

RAPPORTS DE MISSIONS
SCIENCES DE LA MER
BIOLOGIE MARINE

N° 27

2004

Rapport des missions BULA 3 (mars 2002)
et BULA 4 (août 2003) dans lagon de Suva (Fidji)

Jean-Pascal TORRÉTON *
Olivier PRINGAULT *
Séverine JACQUET *
Sandrine CHIFFLET *
Ben MORETON *
Jean-Yves PANCHÉ *
Martine RODIER **
Philippe GÉRARD *
Jean BLANCHOT ***

* IRD, UR 103, Camelia, Nouméa, Nouvelle-Calédonie

** IRD, UR 99, Cyano, Nouméa, Nouvelle-Calédonie

*** IRD, UR 99, Cyano, Sainte-Clotilde, La Réunion



Institut de recherche
pour le développement

© IRD, Nouméa, 2004

/Torréon, J. -P.
/Pringault, O.
/Jacquet, S.
/Chifflet, S.
/Moreton, B.
/Panché, J.-Y.
/Rodier, M.
/Gérard, P.
/Blanchot, J.

Rapport des missions BULA 3 (mars 2002) et BULA 4 (août 2003) dans lagon de Suva (Fidji)

Nouméa : IRD. septembre 2004. 45 p.
Missions : Sci. Mer ; Biol. Mar. ; 27

BULA 3-4 ; CAMPAGNE OCEANOGRAPHIQUE ; ECHANTILLONNAGE ; BENTHOS ; PLANCTON ;
BIOMASSE ; PRODUCTIVITE / FIDJI ; SUVA LAGON

Sommaire

| | |
|--|----|
| 1. Bula 3 (Mars 2002)..... | 2 |
| 1.1. Objectifs..... | 2 |
| 1.2. Matériel et méthodes..... | 2 |
| 1.2.1. Participants..... | 2 |
| 1.2.2. Protocoles utilisés..... | 2 |
| 1.2.3. Echantillonnage..... | 5 |
| 1.3. Résultats connus..... | 7 |
| 1.3.1. CTD..... | 7 |
| 1.3.2. Nutriments..... | 10 |
| 1.3.3. Phytoplancton..... | 12 |
| 1.3.4. Bactérioplancton..... | 18 |
| 1.3.5. Métaux..... | 20 |
| 1.4. Résultats en attente..... | 21 |
| 1.4.1. Protistes Tintinnides..... | 21 |
| 1.4.2. Nanoalgues..... | 22 |
| 1.4.3. Diversité bactérienne..... | 22 |
| 2. Mission Bula 4, Août 2003..... | 23 |
| 2.1. Objectifs..... | 23 |
| 2.2. Matériel et méthodes..... | 23 |
| 2.2.1. Participants..... | 23 |
| 2.2.2. Protocoles utilisés..... | 23 |
| 2.2.3. Echantillonnage..... | 23 |
| 2.3. Résultats acquis..... | 25 |
| 2.3.1. CTD..... | 25 |
| 2.3.2. Nutriments..... | 27 |
| 2.3.3. Phytoplancton..... | 29 |
| 2.3.4. Bactérioplancton..... | 32 |
| 3. Comparaison des données Bula 3 et Bula 4..... | 33 |
| 3.1. CTD..... | 33 |
| 3.2. Nutriments..... | 33 |
| 3.3. Phytoplancton..... | 34 |
| 3.3.1. Valeurs de chlorophylle et de production primaire..... | 34 |
| 3.3.2. Relations CTD vs chlorophylle a..... | 34 |
| 3.3.3. Classes de taille..... | 35 |
| 3.3.4. Proportion de chlorophylle a active..... | 35 |
| 3.3.5. Taux de croissance phytoplanctonique..... | 36 |
| 3.4. Bactéries hétérotrophes..... | 36 |
| 4. Annexes..... | 38 |
| 4.1. CTD Bula 3 Mars 2002..... | 39 |
| 4.2. Nutriments Bula 3 Mars 2002..... | 40 |
| 4.3. Chlorophylle, productions primaire et bactérienne Bula 3 Mars 02..... | 41 |
| 4.4. Picoplancton Bula 3 Mars 2002..... | 42 |
| 4.5. CTD Bula 4 Août 2003..... | 43 |
| 4.6. Nutriments Bula 4 Août 2003..... | 44 |
| 4.7. Chlorophylle, productions primaire et bactérienne Bula 4 Août 03..... | 45 |

