

Résultats du suivi hydrologique de la baie de Fort-de-France au titre de l'année 2019

Rapport de synthèse



Rapport VF / Novembre 2020

Référence dossier : 1810_06 R1

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

Novembre 20

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@eumartinique.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 2020. Résultats du suivi hydrologique de la baie de Fort-de-France au titre de l'année 2019. Rapport de synthèse. Rapport pour : ODE Martinique, 48 pp.

Rédaction :

Catherine Desrosiers

Coordination générale :

Catherine Desrosiers

Contrôle qualité :

Sandrine Fanfard

Terrain :

Catherine Desrosiers - Jérôme Letellier - Paul-Alexis
Cuzange - Sandrine Fanfard

Crédits photographiques :

Jérôme Letellier



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



Sommaire

A. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE	8
B. METHODOLOGIES.....	9
1 Suivi hydrologique de la baie de Fort-de-France	9
2 Bancarisation des données	10
C. RESULTATS.....	11
1 Résultats 2019	11
1.1 Données météorologiques et déroulement des campagnes.....	11
1.2 Qualification des données 2019.....	12
1.3 Mesures mensuelles par station, surface et fond.....	12
1.4 Valeurs de 2019 sur les radiales, surface et fond.....	20
2 Evolution temporelle et spatiale des paramètres	23
D. RESULTATS CLES ET RECOMMANDATIONS	31
1 Particularités des campagnes.....	31
2 Protocole et traitement des données.....	31
3 Résultats.....	32
E. FICHES STATIONS	34
F. BIBLIOGRAPHIE.....	42
G. ANNEXE 1.....	43

Liste des figures

Figure 1 : Stations du suivi hydrologique en baie de Fort-de France (Rapport RNO. DDE, 2006).....	9
Figure 2 : Données météorologiques relevées aux stations sur le pourtour de la baie de Fort-de-France, pour l'année 2019 (source Météo France, BanqueHydro)	11
Figure 3 : Résultats mensuels des paramètres température et pH, toutes stations, année 2019.....	13
Figure 4 (suite) : Résultats mensuels des paramètres salinité et oxygène, toutes stations, année 2019	14
Figure 5 : Corrélations entre matières en suspension et turbidité, données 2019.....	15
Figure 5 : Résultats mensuels des paramètres turbidité et MES, toutes stations, année 2019	16
Figure 6 : Résultats mensuels des paramètres chlorophylle <i>a</i> et orthophosphates, toutes stations, année 2019	18
Figure 7 : Résultats mensuels des paramètres ammonium et nitrites + nitrates, toutes stations, année 2019.....	19
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 ($n=12$).....	21
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 ($n=12$)	22
Figure 10 : Boxplots des valeurs interannuelles de surface des paramètres température, salinité et pH, toutes stations confondues	24
Figure 11 : Boxplots des valeurs interannuelles de surface des paramètres turbidité, MES et chlorophylle <i>a</i> , toutes stations confondues	25
Figure 12 (suite): Boxplots des valeurs interannuelles de fond de chaque nutriment, toutes stations confondues....	27
Figure 13 : Boxplots des valeurs inter-stations de surface des paramètres température, salinité, MES et chlorophylle <i>a</i> , toutes années confondues	29
Figure 14 (suite): Boxplots des valeurs inter-stations de fond de chaque nutriment, toutes années confondues.....	30

Liste des tableaux

Tableau 1 : stations de suivi hydrologique (coordonnées CCTP).....	9
Tableau 2 : Liste des paramètres à analyser sur la matrice eau de mer pour le suivi hydrologique et détails méthodologiques.....	10
Tableau 3 : Déroulement des campagnes du Suivi de la Baie de Fort-de-France effectuées en 2019.....	12

Abréviations

CCTP	Cahier des Clauses Techniques Particulières
DDE	Direction Départementale de l'Équipement
FNU	Formazin Nephelometric Unit
LQ	Limite de quantification
LTA	Laboratoire Territorial d'Analyse
MATE	Ministère de l'Aménagement de Territoire et de l'Environnement
MEDD	Ministère de l'écologie et du développement durable
MEDDE	Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie
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 2019, le suivi comprend les paramètres température, salinité, pH, oxygène dissous, matières en suspension (MES), turbidité, chlorophylle a (Chl a) et nutriments (NO_3 , NO_2 , NH_4 et PO_4).

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 2019

L'analyse des données mensuelles par station et par paramètre met en avant la saisonnalité des paramètres température et salinité. Contrairement aux années précédentes, une certaine corrélation a pu être observée entre les valeurs de turbidité et de MES. Cependant, la limite de quantification élevée pour les MES (2 mg/l est un frein pour l'interprétation).

L'analyse des mesures annuelles le long des deux radiales confirme les résultats des années précédentes, avec un gradient toujours bien marqué pour le paramètre chlorophylle a, dont la concentration décroît du fond de baie vers la sortie de baie. La turbidité décroît également sur les deux radiales, et dans une moindre mesure la température.

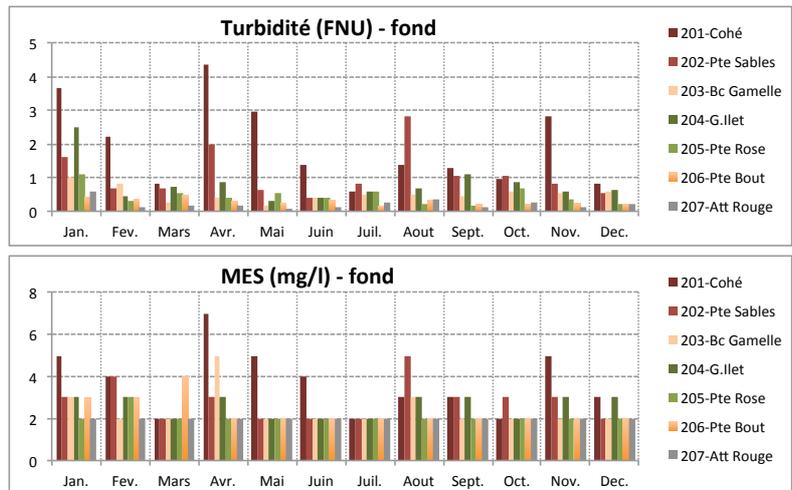
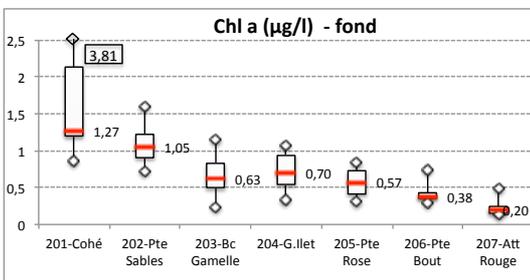


Figure 2. Ex. de résultats mensuels, turbidité et MES au fond



Un gradient décroissant moins marqué est observé pour les valeurs de fond de l'ammonium. Ces gradients traduisent les apports des bassins versants (principalement Rivière Lézarde) en terme de nutriments et de matériel terrigène.

Figure 3. Exemple d'évolution sur les deux radiales pour l'année 2019 – Chlorophylle a

Analyse des données historiques 2001-2019

L'analyse temporelle montre que pour les deux paramètres qui traduisent le mieux les apports dans la baie, soit la chlorophylle a et la turbidité, il n'apparaît pas de tendance à la baisse au fil des ans. L'ammonium (résultats quantitatifs douteux) montre une légère augmentation entre 2012 et 2018. L'évolution est cyclique pour la température et la salinité. 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 chlorophylle a, la température, la turbidité, l'ammonium, et les matières en suspension.

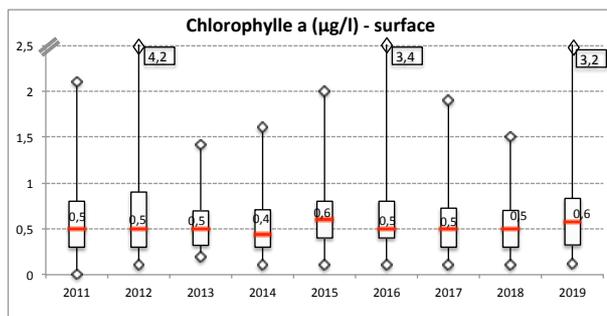


Figure 4. Comparaisons inter-annuelles des valeurs Chl a surface, toutes stations confondues

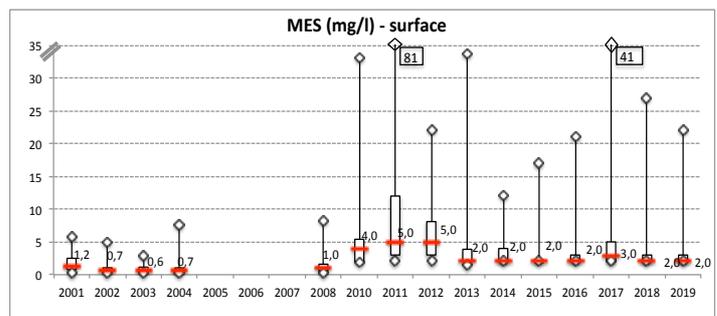


Figure 5. Comparaisons inter-annuelles des valeurs de matières en suspension de surface, toutes années confondues

Préambule

Au titre du marché N° M009-18 Lot 1 Suivi hydrologique renforcé de la baie de Fort de France, ce document constitue le rendu final attendu pour l'année 2019. Les fiches stations sont incluses dans le rapport.

Les données brutes collectées sont bancarisées dans un fichier Quadrilabo et intégrées dans Quadriges 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 relai 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). Le suivi hydrologique ne concerne donc que le suivi des paramètres généraux dans l'eau.

Le présent rapport comprend pour l'année 2019 :

- les résultats du suivi hydrologique des stations dans la baie de Fort-de-France,
- l'interprétation et la valorisation des données acquises en 2019 et une analyse des données historiques,
- les fiches stations

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

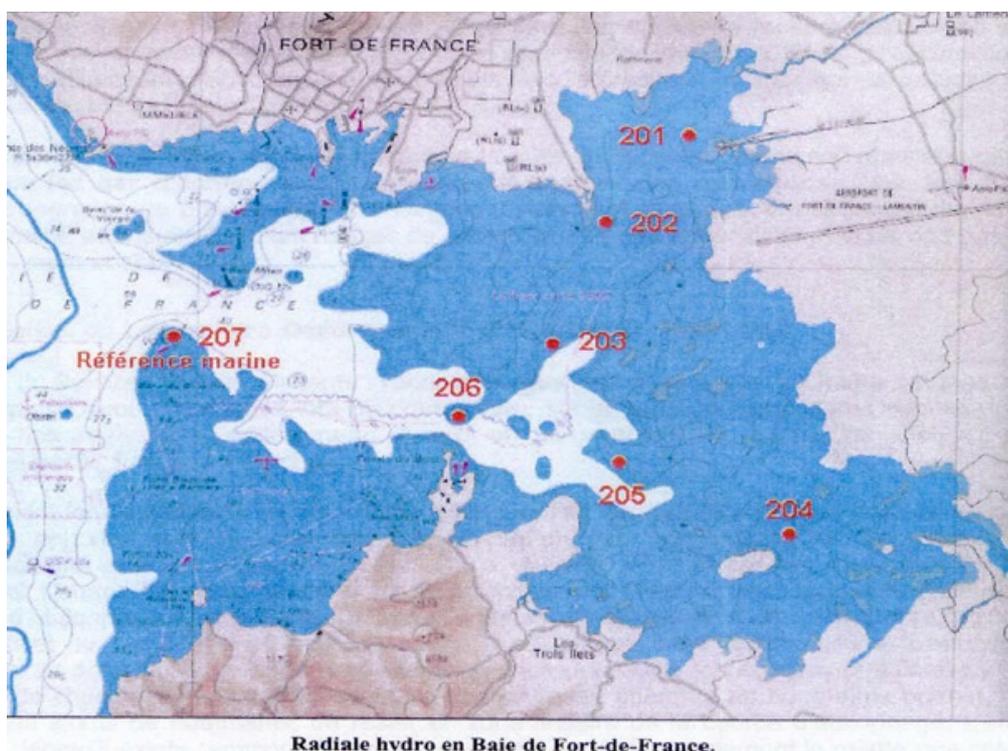


Figure 1 : Stations du suivi hydrologique en baie de Fort-de France (Rapport RNO. DDE, 2006).

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 (NO_3 , NO_2 , NH_4 et PO_4) (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
Chlorophylle a ($\mu\text{g l}^{-1}$)	SAPIGH	HPLC	0,0002 mg l^{-1}	
Turbidité (FNU)	Impact Mer	DIN NE ISO 7027	0,01 NTU	± 0,01
Matières en suspension (mg l^{-1})	LTA 972	NF EN 872	2 mg l^{-1}	
Nitrates ($\mu\text{mol l}^{-1}$)	IPG LABEO	ou spectro UV-Vis IFREMER Aminot et Kérouel 2004	0,05 $\mu\text{mol l}^{-1}$	0,02
Nitrites ($\mu\text{mol l}^{-1}$)			0,05 $\mu\text{mol l}^{-1}$	0,01
Ammonium ($\mu\text{mol l}^{-1}$)			0,1 $\mu\text{mol l}^{-1}$	0,05
Phosphates ($\mu\text{mol l}^{-1}$)			0,05 $\mu\text{mol l}^{-1}$	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 au laboratoire. 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).

Pour la turbidité et la chlorophylle a, l'eau brute est prélevée directement dans des flacons en plastique préalablement rincés trois fois. Les flacons sont ensuite placés à l'obscurité et au frais.

La turbidité est mesurée par Impact Mer à l'aide d'un turbidimètre de paillasse WTW Turb 430 IR préalablement étalonné.

Pour le dosage des pigments, l'eau contenue dans les flacons opaques de 2 litres est filtrée dans un délai maximum de 8h, sur des filtres GF/F (Whatman, \varnothing 25mm, 0,7 μm de porosité) avec une dépression de maximum 200 mbars, conformément aux protocoles en vigueur (Aminot et Kérouel, 2004). Les filtres sont placés dans des cryotubes, stockés dans l'azote liquide pour une congélation immédiate, puis au congélateur -80° pour leur conservation jusqu'à l'envoi.

L'eau destinée à l'analyse des nutriments est prélevée par un opérateur muni de gants nitrile à usage unique. L'eau est pré-filtrée au sortir de la bouteille Niskin, sur une membrane en nylon de 10 μm de porosité avant d'être transférée dans des flacons plastiques. Auparavant, tous les flacons sont rincés trois fois avec l'échantillon d'eau. Tous les flacons sont remplis seulement au $\frac{3}{4}$ et fermement bouchés. Les flacons sont ensuite stockés au frais dans une glacière réservée aux nutriments, debout et emballés dans un sachet fermé hermétiquement pour éviter le contact avec l'eau des glaçons. De retour du terrain, les échantillons sont congelés en respectant strictement les recommandations d'Aminot et Kérouel (2004), pour analyse ultérieure. Les échantillons sont expédiés sous carboglace pour analyse pour l'Institut Pasteur de Guadeloupe (IPG).

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 pour la DCE).

2 Bancarisation des données

Les données brutes sont saisies dans un fichier Quadrilabo puis intégrées dans Quadrigé².

C. Résultats

1 Résultats 2019

1.1 Données météorologiques et déroulement des campagnes

Les données météorologiques pour l'année 2019 sont présentées dans la Figure 2. Les données température, vent et pluviométrie correspondent aux stations situées sur le pourtour de la baie de Fort-de-France, les mesures de débits concernent l'aval des rivières Lézarde et les Coulisses (Riv. Salée) et les données houle sont mesurées par le houlographe situé au sud ouest de la baie de Fort-de-France. Le bassin versant de la Rivière Lézarde est le plus étendu de Martinique, il s'étend du Piton de l'Alma et draine la plaine du Lamentin pour se déverser dans la baie de Fort-de-France, entre les stations de suivi Cohé du Lamentin et Pointe des Sables. Le bassin versant de la Rivière Salée, plus restreint, couvre une partie des mornes du sud et la plaine de Rivière Salée et se déverse non loin de la station Gros Ilet.

