

Résultats du suivi hydrologique de la baie de Fort-de-France au titre de l'année 2017

Rapport de synthèse



Rapport VF / Décembre 2018

Référence dossier : 1406_03 R4

Note : Pour une communication éco-responsable : ce rapport est imprimé en recto verso sur du papier recyclé ou issu de la gestion de forêts durables, avec une imprimante respectueuse de l'environnement. La mise en page est conçue pour limiter le nombre de pages et la consommation d'encre. www.ademe.fr/eco-conception

Décembre 18

Étude pour le compte de :



**Office de l'Eau Martinique, 7 Avenue Condorcet BP 32,
97201 Fort-de-France
Tel : 05-96-48-47-20, Fax : 05-96-63-23-67
Email : contact@eamartinique.fr
Contact : Melissa Bocaly**

Assistance à Maîtrise d'ouvrage :



**Ifremer, 79 route de pointe Fort
97231 Le Robert
Tel : 0596-61-19-51
Email : jean.pierre.allenou@ifremer.fr
Contact : Jean-Pierre Allenou**

Rapport à citer sous la forme :

Impact Mer 2018. Résultats du suivi hydrologique de la baie de Fort-de-France au titre de l'année 2017. Rapport de synthèse. Rapport pour : ODE Martinique, 40 pp.

Rédaction :

Catherine Desrosiers

Coordination générale :

Catherine Desrosiers
Adeline Pouget Cuvelier

Contrôle qualité :

Guillaume Tollu

Terrain :

Catherine Desrosiers - Jérôme Letellier - Paul-Alexis Cuzange

Crédits photographiques :

Jérôme Letellier



*Expertise, conseil & génie écologique,
Gestion & valorisation de la biodiversité*

Sommaire

A. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	7
B. METHODOLOGIES.....	8
1 Suivi hydrologique de la baie de Fort-de-France.....	8
2 Bancarisation des données	9
C. RESULTATS.....	10
1 Résultats 2017	10
1.1 Déroulement des campagnes.....	10
1.2 Mesures mensuelles.....	11
2 Evolution temporelle et spatiale des paramètres.....	22
D. RESULTATS CLES ET RECOMMANDATIONS.....	30
E. FICHES STATIONS.....	31
F. BIBLIOGRAPHIE	39

Liste des figures

Figure 1 : Stations du suivi hydrologique en baie de Fort-de France (Rapport RNO. DDE, 2006).....	8
Figure 2 : Données météorologiques relevées aux stations sur le pourtour de la baie de Fort-de-France, pour l'année 2017 (source Météo France, BanqueHydro)	11
Figure 3 : Résultats mensuels des paramètres température et pH, toutes stations, année 2017.....	12
Figure 4 (suite) : Résultats mensuels des paramètres salinité et oxygène, toutes stations, année 2017	13
Figure 5 : Résultats mensuels des paramètres turbidité et MES, toutes stations, année 2017	15
Figure 6 : Résultats mensuels des paramètres chlorophylle a et orthophosphates, toutes stations, année 2017	17
Figure 7 : Résultats mensuels des paramètres ammonium et nitrites + nitrates, toutes stations, année 2017.....	18
Figure 8 : Boxplots des mesures annuelles de chaque paramètre pour les stations du réseau de suivi de la Baie de Fort-de-France, en surface et au fond, présentés selon la position fond de baie-sortie de baie (n=12 sauf pour pH n=11)	20
Figure 9 (suite) : Boxplots des mesures annuelles de chaque paramètre pour les stations du réseau de suivi de la Baie de Fort-de-France, en surface et au fond, présentés selon la position fond de baie-sortie de baie (n=12 sauf pour pH n=11).....	21
Figure 10 : Boxplots des valeurs interannuelles de surface des paramètres température, salinité et pH, toutes stations confondues	23
Figure 11 : Boxplots des valeurs interannuelles de surface des paramètres turbidité, MES et chlorophylle a, toutes stations confondues	24
Figure 12 (suite): Boxplots des valeurs interannuelles de fond de chaque nutriment, toutes stations confondues	26
Figure 13 : Boxplots des valeurs inter-stations de surface des paramètres température, salinité, MES et chlorophylle a, toutes années confondues	28
Figure 14 (suite): Boxplots des valeurs inter-stations de fond de chaque nutriment, toutes années confondues.....	29

Liste des tableaux

Tableau 1 : stations de suivi hydrologique (coordonnées CCTP).....	8
Tableau 2 : Liste des paramètres à analyser sur la matrice eau de mer pour le suivi hydrologique et détails méthodologiques.....	9
Tableau 3 : Déroulement des campagnes RNO effectuées en 2017	10

Abréviations

CCTP	Cahier des Clauses Techniques Particulières
CQEL	Cellule de Qualité des Eaux du Littoral
DDE	Direction Départementale de l'Équipement
DEAL	Direction de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement
DIREN	Direction Régionale de l'Environnement
FNU	Formazin Nephelometric Unit
LD	Limite de détection
LQ	Limite de quantification
LTA	Laboratoire Territorial d'Analyse
MATE	Ministère de l'Aménagement de Territoire et de l'Environnement
MELT	Ministère de l'égalité des territoires et du logement
MES	Matières en suspension
RNO	Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin

Résumé

Le réseau

Ce suivi est réalisé sur les stations et dans la prolongation du Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin (RNO) mis en œuvre à partir de 2001.

En 2017, le suivi comprend les paramètres température, salinité, pH, oxygène dissous, matières en suspension (MES), turbidité, chlorophylle a (Chl a) et nutriments (NO₃, NO₂, NH₄ et PO₄).

Les prélèvements sont réalisés mensuellement en sub-surface et à 1 mètre au dessus du fond, sur sept stations disposées le long de deux radiales (Figure 1).



Figure 1. Le suivi hydrologique en Baie de Fort-de-France

Bilan 2017

Une analyse des données mensuelles par station et par paramètre a été menée pour analyser la variabilité saisonnière et détecter les valeurs se situant en dehors des « normales ». Des tendances saisonnières s'observent pour les paramètres température, salinité et nitrates + nitrites.

L'analyse des mesures annuelles le long des deux radiales met en avant que le gradient le plus marqué est celui du paramètre chlorophylle a, dont la concentration décroît du fond de baie vers la sortie de baie.

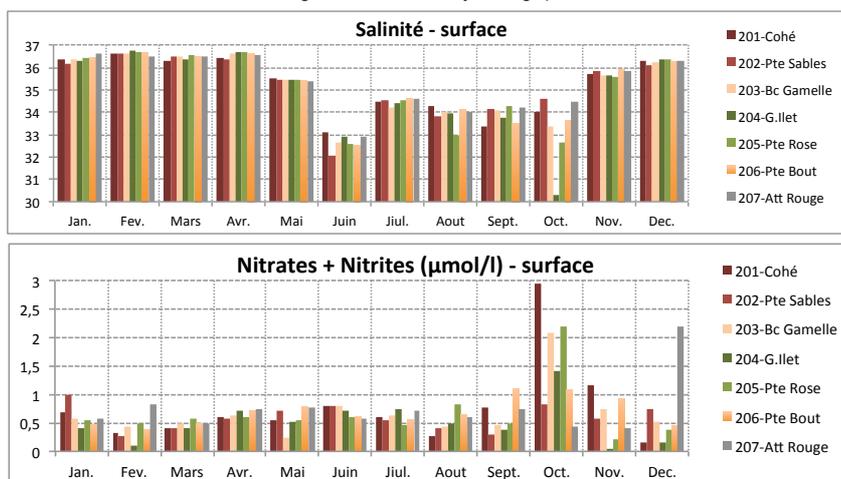
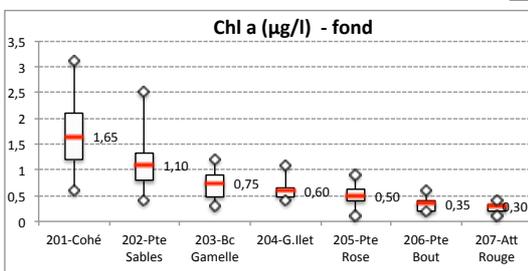


Figure 2. Ex. de résultats mensuels, salinité en surface et NO₂+NO₃ au fond



La turbidité mesurée en surface et au fond diminue sur les deux radiales, du fond de baie vers la sortie de baie. L'ammonium mesuré au fond de la colonne d'eau diminue également sur les deux radiales et les MES mesurées au fond diminuent uniquement sur la radiale nord.

Figure 3. Exemple d'évolution sur les deux radiales pour l'année 2017 – Chlorophylle a

Analyse des données historiques 2001-2017

L'analyse temporelle montre une évolution cyclique pour la température et la salinité, mais pas de tendance particulière au fil des ans pour les orthophosphates, les nitrates, la turbidité, les matières en suspension et la chlorophylle, une légère tendance à la hausse pour l'ammonium. L'analyse du gradient spatial montre des valeurs en diminution du fond de baie vers le large sur un seul ou les deux gradients pour la température, la turbidité, les matières en suspension, la chlorophylle et l'ammonium.

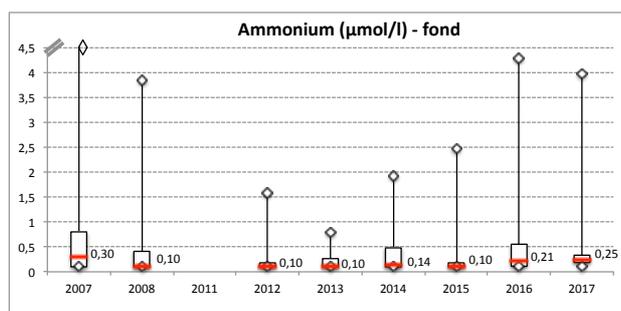


Figure 4. Comparaisons inter-annuelles des valeurs d'ammonium pour le fond, toutes stations confondues

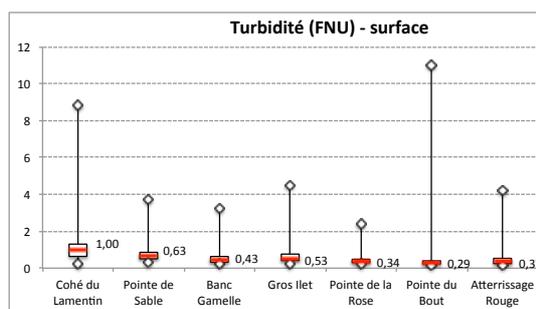


Figure 5. Comparaisons inter-stations des valeurs de turbidité de surface, toutes années confondues

Préambule

Au titre du marché N° M008-14 Lot 2 RNO-REPOM, ce document constitue le rendu final attendu pour l'année 2017. Les fiches stations sont incluses dans le rapport.

Les données brutes collectées sont bancarisées dans un fichier Quadrilabo et intégrées dans Quadrige 2 par Impact Mer.

La totalité des documents et fichiers est livrée sur support numérique.

A. Contexte et objectifs de l'étude

Le suivi hydrologique de la Baie de Fort-de-France a pris le relais du **Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin (RNO)** qui a été mis en œuvre de 2001 à 2007. Le RNO avait pour objectif l'évaluation des niveaux et tendances des contaminants chimiques et des paramètres généraux de la qualité du milieu. Le volet destiné au suivi des polluants dans la matière vivante a été remplacé en 2008 par le ROCCH (Réseau d'Observation de la Contamination CHimique du littoral). Le suivi hydrologique ne concerne donc que le suivi des paramètres généraux dans l'eau.

Le présent rapport comprend pour l'année 2017 :

- les résultats du suivi hydrologique des stations dans la baie de Fort-de-France,
- l'interprétation et la valorisation des données acquises en 2017 et une analyse des données historiques.

B. Méthodologies

1 Suivi hydrologique de la baie de Fort-de-France

Le suivi est réalisé à une fréquence mensuelle. Il concerne 7 stations (Tableau 1) de la baie de Fort-de-France, situées sur deux radiales convergentes : la radiale nord, sous l'influence de la rivière Lézarde et la radiale sud, qui concerne la baie de Génipa, sous influence de la rivière les Coulisses (rivière Salée) (Figure 1).

Tableau 1 : stations de suivi hydrologique (coordonnées CCTP)

Stations RNO	Code	Coordonnées UTM20N / WGS84		Remarque
		X	Y	
Atterrissage Rouge	207	0706509	1612165	Bouée chenal Rouge - 1
Pointe du Bout	206	0709933	1611451	Bouée chenal Rouge - PBB
Pointe de la Rose	205	0711835	1610645	Bouée cardinale sud - CV
Gros Ilet	204	0713986	1609870	Bouée cardinale sud
Banc Gamelle	203	0711118	1612426	Bouée chenal Verte – 4L
Pointe des Sables	202	0712191	1614088	Bouée chenal Rouge – 5L
Cohé du Lamentin	201	0712402	1614956	Bouée chenal Rouge – 9L

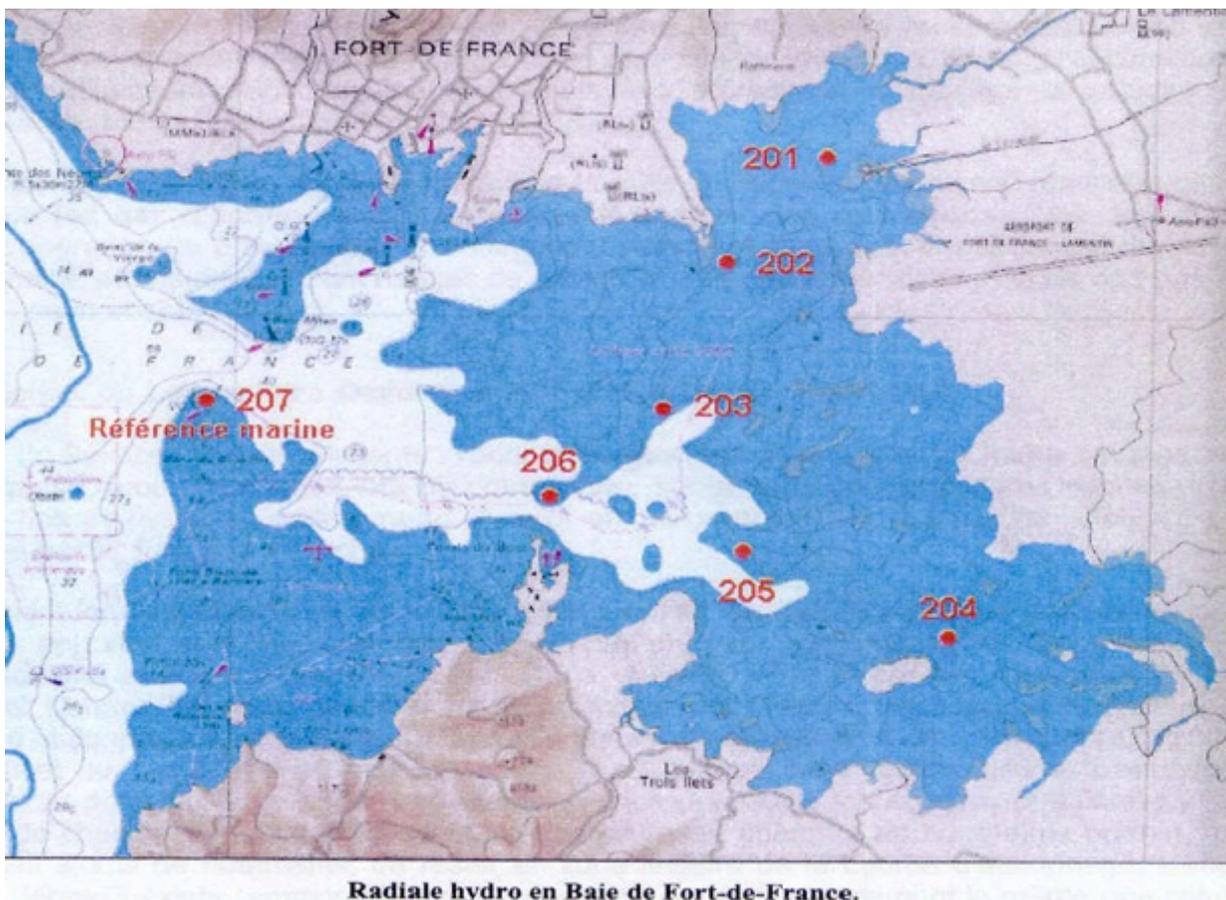


Figure 1 : Stations du suivi hydrologique en baie de Fort-de-France (Rapport RNO. DDE, 2006).