1. Bula 3 (Mars 2002)

1.1. Objectifs

Il s'agit comme au cours de Bula 1 d'acquérir sur une soixantaine de stations les données physiques (CTD), chimiques (nutriments) et biologiques (chlorophylle a, COP, NOP), avec en plus :

- des mesures de métabolisme benthique au moyen de microsondes (Olivier Pringault)
- des mesures de productivité, biomasse et diversité planctonique (Séverine Jacquet, Olivier Pringault, JP Torréton)

Ceci dans le but 1) d'estimer la productivité de ces eaux, notamment en comparaison du lagon SW de NC, 2) d'estimer si les forçages sur les communautés planctoniques peuvent aussi être estimés par corrélations entre nutriments et variables planctoniques, 3) d'effectuer les premières mesures de la diversité du bactérioplancton en relation avec les conditions trophiques.

1.2. Matériel et méthodes

1.2.1. Participants

Depuis IRD Nouméa : Chifflet - Jacquet - Moreton - Panché - Pringault - Torréton

Depuis ANSTO : Ron Szymczak et Ross Jeffree

Panché : gestion CTD, GPS, prélèvements colonne d'eau

Torréton : prélèvements colonne d'eau, Chl. a en classes de taille (brute, >2, >10 µm), conditionnement pour cytométrie, nanoalgues, conditionnement pour alcalinités

Chifflet : filtrations COP/NOP et POP, conditionnement NOD/POD, NO₃/PO₄/silicates, fixation de NH₄

Moreton : Prélèvements et conditionnement pour métaux dissous (env. 20 stations prévues)

Pringault : prélèvements puis incubations (respiration et PP) à partir de carottes, Chl.a benthique, diversité bactérienne benthique au MSP (env. 20 stations prévues)

Jacquet : Production bactérienne, épifluorescence, production primaire en classes de taille (brute, >2, >10 µm), ciliés/tintinnides (MSP) (env. 40 stations prévues)

Szymczak et Jeffree : Pompe *in situ* sur 3 stations (1 lagonaire eutrophe S26, 2 « océaniques » 1 proche de la passe (2 milles) et une plus éloignée (12 milles))

1.2.2. Protocoles utilisés

1. La sonde CTD SBE 19 équipée de capteurs additionnels permet de caractériser **température**, **salinité**, **turbidité**, **fluorescence *in vivo*** et rayonnement photosynthétiquement actif (**PAR**) le long de la colonne d'eau. Les valeurs aberrantes ont d'abord été éliminées, puis les valeurs ont été discrétisées (moyennes, sigma et nombre de mesures tous les 50 cm). Les moyennes et SE par station ont ensuite été calculées sur ces valeurs discrètes afin d'éliminer les biais dus à la vitesse de descente non constante. Noter que nous n'utilisons pas la calibration d'usine pour la fluorescence *in vivo*. Les valeurs de chlorophylle a peuvent être comparées *in situ* avec les valeurs de Chlorophylle a déterminées sur membranes GF/F.
2. La concentration en **ammonium** (NH₄) a été déterminée par fluorimétrie selon de la méthode *o*-phtaldialdéhyde (Holmes *et al.*, 1999). Les échantillons de Bula 3 ont été conservés jusqu'au retour à Nouméa où ils ont été dosés. Les échantillons de Bula 4 ont été déterminés à bord en triplicata.