Les mois les plus secs s'étalent de janvier à juin (Figure 2). Les mois aux plus fortes précipitations sont août, octobre et novembre (moyenne des précipitations sur les hauteurs de Fort-de-France, du Gros-Morne et à Genipa). Les débits mensuels enregistrés pour la rivière Lézarde sont plus faibles de février à avril et plus forts en août, octobre et novembre. 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 août et octobre. Le vent moyen atteint un maximum de 30 km/h en février, puis se stabilise autour de 28 km/h jusqu'en juillet. Il faiblit ensuite jusqu'en septembre. La température moyenne de l'air passe de 25°C à 28 °C entre janvier et juin et reste autour de 28°C entre juin et novembre. Une houle d'un peu plus d'un mètre a été mesurée en janvier et une de presque un mètre en décembre. En dehors de ces deux épisodes, l'agitation de la baie a été faible.

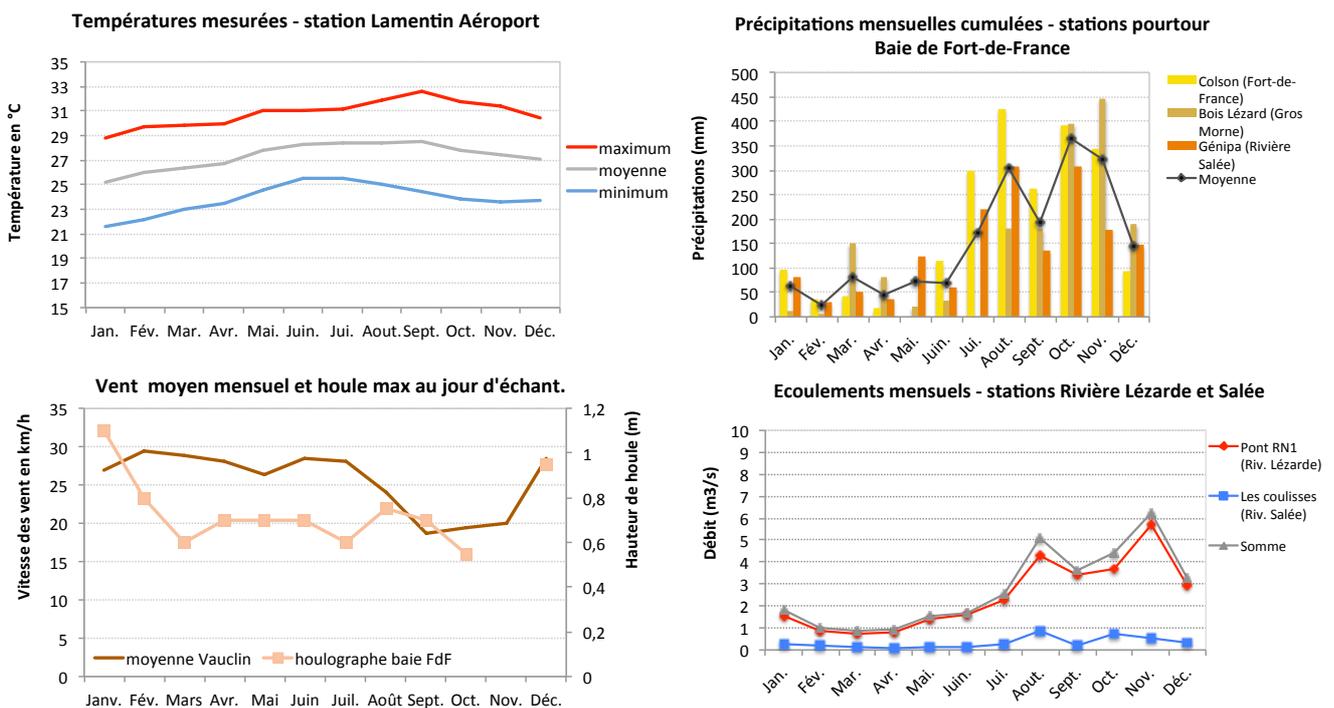


Figure 2 : Données météorologiques relevées aux stations sur le pourtour de la baie de Fort-de-France, pour l'année 2019 (source Météo France, BanqueHydro) .

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

Concernant les conditions météorologiques, six campagnes ont eu lieu après un épisode pluvieux : janvier, juin, juillet, septembre, novembre et décembre. Le panache d'eau turbide provenant de la Rivière Lézarde n'a pas été observé lors des campagnes faisant suite à un fort épisode pluvieux. Cependant, la présence de feuilles et de bois en surface traduisant des apports d'eau au niveau de la mangrove ou la présence d'un courant anormal, a été observée en septembre et en novembre (Tableau 3). En juin, des sargasses ont été observées dans la baie, avec un courant de surface en direction du fond de la baie.

Tableau 3 : Déroulement des campagnes du Suivi de la Baie de Fort-de-France effectuées en 2019

N°campagne	Date	Heure début	Heure fin	Observations météo et commentaire
19-01	24/01/19	07:13	10:54	Fortes précipitations 72hr avant ; vent modéré à fort, baie agitée
19-02	19/02/19	07:07	11:30	Vent fort et baie agitée, passage de grains. Changement du câble de la sonde YSI
19-03	19/03/19	07:15	11:15	Temps calme et clair. Feu à terre, prélèvement de Gros Ilets dans le panache de fumée
19-04	15/04/19	07:46	11:20	Vent fort et baie agitée, fort ensoleillement
19-05	07/05/19	07:31	10:55	Temps couvert avec grains faibles, vent modéré
19-06	03/06/19	06:57	10:28	Fortes précipitations 72h avant, première onde tropicale de la saison ; courant faible vers l'Est à Gros Ilet ; Forte brume de sable et présence de sargasses dans la baie
19-07	09/07/19	06:57	10:28	Fortes précipitations 72h avant ; légères pluies durant les prélèvements ; Vent et Houle d'Est de faible à fort ; brume de sable modérée
19-08	13/08/19	07:20	10:55	Vent modéré et temps ensoleillé
19-09	10/09/19	06:50	10:02	Localement fortes précipitations 72h avant, pas de panache marqué au niveau de la Lézarde, feuilles et bois en surface à Pointe du Bout et Gros Ilet ; Temps calme et ensoleillement fort
19-10	08/10/19	06:54	10:15	Vent et ensoleillement modérés, présence d'une brume de sable modérée
19-11	05/11/19	06:15	09:45	Fortes précipitations 72h avant, pas de panache turbide mais mousse en surface observée à Pointe des Sables et mousse et feuille d' <i>Halophila</i> à Pointe du Bout; vent modéré et temps ensoleillé, présence d'une brume de sable modérée
19-12	10/12/19	06:57	10:08	Fortes précipitations 72h avant et pluie dans la matinée. Temps calme et partiellement couvert

1.2 Qualification des données 2019

Les données 2019, contrairement à celles des années précédentes, ont pu être qualifiées avant l'analyse présentée ci-après. La qualification des données 2019 comprend une comparaison par site et par paramètre des valeurs de 2019 avec les valeurs obtenues entre 2014 et 2018 sur le même site. Pour les nutriments, les résultats ont été comparés uniquement avec les valeurs de 2017 obtenues avec le laboratoire Ifremer. Cette comparaison vise à mettre en avant les données qui paraissent anormales par rapport au jeu de données et qui pourraient être qualifiées en « Faux » ou « Douteux » dans Quadrigé. Les valeurs de MES et de pH n'ont pas été qualifiées. Les nutriments ont été qualifiés en « Douteux » ou « Non qualifiés » dans l'attente des résultats complémentaires 2020 et 2021 (Annexe 1).

1.3 Mesures mensuelles par station, surface et fond

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.

La **température** de l'eau diffère très peu entre le fond et la surface. Les valeurs les plus basses sont mesurées en février, un peu sous 26°C, et augmente jusqu'à 29,5-30°C en septembre et octobre. Les températures les plus fortes sont mesurées à Cohé du Lamentin en surface en septembre et au fond en octobre ; à Banc Gamelle, Pointe des Sables et Pointe la Rose en surface en septembre. Les valeurs les plus basses sont mesurées sur tous les sites en surface et au fond en février sauf Pointe du Bout et Atterrissage Rouge.

Le **pH** est un paramètre globalement stable sur l'année, oscillant entre 7,9 et 8,2. Les valeurs les plus faibles en 2019 sont mesurées en février au fond à Atterrissage Rouge.

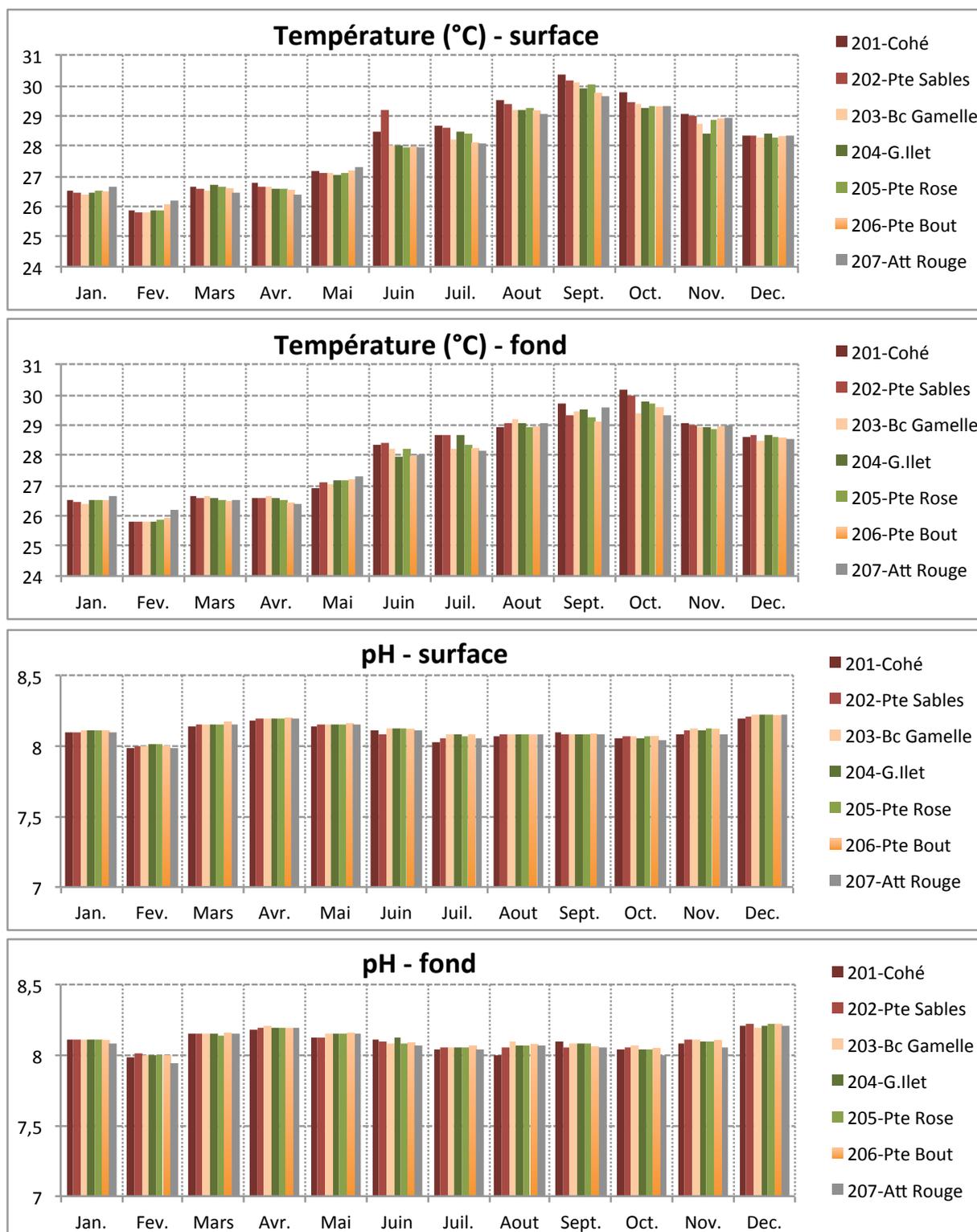


Figure 3 : Résultats mensuels des paramètres température et pH, toutes stations, année 2019

La **salinité** est maximale, proche ou supérieure à 36, en janvier, février, avril et mai. A ces mois, les valeurs sont légèrement supérieures au fond. Pour des raisons qui ne semblent pas être liées à la pluviométrie, la salinité du mois de mars est plus faible. Entre juin et novembre, la salinité est plus basse avec une importante variabilité inter-mensuelle, que se soit au fond ou en surface. La baisse de la salinité correspond bien au début de la saison des pluies. La faible salinité du mois d'août (autour de 32,5) est corrélée aux fortes précipitations. C'est moins le cas pour les salinités d'octobre car de fortes précipitations sont plutôt mesurées en novembre. En 2019, le phénomène de dessalure lié aux apports d'eau douce par les fleuves Amazone et Orénoque (Chérubin & Richardson 2007) s'étend de juin à novembre et est maximum en août (images satellites, <https://salinity.oceansciences.org/smap-salinity.htm>). La plus faible salinité (31,4) est mesurée en sub-surface à Cohé du Lamentin en octobre. 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 masse d'eau. Ainsi seuls les apports importants, susceptibles d'influencer l'ensemble de la masse d'eau, sont pris en compte. Quelques mesures atypiques ressortent telle que la valeur de surface plus élevée à Pointe des Sables en juin par rapport aux autres sites au même mois. Cette valeur s'accompagne d'une température plus élevée. Egalement les valeurs de fond à Atterrissage Rouge plus faible que les autres sites en mars, juin, juillet et octobre.

L'oxygène dissous mesuré en surface est similaire entre les sites et toujours supérieur ou égal à 6 mg/l. Les mesures de fond sont globalement plus faibles et plus contrastées entre les sites, avec deux valeurs proches de la valeur de référence de 5 mg/l. Les plus faibles valeurs (5,06 et 5,26 mg/l) ont été mesurées à Cohé du Lamentin en novembre et en août. En 2017, une faible valeur d'oxygène avait été mesurée au fond à la station Banc Gamelle. Ce phénomène d'hypoxie n'a pas été observé à nouveau en 2019.

