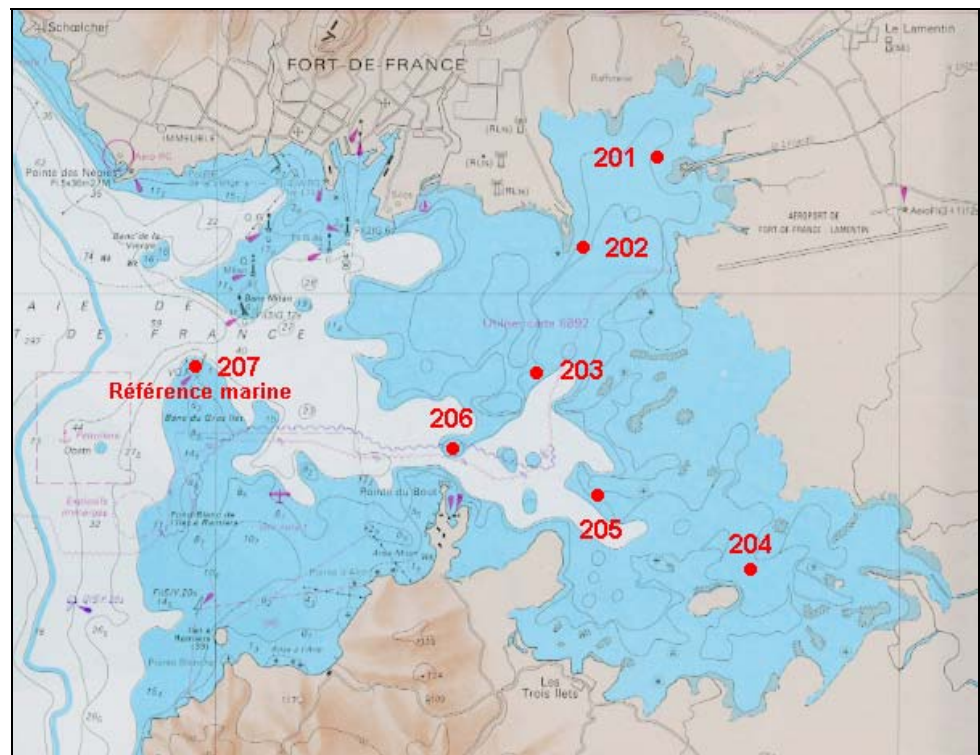


## MISE EN PLACE DU RNO AUX ANTILLES

### BILAN DE LA PREMIERE ANNEE DE SUIVI HYDROLOGIQUE EN BAIE DE FORT-DE-FRANCE





Direction de l'Environnement et de l'aménagement Littoral

Avril 2003

# MISE EN PLACE DU RNO AUX ANTILLES

## BILAN DE LA PREMIERE ANNEE DE SUIVI HYDROLOGIQUE EN BAIE DE FORT-DE-FRANCE

Didier Claisse<sup>(\*)</sup>, Alain Aminot<sup>(\*\*)</sup>, Laurent Courgeon<sup>(\*\*\*)</sup>

\* Ifremer, DEL/PC, Nantes

\*\* Ifremer, DEL/EC/EB, Brest

\*\*\* CQEL, Fort-de-France





## SOMMAIRE

<b>Introduction</b>	<b>3</b>
<b>1. Programme actuel</b>	<b>3</b>
<b>2. Déroulement des opérations</b>	<b>4</b>
2.1. Moyens nautiques et humains	4
2.2. Matériel et Méthodes	4
2.3. Autres considérations	5
<b>3. Saisie des résultats dans Quadriga</b>	<b>5</b>
<b>4. Examen critique des résultats</b>	<b>5</b>
4.1. Salinité	5
4.2. Matière en suspension (MES)	7
4.3. Nitrate	8
4.4. Nitrite	9
4.5. Ammonium	9
4.6. Phosphate	10
<b>5. Conclusion, perspectives</b>	<b>10</b>



## Introduction

L'extension de la surveillance RNO aux Antilles est une démarche engagée depuis 1999. En matière de suivi hydrologique, les premiers prélèvements ont eu lieu en septembre 2001 et se poursuivent désormais en routine au rythme d'une campagne tous les mois. Ils sont assurés par la Cellule Qualité des Eaux Littorales (CQEL) de Fort-de-France. Les analyses sont réalisées par le Laboratoire Départemental d'Hygiène (LDH).

Le programme actuel, décidé en 2001, peut être considéré comme expérimental et doit être adapté au vu des résultats acquis au cours de cette première année. Cet examen fait l'objet de ce rapport. Les difficultés de terrain rencontrées sont également évoquées de façon à suggérer des solutions.

## 1. Programme actuel

Le plan d'échantillonnage en Baie de Fort-de-France est constitué de deux radiales convergentes de points de prélèvements (figure 1 et tableau 1). Les campagnes ont lieu tous les mois. Chaque campagne donne lieu sur chaque point à un prélèvement d'eau en surface et au fond. Chaque prélèvement est réparti en deux échantillons : eau brute non filtrée et eau filtrée à 10µm.

