	13.3	1.71
15-juil-05	K	MF	F	14.3	1.35	1050	12.9	1.23
15-juil-05	K	PM	S	3.3	1.30	105	2.0	1.86
15-juil-05	K	PM	F	11.6	1.20	571	10.4	1.82
15-juil-05	K	MJ	S	10.5	1.20	486	9.3	1.91
15-juil-05	K	MJ	F	10.2	1.35	650	8.9	1.36
30-août-05	F	BM	S	2.6	1.30	64	1.3	1.95
30-août-05	F	BM	F	2.8	1.15	95	1.6	1.68
30-août-05	F	MF	S	1.3	0.90	28	0.4	1.50
30-août-05	F	MF	F	9.3	1.10	337	8.2	2.42
30-août-05	F	PM	S	2.1	0.90	34	1.2	3.38
30-août-05	F	PM	F	8.2	0.85	222	7.3	3.29
30-août-05	F	MJ	S	1.5	1.20	23	0.3	1.48
30-août-05	F	MJ	F	5.2	1.30	190	3.9	2.03
1-sept-05	E	BM	S	6.1	1.20	257	4.9	1.91
1-sept-05	E	BM	F	7.4	1.25	406	6.1	1.50
1-sept-05	E	MF	S	6.0	1.15	366	4.8	1.31
1-sept-05	E	MF	F	9.4	1.15	694	8.3	1.19
1-sept-05	E	PM	S	5.9	1.05	255	4.9	1.90
1-sept-05	E	PM	F	3.7	1.05	217	2.7	1.22
1-sept-05	E	MJ	S	11.7	1.15	722	10.6	1.46
1-sept-05	E	MJ	F	16.2	1.10	1034	15.1	1.46
31-août-05	K	BM	S	19.3	2.45	1190	16.9	1.42
31-août-05	K	BM	F	16.4	1.40	1076	15.0	1.39
31-août-05	K	MF	S	10.5	1.45	652	9.1	1.39
31-août-05	K	MF	F	12.4	1.40	702	11.0	1.57
31-août-05	K	PM	S	3.1	1.40	154	1.7	1.10
31-août-05	K	PM	F	14.2	1.35	958	12.9	1.34
31-août-05	K	MJ	S	7.5	1.35	442	6.1	1.38
31-août-05	K	MJ	F	13.4	1.40	736	12.0	1.63
27-sept-05	F	BM	S	1.6	1.10	35	0.5	1.29
27-sept-05	F	BM	F	1.9	1.05	54	0.9	1.57
27-sept-05	F	MF	S	1.4	1.05	22	0.3	1.36
27-sept-05	F	MF	F	1.3	0.90	34	0.4	1.03
27-sept-05	F	PM	S	1.3	1.10	4	0.2	3.75
27-sept-05	F	PM	F	2.3	0.95	128	1.4	1.05
27-sept-05	F	MJ	S	1.6	1.25	13	0.3	2.38
27-sept-05	F	MJ	F	1.7	1.00	28	0.7	2.32
29-sept-05	E	BM	S	4.8	1.30	200	3.5	1.75
29-sept-05	E	BM	F	10.4	1.25	486	9.2	1.88
29-sept-05	E	MF	S	7.2	1.15	346	6.0	1.73
29-sept-05	E	MF	F	13.8	1.15	698	12.7	1.81