Nota bene : 201= Cohé du Lamentin, 202= Pointe des sables, 203= Banc Gamelle, 204= Gros Ilet, 205= Pointe de la Rose, 206= Pointe du Bout, 207=Atterrissage rouge.

L'ensemble des prélèvements est réalisé le matin et les stations sont systématiquement échantillonnées **dans le même ordre, au cours d'une même journée, à des heures comparables**, entre les différentes campagnes.

Les prélèvements sont réalisés à l'aide d'une bouteille NISKIN (Free Flow HYDRO-BIOS, 2,5 ou 5 l), en subsurface et en profondeur, à environ 1 m au dessus du fond.

Les paramètres physicochimiques analysés pour ce réseau de suivi sont : la température, la salinité, le pH, l'oxygène dissous, les matières en suspension (MES), la turbidité, la chlorophylle a (Chl a) et les nutriments (NO₃, NO₂, NH₄ et PO₄) (Tableau 2).

Remarque : le paramètre turbidité a été rajouté en avril 2015.

Tableau 2 : Liste des paramètres à analyser sur la matrice eau de mer pour le suivi hydrologique et détails méthodologiques.

Paramètre	Lieu d'analyse	Méthode d'analyse	Limite de quantification	Précision
Température (°C)	Mesures <i>in situ</i>	Sonde multiparamètres YSI (6600 V2-4-M)	-5 à +105 °C	± 0,2
Salinité			0 à 70 psu	± 0,2
pH			-2 à +20	± 0,004
Oxygène dissous			0 à 20 mg/l 0 à 200%	± 0,5% de la valeur mesurée
Matières en suspension (mg l ⁻¹)	Analyses en laboratoire (LTA 972) ¹	NF EN 872	2 mg l ⁻¹	
Turbidité (FNU)		NF EN ISO 7027		
Chlorophylle a (µg l ⁻¹)		Méthode Aminot 2004	0,10 µg l ⁻¹	
Nitrates (µmol l ⁻¹)			0,05 µmol l ⁻¹	0,02
Nitrites (µmol l ⁻¹)		Méthode Aminot +	0,03 µmol l ⁻¹	0,01
Ammonium (µmol l ⁻¹)		Spectro UV-Vis	0,1 µmol l ⁻¹	0,05
Phosphates (µmol l ⁻¹)			0,05 µmol l ⁻¹	0,02

La **température**, la **salinité**, le **pH** et l'**oxygène dissous** sont mesurés simultanément, à l'aide d'une sonde multiparamètre (YSI 6600). Des profils sont réalisés sur toute la colonne d'eau.

Les autres paramètres sont analysés par le LTA 972¹. Les méthodes de prélèvement, d'échantillonnage et d'analyse sont conformes aux préconisations de l'Ifremer (Aminot et Kérouel, 2004) et aux normes en vigueur (NF EN ISO 5667, FD T90 523-1, notamment) (Tableau 2).

L'eau de mer est prélevée en sub-surface (0-1 m) et en profondeur grâce à une bouteille NISKIN (bouteille Free Flow HYDRO-BIOS). Elle est ensuite échantillonnée dans les flacons destinés aux différentes analyses. Les manipulations sont réalisées par un opérateur muni de gants à usage unique.

Une fois remplis, les flacons sont immédiatement placés debout, à l'obscurité et au frais jusqu'à leur livraison au laboratoire d'analyse. Les flacons destinés à l'analyse des nutriments sont placés dans des sachets étanches afin de limiter le contact avec l'eau de fonte des glaçons.

Lors du traitement des données, les mesures inférieures aux seuils de quantification du laboratoire sont considérées comme étant égales à la valeur des seuils de quantification considérés (traitement RNO également adopté également pour la DCE).

2 Bancarisation des données

Les données brutes sont saisies dans un fichier Quadrilabo puis intégrées dans Quadrige².

¹ Le LTA Martinique a été retenu par le maître d'ouvrage les années précédentes, ainsi que pour la DCE

C. Résultats

1 Résultats 2017

1.1 Déroulement des campagnes

Les campagnes de terrain se sont déroulées dans des conditions conformes au protocole établi.

Concernant les conditions météorologiques, trois campagnes ont eu lieu après ou pendant un épisode pluvieux : août, septembre et octobre. En août et septembre, les précipitations d'avant campagne ont touché plutôt la partie sud de la baie. En septembre, les fortes précipitations et débits importants mesurés (Riv. Lézarde) (Figure 2) ont concerné la période post-campagne. Au mois d'octobre, le panache d'eau turbide provenant de la rivière Lézarde s'étalait jusqu'à Banc Gamelle, et un panache était également visible à Gros Ilet (Tableau 3).

Les données météorologiques pour l'année 2017 sont présentées dans la Figure 2. Les données vent, température et pluviométrie correspondent aux stations situées sur le pourtour de la baie de Fort-de-France, et les mesures de débits concernent l'aval des rivières Lézarde et les Coulisses (Riv. Salée). La rivière Lézarde draine le principal bassin versant se déversant dans la baie de Fort-de-France.

Les mois les plus secs s'étalent de janvier à avril. Les mois aux plus fortes précipitations sont septembre et octobre (moyenne des précipitations aux Trois-Ilets et à St-Joseph). Les débits mensuels enregistrés pour la rivière Lézarde sont plus faibles en février et avril, et plus forts en août, septembre, octobre et décembre. Pour la rivière Les Coulisses, les débits mensuels sont beaucoup plus faibles que ceux de la rivière Lézarde et les valeurs maximales sont mesurées en septembre et octobre. Le vent moyen est variable entre 25 et 30 km/h entre janvier et juillet puis légèrement plus faible entre août et novembre (autour de 23 km/h). La température moyenne de l'air est autour de 26°C entre janvier et mars et autour de 28°C entre juillet et octobre.

Tableau 3 : Déroulement des campagnes RNO effectuées en 2017

N°campagne	Date	Heure début	Heure fin	Observations météo et commentaire
01-17	17/01/17	6h45	11h10	Vent modéré E, eau claire
02-17	20/02/17	7h30	11h50	Temps calme et sec, peu de vent. Eau claire et particules en suspension
03-17	23/03/17	7h22	11h40	Vent modéré
04-17	18/04/17	7h30	11h35	Vent modéré, ensoleillé mais brumeux, eau claire
05-17	23/05/17	6h45	10h46	Vent modéré et épaisse brume de sable. Courant fort de nord à Atterrissage Rouge
06-17	26/06/17	6h56	11h36	Vent modéré
07-17	20/07/17	7h30	11h15	Temps calme et sec, peu de vent
08-17	17/08/17	7h14	11h35	Vent faible à modéré, temps couvert avec grains. A Gros Ilet, ligne d'eau turbide venant de la Rivière Salée suite au passage du grain fort
09-17	14/09/17	8h05	11h48	Temps calme et vent du sud, orage au dernier point. A Pointe du Bout, particules et trainées marron en surface; à Banc Gamelle, racines et plantule de palétuvier en surface
10-17	19/10/17	8h00	11h32	Vent et houle forts, fortes pluies les jours précédents et brume de sable épaisse. A Gros Ilet, panache de la Rivière Salée marron clair avec mousse en surface; A Banc Gamelle, panache marron clair de la Rivière Lézarde; à Cohé, prélèvement dans le panache d'eau marron
11-17	14/11/17	7h38	11h50	Temps calme et ensoleillé, peu de précipitations les jours précédents
12-17	14/12/17	7h00	11h15	Temps calme et ensoleillé, eau claire. Peu de précipitations les jours précédents. A Pointe de la Rose, <i>Halophila</i> et <i>T.testudinum</i> en surface, eau claire; A Gros Ilet, mousse beige en surface; A Cohé, eau trouble mais pas marron

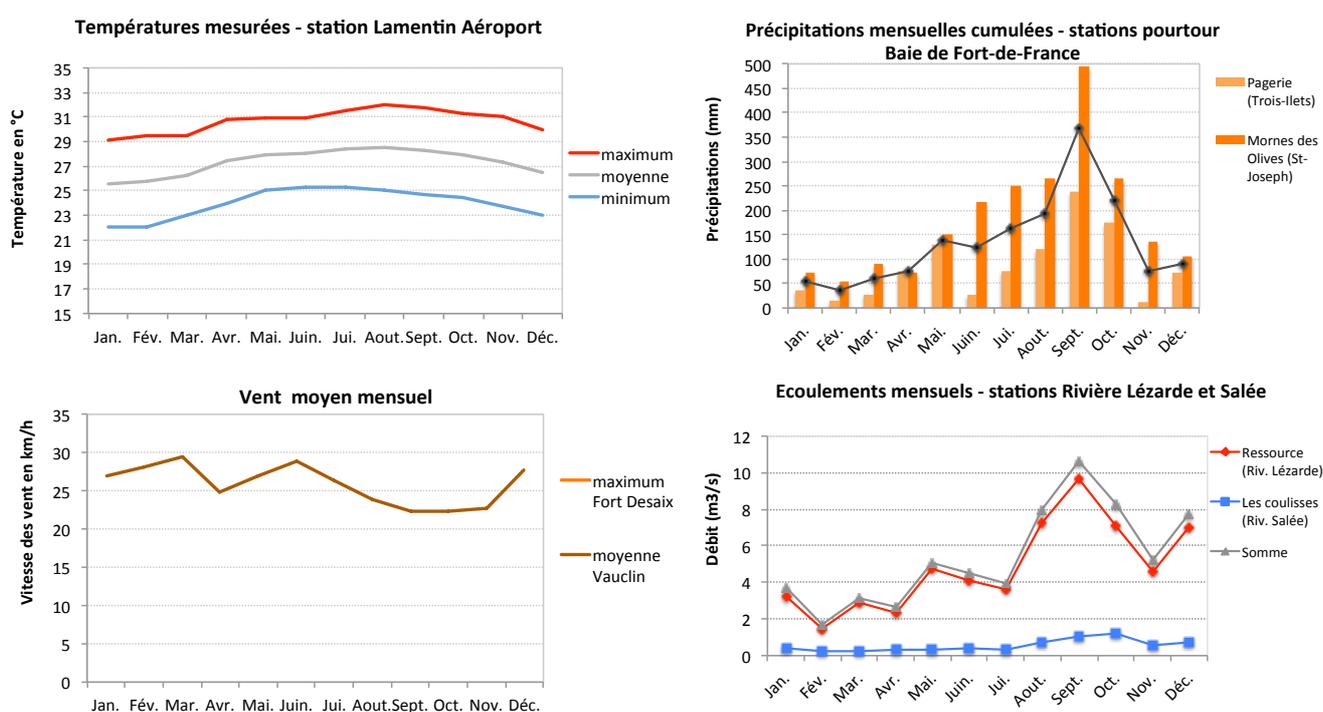


Figure 2 : Données météorologiques relevées aux stations sur le pourtour de la baie de Fort-de-France, pour l'année 2017 (source Météo France, BanqueHydro) .

1.2 Mesures mensuelles

Les résultats des différents paramètres sont présentés pour chacune des stations du réseau de suivi dans les figures ci-après, pour la surface et le fond. Les commentaires sont donnés par paramètre. Les valeurs sont comparées aux valeurs normales saisonnières du paramètre (fourchette haute et basse du nuage de point établi à partir des données du RNO de 2015, 2014 et années antérieures lorsque existantes, hors valeurs extrêmes) afin de signaler les valeurs qui seraient en dehors des « normales ». Pour l'oxygène dissous, c'est la valeur minimale de 5 mg/l, seuil nécessaire pour la vie aquatique, qui est retenue. Pour une interprétation plus rigoureuse, ces valeurs normales pourront être redéfinies en incluant les données des masses d'eau de type 1-Baies de la DCE et calculées selon le même principe.

La **température** de l'eau diffère très peu entre le fond et la surface. Elle est la plus basse en février et mars, autour de 26,8°C, et augmente jusqu'à 29-30°C en septembre. La température la plus forte est mesurée à Banc Gamelle en surface, en septembre. La valeur la plus basse est mesurée en surface en mars à Atterrissage Rouge. Les valeurs mesurées en 2017 sont conformes à la sinusoïde des valeurs saisonnières.

Le **pH** est un paramètre globalement stable sur l'année, oscillant entre 7,9 et 8,2. Quelques valeurs mesurées en 2017 sont plus faibles que la valeur normale à 8: les valeurs du mois de janvier, sauf pour Banc Gamelle ; Atterrissage Rouge au fond en juillet, Pointe des Sables au fond en novembre.

La **salinité** est maximale, supérieure à 36, entre janvier et avril, puis en décembre. A ces mois, les valeurs sont similaires entre les sites et entre le fond et la surface. Sur la période juin à octobre, les valeurs sont globalement inférieures à 35 et en surface sont plus variables selon les sites. La variabilité saisonnière du paramètre salinité est attribuable à un phénomène de courantologie globale (observé également pour le suivi DCE) lié aux apports d'eau douce par les fleuves Amazone et Orénoque (Chérubin & Richardson 2007) -, ce qui explique la baisse sur l'ensemble des sites de la baie. Quand à la variabilité des valeurs de surface, elle correspondant à des apports par les rivières du bassin versant, qui sont plus importants à la saison des pluies. Les valeurs les plus faibles sont mesurées à Pointe des Sables en juin (32) et Gros Ilet (30) en octobre. La valeur d'octobre est associée à un panache d'eau douce observé suite à une crue de la Rivière Salée liée à de fortes pluies. Un panache a également été observé du côté de l'embouchure de la Rivière Lézarde, sans que les valeurs mesurées soient plus faibles.