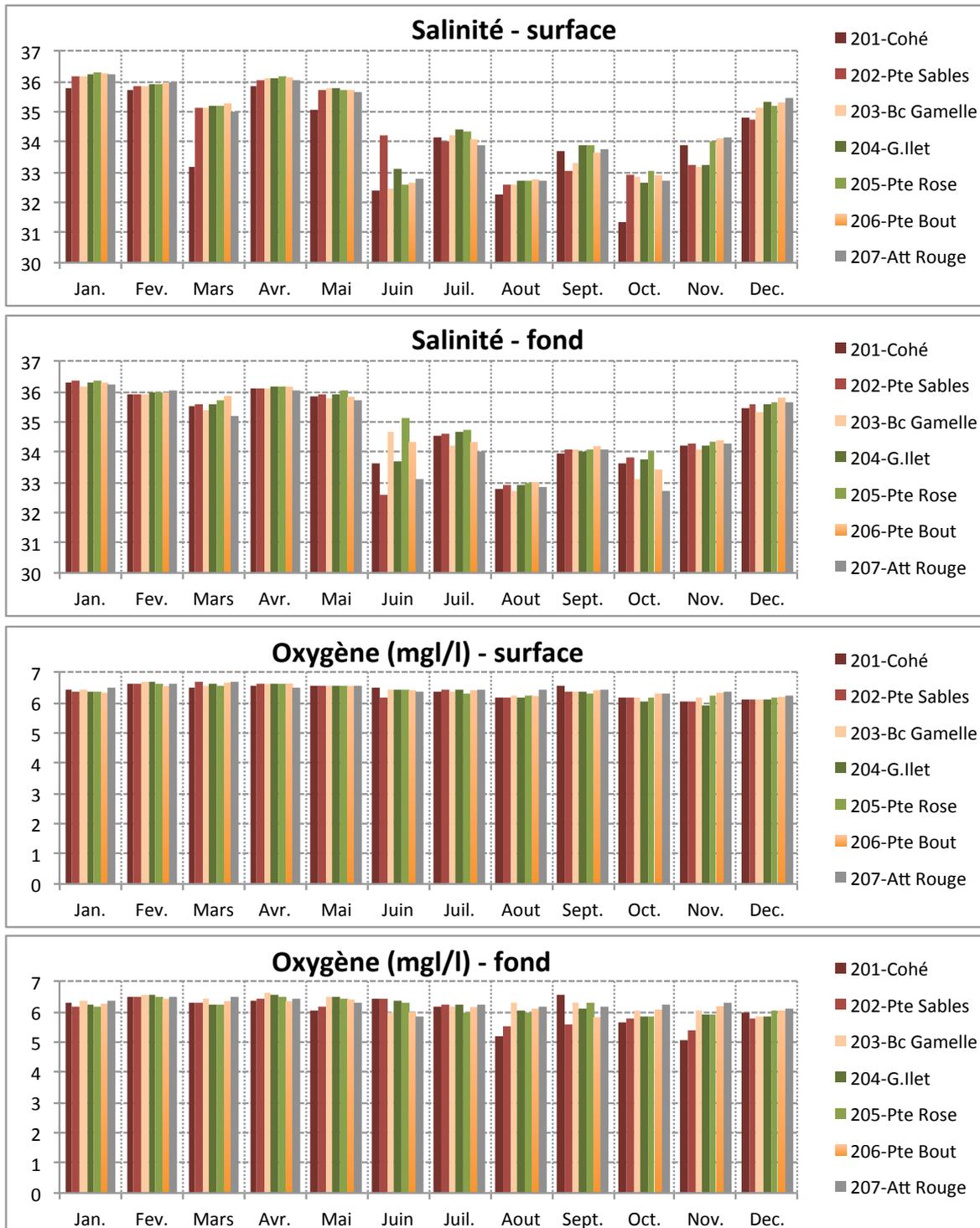


Figure 4 (suite) : Résultats mensuels des paramètres salinité et oxygène, toutes stations, année 2019

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.

En 2019, la **turbidité** a été mesurée par Impact Mer.

Les valeurs sont très variables selon le site. Les plus fortes valeurs, que ce soit en surface ou au fond, sont mesurées à Cohé du Lamentin, puis à Pointe des Sables et Gros Ilet, qui sont les sites les plus impactés par les apports des bassins versants. En surface, le mois de juin est celui pour lequel la plus forte valeur est mesurée, à Cohé du Lamentin (6,3 FNU). Ceci est cohérent avec les fortes pluies liées à la première onde tropicale de la saison. En janvier et en novembre, les valeurs restent sous 2 FNU mais sont élevées pour la plupart des sites. Les valeurs de janvier seraient liées à la houle mesurée dans la baie créant un brassage inhabituel, alors que celles de novembre seraient liées à l'accumulation des apports des bassins versants en fin de saison des pluies. Au fond, la valeur la plus forte est mesurée en avril à Cohé du Lamentin également (4,4 FNU).

Concernant le paramètre **MES**, la limite de quantification à 2 mg/l fait perdre en précision pour l'évaluation de la corrélation avec la turbidité. Contrairement aux années précédentes, il y a une bonne corrélation entre les deux paramètres.

Les plus fortes valeurs, que ce soit en surface ou au fond, sont mesurées à Cohé du Lamentin, puis à Pointe des Sables Banc Gamelle et Gros Ilet, comme pour la turbidité. En surface, le mois de juin est celui pour lequel la plus forte valeur est mesurée, à Cohé du Lamentin (22 mg/l, valeur non affichée sur le graphique), puis une valeur de 17 mg/l est mesurée en octobre au même site. Ces deux fortes mesures se retrouvent également pour la turbidité. Au fond, la valeur la plus forte est mesurée en avril à Cohé du Lamentin également (7 mg/l). En janvier au fond, les valeurs sont supérieures à 2 mg/l pour la plupart des sites.

Le rapport MES/turbidité obtenu est de 2,56 avec cependant un coefficient de corrélation un peu faible (0,47) (Figure 5). Le rapport est cohérent avec la littérature (Jafar-Sidik *et al.*, 2017) et avec les mesures réalisées en baie du Robert (rapport de 2,5) (Ifremer, comm.pers., 2018).

Les résultats de turbidité fournis par le LTA seraient donc la source de l'absence de corrélation entre les deux paramètres les années antérieures. Les mesures de turbidités réalisées par un turbidimètre de paillasse en 2019 viennent de ce fait démontrer la cohérence des résultats de MES, en tout cas pour l'année 2019.

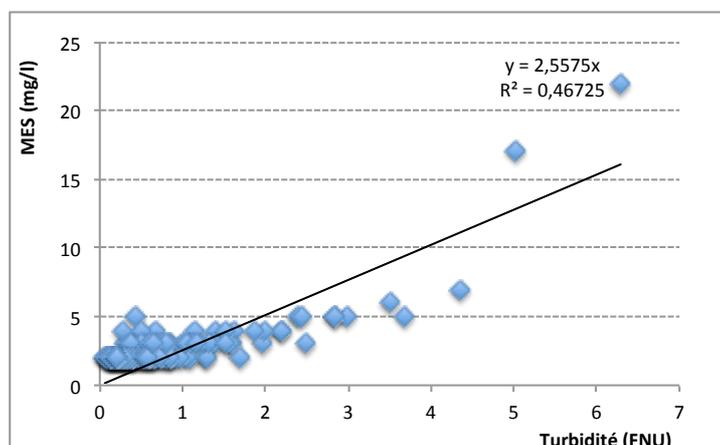


Figure 5 : Corrélation entre matières en suspension et turbidité, données 2019

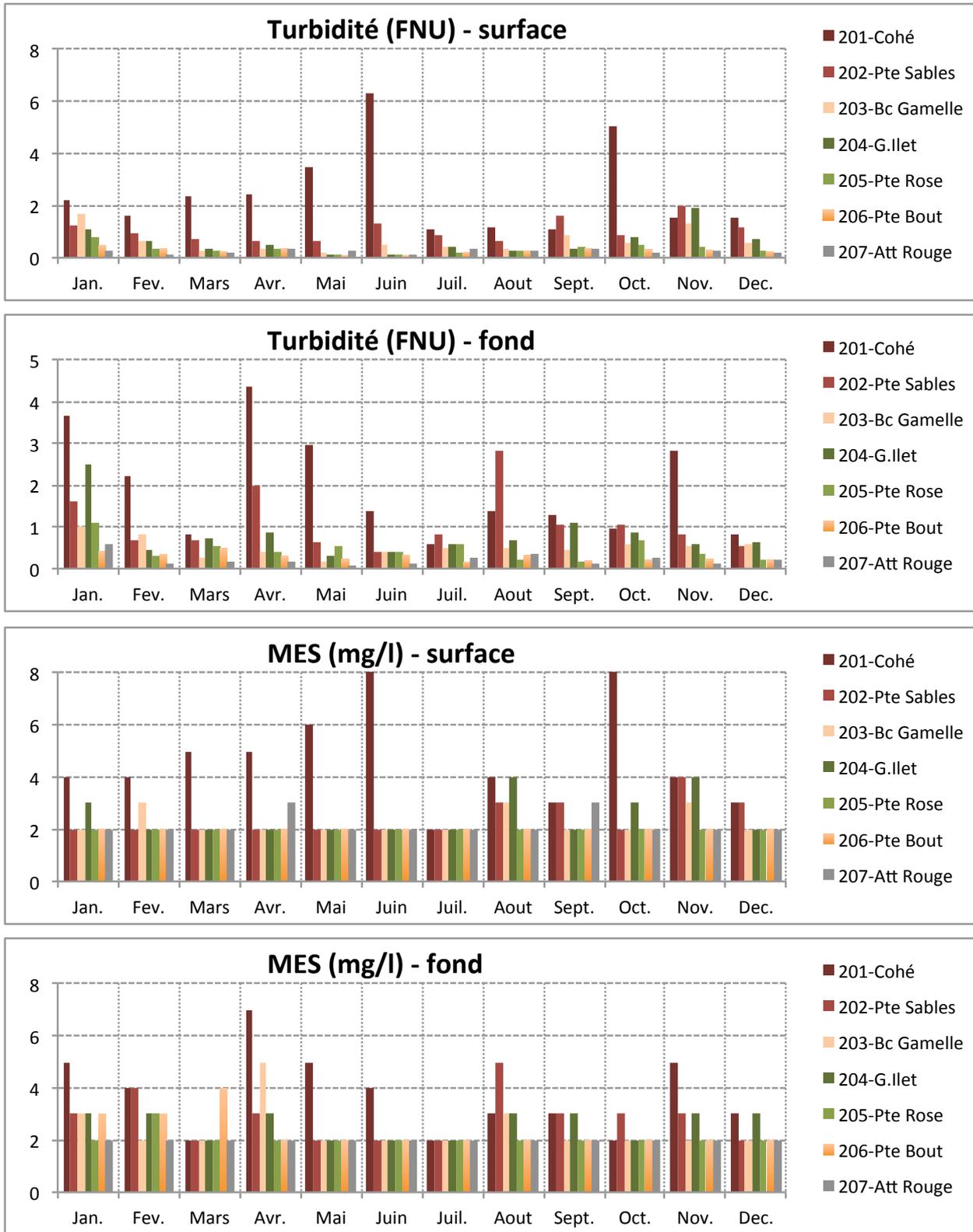


Figure 6 : Résultats mensuels des paramètres turbidité et MES, toutes stations, année 2019

En 2019, le paramètre **chlorophylle a** est obtenu par la méthode HPLC, plus précise que la méthode par spectrophotométrie. Un incident de congélation lors du transport est toutefois à déplorer pour les échantillons de la période janvier à juin. Cependant après analyse, les résultats sont cohérents et similaires à ceux de fin d'année.

Ce paramètre présente une variabilité saisonnière peu marquée et visible principalement en surface et pour les stations présentant de plus fortes valeurs (Cohé du Lamentin). Les valeurs les plus élevées concernent les mois de janvier à avril et octobre à décembre. Par contre, les différences inter-stations sont assez marquées : en surface et au fond, les différences de valeurs inter-stations forment un net gradient fond de baie - sortie de baie. En surface, les concentrations les plus élevées sont mesurées en novembre à Cohé (3,20 µg/l) et Pointe des Sables (3,13 µg/l). Au fond, les concentrations maximales sont mesurées en novembre (3,8 µg/l), en mai, avril et février à Cohé.

Concernant les **nutriments**, les résultats de l'analyse conjointe LTA972 – Ifremer sur des prélèvements réalisés en doublons ont mis en avant que **les valeurs obtenues par le laboratoire Ifremer par la méthode Technicon sont inférieures en moyenne de 0,5 µmol/l aux valeurs obtenues par le Laboratoire Territorial d'Analyse (LTA) (Allenou et Le Merrer, 2018).**

Suite à ces résultats, les analyses de 2019 ont été réalisées par l'Institut Pasteur de Guadeloupe. Cependant, du fait de problèmes internes, l'IPG a dû sous-traiter les analyses à LABEO Manche pour les mois de novembre et décembre. Pour le NH₄, la limite de quantification de ce dernier laboratoire est de 0,3 µmol/l au lieu de 0,1 µmol/l pour l'IPG.

Pour les **orthophosphates**, les résultats sont en théorie fournis par l'IPG pour toutes les campagnes sauf décembre. De janvier à juin, puis août et septembre, peu de valeurs dépassent la limite de quantification de 0,05 µmol/l. En juillet, puis d'octobre à décembre, les résultats sont plutôt autour de 0,1 µmol/l.

Il n'y a pas de gradient en fonction des sites, sauf pour le mois de novembre. Il ne semble pas y avoir de saisonnalité : les données sont subitement plus élevées pour tous les sites à partir d'octobre, ce qui n'apparaît pas très naturel. Enfin, il y a parfois une corrélation avec les valeurs de fond et de surface, comme en septembre et décembre.

En surface, la plus forte valeur est mesurée à Pointe la Rose en juillet. Les autres fortes valeurs concernant chaque fois des sites et des mois différents. Au fond, la plus forte valeur est mesurée à Pointe du Bout en septembre, puis deux autres fortes valeurs concernent Pointe des Sables également en septembre et Gros Ilet en février.

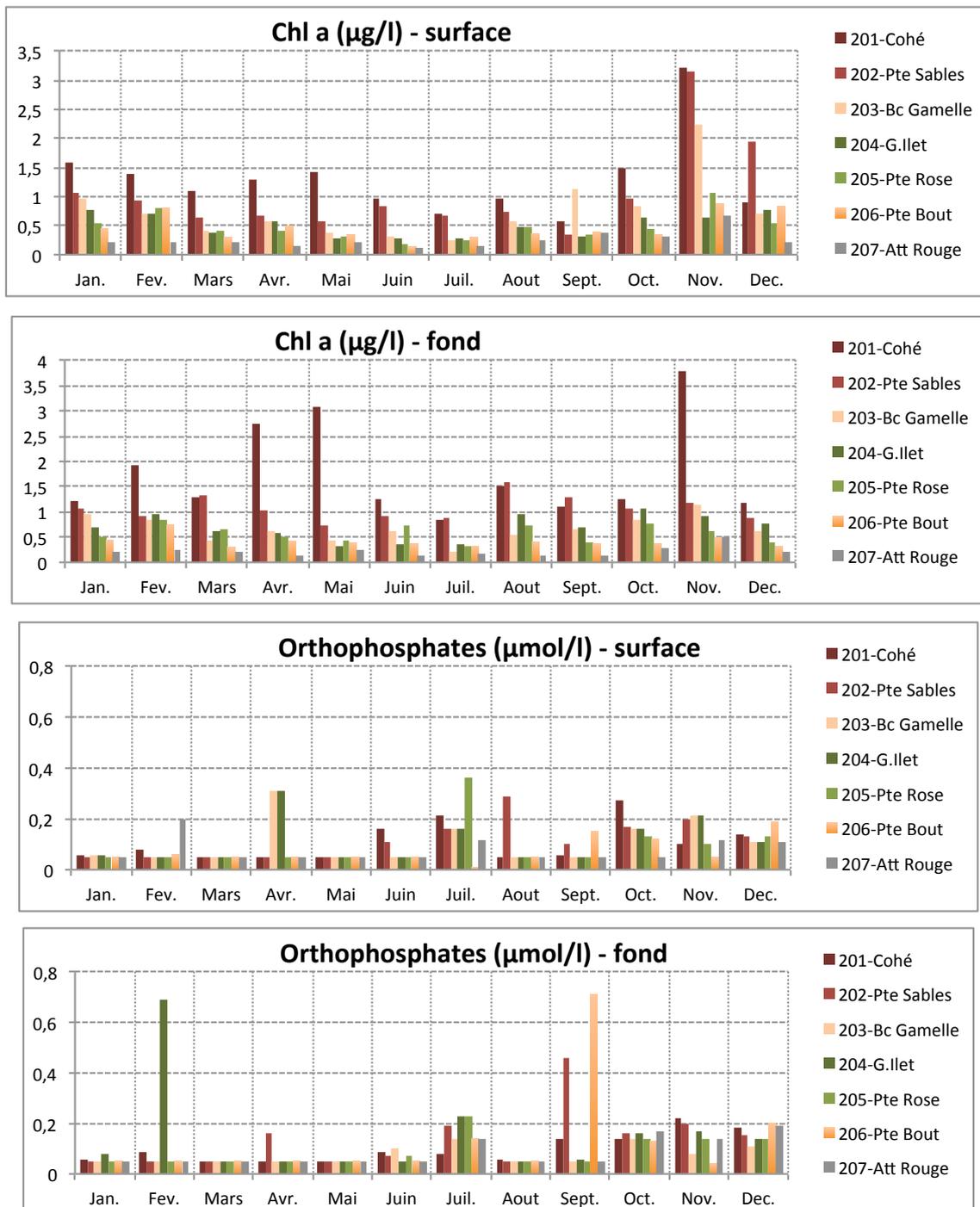


Figure 7 : Résultats mensuels des paramètres chlorophylle a et orthophosphates, toutes stations, année 2019

Pour l'**ammonium**, les résultats sont en théorie fournis par l'IPG pour toutes les campagnes sauf novembre et décembre.