3. Le conditionnement des échantillons non filtrés à -20°C était effectué pour les mesures d'éléments nutritifs minéraux (**NO₃+NO₂**, **PO₄**, **Si**) et organiques (**NOD**, **POD**, actuellement exprimés sans en avoir retiré les contributions inorganiques). Les nitrates étaient réduits en nitrites suivant (Wood *et al.*, 1967), la somme des concentrations en nitrates et nitrites est déterminée d'après (Raimbault *et al.*, 1990) à l'aide d'un Bran+Luebbe Autoanalyzer III.
Les **silicates** dissous et colloïdaux étaient mesurés selon la méthode de Koroleff (1976) et analysés par colorimétrie en utilisant un Autoanalyzer Bran+Luebbe III (Mullin & Riley, 1955).
La matière organique dissoute (**NOD**, **POD**) est dégradée en substances minérales puis les composés inorganiques sont mesurés par colorimétrie. La méthode de dégradation utilisée est celle par oxydation par voie humide (Raimbault *et al.*, 1999).
4. Azote et carbone organiques particulaires (**NOP** et **COP**) sont déterminés sur le matériel retenu sur membrane GF/F. 500 ml sont filtrés sur une membrane GF/F préalablement calcinée à 450°C pendant 2 heures. Le filtre est plié en deux puis déposé sur une feuille de papier d'aluminium épaisse (préalablement calcinée à 450°C pendant 2 h, 150 ? 200 mm). Les filtres sont placés dans une enceinte fermée, sous légère dépression, autour d'une coupelle de laboratoire contenant une vingtaine de milli litre d'acide chlorhydrique fumant pendant 2 heures pour éliminer le C inorganique. L'ensemble est ensuite placé dans une étuve à 50°C jusqu'à l'analyse. C et N sont dosés avec un analyseur CHN Perkin Elmer 2400.
5. Azote et phosphore organiques particulaires (**NOP** et **POP**) sont déterminés sur le matériel retenu sur membrane GF/F. Un litre est filtré sur une membrane GF/F préalablement autoclavée. Les échantillons sont stockés à -20°C jusqu'à l'analyse. La matière organique particulaire est alors dégradée en substances minérales puis les composés inorganiques sont mesurés par colorimétrie. La méthode de dégradation utilisée est celle par oxydation par voie humide (Raimbault *et al.*, 1999).
6. Les **effectifs bactériens hétérotrophes** ont été déterminés en cytométrie de flux par J. Blanchot (IRD La Réunion) après coloration au SYBR green (Marie *et al.*, 1999).
7. La **production bactérienne de biomasse** est estimée par l'incorporation de [*methyl*-³H] thymidine (TdR) dans l'ADN (Fuhrman & Azam, 1982). Les échantillons de 5 à 10 ml ont été incubés à l'obscurité avec 15 nM de [*methyl*-³H] thymidine (40-60 Ci/mmol, Amersham) pendant 30 min à l'obscurité et à température ambiante. Ils sont ensuite formolés (2% final) et filtrés sur Nuclepore 25 mm, 0,2 µm, précipités au TCA 15 min, rincés et mis en fiole à scintillation puis congelés jusqu'au retour à Nouméa où ils reçoivent 4 ml de scintillant et sont comptés en scintillation liquide. Les échantillons sont tous incubés en duplicata et une dizaine de contrôles (formolés) sont effectués par campagne.
8. Les mesures des **biomasses et des productions phytoplanctoniques** ont été effectuées en 3 classes de taille (<2, 2-10 et >10 µm). La biomasse phytoplanctonique (concentration en chlorophylle *a*) est déterminée par fluorimétrie en suivant la méthode de (Holm-Hansen & Booth, 1966) par extraction au méthanol de la fraction retenue sur membranes Whatman GF/F (porosité nominale 0,7 µm). Les fractions >2 µm et > 10 µm ont été déterminées par filtration sur filtres Nuclepore de 25 mm de diamètre et de porosité 2 et 10 µm. Les productions phytoplanctoniques étaient estimées par l'incorporation de ¹⁴C-bicarbonate (Steeman-Nielsen, 1952) sous éclairciment constant (257±37 µE, pour 2 tubes fluorescents mimant la lumière solaire True-Lite). Les fractions >2 µm et > 10 µm étaient déterminées par filtration de l'eau en fin d'incubation sur filtres Nuclepore de porosité 2 et 10 µm.