Les paramètres mesurés sont la température, la salinité, la matière en suspension (MES) sur l'eau brute, le nitrate ( $\text{NO}_3$ ), le nitrite ( $\text{NO}_2$ ), l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4$ ) et le phosphate ( $\text{PO}_4$ ) sur l'eau filtrée. La filtration de l'échantillon est réalisée à bord, par gravité directement en sortie de bouteille, sur une membrane de porosité 10 µm.

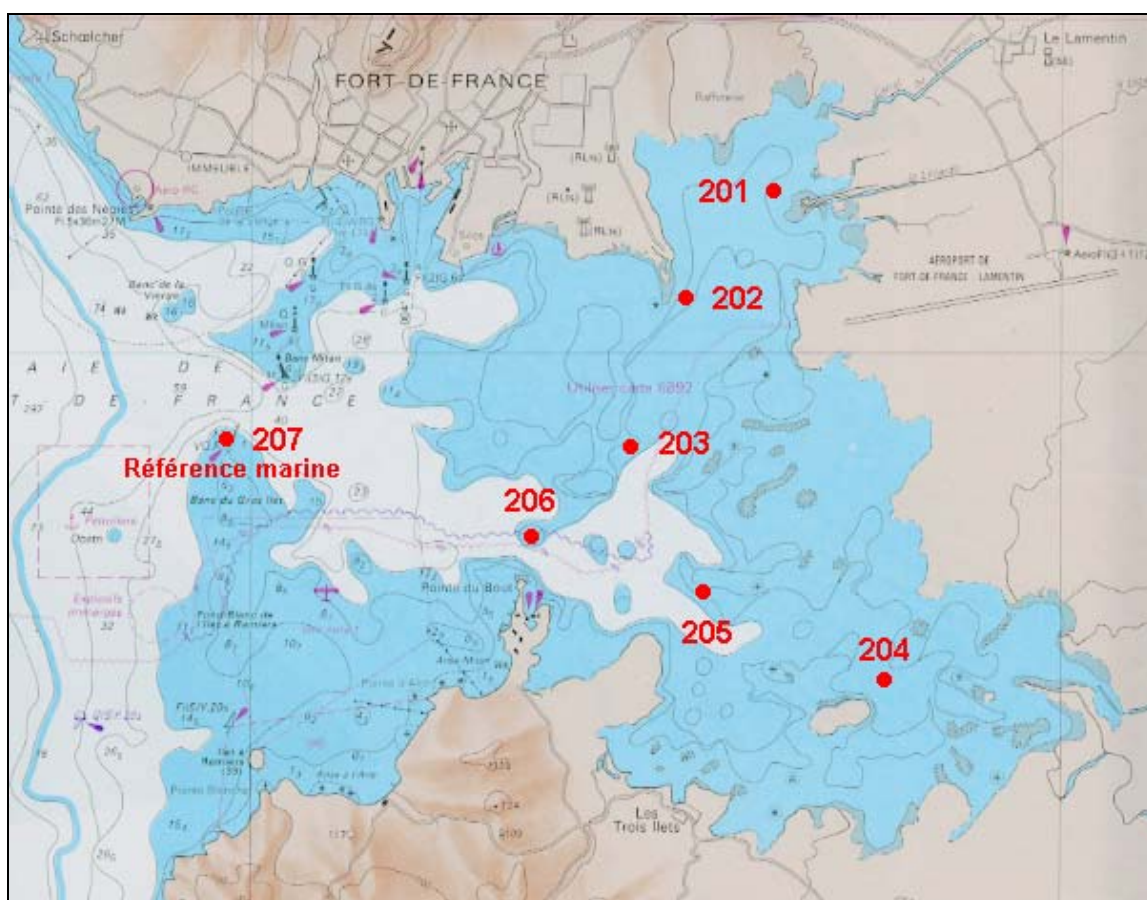


Figure 1 : Position des points de prélèvement RNO "hydrologie" en Baie de Fort-de-France.

Point	Latitude	Longitude	Libellé du point	Observations
49 130 201	14° 35,95' N	61° 01,70' W	Cohé du Lamentin	Bouée 7L
49 130 202	14° 35,35' N	61° 02,10' W	Pointe de Sable	Bouée MR
49 130 203	14° 34,62' N	61° 02,40' W	Banc Gamelle	Bouée 4L
49 130 204	14° 33,22' N	61° 00,86' W	Gros Ilet	Bouée sud Caye Sobbé
49 130 205	14° 33,65' N	61° 02,04' W	Pointe de la Rose	Bouée sud Caye à vache
49 130 206	14° 34,05' N	61° 03,09' W	Pointe du Bout	Bouée PBB
49 130 207	14° 35,50' N	61° 04,99' W	Atterrissage Rouge	Bouée Chenal n° 1 rouge