Le protocole prévoit une mesure de sub-surface (environ 1 mètre sous la surface) de façon à ce que la valeur soit représentative de la colonne d'eau. Dans le cas d'apports d'eau douce la dessalure n'est généralement

mesurable que dans les premiers centimètres et ne s'étend sur plus d'un mètre que lors de crues importantes. La détection des apports n'est donc pas garantie par la mesure de la salinité selon ce protocole. Les apports en eau douce représentent la principale source de pressions sur la baie de Fort-de-France (nutriments, polluants et matières en suspension) et leur détection est une aide à l'analyse des données. Parmi tous les paramètres suivis, la salinité mesurée dans les premiers centimètres de la colonne d'eau, est la seule à mesurer ces apports. Certes, cela reste une mesure ponctuelle qui ne reflète pas l'ensemble des apports dans la baie.

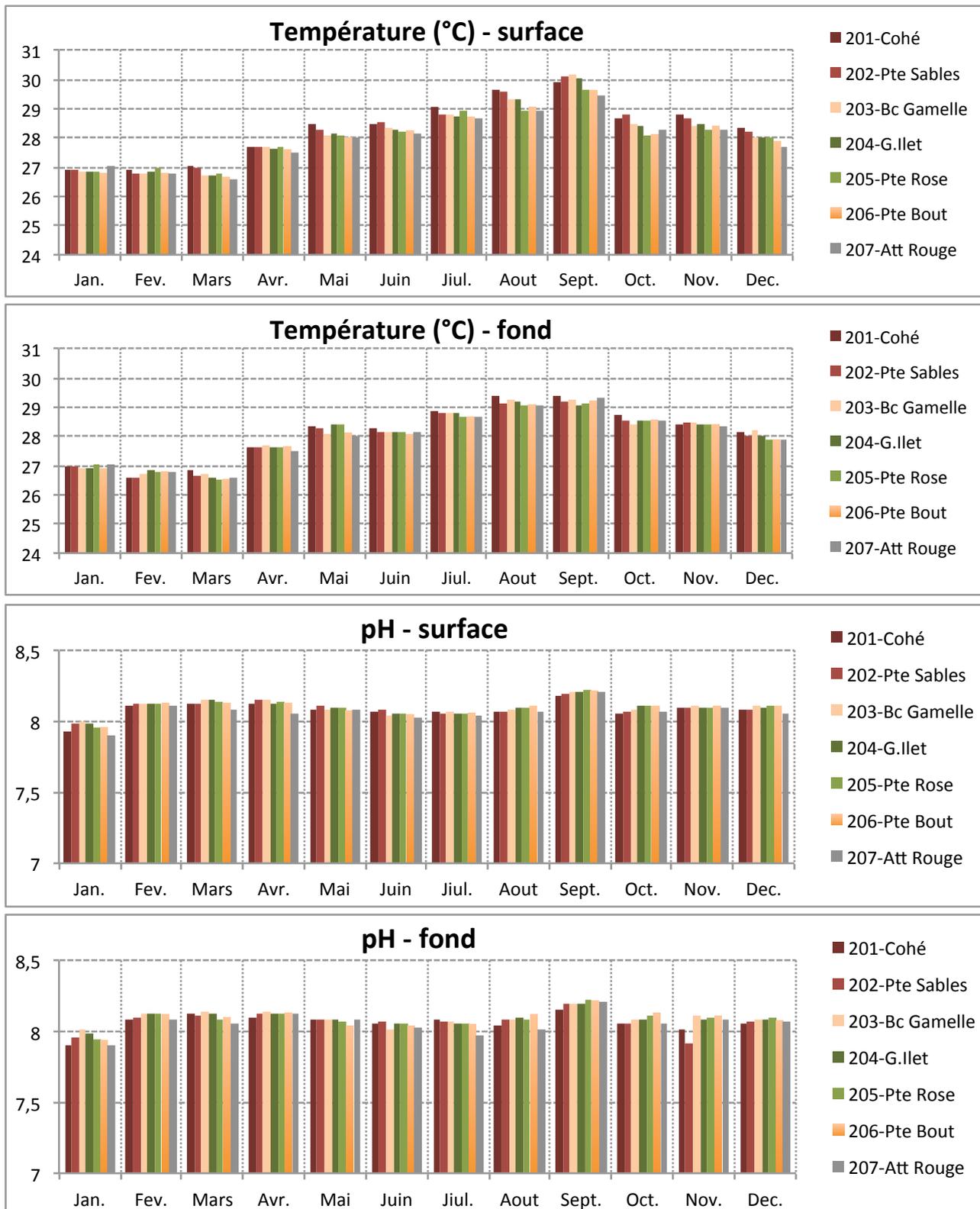


Figure 3 : Résultats mensuels des paramètres température et pH, toutes stations, année 2017

L'oxygène dissous mesuré en surface est similaire entre les sites et toujours supérieur à 6 mg/l sauf au mois d'octobre où les sites de fond de baie (Cohé, Pointes des Sables, Gros Ilet) ont des valeurs inférieures. Au mois d'octobre, la présence d'eau douce en surface a été observée. Les eaux douces apportées par les cours d'eau étant généralement plus oxygénées, ces valeurs plus faibles pourraient s'expliquer plutôt par une baisse d'activité planctonique due à la turbidité. Les mesures de fond sont globalement plus faibles et plus contrastées entre les sites, avec trois valeurs inférieures à la normale fixée à 5 mg/l. La plus faible valeur (3,36 mg/l) a été mesurée à Banc Gamelle en juin. L'analyse du profil montre que le passage à des valeurs d'oxygène inférieures à 5 mg/l intervient à partir d'environ 6,5 mètres de profondeur, avec une diminution progressive jusqu'au fond (10 m). La station Banc Gamelle (également station de suivi DCE) montre donc un début d'hypoxie au moment de la mesure en juin. Ces conditions de faible oxygénation ne se retrouvent pour les autres mois de suivi, mais la vigilance est recommandée pour le futur suivi.



Figure 4 (suite) : Résultats mensuels des paramètres salinité et oxygène, toutes stations, année 2017

Rappels des définitions turbidité et matières en suspension (MES).

Turbidité : capacité optique d'absorption ou de diffusion de la lumière pouvant être modifiée par la présence de particules en suspension.

Matières en suspension : ensemble du matériel particulaire entraîné passivement dans l'eau (vivant ou détritique, minéral ou organique) et mesuré par pesée après filtration de l'échantillon.

La **turbidité** est très variable selon le site. Les plus fortes valeurs sont mesurées à Cohé, Pointe des Sables, Banc Gamelle et Gros Ilet. En surface, le mois d'octobre est celui pour lequel les plus fortes valeurs sont mesurées : le maximum à Gros Ilet et à Pointe de la Rose, respectivement à 4,5 FNU et 2,4 FNU. Au fond, les mois de novembre et décembre sont ceux qui présentent les plus fortes valeurs, avec les maximums mesurés à Cohé, Pointe des Sables et Gros Ilet.

Les valeurs de surface du mois d'octobre correspondent bien aux panaches observés aux sites de fond de baie. Par contre, la ligne d'eau turbide observée à Gros Ilet en août ne ressort pas dans le résultat du site Gros Ilet mais le site Pointe de la Rose plus éloigné présente une turbidité supérieure à 1 FNU.

Au fond de la colonne d'eau, de plus fortes valeurs sont mesurées dans les fonds de baie en fin d'année, en décalage avec les apports en sédiments des mois pluvieux d'août, septembre et octobre.

Pour la turbidité, les deux sinusoïdes de valeurs saisonnières - surface et fond - situent les valeurs normales à moins de 2 FNU. Considérant cette limite, trois valeurs de surface et trois valeurs de fond sont en dépassement de la normale.

Concernant le paramètre MES, le premier constat est l'absence de corrélation systématique avec les mesures de turbidité. Le rapport MES/FNU semble en effet beaucoup trop élevé par rapport à la littérature et aux quelques mesures réalisées en baie du Robert (facteur de 2,5) (Ifremer, comm.pers., 2018). Ce rapport élevé est révélateur d'un problème analytique et les commentaires apportés ci-dessous sont à prendre avec précautions. En surface, les valeurs les plus élevées sont mesurées à Atterrissage Rouge (mai) et Gros Ilet (octobre). Les valeurs du mois d'octobre sont corrélées aux valeurs de turbidité. La limite de valeur « normale » est difficile à déterminer pour ce paramètre tant l'amplitude peut être importante. Toutefois, au-delà de 12 mg/l la valeur peut être considérée comme élevée pour une mesure de surface. Les valeurs en dépassement concernent Atterrissage Rouge en mai et Gros Ilet en octobre.

Les valeurs de fond sont élevées le plus souvent à Cohé, Pointe des Sables, Pointe du Bout, Gros Ilet. La plus forte valeur est de 47 mg/l mesurée à Pointe des Sables en juillet. Les résultats pour le site Pointe du Bout en mai, août et octobre sont surprenants pour ce site assez éloigné des apports directs des bassins versants.

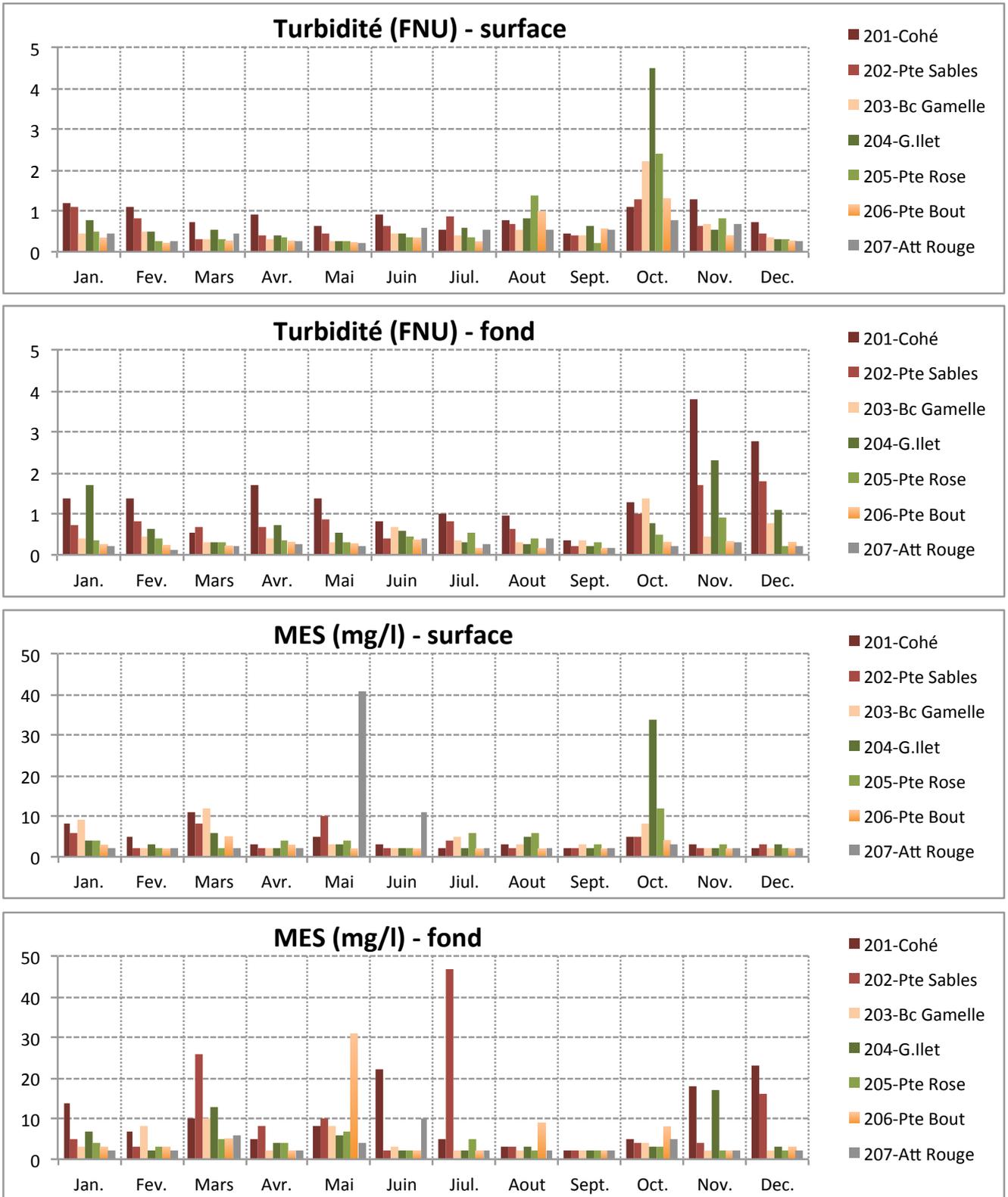


Figure 5 : Résultats mensuels des paramètres turbidité et MES, toutes stations, année 2017



Le paramètre **chlorophylle a** ne présente pas de variabilité saisonnière, mais des différences inter-stations assez marquées avec, pour la surface, Cohé qui a la concentration la plus élevée (sauf en février, juillet, août et novembre) et Atterrissage Rouge ou Pointe du Bout qui ont les concentrations les plus faibles. En surface, la concentration la plus élevée (1,9 µg/l) est mesurée en janvier à Cohé et ne dépasse pas la valeur normale (2 µg/l).

Au fond, les différences de valeurs inter-stations forment un net gradient fond de baie - sortie de baie. Les concentrations maximales sont mesurées en novembre (3,1 µg/l) et décembre (2,4 µg/l) à Cohé. Aucune valeur ne dépasse la normale.

Les **orthophosphates** sont en quantités inférieures à la limite de quantification (LQ) pour la quasi totalité des prélèvements réalisés entre janvier et juin. Entre juillet et décembre, quelques valeurs sont inférieures à la LQ mais la plupart sont entre 0,1 et 0,4 µmol/l et certaines au-delà.

Les résultats supérieurs à la limite sont plus souvent rencontrés au fond qu'en surface. En surface, la station Cohé est celle qui présente le plus souvent des valeurs au-dessus de la LQ (8/12). Les valeurs les plus élevées sont mesurées en novembre à Cohé (0,17 µmol/l) et Pointe des Sables (0,24 µmol/l), tout en ne dépassant pas la limite des valeurs normales (0,3 µmol/l). Au mois de mars, toutes les stations présentent des valeurs supérieures à la LQ. Au fond, les valeurs les plus importantes - dépassant la normale - sont mesurées à Banc Gamelle en octobre (0,46 µmol/l) et à Pointe des Sables en novembre (0,35 µmol/l). Aux mois de mars, avril et octobre, seule une station présente un résultat inférieur à la LQ.

Pour le mois de novembre, les valeurs mesurées en surface et au fond aux stations Cohé, Pointe des Sables et Banc Gamelle peuvent s'expliquer par les apports d'eau douce qui se sont traduits par un panache turbide bien visible. En ce qui concerne les valeurs élevées en mars (surface et fond), le relevé terrain fait état de fortes précipitations les jours précédant le prélèvement. Mais il n'y a pas eu de turbidité particulière observée et les valeurs sont élevées même pour la station Atterrissage Rouge en sortie de baie.

Des éléments sont examinés pour tenter d'expliquer les résultats plus élevés à partir du mois de juillet : en ce qui concerne les prélèvements, les opérateurs sont restés les mêmes et les procédures de prélèvements également ; du côté du Laboratoire Territorial d'Analyses (LTA), une vérification révèle que les contrôles et calibrations sont conformes, ainsi que l'essai inter-laboratoires réalisé en octobre 2017.