Après incubation, les échantillons étaient filtrés sous lumière atténuée, rincés par de l'eau de mer filtrée et stockés en fioles à scintillation à -20°C jusqu'au retour à Nouméa. Ils étaient alors décarbonatés par 0,5 ml d'HCl 0,5 N pendant une nuit sous hotte puis recevaient 4 ml de scintillant et étaient passés au compteur à scintillation. Des contrôles d'incorporation à l'obscurité ont été quasi-systématiquement effectués. Au moins une mesure en duplicata de la quantité introduite était effectuée chaque demi-journée. L'alcalinité a été systématiquement déterminée au LAMA (IRD Nouméa).

9. Les échantillons pour l'**énumération et l'identification des nanoalgues** ont été effectués sur des prélèvements (250 ml) immédiatement fixés (formol tamponné au Borax, 2% concentration finale) et stockés à l'obscurité uniquement sur Bula 3. Ils sont actuellement stockés au centre de Nouméa en attendant leur énumération par B Delesalle.
10. Les **énumérations et identifications du picophytoplancton** ont été effectués sur des prélèvements immédiatement fixés (glutaraldéhyde, 2% concentration finale) et après 10 minutes, cryogénisés dans l'azote liquide, puis expédiés dans l'azote liquide à l'IRD-Université de la Réunion (J. Blanchot, IRD UR 99). Les dénombrements ont été effectués en cytométrie de flux (FacScan). *Synechococcus*, *Prochlorococcus* et picoplancton eucaryote ont été discriminés par diffraction aux petits angles et fluorescence.
11. Les échantillons pour la détermination de la **biodiversité des communautés bactériennes libres et attachées aux particules** ont été préparés uniquement au cours de Bula 3. Les prélèvements (2 litres) étaient immédiatement filtrés en cascade sur membranes stériles Millipore HAP de porosité 1 µm (bactéries attachées) puis 0,2 µm (bactéries libres). Les membranes étaient stockées dans des cryotubes plongés dans l'azote liquide jusqu'à l'analyse. Ils sont actuellement stockés au LEM de Pau en attente d'analyse.
12. Les échantillons pour la détermination de la **diversité des protistes** ont été préparés uniquement au cours de Bula 3. Les prélèvements (2 litres) étaient immédiatement mis à sédimenter en éprouvette de 2 litres pendant 72 h après fixation au Lugol. Après une première concentration à 250 m, une deuxième étape de sédimentation a permis d'en concentrer les organismes dans 20 ml. Ils ont été énumérés par J Dolan (Laboratoire d'Océanographie de Villefranche, CNRS, Université Paris VI, Station Zoologique, B.P. 28, F-06230 Villefranche-Sur-Mer).

Références

- Fuhrman JA, F Azam (1982) Thymidine Incorporation as a Measure of Heterotrophic Bacterioplankton Production in Marine Surface Waters: Evaluation and Field Results. *Marine Biology* 66(2): 109-120.
- Holmes R.M., Aminot A., Kérouel R., Bethanie A., Hooher A., Peterson B.J. (1999) A simple and precise method for measuring ammonium in marine and freshwater ecosystems. *Can. J. Aquat. Sci.*, 56 : 1801-1808.
- Holms-Hansen O., Lorenzen C.J., Holmes R.W., Strickland J.D.H. (1965) Fluorimetric determination of chlorophyll. *J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer.*, 30 : 3-15.
- Koroleff F. (1976) Determination of silicon. In *Methods of sea water analysis*, K.Grasshoff (Eds.), Verlag Chemie, Weinheim, RFA, 149-158.
- Marie D, CPD Brussaard, R Thyraug, G Bratbak, D Vaultot (1999) Enumeration of marine viruses in culture and natural samples by flow cytometry. *Applied and Environmental Microbiology* 65(1): 45-52.
- Mullin J.B., Riley J.P. (1955) The spectrophotometric determination of silicate-silicon in natural waters with special reference to sea water. *Anal. Chim. Acta.*, 12 : 162-170.