Tableau 1 : caractéristiques des points de prélèvement

## 2. Déroulement des opérations

### 2.1. Moyens nautiques et humains

Trois services sont actuellement impliqués lors des campagnes de prélèvement :

- La Cellule Qualité des Eaux Littorales (CQEL) qui coordonne localement le réseau et participe aux campagnes de prélèvement.
- La Direction des Affaires Maritimes (DAM) qui met à disposition un moyen nautique (vedette de 8 m motorisée 230 CV) et un pilote, en l'absence de moyen propre à la CQEL.
- Le Laboratoire Départemental d'Hygiène (LDH) qui assure la préparation du flaconnage et réalise les analyses. Un préleveur du laboratoire participe également à chaque campagne.

La date des campagnes est définie en fonction des disponibilités de ces trois services. Elles s'effectuent en général le matin et durent environ trois heures. Ce mode de fonctionnement trouve parfois ses limites dans les disponibilités des différents services. Entre septembre 2001 et février 2003 cinq embarcations différentes ont ainsi été utilisées. Au départ, la collaboration des Affaires Maritimes était acquise uniquement pour l'année 2002. En l'absence d'une solution de remplacement elle a été reconduite pour 2003. Par ailleurs, le service des phares et balises a récemment fait l'acquisition d'une vedette aluminium de 7,5 m qui pourra être mise à disposition de la CQEL, ce qui évite pour l'instant l'acquisition d'un moyen nautique en propre.

La CQEL a vu l'arrivée d'une personne supplémentaire (contrôleur de l'équipement) qui participe aux campagnes et qui sera amené le cas échéant à effectuer les saisies de données.

### 2.2. Matériel et Méthodes

Les prélèvements d'eau de mer s'effectuent à l'aide d'une bouteille de prélèvement "type NISKIN" de 5 litres fixée sur un bout gradué et lestée par un maillon de chaîne de corps mort de 5 kg. Les flacons utilisés sont en polypropylène ou en verre (pour la salinité et les MES). Un flacon est prévu par nutriment. Quatre porte-filtres sont préparés à l'avance pour éviter les manipulations à bord. Ils sont rincés à l'eau distillée après utilisation.

Les échantillons sont regroupés par prélèvement dans un sachet plastique et conservés durant la campagne dans une glacière réfrigérée. A la fin de la campagne ils sont directement transportés au laboratoire (70 flacons par campagne). Les analyses sont réalisées conformément aux préconisations de l'Ifremer.

Les résultats des analyses parviennent à la CQEL généralement trois mois après la campagne. Ils sont alors saisis dans la base de données Quadrige selon le protocole présenté en formation en octobre 2002. Actuellement une seule personne est impliquée dans la saisie.



### 2.3. Autres considérations

On peut estimer à trois jours par mois le temps consacré au RNO dans le cadre de l'activité de la CQEL.

A l'heure actuelle, le système mis en place en Martinique reste précaire, le chef de cellule, qui occupe également le poste de chargé de mission milieux marins à la DIREN, est mis à disposition de la DDE au travers d'une convention de deux ans signée en décembre 2001. L'arrivée d'une deuxième personne au sein de la cellule a conforté son action mais l'affectation d'un responsable à temps plein pérenniserait son existence au moment où la cellule a engagé d'autres actions en matière de police de l'eau (contrôle de l'auto-surveillance des stations d'épuration) et d'extension de réseaux de mesure (mise en place du REPOM en Martinique approuvée à l'occasion du comité de pilotage REPOM du 24 mars 2003).

La DIREN est ordonnateur secondaire déléguée des crédits RNO et la CQEL ne rencontre pas de problèmes financiers pour la mise en œuvre du réseau.

## 3. Saisie des résultats dans Quadrige

Le responsable de la CQEL de Fort-de-France a été formé à la saisie/extraction des données dans la base Quadrige lors d'une mission réalisée par Ifremer en octobre 2002. Depuis cette formation les données sont régulièrement archivées et validées sans problème majeur. Les résultats utilisés dans ce rapport vont de septembre 2001 à septembre 2002. Des données plus récentes sont désormais disponibles mais ne l'étaient pas lors du travail d'interprétation.

Si une deuxième personne est affectée à la saisie des données, il conviendra de la faire bénéficier d'une formation dès que possible. Cependant, l'éloignement rend impossible l'organisation d'une session spéciale et il faudra profiter des opportunités qui se présenteront (déplacement dans un sens ou dans l'autre).

## 4. Examen critique des résultats

### 4.1. Salinité

La salinité est utilisée comme marqueur de la dilution en mer des apports d'eau douce. Son importance est primordiale. La qualité de cette mesure conditionne toutes les interprétations des autres résultats.