29-sept-05	E	PM	S	4.5	2.65	248	1.9	0.75
29-sept-05	E	PM	F	3.5	1.10	131	2.4	1.83
29-sept-05	E	MJ	S	6.7	1.15	364	5.6	1.52
29-sept-05	E	MJ	F	10.2	1.20	550	9.0	1.63
28-sept-05	K	BM	S	4.8	1.70	277	3.1	1.10
28-sept-05	K	BM	F	22.8	1.70	1336	21.1	1.58
28-sept-05	K	MF	S	6.8	1.55	324	5.2	1.60
28-sept-05	K	MF	F	19.2	1.50	1150	17.7	1.53
28-sept-05	K	PM	S	2.3	1.45	124	0.9	0.69
28-sept-05	K	PM	F	25.7	1.45	1570	24.3	1.54
28-sept-05	K	MJ	S	6.9	1.40	432	5.5	1.26
28-sept-05	K	MJ	F	11.8	1.45	704	10.4	1.47
11-oct-05	F	BM	S	2.8	1.90	228	0.9	0.39
11-oct-05	F	BM	F	3.9	1.55	376	2.4	0.63
11-oct-05	F	MF	S	4.7	1.40	223	3.3	1.46
11-oct-05	F	MF	F	14.0	1.40	1088	12.6	1.16
11-oct-05	F	PM	S	2.7	1.60	136	1.1	0.77
11-oct-05	F	PM	F	3.8	1.75	118	2.1	1.74
11-oct-05	F	MJ	S	3.7	2.30	54	1.4	2.59
11-oct-05	F	MJ	F	3.7	2.05	230	1.7	0.72
13-oct-05	E	BM	S	9.0	1.55	426	7.4	1.74
13-oct-05	E	BM	F	12.1	1.30	672	10.8	1.61
13-oct-05	E	MF	S	3.8	1.25	538	2.5	0.46
13-oct-05	E	MF	F	11.3	1.30	618	10.0	1.62
13-oct-05	E	PM	S	8.7	1.15	416	7.5	1.80
13-oct-05	E	PM	F	8.3	1.35	464	7.0	1.50
13-oct-05	E	MJ	S	19.3	1.40	1014	17.9	1.76
13-oct-05	E	MJ	F	15.9	1.40	866	14.5	1.67
12-oct-05	K	BM	S	8.7	2.05	574	6.7	1.16
12-oct-05	K	BM	F	16.9	2.15	990	14.8	1.49
12-oct-05	K	MF	S	7.7	2.30	556	5.4	0.96
12-oct-05	K	MF	F	15.4	2.20	908	13.2	1.45
12-oct-05	K	PM	S	4.5	2.15	149	2.3	1.54
12-oct-05	K	PM	F	20.3	2.15	1080	18.2	1.68
12-oct-05	K	MJ	S	10.4	2.00	600	8.4	1.39
12-oct-05	K	MJ	F	12.7	1.95	774	10.8	1.39
8-nov-05	F	BM	S	14.3	1.60	874	12.7	1.45
8-nov-05	F	BM	F	25.7	1.65	1408	24.1	1.71
8-nov-05	F	MF	S	4.7	1.90	225	2.8	1.22
8-nov-05	F	MF	F	21.7	1.75	1526	20.0	1.31
8-nov-05	F	PM	S	4.5	1.80	170	2.7	1.59
8-nov-05	F	PM	F	5.8	1.80	281	4.0	1.41
8-nov-05	F	MJ	S	5.2	2.00	316	3.2	1.00
8-nov-05	F	MJ	F	10.5	2.20	515	8.3	1.61
9-nov-05	E	BM	S	4.4	2.15	231	2.2	0.97
9-nov-05	E	BM	F	13.3	2.20	700	11.1	1.58
9-nov-05	E	MF	S	6.5	2.00	333	4.5	1.35

9-nov-05	E	MF	F	31.3	2.40	2228	28.9	1.30
9-nov-05	E	PM	S	7.2	2.40	371	4.8	1.28
9-nov-05	E	PM	F	9.4	2.50	431	6.9	1.59
9-nov-05	E	MJ	S	18.4	2.60	1222	15.8	1.29
9-nov-05	E	MJ	F	29.6	2.35	1750	27.2	1.55
10-nov-05	K	BM	S	12.5	1.75	802	10.7	1.33
10-nov-05	K	BM	F	39.2	1.50	2104	37.7	1.79
10-nov-05	K	MF	S	7.3	2.60	311	4.7	1.51
10-nov-05	K	MF	F	59.5	1.65	3306	57.8	1.75
10-nov-05	K	PM	S	5.1	1.50	307	3.6	1.17
10-nov-05	K	PM	F	45.1	1.55	2004	43.6	2.17
10-nov-05	K	MJ	S	17.5	1.55	986	16.0	1.62
10-nov-05	K	MJ	F	20.4	1.70	1216	18.7	1.54