- Raimbault P., Slawyk G., Coste B., Fry J. (1990) Feasibility of measuring an automated colorimetric procedure for the determination of seawater nitrate in the 0 to 100nM range : examples from field and culture. *Mar. Biol.*, 104 : 347-351.
- Raimbault P, F Diaz, W Pouvesle, B Boudjellal (1999) Simultaneous determination of particulate organic carbon, nitrogen and phosphorus collected on filters, using a semi-automatic wet-oxidation method. *Marine Ecology-Progress Series* 180:289-295.
- Steeman-Nielsen (1952) The use of radioactive carbon (C 14) for measuring organic production in the sea. *J. Cans. Int. Explor. Mer.*, 18, 117-140
- Wood E.D., Armstrong F.A., Richards F.A. (1967) Determination of nitrate in sea water by cadmium copper reduction to nitrite. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 47 : 23-31.

1.2.3. Echantillonnage

- 1) Les prélèvements étaient effectués avec les embarcations rapides pour gagner du temps, seuls les points extérieurs au lagon ont été échantillonnés depuis l'Alis.
- 2) La difficulté principale de l'échantillonnage était de limiter à 4 par demi-journée les échantillons analysés pour la productivité planctonique (nombre de postes de filtration limités pour la diversité bactérienne, places en incubateur lumineuses limitées) pour un total d'environ 40 stations choisies au préalable parmi la soixantaine à échantillonner. Sur la quarantaine de stations où la productivité planctonique était prévue, une première Niskin était prélevée et vidée dans un flacon Nalgene de 4,5 litres pour la productivité, la deuxième était ramenée pleine pour les prélèvements « chimie » et les analyses faites à bord.
- 3) L'autre difficulté était la différence fréquente des positions des stations entrées sur le GPS et celles issues de la base de données (ces dernières étant généralement plus crédibles). Avant de les vérifier systématiquement la veille des prélèvements, nous avons dû faire des choix dans l'urgence.
- 4) Les prélèvements de sédiments (carottages) étaient effectués indépendamment au besoin en mettant la deuxième embarcation à l'eau
- 5) L'échantillonnage pour Ron Szymzack se faisait au moyen d'une pompe *in situ* (Tableau 1) :

Au final 13 stations ont pu être échantillonnées avec succès. Cependant pour cause de perturbations électroniques au sein du MSP (absence de prise de terre et variations probables de tension) les sondes ont été endommagées de manière irréversible, rendant impossible leur utilisation à partir du samedi 16 mars.

Au total, les stations suivantes ont été échantillonnées :

- Chimie/CTD : 55 stations
- Productivité planctonique : 40 stations
- Métaux : 26 stations
- Productivité benthique : 13 stations

Tableau 1 : Dates et position des stations pour isotopes dans le matériel particulière

| Station | Date / heure | |
|-------------------------|-------------------------|----------------------|
| 26 | jeudi 14/03/02 15:00 | Pompe <i>in situ</i> |
| 9 miles au large de S29 | jeudi 14/03/02 21:10 | Pompe <i>in situ</i> |
| 2 miles sud de S29 | vendredi 15/03/02 21:00 | Pompe <i>in situ</i> |
| 34 | samedi 16/03/02 13:14 | 40 litres |
| 42 | dimanche 17/03/02 14:00 | 40 litres |