Une analyse préliminaire en cours d'année sur les données de janvier à juin 2019 avait démontré que les concentrations obtenues par l'IPG étaient plus cohérentes que celles fournies par le LTA. Le graphique sur l'année complète révèle ici qu'à partir de juillet, certaines valeurs obtenues sont très élevées. Il pourrait s'agir d'un enrichissement lié à la saison des pluies qui est bien marquée en 2019. Cependant cette corrélation n'avait pas été clairement mise en évidence lors de l'étude de l'Ifremer (Allenou et Le Merrer, 2018).

En surface, la valeur maximale est mesurée à Banc Gamelle en août (16,81 $\mu\text{mol/l}$, non affichée sur le graphique). Sur l'année, en surface, deux autres valeurs supérieures à 10 $\mu\text{mol/l}$ sont mesurées et quatre valeurs supérieures à 2 $\mu\text{mol/l}$. Au fond, la valeur maximale est mesurée à Cohé du Lamentin en novembre (45,5 $\mu\text{mol/l}$, non affichée sur le graphique). Deux autres valeurs supérieures à 10 $\mu\text{mol/l}$ sont mesurées et quatre valeurs supérieures à 2 $\mu\text{mol/l}$, toutes à des sites et périodes différents de ceux des valeurs élevées de surface.

Pour les **nitrites + nitrates**, les résultats sont en théorie fournis par l'IPG pour toutes les campagnes sauf novembre et décembre.

Les valeurs de surface et de fond sont relativement bien corrélées. Les valeurs les plus fortes sont observées en janvier et sur la période août à décembre. Contrairement à l'ammonium, il n'y a que deux valeurs élevées sans être extrêmes : 5,9 $\mu\text{mol/l}$ à Banc Gamelle surface en octobre et 6,2 $\mu\text{mol/l}$ à Atterrissage Rouge en octobre également. La salinité enregistrée au fond pour ces deux stations à la même date est inférieure à celle mesurée aux autres sites. Ces salinités pourraient être le signal d'un facteur explicatif pour les fortes concentrations en nitrates + nitrites mesurées.

En surface, cinq valeurs se situent entre 1 et 1,5 $\mu\text{mol/l}$ et les autres sont pour la plupart inférieures à 0,5 $\mu\text{mol/l}$. Au fond, trois valeurs se situent entre 1 et 1,5 $\mu\text{mol/l}$ et les autres sont pour la plupart proches ou inférieures à 0,5 $\mu\text{mol/l}$.

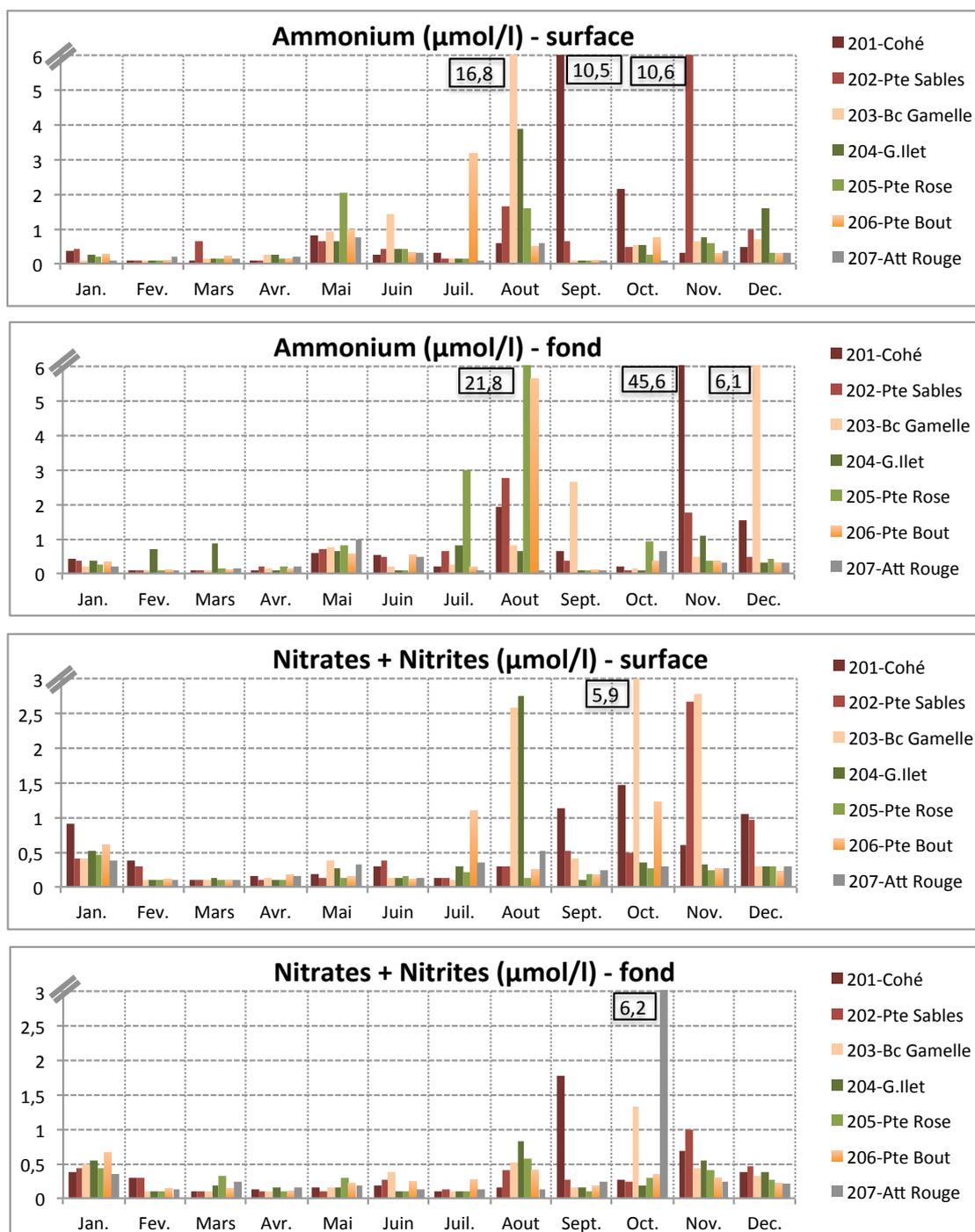


Figure 8 : Résultats mensuels des paramètres ammonium et nitrites + nitrates, toutes stations, année 2019

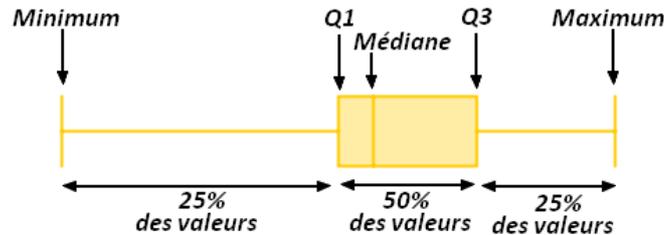
1.4 Valeurs de 2019 sur les radiales, surface et fond

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 du Lamentin-Pointe 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 9 et Figure 10, sont issus des valeurs mensuelles de 2019 ($n=12$).

Lecture d'un Boxplot :



La **température** présente un léger gradient pour les valeurs de surface et de fond. La température décroît du fond de la baie vers le large.

La **salinité** et le **pH** sont des paramètres qui varient peu entre les stations et entre la surface et le fond. Seule la station Cohé présente un minimum de salinité plus faible en surface. Comme relevé pour l'analyse mensuelle par station, Atterrissage Rouge présente en 2019 une valeur médiane de salinité (surface et fond) plus faible que les sites plus à l'intérieur de la baie. La dessalure est plus marquée au fond de la colonne d'eau. Cette tendance est à surveiller mais s'explique difficilement par le modèle de circulation de la baie (Lecacheux *et al.*, 2019) qui décrit une sortie des eaux de fond de baie par la surface. Les eaux de Cohé et Pointe des Sables sont les moins salées.

L'**oxygène dissous** au fond est plus faible qu'en surface, sur toutes les stations. Les valeurs de fond peuvent varier entre les stations mais il n'y a pas de tendance nette sur le gradient. Les stations Pointe des Sables puis Cohé sont les moins bien oxygénées au fond (les plus faibles 1^{er} quartiles et valeurs minimum).

Les résultats de surface et de fond pour la **turbidité** vont en décroissant du fond de baie vers la sortie de baie, avec les sites de fond de baie Cohé, Pointe des Sables et Gros Ilet présentant des plus fortes valeurs au fond et en surface.

Pour les **matières en suspension**, il n'y a pas de décroissance des valeurs vers le large, que ce soit pour les valeurs de surface que pour les valeurs de fond. Cependant, les sites de fond de baie Cohé, Pointe des Sables et Gros Ilet présentant une médiane plus élevée (sauf Gros Ilet surface) et une boîte à moustache plus étalée. Les valeurs mesurées à ces sites sont donc plus fluctuantes. Toutefois, l'analyse est limitée du fait de valeurs souvent inférieures à la limite de quantification à 2mg/l.

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** au fond forment un léger gradient sur les deux radiales. Les valeurs de surface ne décroissent pas sur le gradient et la médiane la plus forte concerne Pointe des Sables.

Les concentrations en **nitrites + nitrates** mesurées en surface et au fond ne présentent pas de tendance à l'augmentation sur la radiale Gros Ilet-Atterrissage Rouge, comme c'était le cas de 2015 à 2017. En surface, les valeurs les plus élevées sont retrouvées à Cohé, Pointe des Sables et Banc Gamelle. Au fond, les valeurs sont similaires entre les sites.

Pour les **orthophosphates**, la plus forte médiane pour la surface et le fond est attribuée à Pointe des Sables. Des variations entre les sites sont observées mais aucun gradient ne se dessine.

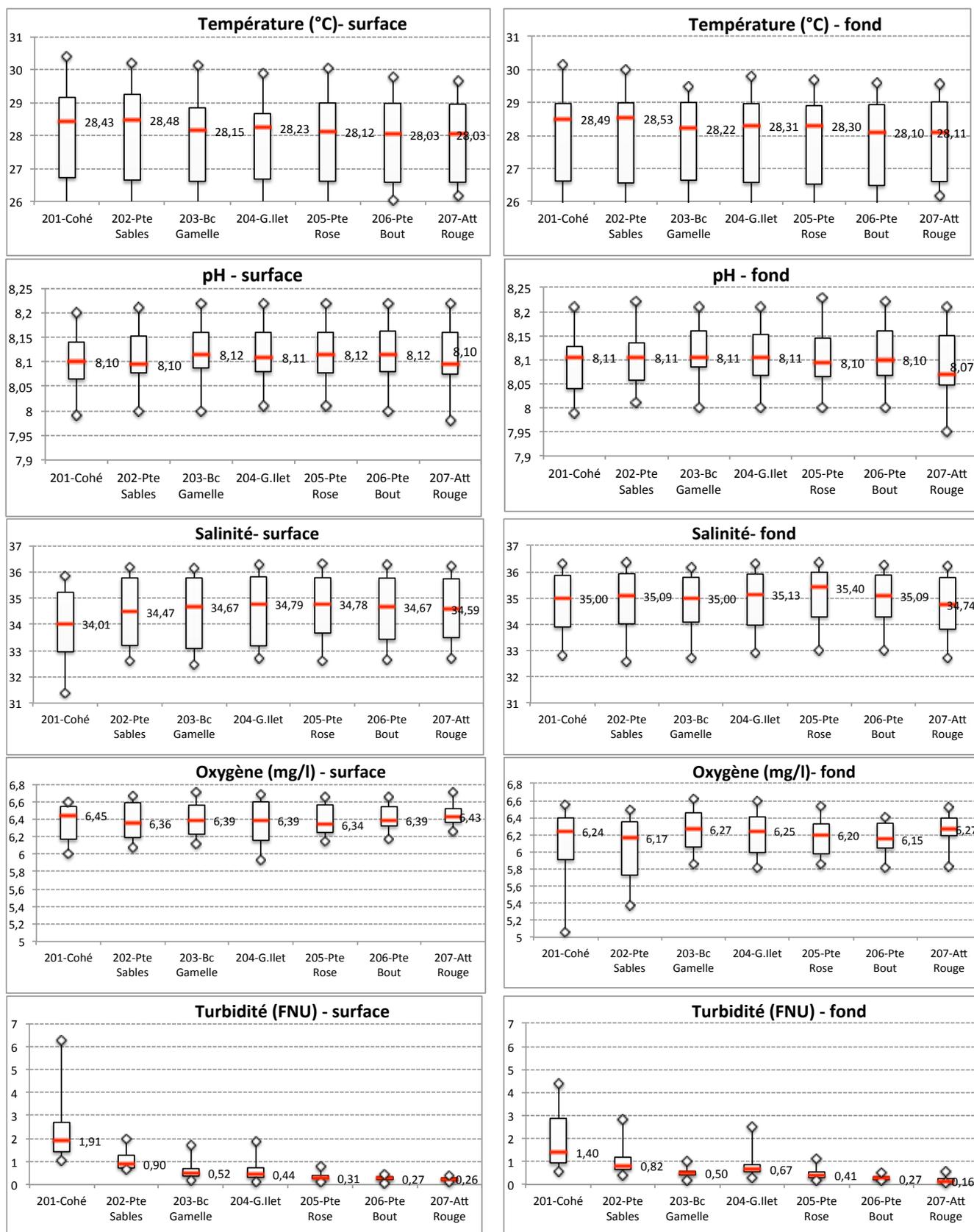


Figure 9 : Boxplots des mesures annuelles de chaque paramètre pour les stations du réseau de suivi de la Baie de Fort-de-France, en surface et au fond, présentés selon la position fond de baie-sortie de baie (n=12)