10.3.2. Résultats bruts de mesures de chlorophylle et phaeopigments

Date	Station	Temps Marée	Niveau	Chlo a $\mu\text{g/L}$	Phaeo $\mu\text{g/L}$	Chlo a / COP	Pig/MES ppm	Taux Ca
19-avr-05	F	BM	S	19.35	33.45	0.79%	229	0.37
19-avr-05	F	PM	S	9.00	20.25	0.51%	195	0.31
20-avr-05	E	BM	S	44.40	68.95	1.29%	384	0.39
20-avr-05	E	PM	S	69.75	137.00	1.62%	680	0.34
21-avr-05	K	BM	S	72.55	128.00	0.73%	347	0.36
21-avr-05	K	PM	S	23.40	31.25	0.62%	128	0.43
4-mai-05	F	BM	S	89.50	104.00	1.57%	473	0.46
4-mai-05	F	PM	S	4.70	5.25	0.47%	114	0.47
5-mai-05	E	BM	S	19.75	26.95	0.44%	133	0.42
5-mai-05	E	PM	S	33.05	43.60	0.83%	294	0.43
6-mai-05	K	BM	S	9.45	12.10	0.39%	114	0.44
6-mai-05	K	PM	S	25.95	45.90	0.73%	232	0.36
29-juin-05	F	BM	S	7.10	13.10	0.27%	112	0.35
29-juin-05	F	PM	S	3.95	3.15	0.51%	125	0.56
30-juin-05	E	BM	S	8.55	13.60	0.19%	68	0.39
30-juin-05	E	PM	S	5.17	3.20	0.10%	23	0.62
1-juil-05	K	BM	S	11.95	10.15	0.10%	25	0.54
1-juil-05	K	PM	S	3.80	4.70	0.14%	63	0.45
13-juil-05	F	BM	S	1.60	3.10	0.04%	33	0.34
13-juil-05	F	PM	S	21.50	15.05	0.65%	522	0.59
14-juil-05	E	BM	S	2.30	4.30	0.03%	40	0.35
14-juil-05	E	PM	S	6.25	3.30	0.19%	79	0.65
15-juil-05	K	BM	S	8.75	13.60	0.07%	34	0.39
15-juil-05	K	PM	S	4.15	2.30	0.21%	61	0.64
30-août-05	F	BM	S	6.90	3.50	0.55%	163	0.66
30-août-05	F	PM	S	9.10	7.80	0.79%	497	0.54
1-sept-05	E	BM	S	35.15	52.05	0.72%	339	0.40
1-sept-05	E	PM	S	22.95	30.50	0.47%	210	0.43
31-août-05	K	BM	S	55.40	83.85	0.33%	117	0.40

31-août-05	K	PM	S	11.90	18.65	0.70%	198	0.39
27-sept-05	F	BM	S	2.50	4.05	0.56%	187	0.38
27-sept-05	F	PM	S	2.55	1.75	1.70%	1075	0.59
29-sept-05	E	BM	S	8.70	9.85	0.25%	93	0.47
29-sept-05	E	PM	S	4.80	6.15	0.26%	44	0.44
28-sept-05	K	BM	S	8.15	11.55	0.27%	71	0.41
28-sept-05	K	PM	S	4.25	6.25	0.50%	85	0.40
11-oct-05	F	BM	S	6.45	10.55	0.72%	75	0.38
11-oct-05	F	PM	S	4.45	3.15	0.42%	56	0.59
13-oct-05	E	BM	S	23.95	41.70	0.32%	154	0.36
13-oct-05	E	PM	S	22.65	31.65	0.30%	131	0.42
12-oct-05	K	BM	S	16.55	14.00	0.25%	53	0.54
12-oct-05	K	PM	S	7.90	13.75	0.34%	145	0.36
8-nov-05	F	BM	S	14.70	27.10	0.12%	48	0.35
8-nov-05	F	PM	S	11.20	12.30	0.41%	138	0.48
9-nov-05	E	BM	S	6.30	9.40	0.28%	68	0.40
9-nov-05	E	PM	S	6.50	6.25	0.14%	34	0.51
10-nov-05	K	BM	S	12.20	22.45	0.11%	43	0.35
10-nov-05	K	PM	S	6.55	15.55	0.18%	72	0.30