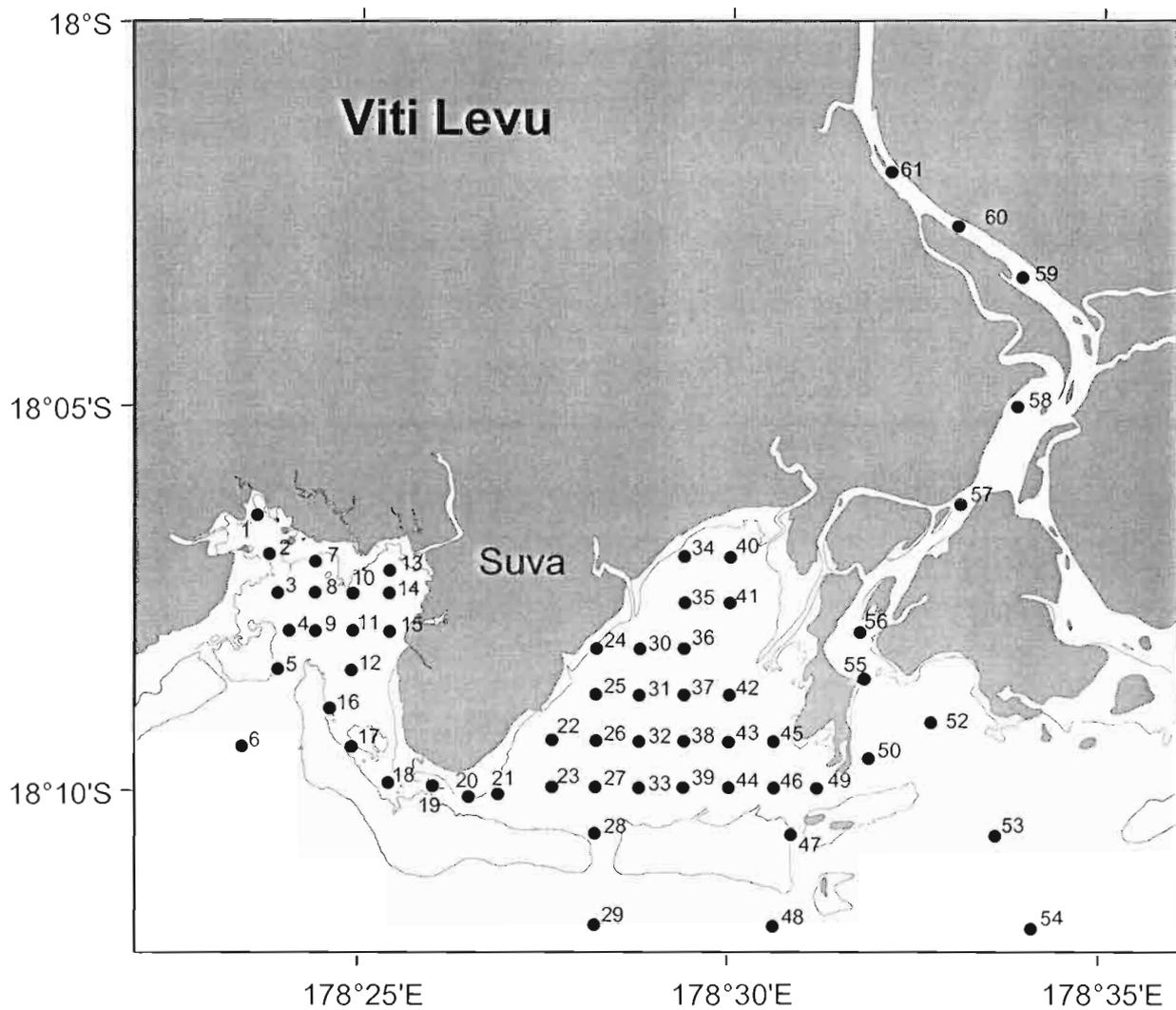


Figure 1 : Carte des stations de prélèvement dans le lagon de Suva

Tableau 2 : Stations échantillonnées pour la respiration benthique

| Station | Date | Remarques |
|---------|------------------------------|--|
| S01 | Mercredi 13/03/02 matin | |
| S03 | Mercredi 13/03/02 matin | |
| S10 | Mercredi 13/03/02 matin | |
| S12 | Jeudi 14/03/02 matin | |
| S13 | Jeudi 14/03/02 matin | |
| S15 | Jeudi 14/03/02 matin | |
| S17 | Vendredi 15/03/02 matin | |
| S19 | Vendredi 15/03/02 matin | Station sableuse non carottée |
| S21 | Vendredi 15/03/02 matin | Station sableuse non carottée |
| S24 | Vendredi 15/03/02 après-midi | Les sondes commencent à donner des signes de mauvais fonctionnement |
| S34 | Vendredi 15/03/02 après-midi | |
| S26 | Samedi 16/03/02 matin | Les sondes sont hors service, la valeur à zéro (anoxie) est trop forte 110 nA au lieu de 0-10 nA normalement |