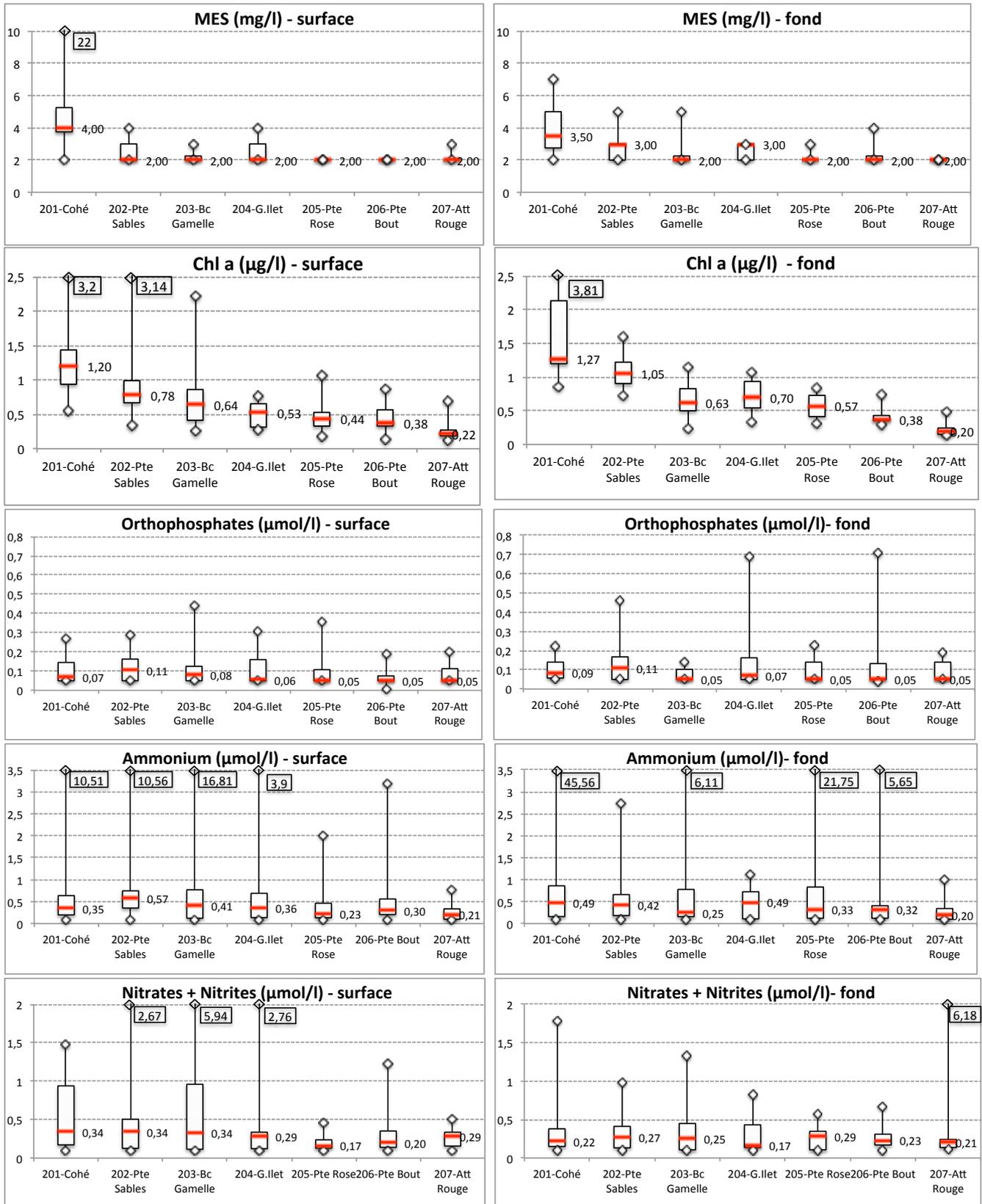


Figure 10 (suite) : Boxplots des mesures annuelles de chaque paramètre pour les stations du réseau de suivi de la Baie de Fort-de-France, en surface et au fond, présentés selon la position fond de baie-sortie de baie ($n=12$)

2 Evolution temporelle et spatiale des paramètres

Les données disponibles sur Quadriges 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 » et les données 2019 « Non qualifiées » sont conservées. Celles qualifiées en « Faux » ont été écartées.

Le choix de conserver les données en « Douteux » est discutable. Dans l'état actuel du jeu de données, retirer ces données priverait l'analyse d'un grand nombre de valeurs, notamment des années entières avec résultats douteux (Tableau 4). Un effort supplémentaire de vérification de la qualification sera nécessaire, notamment en ce qui concerne les paramètres pH, MES, avant de faire l'analyse sans les valeurs qualifiées en « Douteux ».

Concernant les nutriments, les valeurs issues du LTA972 présenteraient une cohérence inter-sites selon l'étude de 2017, même si elles sont surévaluées par rapport aux résultats du laboratoire Ifremer-Nantes. L'analyse sur le gradient reste de ce fait intéressante.

Tableau 4 : Comparaison du nombre d'années de résultats disponibles selon la prise en compte ou non des résultats « Douteux »

	nombre d'années disponibles pour analyse avec résultats douteux	nombre d'années disponibles pour analyse sans résultats douteux
T	surface, 18 années	surface, 18 années
Sal	surface, 18 années	surface, 18 années
pH	surface, 7 années	surface, 1 année =2019, le reste en douteux, pourquoi?
Turb	surface, 7 années	surface, 7 années
MES	surface, 15 années	surface, 6 années
Chla	surface, 9 années	surface, 8 années. on perd 2011
PO4	fond, 8 années	surface, 2007, 2017, 2019. Fond, 2007 et 2019
NH4	fond, 10 années	surface, 2007, 2017, 2019. Fond, 2007 et 2019
NO3	fond, 15 années	surface, 2007, 2017, 2019. Fond, 2007 et 2019

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 11, Figure 12, Figure 13) ;
- 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 14, Figure 15).

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, 2015 et 2018 et hautes en 2005, 2013 et 2016. 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. Suite au rapport de 2018, ces résultats sont en attente de requalification par l'Ifremer. Ces résultats avaient à l'époque été qualifiés en « Bon » car rien ne permettait alors de douter de ces valeurs. Entre 2011 et 2017, la valeur médiane de salinité est en augmentation, passant de 33,6 à 35,6. En 2018, la médiane redescend à 34,9, puis à 34,4 en 2019.

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 les années 2015 et 2016 présentent des valeurs min/max qui se démarquent.

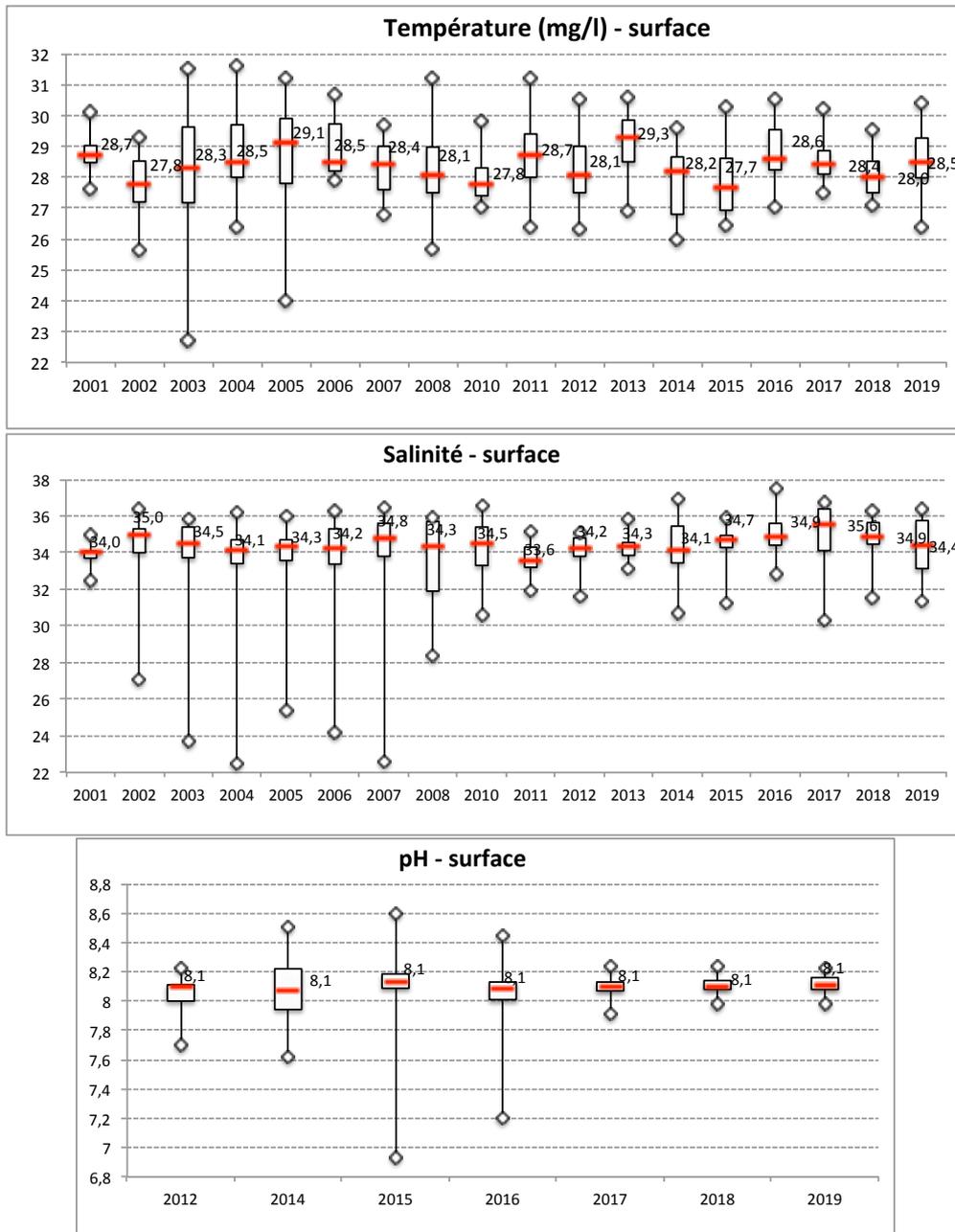


Figure 11 : Boxplots des valeurs interannuelles de surface des paramètres température, salinité et pH, toutes stations confondues

La turbidité a également une valeur médiane stable entre 2013 et 2019, de 0,4 ou 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 puis en 2018 et 2019, 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, ni la valeur médiane ni l'étendue des valeurs mesurées (espacement 1^{er}-3^{ème} quartile) ne montrent d'évolution sur la période 2011 à 2019. Il n'y a donc pas eu dégradation du milieu sur cette période. Les maximums ont été mesurés en 2012, 2016 et 2019.

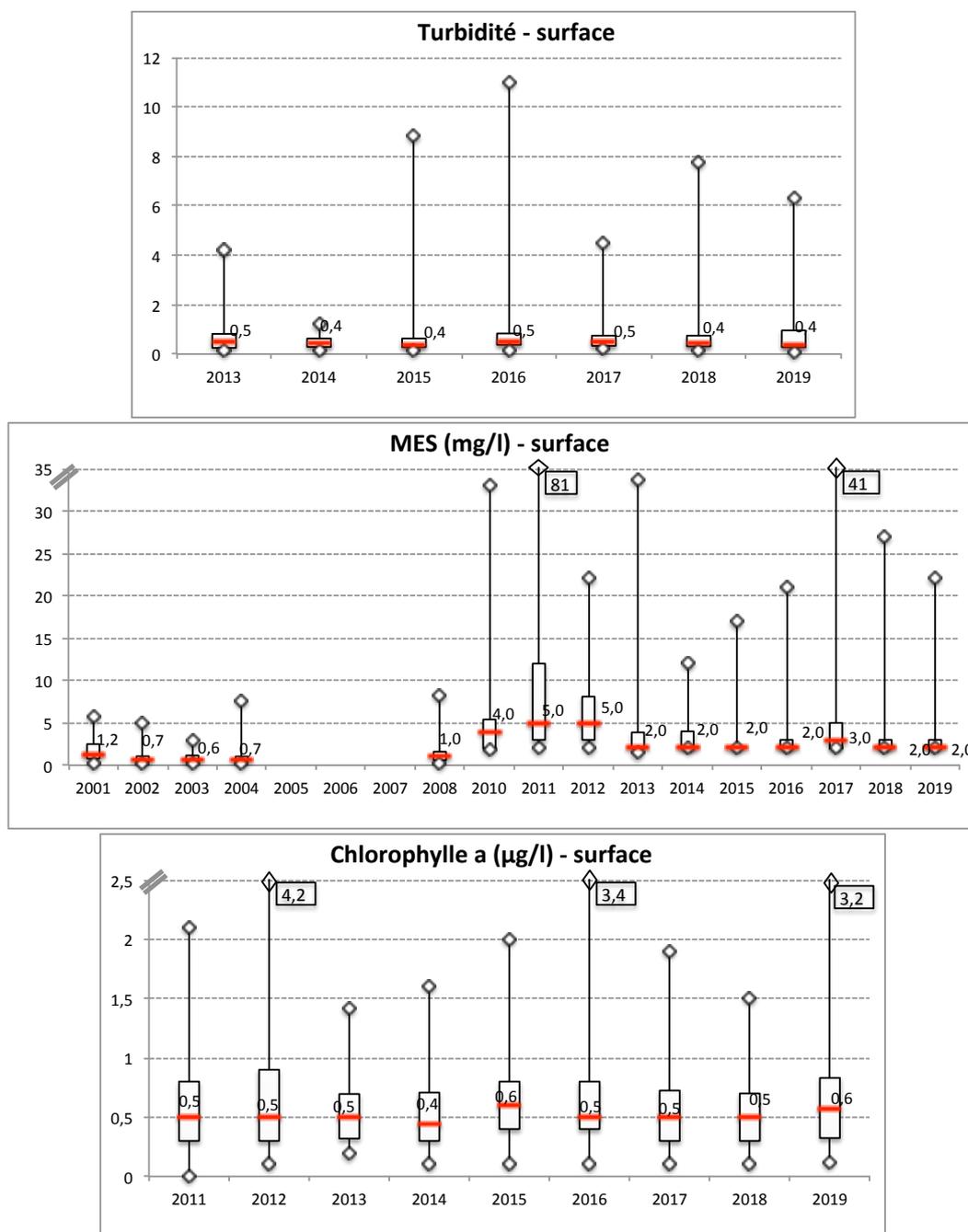


Figure 12 : Boxplots des valeurs interannuelles de surface des paramètres turbidité, MES et chlorophylle a, toutes stations confondues

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 l'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 2017, les valeurs de juillet à décembre ont été qualifiées en « fausses » suite à l'analyse des données annuelles, réduisant ainsi la valeur du 3^{ème} quartile. Seule la valeur du 3^{ème} quartile de 2007 reste élevée.

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, 2017 et 2019. Mis à part les résultats de 2007 et 2008, les résultats depuis 2012 sont en très légère augmentation jusqu'en 2019. Certains résultats de 2019 apparaissent « Douteux » mais sont en attente de comparaison avec les données 2020 et 2021 avant de pouvoir être qualifiés. L'attente de ces résultats permettra de comparer avec d'autres valeurs issues de l'IPG.

Concernant les nitrates, les résultats sont présentés depuis 2001, car malgré l'évolution de la LQ les valeurs sont de toute façon supérieures la plupart du temps. 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 2015. Depuis 2016, les médianes oscillent autour de 0,34 $\mu\text{mol/l}$. Aux périodes de valeurs élevées, la valeur maximale mesurée atteint 38,6 $\mu\text{mol/l}$. Face aux valeurs très élevées de ce paramètre ces dernières années, une campagne d'analyse en doublons a été menée en 2017. Les résultats démontrent que les valeurs obtenues par le LTA972 sont toujours supérieures à celles obtenues par Ifremer Nantes.