Toutes les salinités mesurées sont comprises entre 27,1 et 35,5 pour la surface et entre 33,3 et 38,9 pour le fond (figure 2). Toutefois, deux valeurs de surface semblent suspectes : Les salinités de 27,1 et 29,2 relevées sur le point 203 les 27 février et 23 août 2002. Pour ce point situé au milieu de la baie, une telle déssalure est difficilement explicable, surtout si on la compare aux valeurs habituellement mesurées à cet endroit. De plus, les autres paramètres mesurés sur ce point aux mêmes dates ne présentent pas d'anomalie apparente (sauf le phosphate dont la valeur est elle-même douteuse). Après vérification sur les cahiers de laboratoire que les valeurs de salinité saisies sont bien celles mesurées, il conviendra d'observer si ce phénomène se reproduit de temps en temps à l'avenir. Dans la négative ces résultats ne seront pas qualifiés. De même la salinité de 38,9 au fond mesurée sur le point 203 le 27 septembre 2002 semble sortir nettement de la gamme habituellement rencontrée et devra faire l'objet des mêmes vérifications.

Ces trois valeurs douteuses mises à part, on observe globalement une bonne cohérence des salinités mesurées au fond. Les fluctuations en fonction des dates se retrouvent sur tous les points et paraissent logiques. Le point 207 avait été choisi comme référence marine mais présente souvent des salinités de fond inférieures à celles des points intermédiaires. Ceci peut provenir de la faible profondeur à laquelle ce point est échantillonné (11 à 13 m) alors que les points 203, 205 et 206 le sont souvent autour de 20 mètres. La bathymétrie de la carte (figure 1) suggère qu'il

serait peut-être judicieux de déplacer légèrement le point 207 vers l'Ouest de façon à le situer sur des fonds plus importants et dans une masse d'eau plus extérieure à la baie. En ce qui concerne les salinités de surface, les résultats paraissent également cohérents, le point 201 présentant logiquement les plus importantes dessalures (apports d'eau douce de la rivière Lézarde).

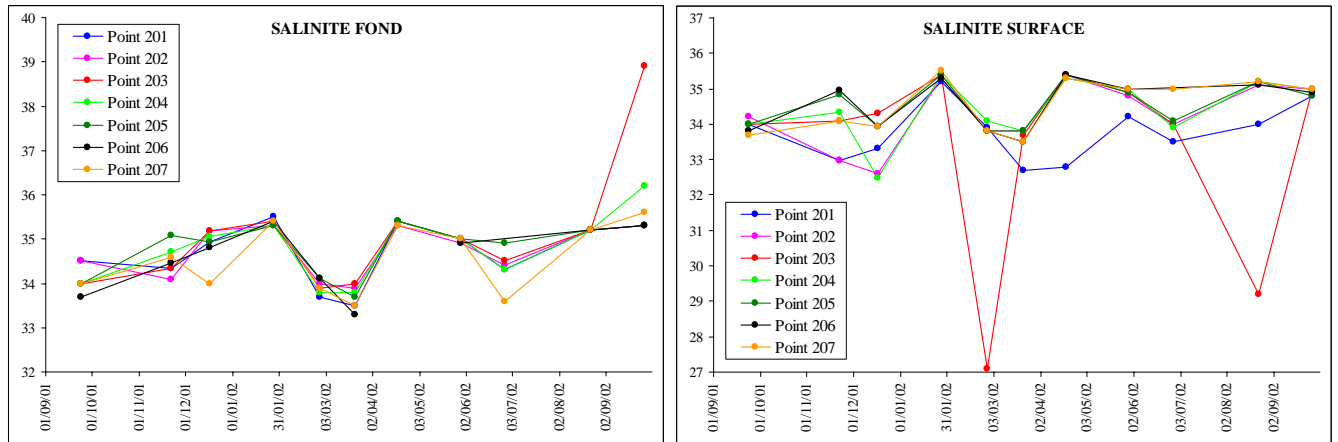


Figure 2 : Salinités mesurée en surface et au fond pour tous les points de chaque campagne.

Pour une vision plus détaillée des résultats, les graphiques ci-dessous (figure 3) présentent les salinités mesurées à chaque campagne en surface et au fond pour chaque point de la radiale. On observe quelques anomalies (fond moins salé que la surface aux points 206 et 207) qui devraient faire l'objet d'une vérification.