En parallèle en 2017, des prélèvements en doublons des nutriments ont été effectués pour réaliser l'inter-comparaison des résultats d'analyse obtenus par le laboratoire Ifremer et le LTA. Les résultats obtenus par le laboratoire Ifremer sont toujours proches ou inférieurs à la LQ fixée à 0,05 µmol/l, tandis que les résultats du LTA sont supérieurs (Ifremer, 2018).

Concernant le paramètre **ammonium**, les concentrations mesurées au fond de la colonne d'eau sont généralement plus élevées que celles mesurées en surface. Le mois d'octobre se démarque par des valeurs élevées au fond et en surface (sauf la station Atterrissage Rouge). En surface, les valeurs sont inférieures à la LQ (0,1 µmol/l) ou légèrement supérieures, sauf en septembre à Atterrissage Rouge et en octobre à six stations sur sept. Seule la valeur de la station Cohé dépasse la normale fixée à 2 µmol/l. Pour les mesures de fond, les mois d'août, octobre et novembre sont ceux qui présentent les plus fortes valeurs. Le maximum à 3,96 µmol/l mesuré à Cohé en novembre est la seule valeur dépassant la normale.

La valeurs d'août et octobre sont cohérentes avec les apports d'eau douce observés, ceux d'octobre ayant été bien visibles aux deux embouchures (Rivière Salée et Lézarde). La valeur de Cohé en novembre est associée à une forte turbidité mesurée, pouvant être provoquée par un brassage de la masse d'eau (houle) ou un prélèvement trop près du fond.

Le paramètre formé par la somme **nitrites + nitrates** semble présenter une variabilité saisonnière, avec des valeurs maximales en juin et en octobre (en surface). Il n'a pas été possible de définir de valeur normale pour ce paramètre du fait de mesures historiques très élevées potentiellement liées à des problèmes de dosage. Pour 2017, les valeurs maximales sont de 2,9 µmol/l à Cohé en octobre en surface, 2,2 µmol/l (surface) à Pointe de la Rose en octobre et à Atterrissage Rouge en décembre et 2,1 µmol/l (surface) à Banc Gamelle en octobre. Aux sites recevant théoriquement le moins d'apports terrigènes, les concentrations sont quelques fois élevées (Pointe du Bout et Atterrissage Rouge).

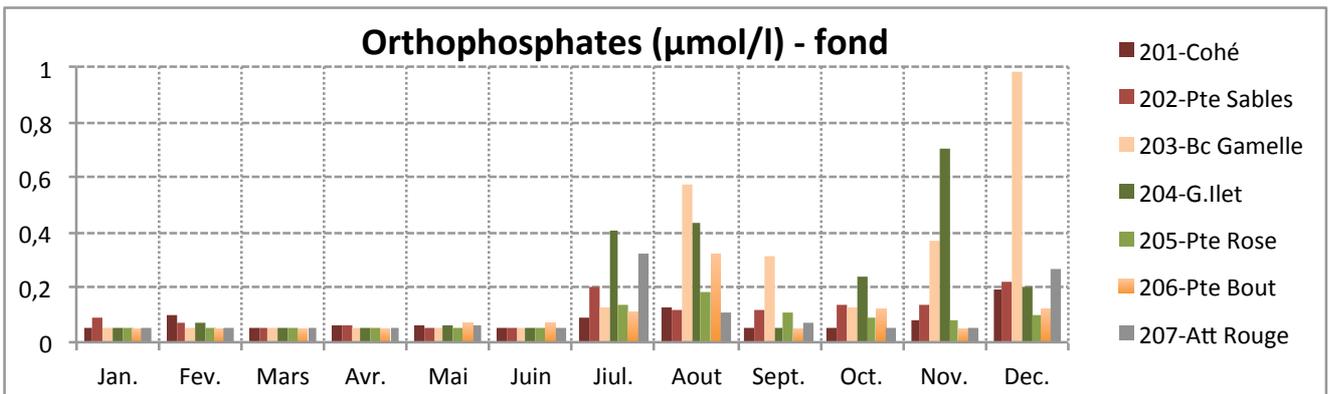
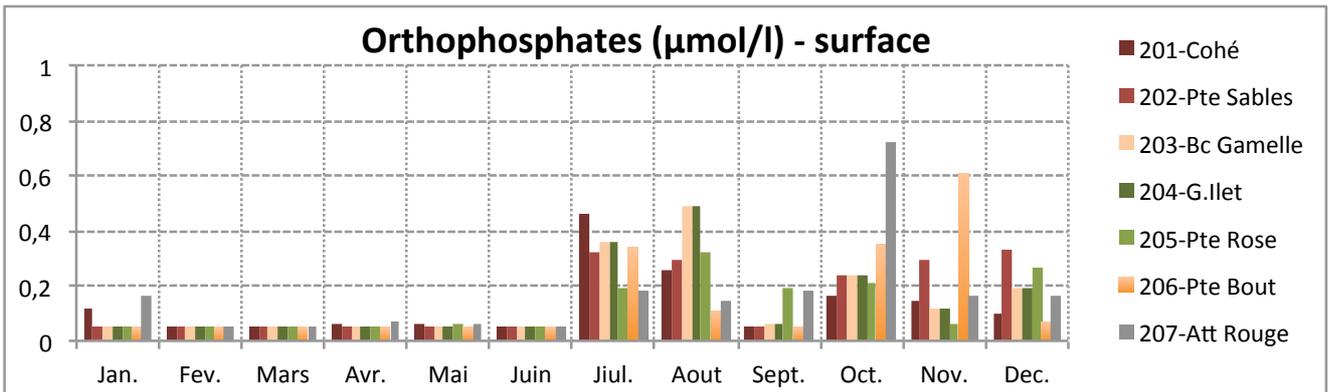
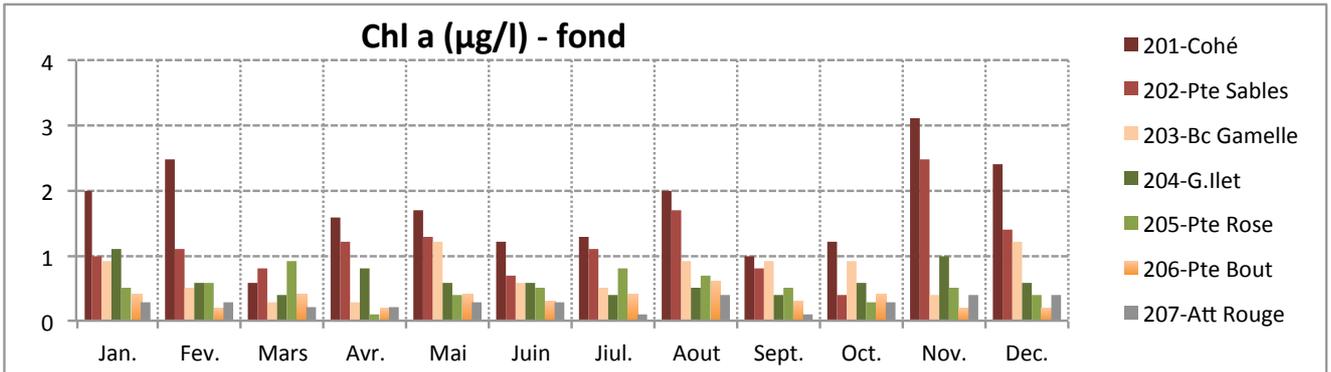
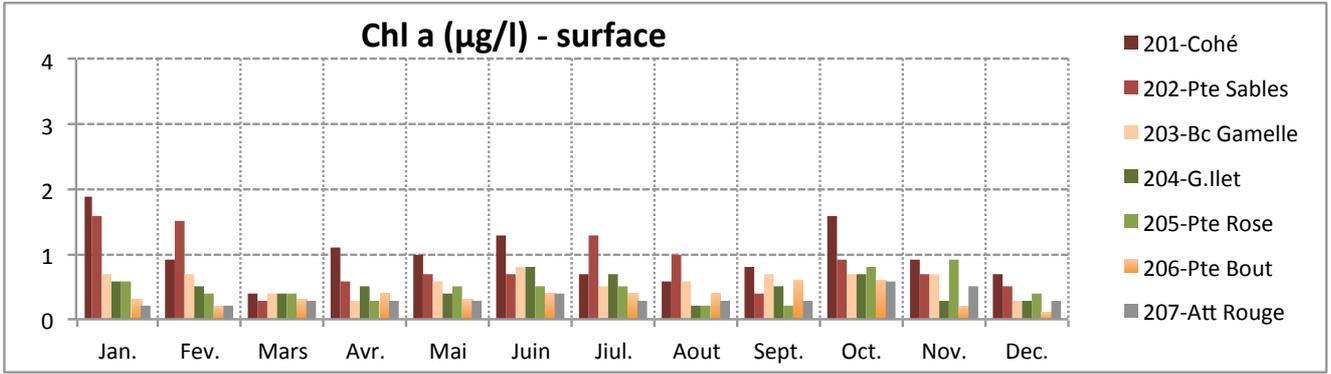


Figure 6 : Résultats mensuels des paramètres chlorophylle a et orthophosphates, toutes stations, année 2017

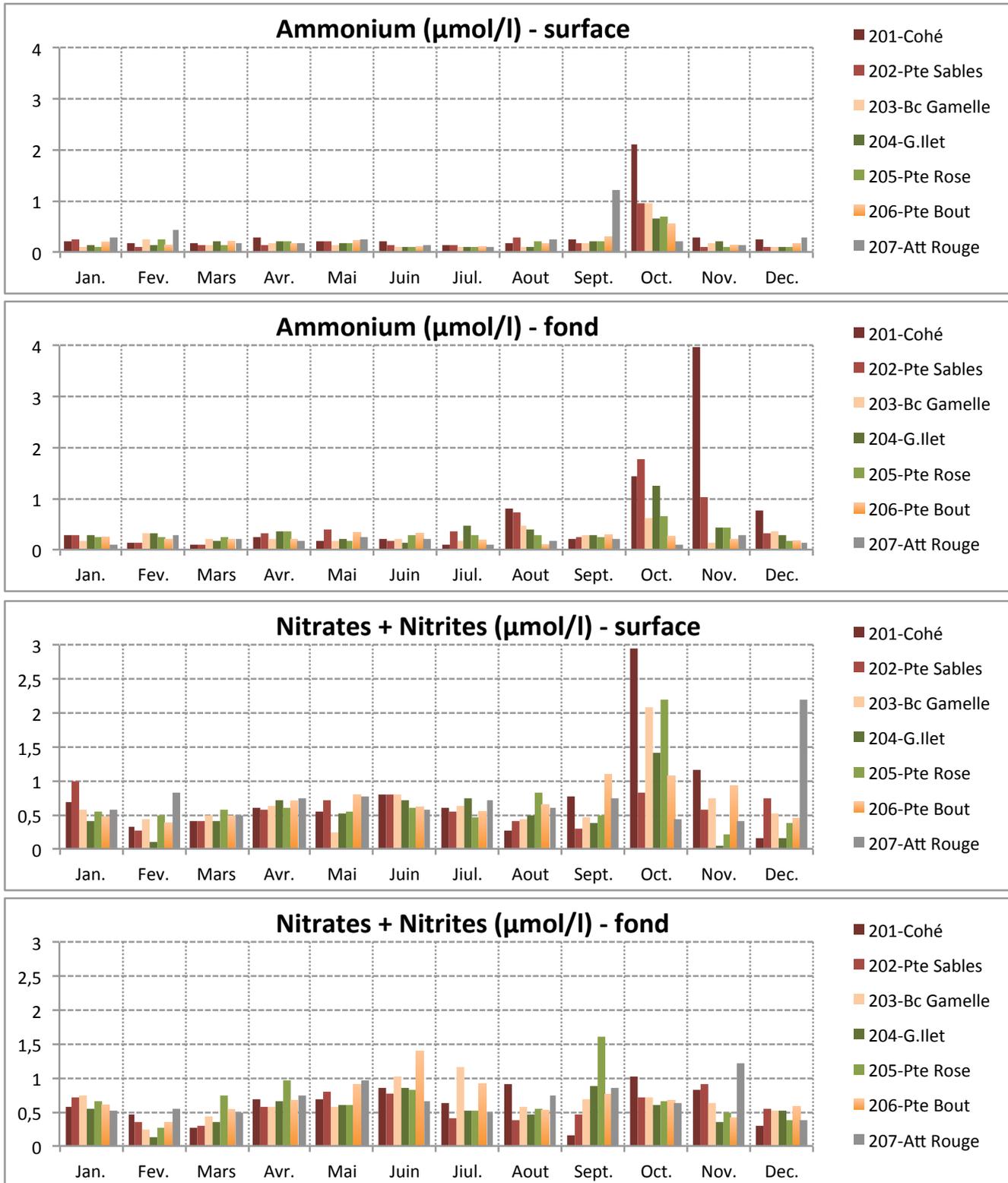
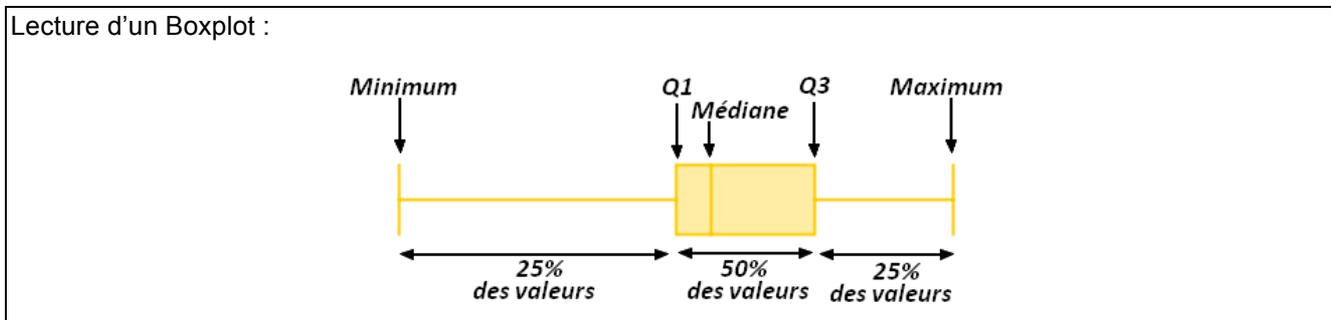


Figure 7 : Résultats mensuels des paramètres ammonium et nitrites + nitrates, toutes stations, année 2017

Les résultats annuels de chaque station, mesure de surface puis mesure de fond, sont comparés sur une même figure, en tenant compte de leur position par rapport au fond de baie (201) / sortie de baie (207).

La radiale nord est formée par Cohé-Pointes des Sables-Banc Gamelle-Atterrissage Rouge et est principalement influencée par les apports de la rivière Lézarde. La radiale sud est formée par Gros Ilet-Pointe de la Rose-Pointe du Bout-Atterrissage Rouge et est principalement influencée par les apports de la rivière Les Coulisses (riv. Salée).

Les boxplots, Figure 8 et Figure 9, sont issus des valeurs mensuelles de 2017 (n=12).