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

Date	Station	Temps Marée	Niveau	NH4 µmol/L	NOx µmol/L	PO4 µmol/L	N/P	Silicates µmol/L	Bore mg/L
19-avr-05	F	BM	S	<0,5	112.0	3.6	32	91.3	1.00
19-avr-05	F	PM	S	2.1	102.0	2.9	36	62.5	2.10
20-avr-05	E	BM	S	<0,5	139.0	2.9	48	102.0	0.28
20-avr-05	E	PM	S	<0,5	121.0	3.3	37	93.3	0.66
21-avr-05	K	BM	S	<0,5	133.0	6.3	21	161.0	<0,04
21-avr-05	K	PM	S	<0,5	133.0	3.4	39	120.0	0.14
4-mai-05	F	BM	S	2.1	151.0	1.8	84	117.0	0.45
4-mai-05	F	PM	S	<0,5	114.0	2.0	58	84.1	1.40
5-mai-05	E	BM	S	<0,5	133.0	1.7	81	129.0	0.13
5-mai-05	E	PM	S	<0,5	134.0	2.1	65	112.0	0.51
6-mai-05	K	BM	S	2.6	125.0	3.3	38	147.0	<0,01
6-mai-05	K	PM	S	<0,5	143.0	4.4	33	143.0	0.09
29-juin-05	F	BM	S	1.7	113.0	3.5	32	113.0	1.10
29-juin-05	F	PM	S	1.7	70.3	3.5	20	68.0	2.20
30-juin-05	E	BM	S	<0,5	114.0	3.5	33	125.0	0.74
30-juin-05	E	PM	S	<0,5	119.4	3.8	32	112.0	1.20
1-juil-05	K	BM	S	<0,5	145.5	5.2	28	166.0	0.16
1-juil-05	K	PM	S	<0,5	122.8	3.4	37	140.0	0.52
13-juil-05	F	BM	S	<0,5	93.3	2.3	41	118.0	1.10
13-juil-05	F	PM	S	<0,5	65.0	1.4	46	75.4	1.90
14-juil-05	E	BM	S	<0,5	129.0	3.0	44	139.0	0.69
14-juil-05	E	PM	S	<0,5	98.7	2.2	45	121.0	1.10
15-juil-05	K	BM	S	<0,5	128.0	3.0	43	165.0	0.13

15-juil-05	K	PM	S	<0,5	136.0	3.0	46	149.2	0.52
30-août-05	F	BM	S	1.4	93.0	4.0	23	74.9	2.10
30-août-05	F	PM	S	0.7	58.6	2.4	24	41.0	2.80
1-sept-05	E	BM	S	<0,5	134.4	4.7	29	123.5	1.20
1-sept-05	E	PM	S	<0,5	100.8	4.3	23	115.8	1.90
31-août-05	K	BM	S	1.4	129.0	6.1	21	156.8	0.46
31-août-05	K	PM	S	<0,5	119.6	4.2	28	131.5	0.91
27-sept-05	F	BM	S	<0,5	108.7	3.7	30	100.0	1.80
27-sept-05	F	PM	S	<0,5	78.0	3.6	22	77.5	2.30
29-sept-05	E	BM	S	<0,5	114.4	3.7	31	158.3	1.10
29-sept-05	E	PM	S	<0,5	98.0	3.5	28	120.0	1.80
28-sept-05	K	BM	S	<0,5	128.9	4.0	33	141.7	0.23
28-sept-05	K	PM	S	<0,5	136.5	4.0	34	140.0	0.64
11-oct-05	F	BM	S	<0,5	98.9	2.7	37	122.5	1.50
11-oct-05	F	PM	S	<0,5	77.5	2.1	37	83.3	2.30
13-oct-05	E	BM	S	<0,5	111.5	3.1	36	130.8	0.98
13-oct-05	E	PM	S	<0,5	104.9	3.0	35	110.8	1.50
12-oct-05	K	BM	S	<0,5	122.1	3.2	39	135.0	0.40
12-oct-05	K	PM	S	<0,5	125.7	3.2	40	126.7	0.66
8-nov-05	F	BM	S	<0,5	127.0	<0,5		106.0	1.30
8-nov-05	F	PM	S	<0,5	33.6	<0,5		85.6	2.20
9-nov-05	E	BM	S	<0,5	62.2	<0,5		116.0	0.92
9-nov-05	E	PM	S	<0,5	87.4	<0,5		102.0	1.30
10-nov-05	K	BM	S	1.1	148.0	<0,5		114.0	0.28
10-nov-05	K	PM	S	1.7	45.4	<0,5		107.0	0.62

10.3.4. Contaminants

Date	Station	Temps Marée	Niveau	Hydrazine mg/L	Morpholine mg/L	Ethanolamine mg/L	Agents de surface anioniques µg/L
19-avr-05	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	60
19-avr-05	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	95
20-avr-05	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
20-avr-05	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	55
21-avr-05	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
21-avr-05	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
4-mai-05	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
4-mai-05	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
5-mai-05	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
5-mai-05	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
6-mai-05	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
6-mai-05	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
29-juin-05	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	40
29-juin-05	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	50
30-juin-05	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	45
30-juin-05	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20