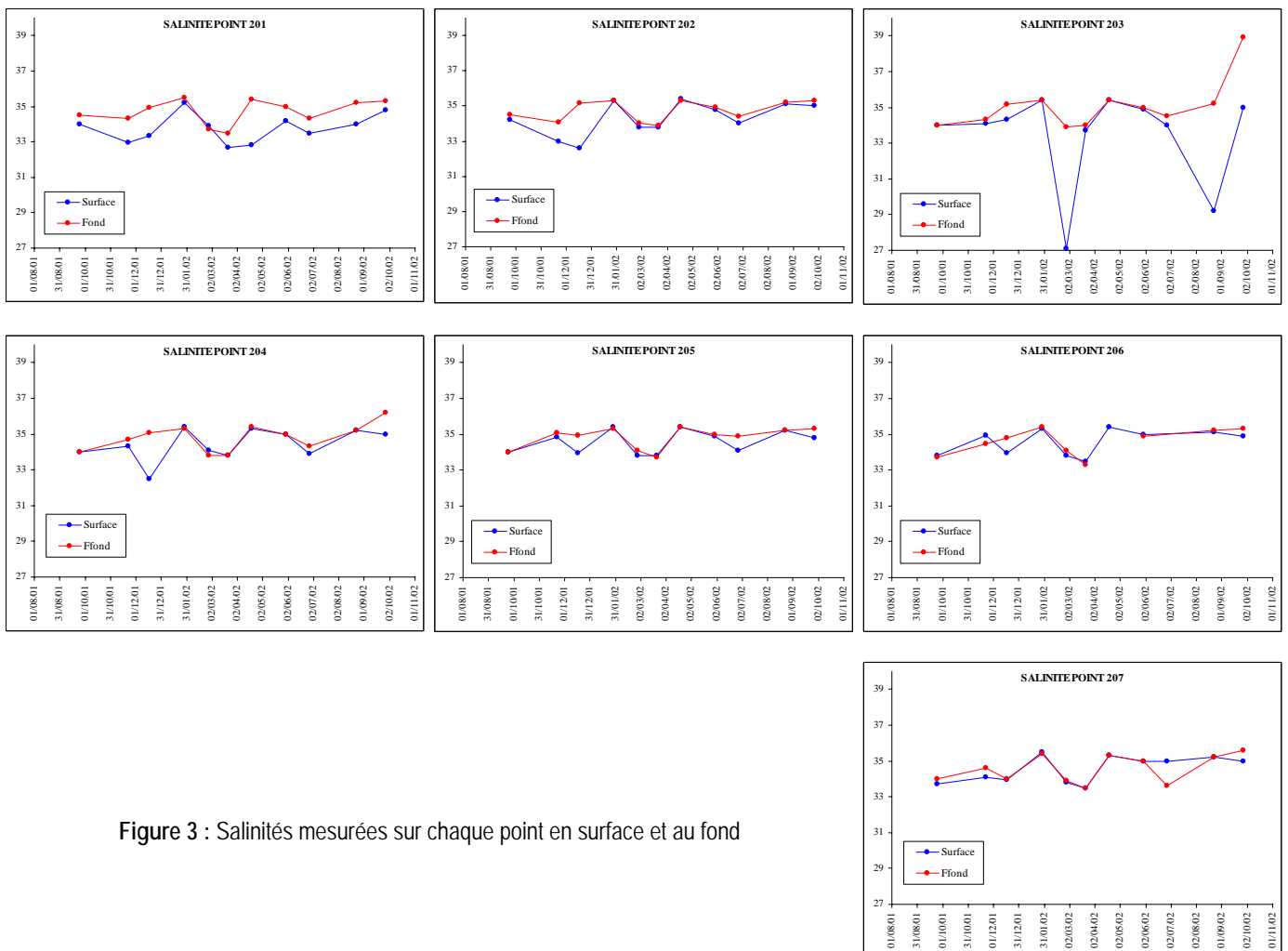


Figure 3 : Salinités mesurées sur chaque point en surface et au fond

## 4.2. Matière en suspension (MES)

On s'intéresse dans la figure 4 aux MES mesurées en surface. Les résultats sont cohérents et semblent montrer deux épisodes d'apports importants de matière en suspension, probablement dus à de forts débits des rivières (crues). Dans ces deux épisodes les points les plus influencés sont logiquement les plus proches des débouchés des cours d'eau (201, 202 et 204).

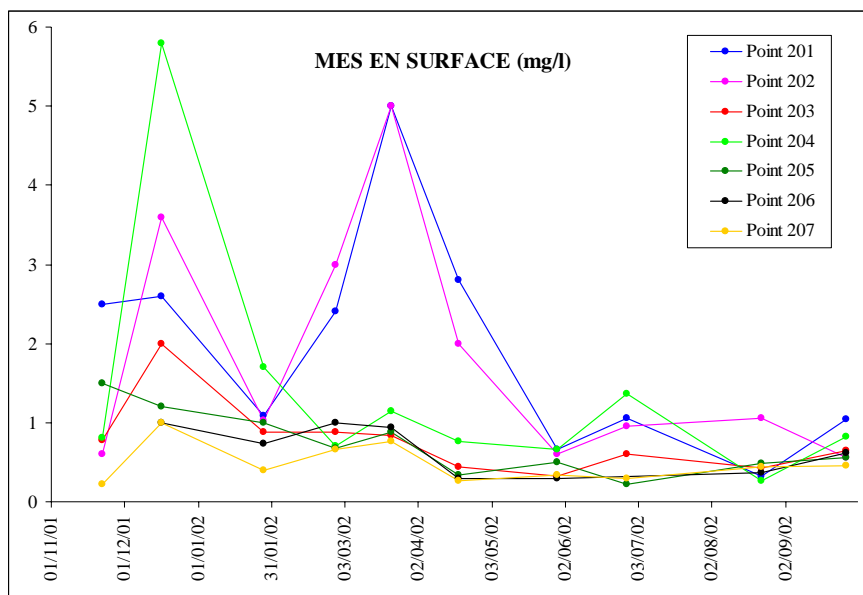


Figure 4 : MES en surface tous points et toutes campagnes.