La **température**, le **pH** et la **salinité** sont des paramètres qui varient peu entre les stations et entre la surface et le fond.

L'**oxygène dissous** au fond est plus faible qu'en surface, sur toutes les stations. Contrairement aux données de 2016, il n'y a pas de tendance nette de concentration plus faible pour les deux stations de fond de baie, Cohé et Gros Ilet. Par contre la station Atterrissage Rouge en sortie de baie présente une oxygénation légèrement plus élevée, au fond et en surface.

Les résultats de surface et de fond pour la **turbidité** vont en décroissant du fond de baie vers la sortie de baie. La valeur médiane de surface à Atterrissage Rouge fait cependant exception car elle est équivalente aux valeurs de milieu de baie. Les mesures de fond pour les stations de fond de baie – Cohé, Pointe des Sables, Banc Gamelle et Gros Ilet – sont les plus fluctuantes, probablement en lien avec les apports réguliers de matières en suspension qui créent une épaisseur de vase non stabilisée au fond pouvant facilement être remise en suspension (par courant de marée, houle, agitation par le vent).

Pour les **matières en suspension**, la décroissance des valeurs vers le large est peu marquée pour les valeurs de surface. Concernant les mesures de fond, il y a une décroissance franche sur la radiale Cohé-Atterrissage Rouge, mais pas sur la radiale Gros-Ilet-Atterrissage Rouge.

Le paramètre **chlorophylle a** est celui qui présente la plus nette évolution sur les deux radiales, avec des valeurs plus importantes en fond de baie et un gradient plus marqué pour les mesures de fond que pour celles de surface.

En ce qui concerne les nutriments azotés, les médianes du paramètre **ammonium** ne forment pas de gradient pour les valeurs de surface et un léger gradient pour les valeurs de fond. La valeur médiane de fond à Cohé fait cependant exception car elle est équivalente aux valeurs de milieu de baie. Les concentrations en **nitrites + nitrates** mesurées en surface et au fond ont une légère tendance à l'augmentation sur la radiale Gros Ilet-Atterrissage Rouge. Cette tendance était également observée en 2015 et 2016. Sur la radiale nord, les valeurs sont équivalentes entre les stations.

Pour les **orthophosphates**, les médianes des mesures au fond sont supérieures au seuil de quantification pour toutes les stations, sauf Atterrissage Rouge. L'interprétation est cependant biaisée par les résultats douteux de juillet à décembre.

Une interprétation plus complète des tendances observées sur les radiales est donnée au paragraphe 2.

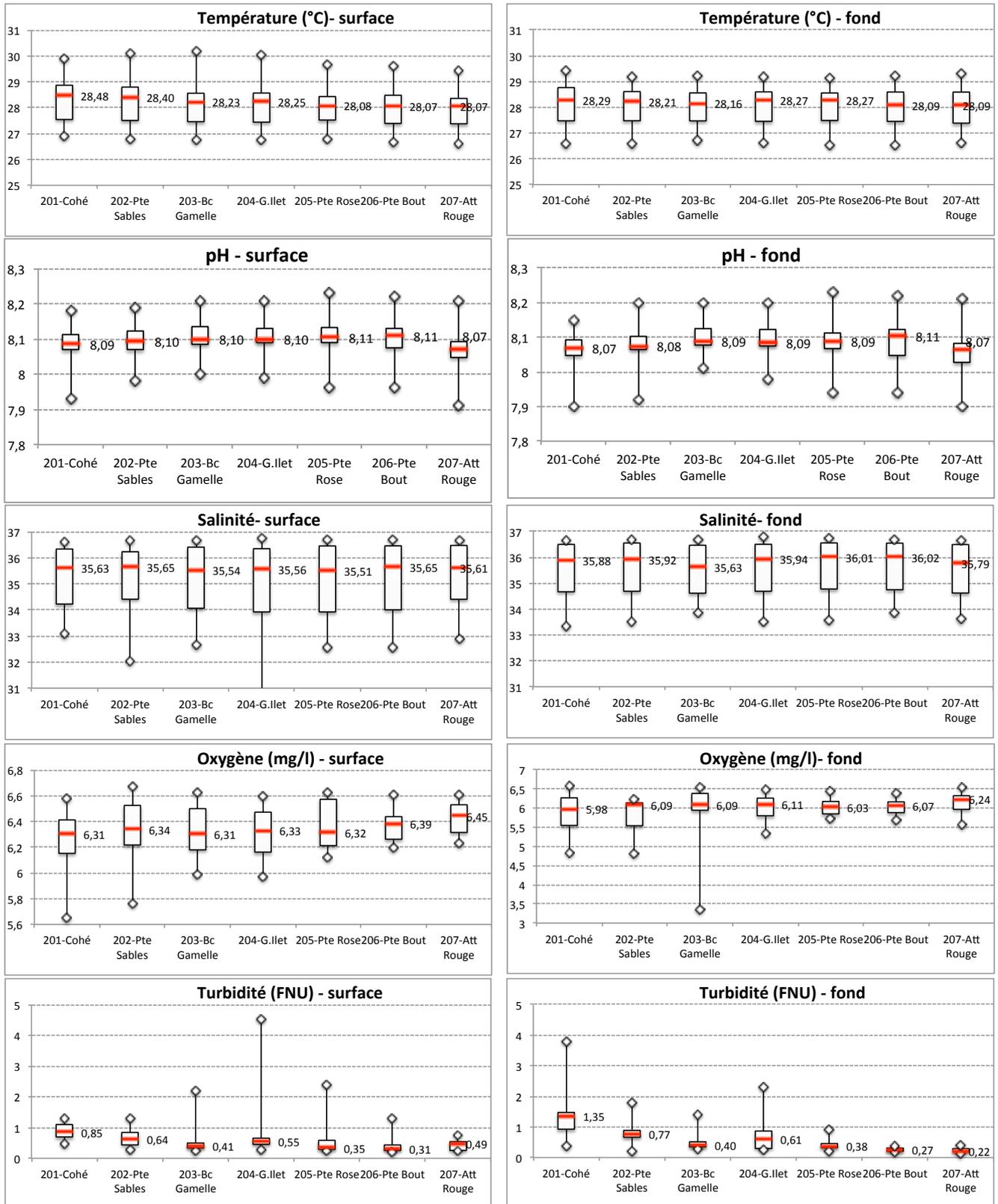


Figure 8 : Boxplots des mesures annuelles de chaque paramètre pour les stations du réseau de suivi de la Baie de Fort-de-France, en surface et au fond, présentés selon la position fond de baie-sortie de baie (n=12 sauf pour pH n=11)

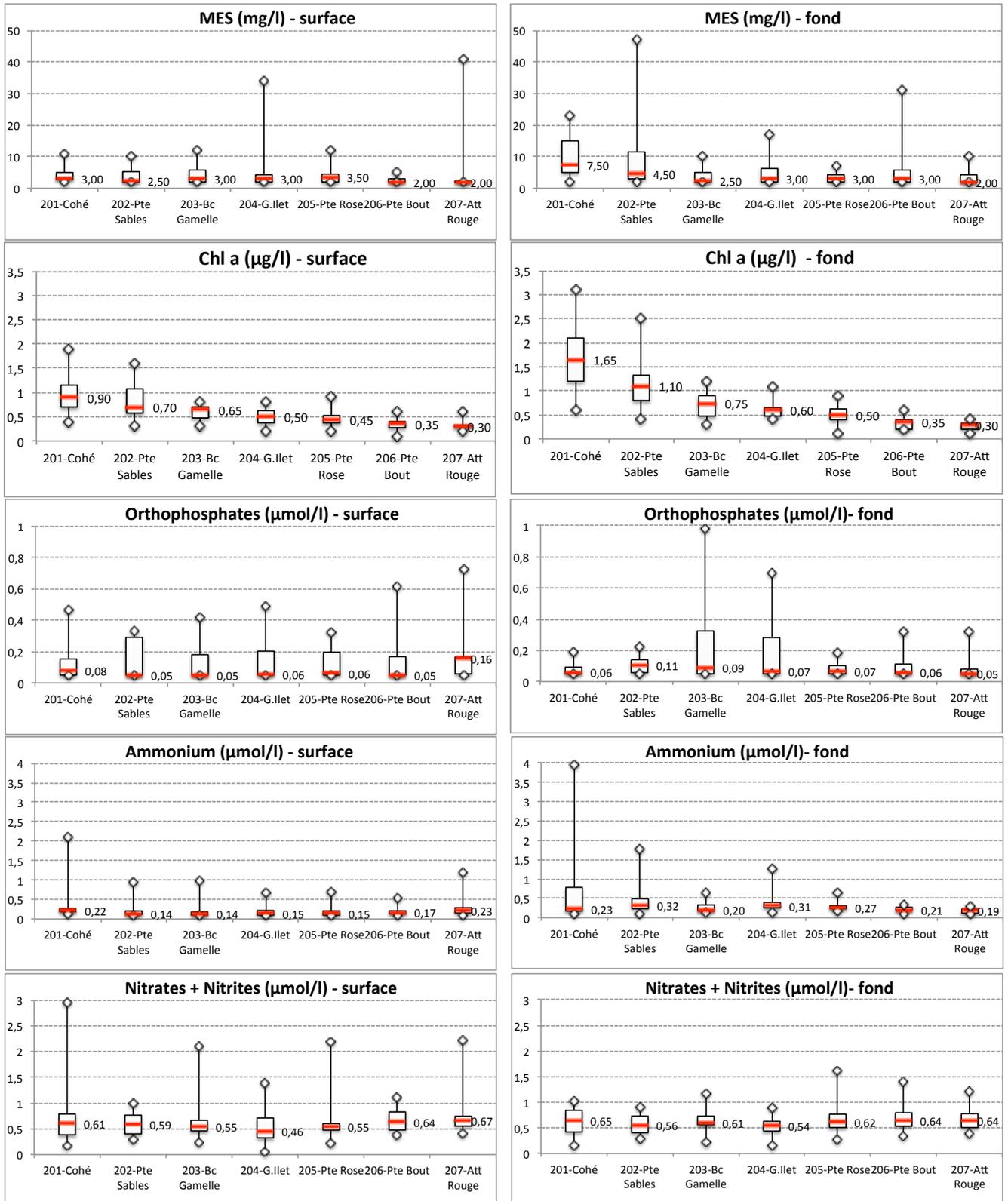


Figure 9 (suite) : Boxplots des mesures annuelles de chaque paramètre pour les stations du réseau de suivi de la Baie de Fort-de-France, en surface et au fond, présentés selon la position fond de baie-sortie de baie (n=12 sauf pour pH n=11)

2 Evolution temporelle et spatiale des paramètres

Les données disponibles sur Quadrigé 2 pour les paramètres mesurés sur l'eau remontent à l'année 2001. Un effort de bancarisation des données historiques a été effectué en 2015, afin d'avoir un plus grand nombre de données disponibles pour l'analyse. Cependant, selon l'année considérée, le nombre de mois pour lesquels des données sont disponibles est très variable. En 2017 a eu lieu le travail de qualification des données par l'Ifremer. Pour la présente analyse, seules les données qualifiées en « Bon » et « Douteux » sont conservées. Celles qualifiées en « Faux » ont été écartées.

Il a été choisi, pour chaque paramètre, d'exploiter les données historiques de deux manières :

- regrouper toutes les données disponibles pour une année, soit toutes stations confondues, pour visualiser l'évolution temporelle du paramètre à l'échelle de la baie (Figure 10, Figure 11, Figure 12) ;
- regrouper toutes les données disponibles pour une station, soit toutes années confondues, pour visualiser l'évolution du gradient fond de baie-sortie de baie et un éventuel changement dans les apports par les bassins versants (Figure 13, Figure 14).

L'analyse est réalisée pour les paramètres ayant un historique de valeur d'au moins 5 ans. Sur les graphiques, certaines années ne présentent pas de donnée car elles ont été qualifiées en « Faux », tandis que certaines années n'apparaissent pas sur l'axe car il n'y a pas eu de mesure.

Evolution temporelle

La température de surface montre une évolution sinusoïdale, avec des médianes basses en 2002, 2010 et 2015 et hautes en 2005 et 2013. Les écarts de mesures sont importants pour les années 2003 à 2005 (écart important entre 1^{er} et 3^{ème} quartile et entre min et max), traduisant une importante variabilité saisonnière.

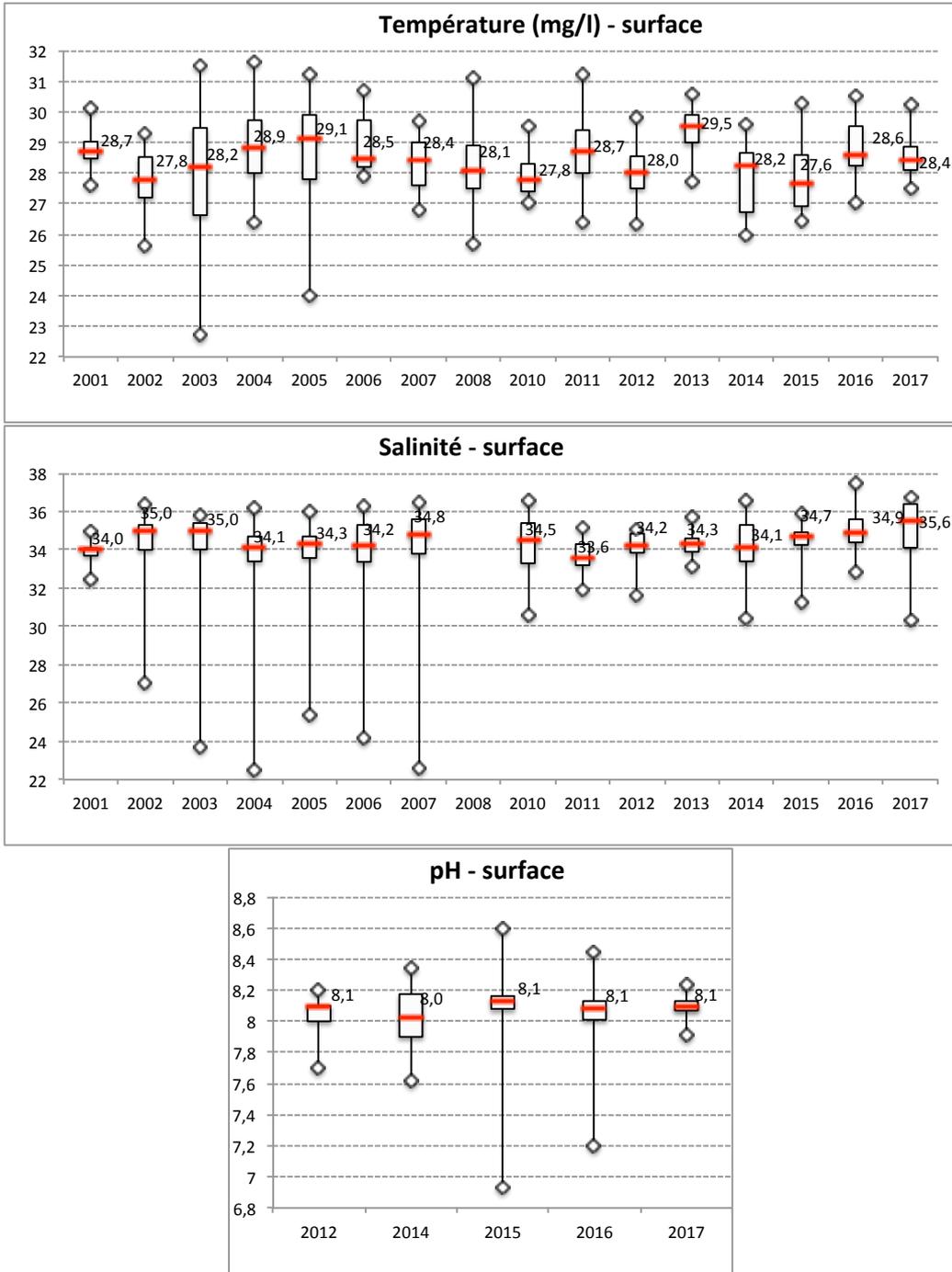
La salinité de surface est difficile à commenter entre 2002 et 2007 car elle présente des valeurs minimales très faibles qui, lorsque l'on observe en détail les données, ne concernent pas spécifiquement les stations de fond de baie sous influence des panaches de rivière mais aussi les stations de sortie de baie. Ces valeurs seront donc à vérifier par Ifremer Martinique, qui s'occupe de la qualification des données dans Quadrigé. Entre 2011 et 2017, la valeur médiane de salinité est en augmentation, passant de 33,6 à 35,6.