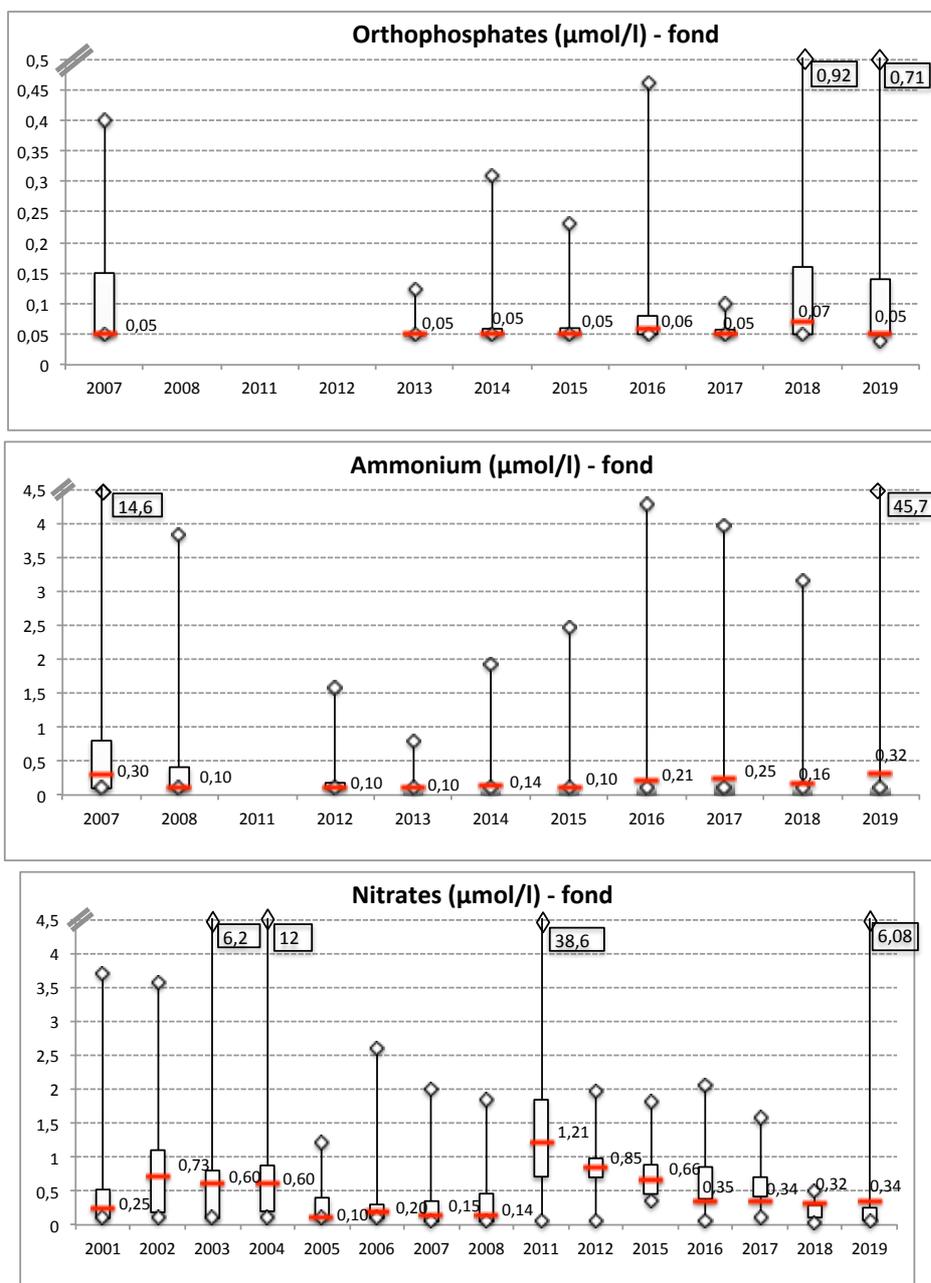


Figure 13 (suite): Boxplots des valeurs interannuelles de fond de chaque nutriment, toutes stations confondues

Evolution du gradient fond de baie-sortie de baie

La température de surface présente une diminution légère mais régulière sur les radiales Cohé-Pointe du Bout et Gros Ilet-Atterrissage Rouge, Les valeurs de médianes évoluent peu mais la baisse s'observe sur les limites des boîtes à moustache (3^{ème} et 1^{er} quartiles) ainsi que sur les valeurs minimales et maximales.

La salinité de surface ne présente pas de gradient progressif, mais seulement une médiane plus faible (34,1) pour la station Cohé.

La turbidité mesurée en surface forme un gradient bien marqué sur la radiale Cohé-Pointe du Bout avec des valeurs médianes qui passent de 1,2 à 0,27 FNU. La radiale Gros Ilet- Atterrissage Rouge présente un gradient moins marqué mais passant de 0,51 à 0,29 FNU. La valeur médiane de la turbidité à Gros Ilet est deux fois moins importante qu'à Cohé, ce qui démontre des apports de sédiments plus importants par la Lézarde sur la partie Nord de la baie ou /et une remise en suspension plus importante pouvant être liée à une profondeur plus faible ou une granulométrie plus fine des sédiments.

Les valeurs médianes des matières en suspension mesurées en surface sont peu contrastées sur le gradient du fait d'une limite de quantification trop élevée. L'observation des valeurs de 3^{ème} quartile révèle un léger gradient sur la radiale Cohé-Pointe du Bout, avec une diminution de 5 à 2 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 Gros Ilet et Banc Gamelle.

Le gradient des valeurs sur les radiales est moins marqué avec les données toutes années qu'avec les résultats de 2019.

La chlorophylle a, indicatrice de la productivité du milieu, présente de fortes différences de concentration selon le site. Sur la radiale Cohé-Pointe du Bout, la médiane passe de 1,1 à 0,4 µg/l et le 3^{ème} quartile de 1,4 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.

Pour les nutriments, bien que les résultats soient remis en cause d'un point de vu quantitatif, ceci n'exclut pas une analyse des résultats des sites les uns par rapport aux autres.

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 Cohé du Lamentin et Banc Gamelle (3^{ème} quartile à 0,10 µmol/l).

Les nutriments azotés, ammonium et nitrates, ne présentent pas les mêmes réponses vis-à-vis de la distribution spatiale. Pour l'ammonium, un gradient similaire à celui des MES et de la turbidité est observé. Il est léger sur les deux radiales : sur Cohé-Pointe du Bout la médiane décroît de 0,23 à 0,13 µmol/l et sur la seconde radiale elle passe de 0,20 à 0,10 µmol/l.

Les nitrates ne présentent pas de gradient progressif. Les médianes les plus élevées se retrouvent aux stations Banc Gamelle, Cohé et Pointe du Bout.

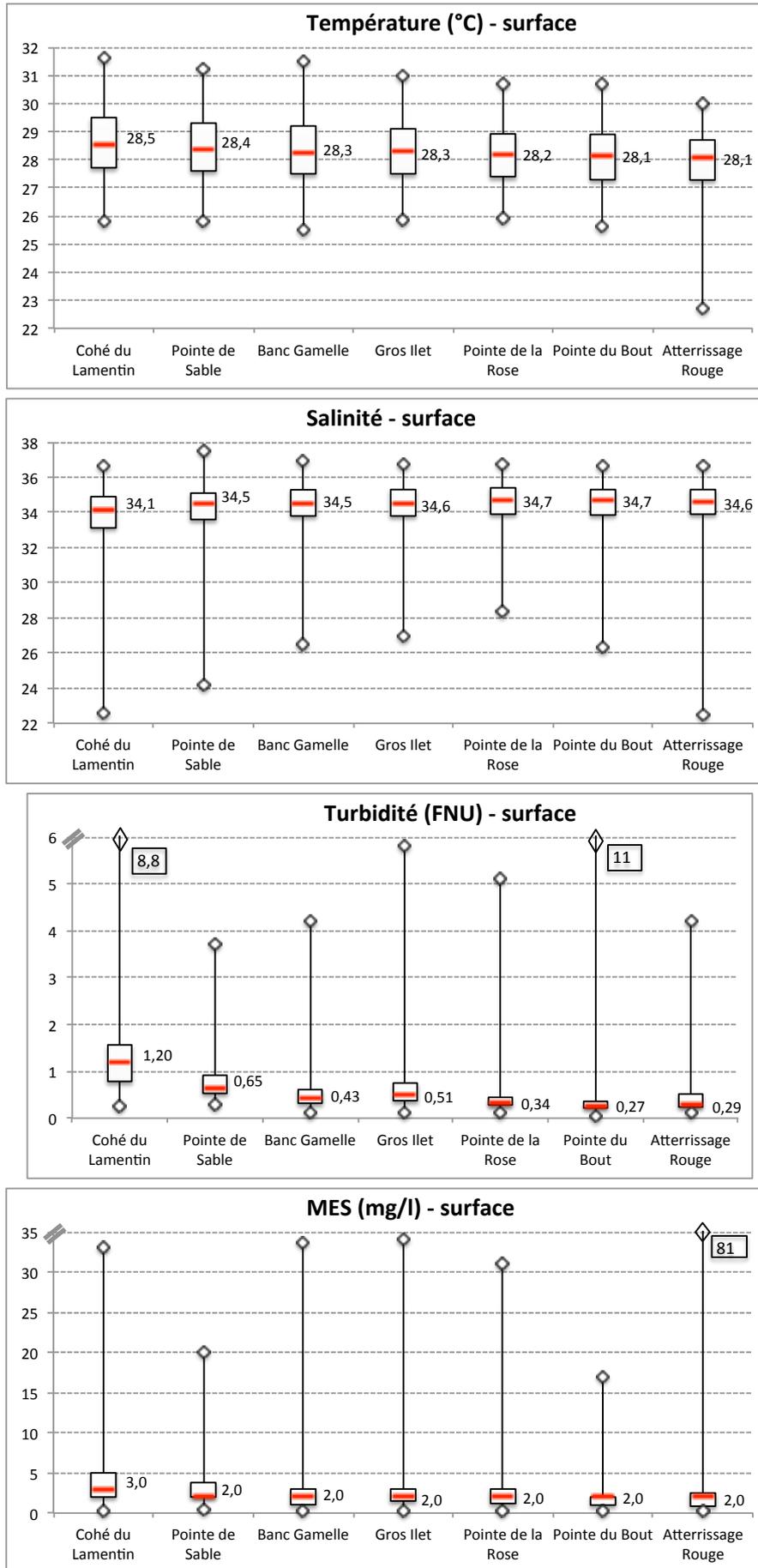


Figure 14 : Boxplots des valeurs inter-stations de surface des paramètres température, salinité, MES et chlorophylle a, toutes années confondues

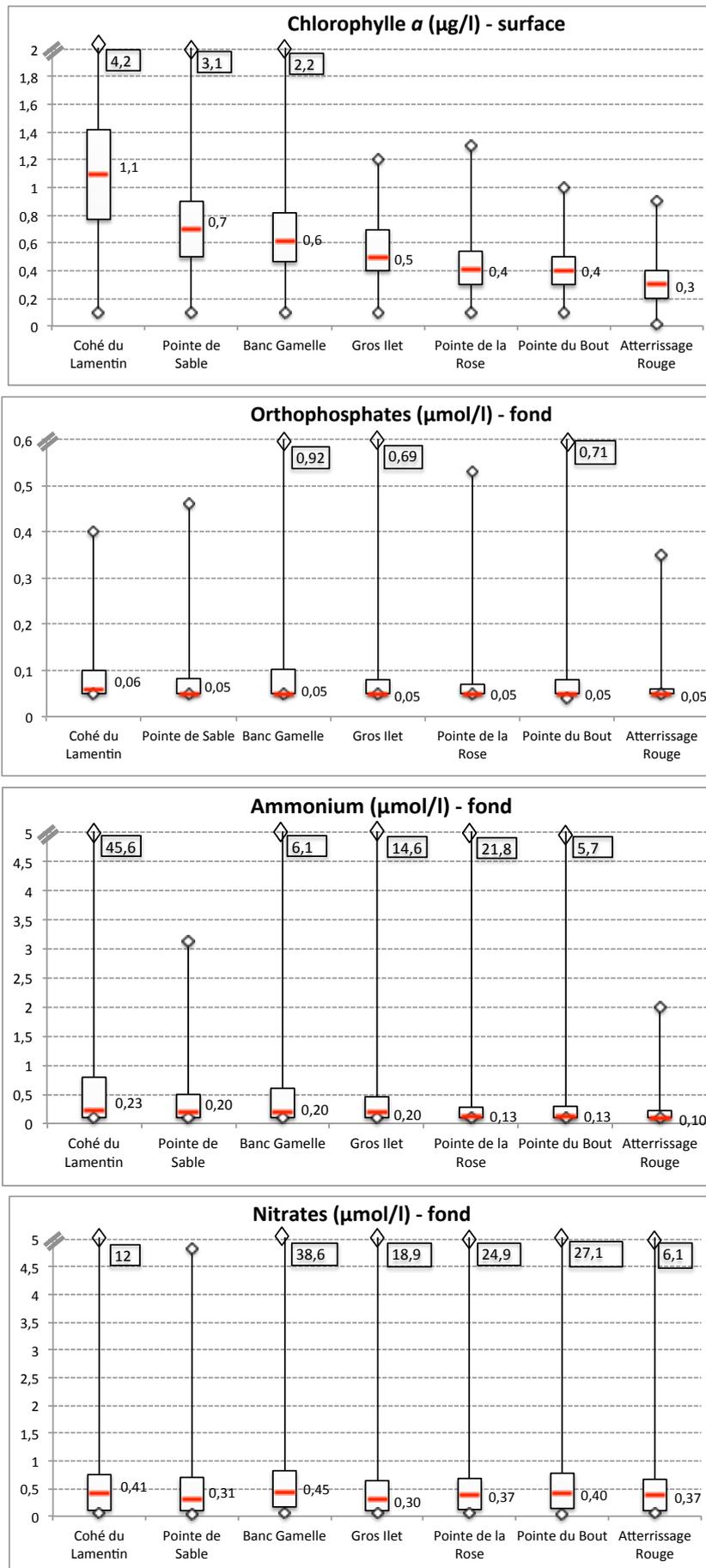


Figure 15 (suite): Boxplots des valeurs inter-stations de fond de chaque nutriment, toutes années confondues

D. Résultats clés et recommandations

1 Particularités des campagnes

Toutes les campagnes se sont déroulées correctement et sans décalage du fait de conditions météorologiques défavorables. Un problème technique de la sonde multi-paramètres s'est déclaré au cours de la campagne de février mais a été résolu le jour même.

Six campagnes ont été précédées de fortes pluies, mais aucun panache turbide n'a été observé pour témoigner d'un apport majeur d'eau douce dans la baie le jour du prélèvement. En juin, des sargasses ont été observées dans la baie, favorisées par un courant de surface en direction de l'est. En janvier, une houle entrain dans la baie le jour de la campagne et les jours précédents.

2 Protocole et traitement des données

Le protocole a changé par rapport aux années précédentes concernant l'analyse des pigments chlorophylle a qui se fait maintenant par la méthode HPLC, et concernant la mesure de la turbidité réalisée par Impact Mer sur un turbidimètre de paillasse (inter-calibré avec l'appareil de l'Ifremer). Le traitement des données est resté le même par rapport à celui appliqué à partir de 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. Contrairement aux années précédentes, en 2019 l'étude des données en vue de la qualification des données a été réalisée conjointement par Impact Mer et l'Ifremer, préalablement au rendu final. Cette étape élimine les erreurs de saisie et identifie les données fausses, simplifiant ainsi l'analyse. La qualification par la cellule Quadrigé des données « douteuses » et « fausses » a été réalisée suite à l'étude des données.

L'analyse des données 2019 comprend une comparaison avec les valeurs obtenues entre 2014 et 2018 sur les sites de suivi des masses d'eau côtières dont les baies. Cette comparaison vise à mettre en avant les données qui paraissent anormales par rapport au jeu de données et qui pourraient être qualifiées en « Faux » ou « Douteux » dans Quadrigé.