Pour une vision plus détaillée des résultats, les graphiques ci-contre (figure 5) présentent la Matière en suspension mesurée à chaque campagne en surface et au fond pour chaque point de la radiale. On observe un gradient logique des points les plus amont vers l'aval. Cependant la forte valeur mesurée au fond sur le point 201 le 27 février 2002 est difficilement explicable et devra être vérifiée.



Figure 5 : MES mesurées sur chaque point en surface et au fond.

### 4.3. Nitrate

Toutes les concentrations en nitrate observées sont inférieures ou égales à 8  $\mu\text{mol/l}$  (figure 6) et de très nombreuses valeurs sont inférieures au seuil de détection analytique de 0,1  $\mu\text{mol/l}$ . Nous sommes donc en présence d'un milieu relativement pauvre. Logiquement, les concentrations les plus fortes sont observées sur le point 201, directement sous l'influence de la rivière Lézarde, et le gradient vers le large est cohérent. Les apports provenant du fond de la Baie de Génipa (point 204) apparaissent très inférieurs à ceux de la Lézarde. Les deux valeurs de salinité douteuses déjà signalées au point 203 se retrouvent sur la figure 6 où elles sortent très nettement du nuage de points.

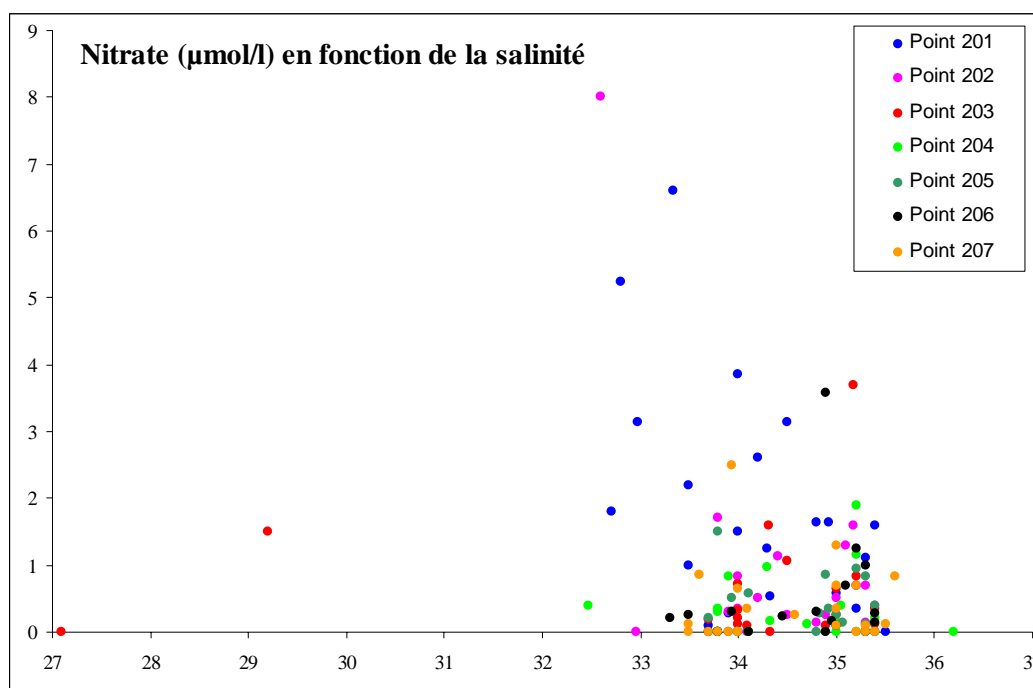


Figure 6 : Nitrate en surface et fond, tous points et toutes campagnes.

La relation entre le nitrate et la salinité (dilution des apports) n'est pas très bonne mais ceci peut s'expliquer par les faibles valeurs de nitrate mesurées et le fait que les salinités rencontrées soient toutes élevées. La création d'un nouveau point de prélèvement, plus en amont dans l'embouchure de la Lézarde, permettrait d'observer des teneurs en nitrate plus fortes associées à des salinités plus basses.