Le pH a une valeur médiane stable dans le temps (8,1). L'année 2014 présente des valeurs dispersées autour de la médiane tandis que l'année 2015 présente des valeurs min/max qui se démarquent.

La turbidité a également une valeur médiane stable entre 2013 et 2017, autour de 0,5 FNU.

Concernant les matières en suspension, l'interprétation est en partie liée à la limite de quantification qui était inférieure à 2 mg/l avant 2011, puis fixée à 2 mg/l en 2011. Les plus faibles valeurs médianes ont été mesurées entre 2001 et 2004 (< 2 mg/l) et les plus fortes entre 2010 et 2012. Entre 2013 et 2016, les médianes sont égales à 2 mg/l, avec cependant des valeurs maximales élevées témoignant d'apports occasionnels importants. En 2017, la médiane s'élève à 3 mg/l.

Pour la chlorophylle a, la valeur médiane ne montre pas d'évolution sur la période 2011 à 2017, ni l'étendue des valeurs mesurées (espacement 1^{er}-3^{ème} quartile). Les maximums les plus importants ont été mesurés en 2012 et 2016.



Erreur ! Référence non valide pour un signet. **Figure 10 : Boxplots des valeurs interannuelles de surface des paramètres température, salinité et pH, toutes stations confondues**

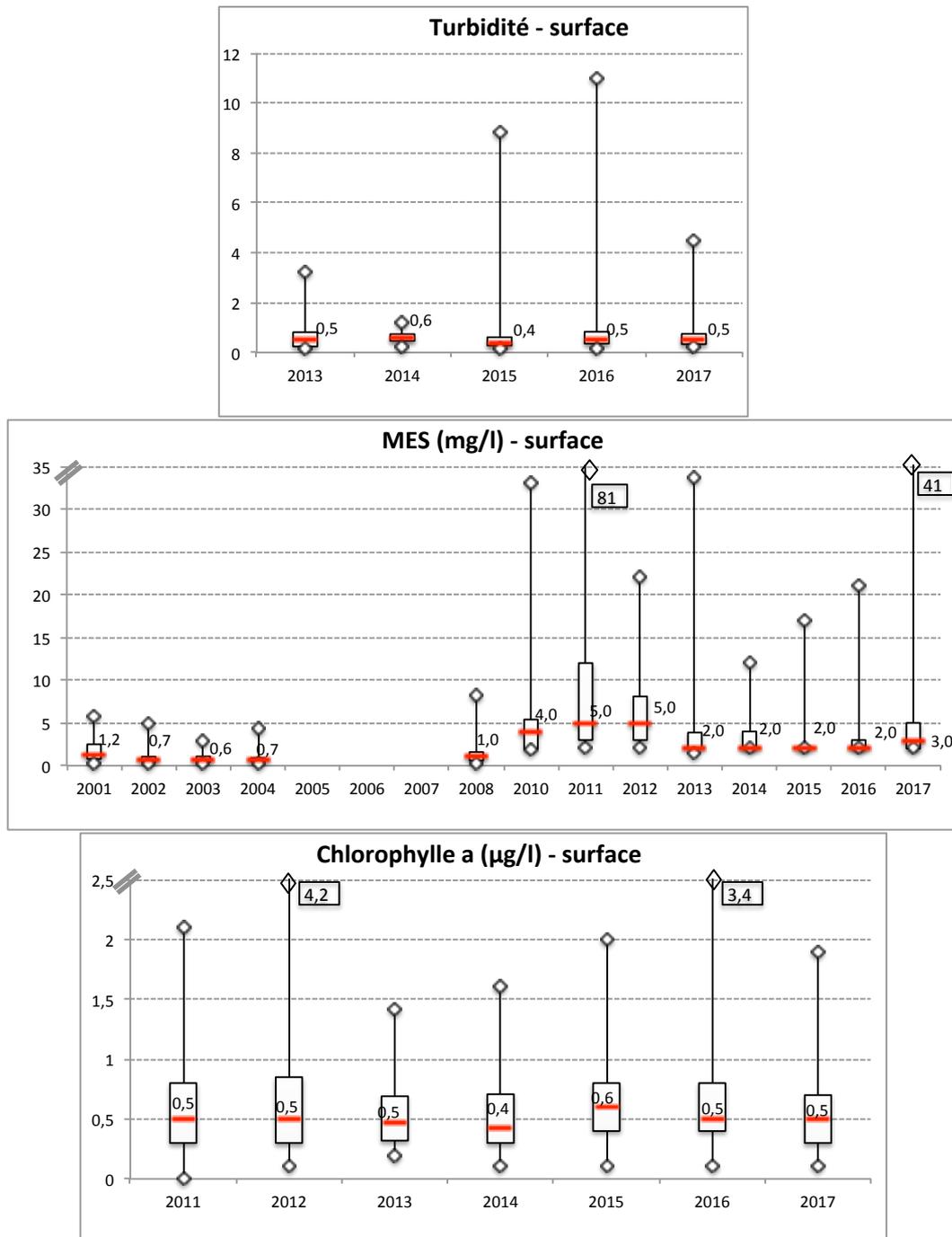


Figure 11 : Boxplots des valeurs interannuelles de surface des paramètres turbidité, MES et chlorophylle a , toutes stations confondues

Pour l'analyse de l'évolution temporelle des nutriments, des données ont été écartées par la qualification des données, notamment pour les critères suivants :

- En 2010, les analyses ont été réalisées par le laboratoire MAP avec une méthode adaptée aux eaux douces et des résultats rendus en mg/l plutôt qu'en $\mu\text{mol/l}$, unité couramment utilisée pour l'analyse des nutriments dans les eaux marines. Etant donnée la méthode utilisée, la limite de quantification n'était pas adaptée aux eaux marines oligotrophes.
- Avant 2007, les LQ du LTA pour les nutriments étaient plus élevées (0,2 $\mu\text{mol/l}$ contre 0,05 $\mu\text{mol/l}$ pour les orthophosphates, 0,5 $\mu\text{mol/l}$ contre 0,1 $\mu\text{mol/l}$ pour l'ammonium) : les résultats ne sont donc pas exploitables.
- En 2010, 2011 et 2012, les données orthophosphates et ammonium ont été qualifiées en « faux » par Ifremer (valeurs aberrantes au regard de la série). Pour les nutriments, ce sont les données du fond qui sont utilisées, car plus contrastées que les données de surface.

Les orthophosphates sont présents en concentration très faible dans le milieu. Les médianes sont égales ou proches de la LQ pour toutes les années. En 2007 et 2017, les valeurs de 3^{ème} quartile sont respectivement de 0,15 et 0,13 $\mu\text{mol/l}$. Pour 2017, cette valeur découle des résultats élevés obtenus à partir de juillet.

L'ammonium présente les plus faibles valeurs (faible médiane et étendue des valeurs) aux années 2012, 2013 et 2015 et les plus fortes aux années 2007, 2016 et 2017. Mis à part les résultats de 2007 et 2008, les résultats depuis 2012 démontrent un léger signe d'augmentation.

Concernant les nitrates, les résultats sont présentés depuis 2001, car malgré l'évolution de la LQ les valeurs sont de toutes façons la plupart du temps supérieures. Les médianes des nitrates sont faibles – autour de 0,20 $\mu\text{mol/l}$ - pour les années 2001 et 2005 à 2008, et élevées – entre 0,6 et 1,21 $\mu\text{mol/l}$ - pour les années 2002 à 2004 et 2011 à 2017. Durant ces périodes de valeurs élevées, la valeur maximale mesurée atteint 38,6 $\mu\text{mol/l}$. Face aux résultats très élevés de ce paramètre ces dernières années, une campagne d'analyse en doublons a été menée sur l'année 2017. Les résultats démontrent que les valeurs obtenues par le LTA972 sont toujours supérieures à celles obtenues par le second laboratoire (Ifremer Nantes).

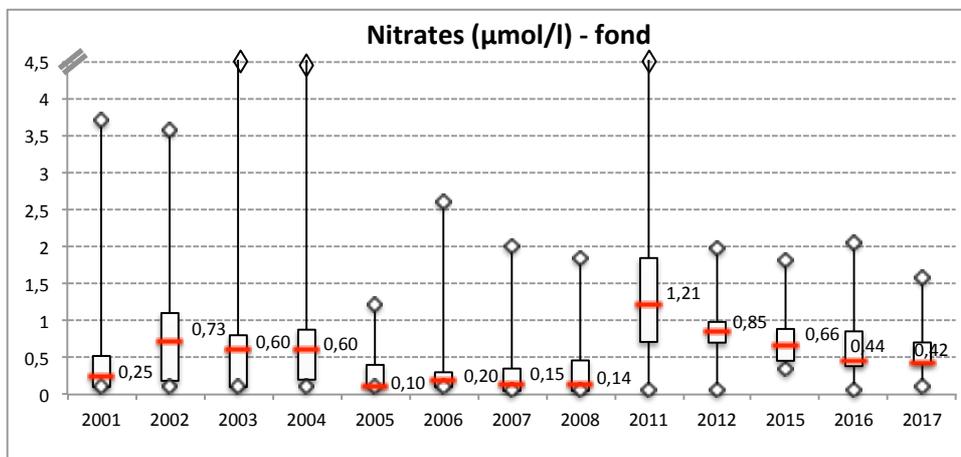
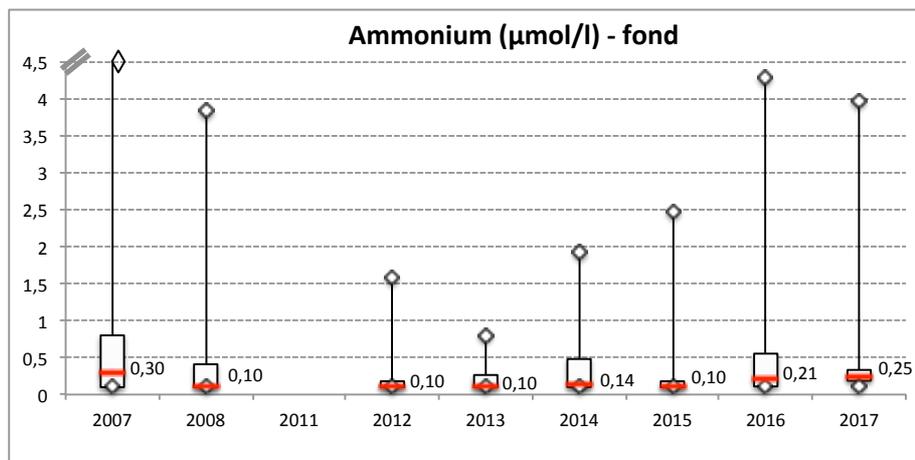
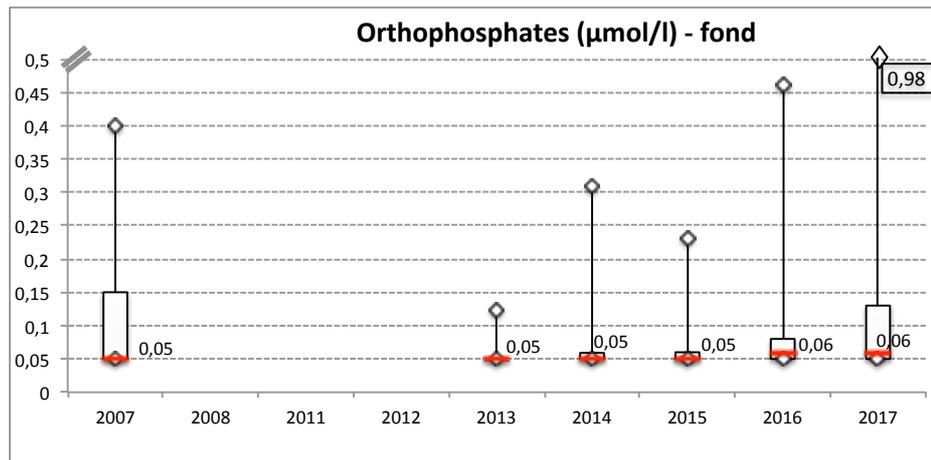


Figure 12 (suite): Boxplots des valeurs interannuelles de fond de chaque nutriment, toutes stations confondues

Evolution du gradient fond de baie-sortie de baie

La température de surface présente une diminution légère mais régulière sur la radiale Cohé-Pointe du Bout. Sur la seconde radiale, Gros Ilet-Atterrissage Rouge, il n'y a pas de progression mais simplement la station de sortie de baie qui présente des valeurs globalement plus faibles (3^{ème} percentile inférieur à 29 °C).

La salinité de surface ne présente pas de gradient progressif, mais une différence entre la station Cohé avec une médiane à 34 et les stations Pointe du Bout et Atterrissage Rouge avec respectivement des médianes à 34,7 et 34,6. La qualification a permis d'éliminer les valeurs maximales élevées des sites Gros Ilets, Pointe la Rose et Pointe du Bout.

La turbidité mesurée en surface forme un gradient bien marqué sur les deux radiales. Les valeurs sur la radiale Cohé-Pointe du Bout passent de 1 à 0,29 FNU et celles de la radiale Gros Ilet- Atterrissage Rouge passent de 0,53 à 0,37 FNU.

Les matières en suspension mesurées en surface forment un léger gradient sur la radiale Cohé-Pointe du Bout, avec la valeur de 3^{ème} quartile qui passe de 5 à 3 mg/l. Sur la deuxième radiale, les quatre sites présentent des résultats équivalents. Les valeurs maximales ne correspondent pas à la tendance observée avec les médianes, c'est-à-dire qu'une valeur forte est mesurée tant à Atterrissage Rouge qu'à Cohé.