1-juil-05	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
1-juil-05	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
13-juil-05	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
13-juil-05	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
14-juil-05	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
14-juil-05	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
15-juil-05	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
15-juil-05	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
30-août-05	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
30-août-05	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
1-sept-05	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
1-sept-05	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
31-août-05	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
31-août-05	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
27-sept-05	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
27-sept-05	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	30
29-sept-05	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
29-sept-05	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	20
28-sept-05	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
28-sept-05	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
11-oct-05	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
11-oct-05	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
13-oct-05	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
13-oct-05	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
12-oct-05	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
12-oct-05	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
8-nov-05	F	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
8-nov-05	F	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
9-nov-05	E	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	20
9-nov-05	E	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	20
10-nov-05	K	BM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20
10-nov-05	K	PM	S	<0,1	<0,1	<0,1	<20

10.3.5. Résultats bruts de Vibrios halophiles

Date	Station	Temps Marée	Niveau	V parah G/100 ml	V algin G/100 ml	V vulni G/100ml	V chol G/100 ml	V halo G/100 ml	V halo Tot G/100 ml
19-avr-05	F	BM	S	0	0	0	0	0	0
19-avr-05	F	PM	S	0	0	0	0	0	0
20-avr-05	E	BM	S	0	0	0	0	0	0
20-avr-05	E	PM	S	0	0	0	0	0	0
21-avr-05	K	BM	S	0	0	0	0	0	0
21-avr-05	K	PM	S	0	0	0	0	0	0
4-mai-05	F	BM	S	0	0	0	0	0	0
4-mai-05	F	PM	S	0	0	0	0	0	0
5-mai-05	E	BM	S	0	0	0	0	0	0
5-mai-05	E	PM	S	0	0	0	0	0	0

6-mai-05	K	BM	S	0	0	0	0	0	0
6-mai-05	K	PM	S	0	0	0	0	0	0
29-juin-05	F	BM	S	1000	10000	10000	0	0	21000
29-juin-05	F	PM	S	0	10000	10	0	0	10010
30-juin-05	E	BM	S	0	1000	10000	0	0	11000
30-juin-05	E	PM	S	1000	10000	10000	0	0	21000
1-juil-05	K	BM	S	100	100	0	0	0	200
1-juil-05	K	PM	S	10	0	0	0	0	10
13-juil-05	F	BM	S	100	10	0	0	0	110
13-juil-05	F	PM	S	0	100	0	0	1000	1100
14-juil-05	E	BM	S	1000	10	0	0	0	1010
14-juil-05	E	PM	S	0	0	0	0	0	0
15-juil-05	K	BM	S	10	0	0	0	0	10
15-juil-05	K	PM	S	100	0	0	0	0	100
30-août-05	F	BM	S	0	0	0	0	0	0
30-août-05	F	PM	S	0	1000	0	0	0	1000
1-sept-05	E	BM	S	1000	0	0	0	10	1010
1-sept-05	E	PM	S	100	1000	0	0	0	1100
31-août-05	K	BM	S	1000	100	10000	0	0	11100
31-août-05	K	PM	S	10000	10	0	0	0	10010
27-sept-05	F	BM	S	0	100	10	0	0	110
27-sept-05	F	PM	S	100	1000	10000	0	0	11100
29-sept-05	E	BM	S	100	100	0	0	0	200
29-sept-05	E	PM	S	100	1000	10	0	0	1110
28-sept-05	K	BM	S	10	100	0	0	0	110
28-sept-05	K	PM	S	100	10	0	0	0	110
11-oct-05	F	BM	S	1000	10	1000	0	0	2010
11-oct-05	F	PM	S	100	100	0	0	0	200
13-oct-05	E	BM	S	100	1000	0	0	0	1100
13-oct-05	E	PM	S	1000	1000	0	0	0	2000
12-oct-05	K	BM	S	100	100	0	0	0	200
12-oct-05	K	PM	S	1000	1000	0	0	0	2000
8-nov-05	F	BM	S	0	100	0	0	0	100
8-nov-05	F	PM	S	0	100	0	0	0	100
9-nov-05	E	BM	S	10	10	0	0	0	20
9-nov-05	E	PM	S	100	100	1000	0	0	1200
10-nov-05	K	BM	S	0	10	0	0	0	10
10-nov-05	K	PM	S	0	100	0	0	0	100