Malgré ces réserves, si l'on calcule la régression linéaire nitrate/salinité avec les données de surface des points 201 et 202 on obtient une concentration théorique de 52  $\mu\text{mol/l}$  à salinité nulle ( $R^2=0,35$ ). Ce chiffre ne paraît pas aberrant compte tenu du régime des précipitations et de l'absence de nappe phréatique où les composés chimiques pourraient s'accumuler. Cette concentration est à comparer avec celles habituellement rencontrées dans les estuaires de métropole et qui atteignent plusieurs centaines de micromoles de nitrate par litre.

Pour un examen plus détaillée des résultats, les graphiques de la figure 7 présentent les concentrations en nitrate mesurée à chaque campagne en surface et au fond pour chaque point de la radiale.

Une première observation concerne les fréquentes inversions entre surface et fond, surtout aux points 203, 205 et 206. On note également un épisode d'apports importants en décembre 2001 qui semble n'avoir affecté que le nord de la baie (points 201, 202, 203, 207) mais pas la partie sud (points 204, 205, 206).

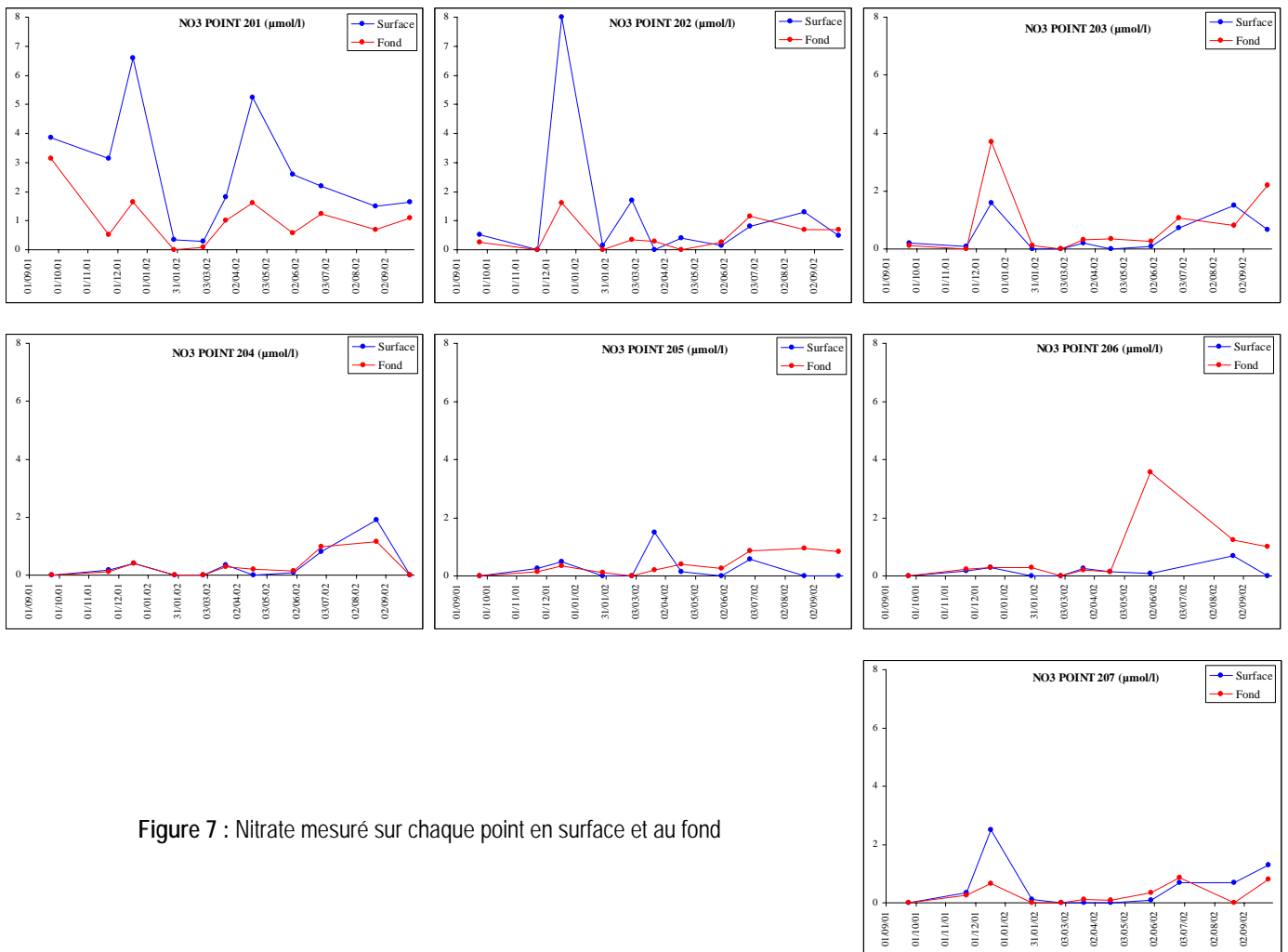


Figure 7 : Nitrate mesuré sur chaque point en surface et au fond

#### 4.4. Nitrite

En ce qui concerne le nitrite, sur 152 mesures, 145 résultats sont inférieurs au seuil de détection analytique de 0,1  $\mu\text{mol/l}$ , et les sept restants sont tous compris entre 0,1 et 0,15  $\mu\text{mol/l}$ . L'azote nitreux est donc présent à des concentrations non décelables, négligeables par rapport à l'azote nitrique. Ce fait étant désormais établi, la poursuite de la mesure du nitrite pourrait être abandonnée au profit de la somme  $[\text{NO}_3+\text{NO}_2]$  mesurable en une seule opération. On évaluerait de cette façon les apports totaux en azote nitrique et nitreux.