La chlorophylle *a*, indicatrice de la productivité du milieu, est fortement influencée par la position du prélèvement dans la baie. Sur la radiale Cohé-Pointe du Bout, la médiane passe de 1,1 à 0,4 µg/l et le 3^{ème} quartile de 1,5 à 0,5 µg/l. Sur la radiale Gros Ilet-Atterrissage Rouge, la diminution est moins importante mais bien présente avec la médiane qui passe de 0,5 à 0,3 µg/l et le 3^{ème} quartile de 0,7 à 0,4 µg/l. Les valeurs maximales suivent également la tendance dégressive.

Les nutriments phosphorés (orthophosphates) du fond de la colonne d'eau ont des concentrations médianes équivalentes sur l'ensemble des sites. L'étendue des valeurs mesurées est plus importante à Banc Gamelle (3^{ème} quartile à 0,15 µmol/l) ainsi qu'aux autres sites de fond de baie (Cohé, Pointe des Sables, Gros Ilet).

Les nutriments azotés, ammonium et nitrates, ne présentent pas les mêmes réponses vis-à-vis de la distribution spatiale. L'ammonium présente un gradient qui s'apparente à celui des MES, soit léger sur la radiale Cohé-Pointe du Bout (médiane décroît de 0,23 à 0,12 µmol/l) et absent sur la seconde radiale. Seul le site Gros Ilet a une médiane un peu plus élevée que les trois autres sites de la radiale.

Les nitrates ne présentent pas de gradient progressif. La médiane la plus élevée se retrouve à la station Cohé de fond de baie, et la station Atterrissage Rouge à l'extrémité de la seconde radiale a une valeur de médiane plus élevée (0,30 µmol/l) que la station Gros Ilet en fond de baie.

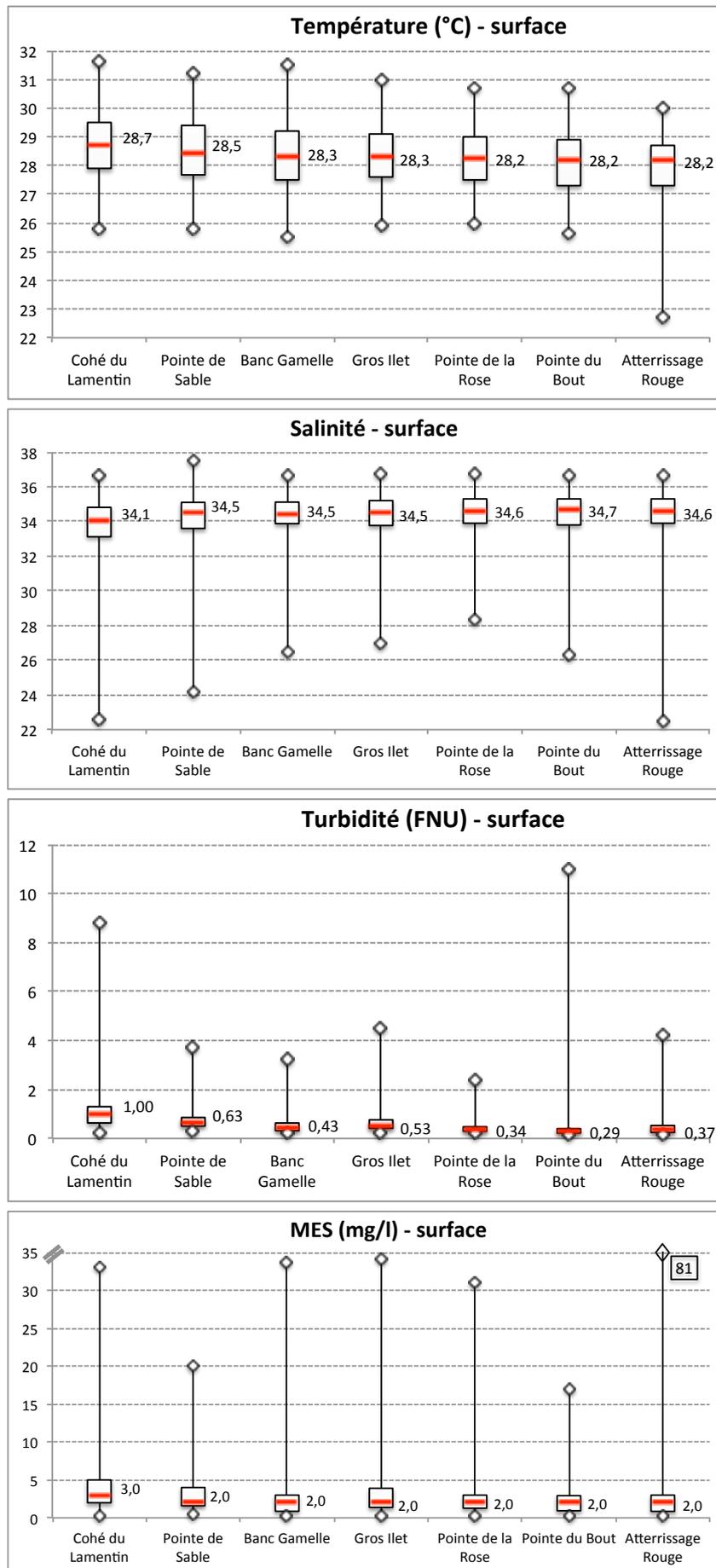


Figure 13 : Boxplots des valeurs inter-stations de surface des paramètres température, salinité, MES et chlorophylle a , toutes années confondues

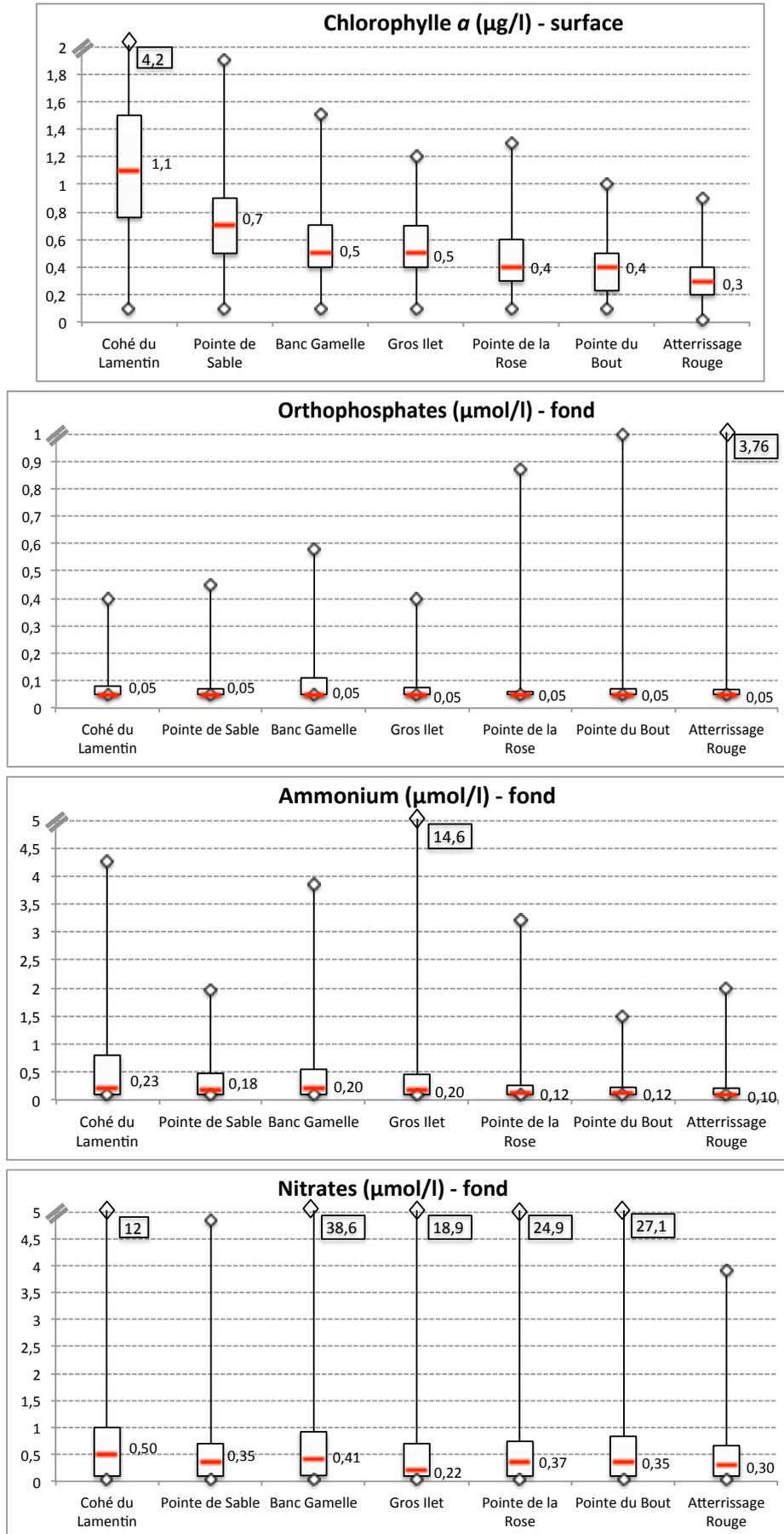


Figure 14 (suite): Boxplots des valeurs inter-stations de fond de chaque nutriment, toutes années confondues

D. Résultats clés et recommandations

Protocole et traitement des données

Le protocole et le traitement des données sont restés les mêmes par rapport à ceux appliqués en 2016. L'intégration dans Quadrigé 2 des données du réseau de suivi de la Baie de Fort-de-France a été réalisée directement par Impact Mer.

L'analyse des données 2017 comprend une comparaison avec des valeurs normales définies à partir de toutes ou partie des données obtenues sur le suivi entre 2001 et 2015.

L'analyse des données historiques a porté sur l'ensemble du jeu de données **qualifiées**. Deux types d'analyses ont été effectués, présentant les résultats sous forme de boîtes à moustaches : une temporelle toutes stations confondues et une selon un gradient fond de baie-sortie de baie en regroupant toutes les années.

Résultats

L'analyse des données mensuelles par site montre des tendances saisonnières pour les paramètres température, salinité et nitrates + nitrites. Pour les paramètres oxygène, turbidité, ammonium et chlorophylle *a*, des valeurs élevées (ou faibles pour l'oxygène) sont retrouvées à certains mois et les valeurs du mois d'octobre semblent cohérentes avec les conditions pluviométriques relevées. La station Banc Gamelle présente une hypoxie au mois de juin. Le pH, l'oxygène, la chlorophylle *a*, et les orthophosphates ne montrent pas de tendances saisonnières.

Pour l'année 2017, les tendances sur les radiales sont les suivantes :

- le gradient le plus marqué est celui du paramètre chlorophylle *a*, dont la concentration décroît du fond de baie vers la sortie de baie. Cette tendance est également observée pour la turbidité mesurée au fond, et pour les MES sur la radiale nord ;
- un gradient sur la radiale sud s'observe pour le paramètre nitrates + nitrites, avec une augmentation des concentrations vers la sortie de baie ;
- aucune tendance ne se dégage pour l'ammonium et l'interprétation pour les orthophosphates est biaisée par des résultats « douteux ».

Le même constat qu'en 2016 peut être fait concernant les paramètres chlorophylle *a*, matière en suspension (fond) et turbidité (fond) de la radiale nord Cohé du Lamentin-Atterrissage Rouge. Les concentrations plus élevées en fond de baie reflètent une influence des eaux douces apportées par l'important bassin versant de la rivière Lézarde.

Pour résumer l'analyse sur les données historiques des paramètres suivis depuis 2001 en baie de Fort-de-France :

- Evolution temporelle : évolution cyclique pour la température et la salinité, pas de tendance à la baisse au fil des ans pour les orthophosphates, les nitrates, la turbidité, les matières en suspension et la chlorophylle, une légère tendance à l'augmentation pour l'ammonium.
- Gradient spatial : valeurs en diminution sur les deux gradients pour la température, la turbidité et la chlorophylle ; valeurs en diminution sur le gradient Cohé-Pointe du Bout pour les matières en suspension et l'ammonium. Le gradient le plus net concerne la chlorophylle.

E. Fiches stations



Suivi hydrologique de la baie de Fort-de-France



Période janvier-décembre 2017
Fréquence mensuelle

Informations Générales sur la station

Nom Cohé du Lamentin

Localisation Département : 972 - Martinique
Secteur : Baie de Fort-de-France
Commune : Lamentin
Code radiale : 201

Bassin Versant adjacent : Rivière Lézarde, Rivière Jambette

Coordonnées X / Y 712402 / 1614956
(WGS84 – UTM 20N) Bouée chenal rouge -9L

Bathymétrie (m) : 9



Données 2017

		201-Cohé du Lamentin				
		min	maxi	moyenne	écart-type	n
Température °C	surface	26,88	29,91	28,33	1,02	12
	profondeur	26,59	29,42	28,13	0,94	12
Salinité	surface	33,09	36,62	35,21	1,29	12
	profondeur	33,31	36,64	35,56	1,09	12
MES (mg l ⁻¹)	surface	2,00	11,00	4,33	2,74	12
	profondeur	2,00	23,00	10,17	7,35	12
Chlorophylle a (µg l ⁻¹)	surface	0,40	1,90	0,99	0,43	12
	profondeur	0,60	3,10	1,72	0,72	12
Ammonium (µmol l-1)	surface	0,13	2,11	0,38	0,55	12
	profondeur	0,10	3,96	0,70	1,10	12
Nitrites (µmol l-1)	surface	0,03	0,15	0,06	0,04	12
	profondeur	0,04	0,19	0,08	0,05	12
Nitrites + Nitrates (µmol l-1)	surface	0,16	2,95	0,78	0,74	12
	profondeur	0,16	1,03	0,62	0,28	12
Orthophosphates (µmol l-1)	surface	0,05	0,46	0,13	0,12	12
	profondeur	0,05	0,19	0,08	0,04	12
Oxygène dissous (mg l-1)	surface	5,65	6,58	6,26	0,25	12
	profondeur	4,85	6,58	5,85	0,54	12
pH	surface	7,93	8,18	8,08	0,06	12
	profondeur	7,90	8,15	8,06	0,06	12
Turbidité (NFU)	surface	0,47	1,30	0,87	0,27	12
	profondeur	0,35	3,80	1,45	0,97	12

Remarques/Commentaires



Suivi hydrologique de la baie de Fort-de-France



Période janvier-décembre 2017
Fréquence mensuelle

Informations Générales sur la station

Nom **Pointe des Sables**

Localisation **Département :** 972 - Martinique
Secteur : Baie de Fort-de-France
Commune : Lamentin
Code radiale : 202
Bassin Versant adjacent : Rivière Lézarde, Rivière Jambette
Coordonnées X / Y 712191 / 1614088
(WGS84 – UTM 20N) Bouée chenal rouge -5L
Bathymétrie (m) : 14