L'analyse des données historiques a porté sur l'ensemble du jeu de données **qualifiées et les données de 2019** (non qualifiées). Deux types d'analyses ont été effectuées, présentant les résultats sous forme de boîtes à moustaches : une analyse temporelle toutes stations confondues et une analyse selon un gradient fond de baie-sortie de baie en regroupant toutes les années.

Points clés qualification

Données de **salinité entre 2002 et 2007** : qualification ancienne à vérifier par l'Ifremer

Données **nutriments** : La qualification des données nutriments (NH₄, NO₂+NO₃, PO₄) est un cas particulier car les données historiques sont toutes DOUTEUSES (analyses LTA), il n'y a donc pas d'élément de comparaison mis à part les valeurs de 2017 (Ifremer). Comme pour les données Nutriments DCE 2018, la décision pour les **données nutriments suivi baie de Fort-de-France** est de les qualifier en « Non Qualifiées », en attendant que soit possible une comparaison avec les données de 2020 et 2021. Cependant les **données portant à discussion**, dont les valeurs observées seraient explicables, seront qualifiées en « Douteuses » et toutes justifications inscrites en commentaires. Ces commentaires permettront d'avoir accès à la réflexion autour de ces valeurs remarquables.

Pour le NH₄, toutes les valeurs >1,5 micromol/L seront qualifiées « Douteuses » avec un commentaire ajouté ou si une valeur >1,5 peut être justifiée, elle est alors « Non qualifiée ».

Données **turbidité 2019** : les mesures effectuées avec le turbidimètre de paillasse d'Impact Mer donnent des résultats cohérents et ont permis d'établir une corrélation avec les valeurs MES obtenues en 2019 par le laboratoire LTA. Il faut donc s'interroger sur la qualité des valeurs antérieures et leur possible qualification en « Douteux » ou « Faux ».

Données **MES** : étant donné les résultats de 2019, l'absence de corrélation avec la turbidité concernant les données antérieures à 2019 semble être liée à un problème avec les valeurs de turbidité plutôt qu'avec celles des MES. Il faut envisager de revenir sur la proposition formulée dans le rapport de 2018 d'une qualification en « Faux » et l'abandon du paramètre MES faute de résultats plus probants. Pour la qualification des données 2020, prévoir le graphique des données historiques par site

Données **pH** : vérifier la qualification en « douteux » des données pH jusqu'à 2018. Pour la qualification des données 2020, prévoir le graphique des données historiques par site.

Remarque générale :

Il pourrait être intéressant de comparer les données à l'ensemble de l'historique et pas seulement aux données des 6 dernières années comme ce qui est fait pour la DCE.

3 Résultats

Données 2019

A noter que cette année le facteur de corrélation obtenu entre turbidité et MES est de 2,56, ce qui est cohérent avec la littérature. Au vue des ces premières mesures réalisées par Impact Mer, l'absence de corrélation entre les deux paramètres jusqu'en 2018 semble provenir des résultats turbidité fournis par le LTA. Ceci vient donner une validité aux résultats MES soupçonnés de douteux et met en avant un problème de limite de quantification pour ce paramètre.

L'analyse des données mensuelles de 2019 par site montre encore des tendances saisonnières pour les paramètres température et salinité. Cette dernière est plus faible entre juin et novembre. Le pH, l'oxygène, la chlorophylle *a*, la turbidité, les MES et les nutriments ne montrent pas de tendances saisonnières mais des valeurs élevées (ou faibles pour l'oxygène) sont retrouvées à certains mois : oxygène au fond à Cohé en novembre, turbidité plus élevée sur tous les sites en surface en janvier, novembre et décembre, nutriments plus élevés d'août (sauf les orthophosphates) à décembre.

Pour l'année 2019, les tendances sur les radiales sont les suivantes :

- gradient décroissant fond de baie - sortie de baie, surface et fond :
 - le plus marqué est celui du paramètre chlorophylle *a*, comme les années précédentes. Le gradient est plus marqué pour les valeurs de fond ;
 - la turbidité, avec les sites de fond de baie Cohé, Pointe des Sables et Gros Ilet présentant des plus fortes valeurs au fond et en surface ;
 - la température, gradient léger
- faible gradient décroissant fond de baie - sortie de baie, fond :
 - ammonium sur les deux radiales
- pas de gradient :
 - salinité varie peu entre les stations et entre le fond et la surface, sauf en surface aux stations de fond de baie lors d'épisode pluvieux importants
 - pH
 - oxygène toujours plus faible au fond qu'en surface. Les stations Pointe des Sables et Cohé du Lamentin sont les moins bien oxygénées au fond
 - les matières en suspension peuvent être élevées aux stations Cohé du Lamentin, Pointe des Sables et Gros Ilet
 - orthophosphates
 - nitrates + nitrites. En surface, les valeurs les plus élevées concernent les sites Cohé du Lamentin, Pointe des Sables et Banc Gamelle.

Le même constat est fait depuis 2016 concernant les paramètres chlorophylle *a* et turbidité, avec une décroissance des valeurs sur la radiale nord Cohé du Lamentin-Pointe du Bout. En 2018, la décroissance s'observait également sur la radiale sud Gros Ilet-Atterrissage Rouge et pour les valeurs de surface. En 2019, sur les deux radiales, pour les valeurs de fond et de surface.

Les concentrations plus élevées de nutriments et de matériel terrigène en fond de baie reflètent une influence des eaux douces apportées principalement par le bassin versant de la rivière Lézarde (le plus étendu du territoire).

Données historiques

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

- Evolution temporelle :
 - très légère augmentation pour l'ammonium entre 2012 et 2019;
 - évolution cyclique pour la température, la salinité, les nitrates (résultats douteux) ;
 - pas de tendance à la baisse au fil des ans pour la chlorophylle *a* (autour de 0,5 µg/l, avec maximums en 2012, 2016, 2019), la turbidité (0,4 ou 0,5 FNU), le pH (8,1), les orthophosphates (médianes égales ou proche de la limite de quantification), les matières en suspension.
- Gradient spatial :
 - valeurs en diminution sur les deux gradients pour la chlorophylle *a* (gradient le plus net), la turbidité, la température, et l'ammonium (léger) ;
 - valeurs en diminution sur le gradient Cohé-Pointe du Bout pour les matières en suspension ;
 - pas de gradient pour la salinité mais simplement une valeur médiane plus faible pour la station Cohé du Lamentin, qui est au plus près de l'embouchure de la Rivière Lézarde ; pour les nitrates avec Banc Gamelle et Pointe du Bout qui présentent les plus fortes valeurs ; pour les orthophosphates, avec Cohé du Lamentin et Banc Gamelle qui présentent la plus large étendue de valeurs.

E. Fiches stations



Suivi hydrologique de la baie de Fort-de-France



Période janvier-décembre 2019
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 2019

		201-Cohé du Lamentin				
		min	maxi	moyenne	écart-type	n
Température °C	surface	25,85	30,38	28,10	1,47	12
	profondeur	25,77	30,14	27,99	1,44	12
Salinité	surface	31,37	35,87	34,01	1,50	12
	profondeur	32,80	36,29	34,83	1,17	12
MES (mg l ⁻¹)	surface	2,00	22,00	6,58	6,22	12
	profondeur	2,00	7,00	3,75	1,54	12
Chlorophylle a (µg l ⁻¹)	surface	0,56	3,20	1,30	0,68	12
	profondeur	0,86	3,81	1,77	0,93	12
Ammonium (µmol l-1)	surface	0,10	10,51	1,34	2,94	12
	profondeur	0,10	45,56	4,33	13,00	12
Nitrites (µmol l-1)	surface	0,05	0,16	0,08	0,04	12
	profondeur	0,05	0,18	0,07	0,04	12
Nitrites + Nitrates (µmol l-1)	surface	0,10	1,47	0,56	0,47	12
	profondeur	0,10	1,79	0,39	0,47	12
Orthophosphates (µmol l-1)	surface	0,05	0,27	0,11	0,07	12
	profondeur	0,05	0,22	0,10	0,06	12
Oxygène dissous (mg l-1)	surface	6,01	6,60	6,37	0,21	12
	profondeur	5,06	6,55	6,05	0,49	12
pH	surface	7,99	8,20	8,10	0,06	12
	profondeur	7,99	8,21	8,10	0,07	12
Turbidité (NFU)	surface	1,06	6,29	2,49	1,66	12
	profondeur	0,59	4,36	1,94	1,25	12

Remarques/Commentaires

Qualification COH_{surf_09NH4} en «Douteux », COH_{fond_11NH4} en «Douteux » et COH_{fond_09NO2/NO3} en « Bon », en attente de validation par les données 2020+2021. COH_{surf_10TURB} en « Bon » avec une corrélation avec les MES au même mois.

Version oct.-20



Suivi hydrologique de la baie de Fort-de-France



Période janvier-décembre 2019
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 (WGS84 – UTM 20N) 712191 / 1614088 Bouée chenal rouge -5L Bathymétrie (m) : 14



Données 2019

		202-Pointe des Sables				
		min	maxi	moyenne	écart-type	n
Température °C	surface	25,78	30,20	28,07	1,46	12
	profondeur	25,77	29,98	27,96	1,38	12
Salinité	surface	32,61	36,20	34,48	1,32	12
	profondeur	32,56	36,37	34,82	1,29	12
MES (mg l ⁻¹)	surface	2,00	4,00	2,42	0,67	12
	profondeur	2,00	5,00	2,83	0,94	12
Chlorophylle a (µg l ⁻¹)	surface	0,34	3,14	1,05	0,77	12
	profondeur	0,72	1,61	1,08	0,24	12
Ammonium (µmol l-1)	surface	0,10	10,56	1,40	2,91	12
	profondeur	0,10	2,75	0,68	0,80	12
Nitrites (µmol l-1)	surface	0,05	0,27	0,08	0,07	12
	profondeur	0,05	0,29	0,09	0,08	12
Nitrites + Nitrates (µmol l-1)	surface	0,10	2,67	0,54	0,71	12
	profondeur	0,10	0,99	0,32	0,25	12
Orthophosphates (µmol l-1)	surface	0,05	0,29	0,12	0,08	12
	profondeur	0,05	0,46	0,14	0,12	12
Oxygène dissous (mg l-1)	surface	6,07	6,67	6,37	0,22	12
	profondeur	5,38	6,49	6,03	0,40	12
pH	surface	8,00	8,21	8,11	0,06	12
	profondeur	8,01	8,22	8,10	0,06	12
Turbidité (NFU)	surface	0,65	1,98	1,05	0,42	12
	profondeur	0,39	2,83	1,09	0,71	12

Remarques/Commentaires

Qualification PDS_{surf_11}NH₄ et PDS_{surf_11}NO₂/NO₃ en « Bon », PDS_{fond_08}NH₄ et PDS_{fond_11}NH₄ en « Bon », en attente de validation par les données 2020+2021

Version oct.-20



Suivi hydrologique de la baie de Fort-de-France



Période janvier-décembre 2019
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 2019

		203-Banc Gamelle				
		min	maxi	moyenne	écart-type	n
Température °C	surface	25,79	30,11	27,87	1,36	12
	profondeur	25,79	29,47	27,87	1,30	12
Salinité	surface	32,47	36,14	34,39	1,45	12
	profondeur	32,70	36,15	34,79	1,17	12
MES (mg l ⁻¹)	surface	2,00	3,00	2,25	0,45	12
	profondeur	2,00	5,00	2,42	0,90	12
Chlorophylle a (µg l ⁻¹)	surface	0,25	2,22	0,76	0,53	12
	profondeur	0,22	1,14	0,66	0,25	12
Ammonium (µmol l-1)	surface	0,10	16,81	1,83	4,74	12
	profondeur	0,10	6,11	1,00	1,76	12
Nitrites (µmol l-1)	surface	0,05	0,28	0,07	0,07	12
	profondeur	0,05	0,16	0,07	0,04	12
Nitrites + Nitrates (µmol l-1)	surface	0,10	5,94	1,11	1,79	12
	profondeur	0,10	1,33	0,35	0,35	12
Orthophosphates (µmol l-1)	surface	0,05	0,44	0,12	0,11	12
	profondeur	0,05	0,14	0,08	0,04	12
Oxygène dissous (mg l-1)	surface	6,11	6,71	6,40	0,20	12
	profondeur	5,85	6,62	6,27	0,25	12
pH	surface	8,00	8,22	8,12	0,06	12
	profondeur	8,00	8,21	8,11	0,06	12
Turbidité (NFU)	surface	0,18	1,70	0,65	0,45	12
	profondeur	0,16	1,01	0,52	0,22	12

Remarques/Commentaires



Suivi hydrologique de la baie de Fort-de-France



Période janvier-décembre 2019
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 2019

		204-Gros Ilet				
		min	maxi	moyenne	écart-type	n
Température °C	surface	25,86	29,89	27,87	1,30	12
	profondeur	25,83	29,80	27,94	1,36	12
Salinité	surface	32,68	36,26	34,55	1,38	12
	profondeur	32,91	36,33	34,90	1,16	12
MES (mg l ⁻¹)	surface	2,00	4,00	2,50	0,80	12
	profondeur	2,00	3,00	2,58	0,51	12
Chlorophylle a (µg l ⁻¹)	surface	0,27	0,77	0,51	0,19	12
	profondeur	0,34	1,07	0,70	0,25	12
Ammonium (µmol l-1)	surface	0,10	3,90	0,74	1,08	12
	profondeur	0,10	1,11	0,49	0,35	12
Nitrites (µmol l-1)	surface	0,05	0,24	0,08	0,06	12
	profondeur	0,05	0,77	0,13	0,21	12
Nitrites + Nitrates (µmol l-1)	surface	0,10	2,76	0,45	0,74	12
	profondeur	0,10	0,82	0,29	0,24	12
Orthophosphates (µmol l-1)	surface	0,05	0,31	0,11	0,08	12
	profondeur	0,05	0,69	0,15	0,18	12
Oxygène dissous (mg l-1)	surface	5,93	6,68	6,36	0,25	12
	profondeur	5,82	6,59	6,21	0,27	12
pH	surface	8,01	8,22	8,12	0,06	12
	profondeur	8,00	8,21	8,11	0,06	12
Turbidité (NFU)	surface	0,12	1,88	0,60	0,49	12
	profondeur	0,32	2,50	0,81	0,58	12

Remarques/Commentaires

Qualification GI_{surf_08}NH₄ en «Douteux », GI_{surf_12}NH₄ en «Bon », GI_{surf_08}NO₂/NO₃ en «Douteux », GI_{fond_02}PO₄ en «Bon », en attente de validation par les données 2020+2021

Version oct.-20



Suivi hydrologique de la baie de Fort-de-France



Période janvier-décembre 2019
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 2019

		205-Pointe de la Rose				
		min	maxi	moyenne	écart-type	n
Température °C	surface	25,89	30,04	27,91	1,34	12
	profondeur	25,88	29,69	27,88	1,29	12
Salinité	surface	32,60	36,33	34,60	1,35	12
	profondeur	33,00	36,34	35,10	1,06	12
MES (mg l ⁻¹)	surface	2,00	2,00	2,00	0,00	12
	profondeur	2,00	3,00	2,08	0,29	12
Chlorophylle a (µg l ⁻¹)	surface	0,18	1,07	0,48	0,24	12
	profondeur	0,30	0,83	0,57	0,17	12
Ammonium (µmol l-1)	surface	0,10	2,02	0,50	0,63	12
	profondeur	0,10	21,75	2,35	6,16	12
Nitrites (µmol l-1)	surface	0,03	0,11	0,05	0,02	12
	profondeur	0,05	0,60	0,11	0,16	12
Nitrites + Nitrates (µmol l-1)	surface	0,10	0,46	0,20	0,11	12
	profondeur	0,10	0,57	0,26	0,16	12
Orthophosphates (µmol l-1)	surface	0,05	0,36	0,09	0,09	12
	profondeur	0,05	0,23	0,09	0,06	12
Oxygène dissous (mg l-1)	surface	6,15	6,65	6,38	0,19	12
	profondeur	5,86	6,53	6,18	0,23	12
pH	surface	8,01	8,22	8,12	0,06	12
	profondeur	8,00	8,23	8,11	0,07	12
Turbidité (NFU)	surface	0,12	0,77	0,34	0,17	12
	profondeur	0,18	1,10	0,46	0,25	12