#### 4.5. Ammonium

Pour cette mesure délicate, sur 152 résultats, 86 sont inférieurs au seuil de détection (0,5  $\mu\text{mol/l}$ ). Les autres sont tous inférieurs à 4,2  $\mu\text{mol/l}$  et 60 sont inférieurs à 2  $\mu\text{mol/l}$ . En général les valeurs les plus élevées sont logiquement rencontrées au point 201 (une seule valeur inférieure au seuil en surface).

Cependant, le reste des données est ininterprétable du fait d'un seuil de détection trop élevé par rapport aux concentrations présentes. Par définition, un seuil de 0,5  $\mu\text{mol/l}$  induit une limite de quantification comprise entre 1,5 et 2  $\mu\text{mol/l}$ , c'est à dire supérieure à 96 % des concentrations mesurées. Dans ces conditions les mesures sont affectées d'une grande incertitude.

A l'avenir, pour que la mesure de l'ammonium soit significative, et donc justifiée, Il conviendra d'abaisser le seuil de détection et de maîtriser la variabilité des blancs analytiques. Au niveau du prélèvement, il faut également avoir à l'esprit que les échantillons sont très faciles à contaminer (fumée, échappement du moteur, doigts, etc.).

## 4.6. Phosphate

Les mêmes remarques que pour l'ammonium peuvent être faites pour le phosphate. Sur 152 résultats 131 sont inférieurs au seuil de détection de 0,2  $\mu\text{mol/l}$ , 16 sont compris entre 0,2 et 0,6  $\mu\text{mol/l}$  et 5 entre 0,7 et 2,7  $\mu\text{mol/l}$  (maximum mesuré).

Le seuil de détection de 0,2  $\mu\text{mol/l}$  induit une limite de quantification d'environ 0,6  $\mu\text{mol/l}$  c'est à dire supérieure à 97% des concentrations mesurées. Pour justifier la poursuite de cette mesure, le seuil de détection devra être abaissé au moins à 0,05  $\mu\text{mol/l}$ , l'idéal étant de descendre à 0,02  $\mu\text{mol/l}$ .

## 5. Conclusion, perspectives

Cette première année de surveillance RNO en Baie de Fort-de-France est le résultat d'un travail considérable, réalisé par les partenaires impliqués : Acquisition, mise en route et calibration des techniques analytiques en milieu marin par le Laboratoire Départemental d'Hygiène de Fort-de-France avec l'appui d'Ifremer ; Acquisition des techniques de prélèvement et réalisation des campagnes par la CQEL avec le concours d'une vedette des Affaires Maritimes en l'absence de moyen nautique propre.

Malgré les réserves énoncées plus haut sur les mesures d'ammonium et de phosphate, les autres résultats sont intéressants à plus d'un titre. Ils semblent montrer un fonctionnement très indépendant de la partie nord de la baie, sous l'influence de la Lézarde, et de la partie sud, sous l'influence des apports en baie de Génipa.

La position définitive des points de prélèvement est assez différente des positions envisagées initialement. Pour des raisons pratiques ils ont été positionnés à proximité de bouées existantes. De ce fait, les points 203 et 206 sont beaucoup plus au sud que prévu et les résultats semblent montrer qu'ils n'appartiennent pas vraiment à la radiale de dilution des apports de la Lézarde et subissent peu l'influence de celle-ci.

Les salinités mesurées montrent la nécessité de créer un nouveau point plus en amont dans l'embouchure de la Lézarde de façon à préciser d'avantage les apports de ce cours d'eau. Le point 207, considéré comme la référence marine, pourrait être déplacé légèrement vers l'Ouest de façon à permettre des prélèvements de fond vers 20 mètres de profondeur.

En ce qui concerne les analyses elles-mêmes, il paraît raisonnable de mettre fin à la mesure du nitrite dont les concentrations sont négligeables et de toutes façons presque toujours inférieures à la limite de détection.

La poursuite des mesures d'ammonium et de phosphate n'a de sens que si les performances analytiques sont améliorées, en particulier par l'abaissement des seuils de détection. Malgré les faibles concentrations rencontrées, la mesure de ces deux paramètres demeure intéressante car ce sont des traceurs de pollution urbaine et industrielle qu'il convient d'apprécier.