Données 2017

		202-Pointe des Sables				
		min	maxi	moyenne	écart-type	n
Température °C	surface	26,80	30,10	28,28	1,04	12
	profondeur	26,59	29,19	28,04	0,90	12
Salinité	surface	32,03	36,63	35,18	1,39	12
	profondeur	33,50	36,69	35,64	1,05	12
MES (mg l ⁻¹)	surface	2,00	10,00	4,00	2,73	12
	profondeur	2,00	47,00	10,83	13,42	12
Chlorophylle a (µg l ⁻¹)	surface	0,30	1,60	0,85	0,42	12
	profondeur	0,40	2,50	1,17	0,54	12
Ammonium (µmol l-1)	surface	0,10	0,95	0,22	0,24	12
	profondeur	0,10	1,76	0,49	0,48	12
Nitrites (µmol l-1)	surface	0,03	0,09	0,05	0,02	12
	profondeur	0,03	0,28	0,09	0,07	12
Nitrites + Nitrates (µmol l-1)	surface	0,28	0,99	0,60	0,22	12
	profondeur	0,30	0,92	0,58	0,20	12
Orthophosphates (µmol l-1)	surface	0,05	0,33	0,15	0,13	12
	profondeur	0,05	0,22	0,11	0,06	12
Oxygène dissous (mg l-1)	surface	5,76	6,67	6,33	0,26	12
	profondeur	4,81	6,24	5,83	0,47	12
pH	surface	7,98	8,19	8,10	0,05	12
	profondeur	7,92	8,20	8,07	0,07	12
Turbidité (NFU)	surface	0,29	1,30	0,67	0,31	12
	profondeur	0,21	1,80	0,86	0,46	12

Remarques/Commentaires



Suivi hydrologique de la baie de Fort-de-France



Période janvier-décembre 2017
Fréquence mensuelle

Informations Générales sur la station

Nom Banc Gamelle

Localisation

Département : 972 - Martinique

Secteur : Baie de Fort-de-France

Commune : Fort-de-France

Code radiale : 203

Bassin Versant adjacent : Rivière Lézarde

Coordonnées X / Y 711026 / 1612750
(WGS84 – UTM 20N) Mouillage

Bathymétrie (m) : 10



Données 2017

		203-Banc Gamelle				
		min	maxi	moyenne	écart-type	n
Température °C	surface	26,74	30,20	28,14	1,05	12
	profondeur	26,70	29,24	28,05	0,89	12
Salinité	surface	32,66	36,66	35,15	1,41	12
	profondeur	33,84	36,67	35,48	1,06	12
MES (mg l ⁻¹)	surface	2,00	12,00	4,42	3,40	12
	profondeur	2,00	10,00	4,00	2,92	12
Chlorophylle a (µg l ⁻¹)	surface	0,30	0,80	0,58	0,17	12
	profondeur	0,30	1,20	0,72	0,32	12
Ammonium (µmol l-1)	surface	0,10	0,97	0,21	0,24	12
	profondeur	0,15	0,63	0,28	0,15	12
Nitrites (µmol l-1)	surface	0,03	0,28	0,07	0,07	12
	profondeur	0,03	0,16	0,06	0,04	12
Nitrites + Nitrates (µmol l-1)	surface	0,24	2,09	0,67	0,47	12
	profondeur	0,23	1,16	0,66	0,25	12
Orthophosphates (µmol l-1)	surface	0,05	0,42	0,12	0,12	12
	profondeur	0,05	0,98	0,23	0,29	12
Oxygène dissous (mg l-1)	surface	5,99	6,63	6,33	0,19	12
	profondeur	3,36	6,54	5,94	0,85	12
pH	surface	8,00	8,21	8,10	0,05	12
	profondeur	8,01	8,20	8,10	0,05	12
Turbidité (NFU)	surface	0,26	2,20	0,56	0,53	12
	profondeur	0,30	1,40	0,52	0,31	12

Remarques/Commentaires



Suivi hydrologique de la baie de Fort-de-France



Période janvier-décembre 2017
Fréquence mensuelle

Informations Générales sur la station

Nom Gros Ilet

Localisation

Département : 972 - Martinique

Secteur : Baie de Fort-de-France

Commune : Trois-Ilets

Code radiale : 204

Bassin Versant adjacent : Rivière Salée

Coordonnées X / Y 713986 / 1609870
(WGS84 – UTM 20N) Bouée cardinal sud

Bathymétrie (m) : 8



Données 2017

		204-Gros Ilet				
		min	maxi	moyenne	écart-type	n
Température °C	surface	26,74	30,06	28,13	1,02	12
	profondeur	26,61	29,18	28,04	0,87	12
Salinité	surface	30,30	36,73	34,91	1,93	12
	profondeur	33,53	36,77	35,65	1,06	12
MES (mg l ⁻¹)	surface	2,00	34,00	5,67	9,02	12
	profondeur	2,00	17,00	5,33	4,87	12
Chlorophylle a (µg l ⁻¹)	surface	0,20	0,80	0,49	0,18	12
	profondeur	0,40	1,10	0,63	0,23	12
Ammonium (µmol l-1)	surface	0,10	0,66	0,20	0,16	12
	profondeur	0,13	1,26	0,38	0,29	12
Nitrites (µmol l-1)	surface	0,03	0,11	0,05	0,03	12
	profondeur	0,03	0,27	0,08	0,07	12
Nitrites + Nitrates (µmol l-1)	surface	0,05	1,40	0,51	0,37	12
	profondeur	0,14	0,88	0,54	0,21	12
Orthophosphates (µmol l-1)	surface	0,05	0,49	0,15	0,15	12
	profondeur	0,05	0,70	0,20	0,21	12
Oxygène dissous (mg l-1)	surface	5,97	6,60	6,32	0,21	12
	profondeur	5,33	6,47	6,01	0,35	12
pH	surface	7,99	8,21	8,10	0,05	12
	profondeur	7,98	8,20	8,09	0,05	12
Turbidité (NFU)	surface	0,28	4,50	0,86	1,16	12
	profondeur	0,23	2,30	0,78	0,64	12

Remarques/Commentaires



Suivi hydrologique de la baie de Fort-de-France



Période janvier-décembre 2017
Fréquence mensuelle

Informations Générales sur la station

Nom **Pointe de la Rose**

Localisation **Département** : 972 - Martinique
Secteur : Baie de Fort-de-France
Commune : Trois-Ilets
Code radiale : 205
Bassin Versant adjacent : Rivière Salée
Coordonnées X / Y 711835 / 1610645
(WGS84 – UTM 20N) Bouée cardinale sud (CV)
Bathymétrie (m) : 17



Données 2017

		205-Pointe de la Rose				
		min	maxi	moyenne	écart-type	n
Température °C	surface	26,80	29,65	28,04	0,88	12
	profondeur	26,54	29,13	28,02	0,86	12
Salinité	surface	32,58	36,71	35,06	1,62	12
	profondeur	33,55	36,75	35,70	1,03	12
MES (mg l ⁻¹)	surface	2,00	12,00	4,17	2,86	12
	profondeur	2,00	7,00	3,42	1,62	12
Chlorophylle a (µg l ⁻¹)	surface	0,20	0,90	0,48	0,21	12
	profondeur	0,10	0,90	0,52	0,22	12
Ammonium (µmol l-1)	surface	0,10	0,68	0,19	0,16	12
	profondeur	0,18	0,65	0,30	0,13	12
Nitrites (µmol l-1)	surface	0,03	0,15	0,04	0,03	12
	profondeur	0,03	0,14	0,06	0,04	12
Nitrites + Nitrates (µmol l-1)	surface	0,21	2,20	0,66	0,51	12
	profondeur	0,27	1,62	0,69	0,35	12
Orthophosphates (µmol l-1)	surface	0,05	0,32	0,13	0,10	12
	profondeur	0,05	0,18	0,08	0,04	12
Oxygène dissous (mg l-1)	surface	6,12	6,63	6,37	0,19	12
	profondeur	5,72	6,45	6,04	0,24	12
pH	surface	7,96	8,23	8,10	0,06	12
	profondeur	7,94	8,23	8,09	0,07	12
Turbidité (NFU)	surface	0,23	2,40	0,63	0,65	12
	profondeur	0,22	0,92	0,42	0,18	12

Remarques/Commentaires



Suivi hydrologique de la baie de Fort-de-France



Période janvier-décembre 2017
Fréquence mensuelle

Informations Générales sur la station

Nom **Pointe du Bout**

Localisation **Département :** 972 - Martinique
Secteur : Baie de Fort-de-France
Commune : Trois-Ilets
Code radiale : 206
Bassin Versant adjacent : -
Coordonnées X / Y 709933 / 1611451
(WGS84 – UTM 20N) Bouée chenal rouge -PBB
Bathymétrie (m) : 21



Données 2017

		206-Pointe du Bout				
		min	maxi	moyenne	écart-type	n
Température °C	surface	26,66	29,62	27,99	0,92	12
	profondeur	26,54	29,23	27,99	0,89	12
Salinité	surface	32,54	36,69	35,19	1,45	12
	profondeur	33,87	36,70	35,69	0,99	12
MES (mg l ⁻¹)	surface	2,00	5,00	2,58	1,00	12
	profondeur	2,00	31,00	6,00	8,24	12
Chlorophylle a (µg l ⁻¹)	surface	0,10	0,60	0,35	0,15	12
	profondeur	0,20	0,60	0,33	0,12	12
Ammonium (µmol l-1)	surface	0,10	0,55	0,20	0,12	12
	profondeur	0,10	0,34	0,23	0,07	12
Nitrites (µmol l-1)	surface	0,03	0,07	0,04	0,01	12
	profondeur	0,03	0,10	0,05	0,03	12
Nitrites + Nitrates (µmol l-1)	surface	0,38	1,10	0,68	0,25	12
	profondeur	0,35	1,40	0,70	0,28	12
Orthophosphates (µmol l-1)	surface	0,05	0,61	0,15	0,18	12
	profondeur	0,05	0,32	0,09	0,08	12
Oxygène dissous (mg l-1)	surface	6,19	6,61	6,37	0,13	12
	profondeur	5,68	6,39	6,05	0,23	12
pH	surface	7,96	8,22	8,10	0,06	12
	profondeur	7,94	8,22	8,09	0,07	12
Turbidité (NFU)	surface	0,21	1,30	0,45	0,34	12
	profondeur	0,16	0,36	0,26	0,07	12

Remarques/Commentaires



Suivi hydrologique de la baie de Fort-de-France



Période janvier-décembre 2017
Fréquence mensuelle

Informations Générales sur la station

Nom Atterrissage Rouge

Localisation Département : 972 - Martinique
Secteur : Baie de Fort-de-France
Commune : Fort-de-France
Code radiale : 207

Bassin Versant adjacent : Rivière Monsieur/Rivière Madame

Coordonnées X / Y 706509 / 1612165
(WGS84 – UTM 20N) Bouée chenal rouge -1

Bathymétrie (m) : 14



Données 2017

		207-Atterrissage rouge				
		min	maxi	moyenne	écart-type	n
Température °C	surface	26,59	29,44	27,94	0,86	12
	profondeur	26,60	29,33	28,00	0,88	12
Salinité	surface	32,90	36,64	35,32	1,25	12
	profondeur	33,63	36,64	35,53	1,07	12
MES (mg l ⁻¹)	surface	2,00	41,00	6,08	11,29	12
	profondeur	2,00	10,00	3,42	2,50	12
Chlorophylle a (µg l ⁻¹)	surface	0,20	0,60	0,33	0,12	12
	profondeur	0,10	0,40	0,28	0,11	12
Ammonium (µmol l-1)	surface	0,10	1,20	0,30	0,30	12
	profondeur	0,10	0,28	0,18	0,07	12
Nitrites (µmol l-1)	surface	0,03	0,09	0,04	0,02	12
	profondeur	0,03	0,11	0,05	0,03	12
Nitrites + Nitrates (µmol l-1)	surface	0,40	2,20	0,76	0,48	12
	profondeur	0,39	1,22	0,69	0,24	12
Orthophosphates (µmol l-1)	surface	0,05	0,72	0,17	0,18	12
	profondeur	0,05	0,32	0,10	0,09	12
Oxygène dissous (mg l-1)	surface	6,23	6,61	6,42	0,14	12
	profondeur	5,57	6,54	6,16	0,28	12
pH	surface	7,91	8,21	8,07	0,07	12
	profondeur	7,90	8,21	8,06	0,08	12
Turbidité (NFU)	surface	0,23	0,77	0,46	0,18	12
	profondeur	0,14	0,39	0,25	0,08	12

Remarques/Commentaires

F. Bibliographie

- Aminot, A., Kérouel, R., 2004. Hydrologie des écosystèmes marins. Paramètres et analyses. Editions IFREMER, Plouzané (France), 336 p.
- Anger, J.-P., 2001. L'étain et les organoétains dans l'environnement. *Annales de toxicologie analytique*, 13 (3) : 196-202.
- Cherubin, L.M., Richardson, P.L. 2007. Caribbean current variability and the influence of the Amazon and Orinoco freshwater plumes. *Deep sea research Part1 :Oceanographic Research Papers*, 54 : 1451-1473.
- Impact-Mer (2000). Etudes préalables à la mise en place du Réseau National d'Observation (RNO) de la qualité du milieu marin aux Antilles (Martinique & Guadeloupe), devenir des nutriments en milieu marin tropical: 30.
- Impact-Mer (2002). Mise en place du réseau national de surveillance des ports maritimes (REPOM) en Martinique - Etudes préalables: 48 (+ annexes).
- Impact-Mer. 2015. Suivi chimique et biologique des stations des réseaux de référence et de surveillance des Masses d'Eau Côtières au titre de l'année 2014. Etat écologique partiel. Rapport de synthèse. 200 pp
- Impact-Mer. 2016. Suivi physico-chimique et biologique des stations des réseaux de référence et de surveillance des Masses d'Eau Côtières au titre de l'année 2015. Etat écologique partiel. Rapport de synthèse. 192 pp
- MATE & METL, 2000. Circulaire n°2000-62 du 14 juin 2000 relative aux conditions d'utilisation du référentiel de qualité des sédiments marins ou estuariens présents en milieu naturel ou portuaire défini par l'arrêté interministériel. NOR : EQUK0010134C
- MEDDE. 2014. Arrêté du 17 juillet 2014 modifiant l'arrêté du 9 août 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 3.2.1.0 et 4.1.3.0 de la nomenclature annexée à l'article R.214-1 du code de l'environnement.
- MEDD. 2006. Arrêté du 9 août 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 3.2.1.0 et 4.1.3.0 de la nomenclature annexée au décret n°93-743 du 29 mars 1993
- MEDDE. 2013. Arrêté du 8 février 2013 complémentaire à l'arrêté du 9 août 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 3.2.1.0 et 4.1.3.0 de la nomenclature annexée à l'article R.214-1 du code de l'environnement.
- Parlement Européen, Conseil de l'Union Européenne, 2000. Directive 2000/60/CE du parlement européen et du conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Journal officiel des Communautés européennes n° L 327 du 22.12.2000.
- Schiavone, S., Coquery, M. 2009. Analyse comparative et critique des documents guides ou normes pour le prélèvement des sédiments en milieu continental. Cemagref, 35 pp.
- Soudant, D., Belin, C., 2009. Évaluation DCE décembre 2008. Élément de qualité : phytoplancton. Rapport Intermédiaire, 01 2009 - R.INT.DIR/DYNECO/VIGIES/09-03/DS IFREMER / DYNECO / VIGIES / EMP, 160 pp.