Remarques/Commentaires

Qualification PDR_{surf_05} et O8_{NH4} en «Douteux », PDR_{surf_07}PO4 en «Bon », PDR_{fond_07}NH4 en «Bon », PDR_{fond_08}NH4 en «Douteux », en attente de validation par les données 2020+2021

Version oct.-20



Suivi hydrologique de la baie de Fort-de-France



Période janvier-décembre 2019
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 2019

		206-Pointe du Bout				
		min	maxi	moyenne	écart-type	n
Température °C	surface	26,05	29,75	27,86	1,27	12
	profondeur	25,91	29,59	27,81	1,27	12
Salinité	surface	32,64	36,27	34,55	1,38	12
	profondeur	33,00	36,28	34,96	1,14	12
MES (mg l ⁻¹)	surface	2,00	2,00	2,00	0,00	12
	profondeur	2,00	4,00	2,33	0,65	12
Chlorophylle a (µg l ⁻¹)	surface	0,14	0,87	0,47	0,24	12
	profondeur	0,30	0,75	0,41	0,12	12
Ammonium (µmol l-1)	surface	0,10	3,19	0,60	0,86	12
	profondeur	0,10	5,65	0,73	1,56	12
Nitrites (µmol l-1)	surface	0,02	0,15	0,06	0,03	12
	profondeur	0,02	0,20	0,07	0,05	12
Nitrites + Nitrates (µmol l-1)	surface	0,10	1,23	0,38	0,39	12
	profondeur	0,10	0,66	0,27	0,15	12
Orthophosphates (µmol l-1)	surface	0,01	0,19	0,07	0,05	12
	profondeur	0,04	0,71	0,13	0,19	12
Oxygène dissous (mg l-1)	surface	6,17	6,65	6,41	0,15	12
	profondeur	5,82	6,41	6,17	0,18	12
pH	surface	8,00	8,22	8,12	0,06	12
	profondeur	8,00	8,22	8,11	0,06	12
Turbidité (NFU)	surface	0,06	0,46	0,26	0,12	12
	profondeur	0,16	0,49	0,29	0,10	12

Remarques/Commentaires

Qualification PDB_{surf_07}NH₄ en «Douteux », PDB_{surf_07}NO₂/NO₃ en «Bon », PDB_{fond_08}NH₄, PDB_{fond_09}PO₄ en «Bon », en attente de validation par les données 2020+2021

Version oct.-20



Suivi hydrologique de la baie de Fort-de-France



Période janvier-décembre 2019
Fréquence mensuelle

Informations Générales sur la station

Nom Atterrissage Rouge

Localisation

Département : 972 - Martinique

Secteur : Baie de Fort-de-France

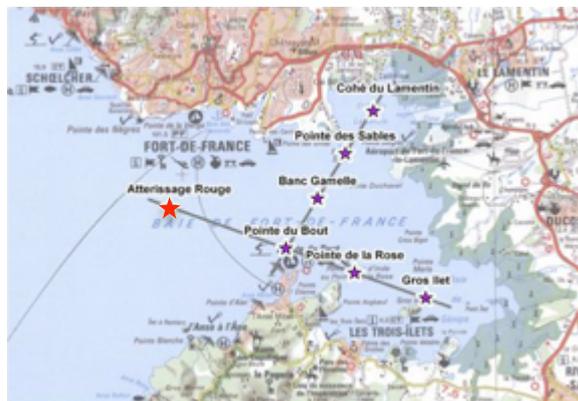
Commune : Fort-de-France

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 2019

		207-Atterrissage rouge				
		min	maxi	moyenne	écart-type	n
Température °C	surface	26,16	29,64	27,85	1,24	12
	profondeur	26,17	29,56	27,89	1,25	12
Salinité	surface	32,70	36,22	34,53	1,37	12
	profondeur	32,72	36,23	34,66	1,32	12
MES (mg l ⁻¹)	surface	2,00	3,00	2,17	0,39	12
	profondeur	2,00	2,00	2,00	0,00	12
Chlorophylle a (µg l ⁻¹)	surface	0,13	0,68	0,26	0,15	12
	profondeur	0,14	0,49	0,22	0,10	12
Ammonium (µmol l-1)	surface	0,10	0,76	0,27	0,21	12
	profondeur	0,10	1,01	0,31	0,28	12
Nitrites (µmol l-1)	surface	0,05	0,10	0,06	0,02	12
	profondeur	0,02	0,10	0,05	0,02	12
Nitrites + Nitrates (µmol l-1)	surface	0,10	0,51	0,26	0,12	12
	profondeur	0,12	6,18	0,70	1,73	12
Orthophosphates (µmol l-1)	surface	0,05	0,20	0,08	0,05	12
	profondeur	0,05	0,19	0,09	0,06	12
Oxygène dissous (mg l-1)	surface	6,26	6,71	6,46	0,13	12
	profondeur	5,83	6,52	6,27	0,19	12
pH	surface	7,98	8,22	8,11	0,07	12
	profondeur	7,95	8,21	8,09	0,08	12
Turbidité (NFU)	surface	0,10	0,37	0,24	0,08	12
	profondeur	0,07	0,57	0,21	0,14	12

Remarques/Commentaires

Qualification de ATT_{fond}_10NO₂/NO₃ en « douteux » en attente de validation par les données 2020+2021

F. Bibliographie

- Allenou, J.P. et Le Merrer, Y. 2018. Résultats de l'étude de suivi des concentrations de nutriments dans les eaux côtières de Martinique en 2017. Rapport d'étude ODE972.
- 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
- Jafar-Sidik, M., Gohin, F., Bowers, D., Howarth, J., Hull, T. 2017. The relationship between Suspended Particulate Matter and Turbidity at a mooring station in a coastal environment : consequences for satellite-derived products. Oceanologia, 59 (3) : 365-378.
- Lecacheux, S., Arpaia, L., Pedreros, R., Idier, D., Louisor, J. 2019. Projet HYDROSEDMAR : modélisation des états de mer et de la courantomologie 3D dans la baie de Fort-de-France. Rapport final. BRGM/RP-69025-FR, 108pp
- 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 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.

G. Annexe 1

Réunion Qualification des Données suivi Baie de Fort-de-France surface 2019

📅 30/04/2020 par Visio-conférence (confinement – Covid19)

Participants en visioconférence :

Impact Mer	C. Desrosiers S. Fanfard
Ifremer	J-P. Allenou
ODE	M. Bocaly

Présentation power point transmise à l'ODE et l'IFREMER (ppt).

Résultats présentés :

- données du suivi de la baie de Fort-de-France 2014-2019 **de SURFACE**
- la comparaison historique concerne les données :
 - 2014-2018 pour les paramètres hydro
 - 2017 pour les nutriments

Rq. 1 : il serait peut être intéressant de mettre au comparatif historique toutes les données disponibles (depuis 2007). Cependant, il n'est pas sûr qu'elles aient été qualifiées (CCD). JPA propose de vérifier si une qualification a été faite sur les données antérieures à 2014 afin de pouvoir utiliser les données « bonnes » dans le comparatif historique.

Rq. 2: Les graphes des données suivi Baie de Fort-de-France 2019 de fond n'ont pas été extraits et réalisés. Il faut les qualifier également. JPA s'occupe de l'extraction des données de fond et des graphes. Nous en feront une analyse et proposition de qualification envoyées par mail, et dont les décisions finales seront inscrites au CR.

Qualification des données remarquables :

La qualification des données nutriments (NH₄, NO₂+NO₃, PO₄) est un cas particulier car les données historiques sont toutes DOUTEUSE (analyses LTA), il n'y a donc pas d'élément de comparaison mis à part les valeurs de 2017 (Ifremer).

Comme pour les données Nutriments DCE 2018, la décision pour les données nutriment suivi baie de Fort-de-France est de les qualifier en « Non Qualifiées », en attendant que soit possible une comparaison avec les données de 2020 et 2021. Cependant les données portant à discussion, dont les valeurs observées seraient explicables, seront qualifiées en « Douteuses » et toutes justifications inscrites en commentaires. Ces commentaires permettront d'avoir accès à la réflexion autour de ces valeurs remarquables.

Pour le NH₄, toutes les valeurs >1,5 micromol/L seront qualifiées « Douteuse » avec un commentaire ajouté dans Quadrigé. Si une valeur >1,5 peut être justifiée, elle est alors « Non qualifiée ». Ces valeurs élevées en surface que rien de semble expliquer pourraient-elles être liées à un phénomène de minéralisation au fond ? JPA s'informe s'il y aurait des données disponibles concernant ce phénomène, qui serait alors à combiner avec la circulation des eaux dans la baie (circulation de fond opposée à la circulation de surface) → cela permettrait de confirmer ou infirmer la qualification en « Douteuses » de ces valeurs.

Nutriments

Données	Qualification	Remarques
PDB _{surf_07} _{NO2/NO3}	BONNE	Donc validée en « NON QUALIFIÉE » pour le rapport annuel 2019
PDB _{surf_07} _{NH4}	DOUTEUSE	A requalifier en fonction de des données 2020-2021 + infos minéralisation
PDR _{surf_05} _{NH4}	DOUTEUSE	A requalifier en fonction de des données 2020-2021 + infos minéralisation
PDR _{surf_08} _{NH4}	DOUTEUSE	A requalifier en fonction de des données 2020-2021 + infos minéralisation
PDR _{surf_07} _{PO4}	BONNE	Donc validée en « NON QUALIFIÉE » pour le rapport annuel 2019
GI _{surf_08} _{NH4}	DOUTEUSE	A requalifier en fonction de des données 2020-2021 + infos minéralisation
GI _{surf_08} _{NO2/NO3}	DOUTEUSE	A requalifier en fonction de l'historique comprenant 2020, voir 2021
GI _{surf_12} _{NH4}	BONNE	Valeur >1,5 mais justifiée, donc validée en « NON QUALIFIÉE » pour le rapport annuel 2019
PDS _{surf_11} _{NO2/NO3}	BONNE	Donc validée en « NON QUALIFIÉE » pour le rapport annuel 2019 <i>JPA essaie d'ajouter un commentaire pour garder une trace de la réflexion et qualification en potentiellement bonne !</i>
PDS _{surf_11} _{NH4}	BONNE	Donc validée en « NON QUALIFIÉE » pour le rapport annuel 2019 <i>JPA essaie d'ajouter un commentaire pour garder une trace de la réflexion et qualification en potentiellement bonne !</i>
COH _{surf_09} _{NH4}	DOUTEUSE	A requalifier en fonction de des données 2020-2021 + infos minéralisation

Autres paramètres

Données	Qualification	Remarques
COH _{surf_10} _{TURB}	BONNE	Vérifier la valeur Chl <i>a</i> pour voir si ces 2 mesures sont corrélées ?! <i>(attente de bancarisation des résultats Chl <i>a</i> du 2^{ème} semestre 2019)</i>

Erreurs de données :

ATT_{surf_04} _{NO2/NO3} = 1,7 uM/L lors de l'extraction au lieu de la valeur de 0,17 intégrée à Quadrigé

⇒ « Donnée Non Qualifiée »

PDR_{surf_01} _{NO2/NO3} = 4,6 uM/L lors de l'extraction au lieu de la valeur de 0,46 intégrée à Quadrigé

⇒ « Donnée Non Qualifiée »

Rq : JPA constate des **problèmes d'intégration** dans Quadrigé, avec des résultats multipliés d'un facteur 10 au moment de l'intégration du fichier Quadrilabo. **Valeur à corriger et graphe à refaire !**

Remarques générales :

- ✓ *La légende des graphes de nutriment : Modifier la légende des données historiques en remplaçant 2014/2018 par 2017 !*

- ✓ *Les **graphes suivi baie de Fort-de-France fond** n'ont pas été réalisés ni examinés. Ifremer va les faire et nous les transmettre. Leur analyse et la proposition de qualification feront partie d'une version ultérieure du présent CR.*

21/07/2020 par Visio-conférence (télétravail – Covid19)

Participants en visioconférence :

Impact Mer	C. Desrosiers S. Fanfard
Ifremer	J-P. Allenou A. Sechaud

Présentation power point du 30/04/2020, actualisée des données de fond, transmise à l'ODE et l'IFREMER (format pdf).

Résultats présentés :

- données du suivi de la baie de Fort-de-France 2014-2019 de **FOND**
- la comparaison historique concerne les données :
 - o 2014-2018 pour les paramètres hydro
 - o 2017 pour les nutriments

Qualification des données remarquables :

Nutriments

Données	Qualification	Remarques
ATT _{fond_10} NO ₂ /NO ₃	DOUTEUSE	A requalifier en fonction de des données 2020-2021 + infos minéralisation
PDB _{fond_08} NH ₄	BONNE	Donc validée en « NON QUALIFIÉE » pour le rapport annuel 2019
PDB _{fond_09} PO ₄	BONNE	Donc validée en « NON QUALIFIÉE » pour le rapport annuel 2019
PDR _{fond_07} NH ₄	BONNE	Donc validée en « NON QUALIFIÉE » pour le rapport annuel 2019
PDR _{fond_08} NH ₄	DOUTEUSE	A requalifier en fonction de des données 2020-2021 + infos minéralisation
GI _{fond_02} PO ₄	BONNE	Donc validée en « NON QUALIFIÉE » pour le rapport annuel 2019
PDS _{fond_08} NH ₄	BONNE	Donc validée en « NON QUALIFIÉE » pour le rapport annuel 2019
PDS _{fond_11} NH ₄	BONNE	Donc validée en « NON QUALIFIÉE » pour le rapport annuel 2019
COH _{fond_09} NO ₂ /NO ₃	BONNE	Donc validée en « NON QUALIFIÉE » pour le rapport annuel 2019
COH _{fond_11} NH ₄	DOUTEUSE	A requalifier en fonction de des données 2020-2021 + infos minéralisation

Erreurs de données :

ATT_{fond_01} NO₂/NO₃ = 3,4 uM/L lors de l'extraction au lieu de la valeur de 0,34 intégrée à Quadrigé

⇒ « Donnée Non Qualifiée »

ATT_{fond_04} NO₂/NO₃ = 1,7 uM/L lors de l'extraction au lieu de la valeur de 0,17 intégrée à Quadrigé

⇒ « Donnée Non Qualifiée »

$\text{COH}_{\text{fond_05 NO}_2/\text{NO}_3} = 1,7 \text{ uM/L}$ lors de l'extraction au lieu de la valeur de 0,17 intégrée à Quadrigé

⇒ « Donnée Non Qualifiée »

Remarques générales :

- ✓ *La légende des graphes de nutriment : Modifier la légende des données historiques en remplaçant 2014/2018 par 2017 !*

- ✓ *Les valeurs de $\text{PDR}_{\text{fond_08NH}_4}$ surface et profondeur présentent des valeurs fortes qualifiées en DOUTEUSES prises isolément. Il serait peut être bon de considérer par la suite, en comparasion avec les données 2020-2021 qu'il s'agit de valeurs correspondant ponctuelles*