| S36 | Samedi 16/03/02 matin | |
| S41 | Samedi 16/03/02 matin | |
| S42 | Samedi 16/03/02 matin | |

1.3. Résultats connus

1.3.1. CTD

A part deux stations dans la Rewa (59 et 58) où le réglage du seuil de déclenchement de la sonde était impropre (conductivité trop élevée pour ces eaux douces), les profils CTD ont tous été exploités sous Excel. Ils ont d'abord été discrétisés (moyennes, sigma tous les 50 cm) après élimination des valeurs aberrantes. Les moyennes et SE ont ensuite été calculées sur ces valeurs discrètes.

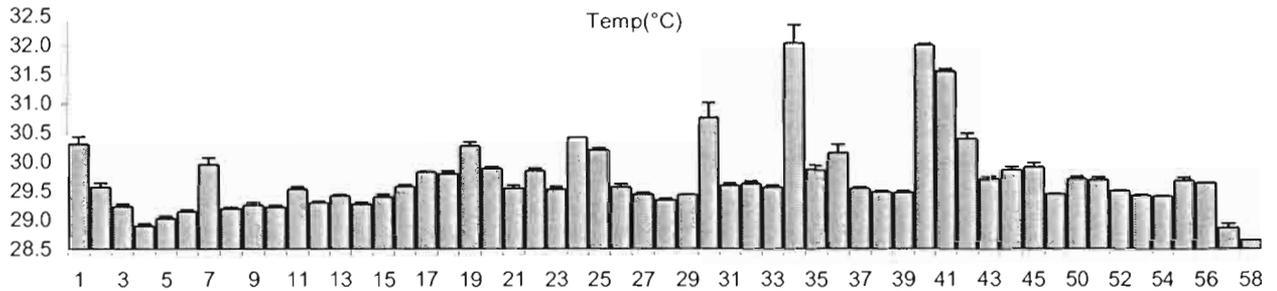


Figure 2 : Moyenne et erreur standard de la température (°C) sur la colonne complète.

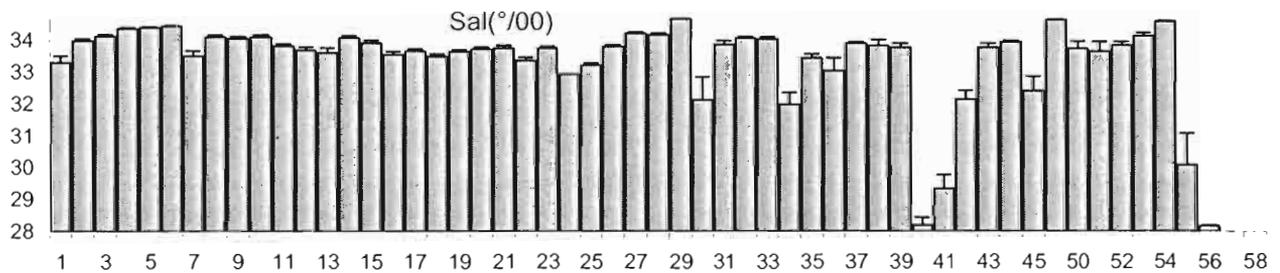


Figure 3 : Moyenne et erreur standard de la salinité (psu) sur la colonne complète. Les stations 57 et 58 (en remontant la Rewa River) montrent des salinités de 3,29 et 0,17 psu.

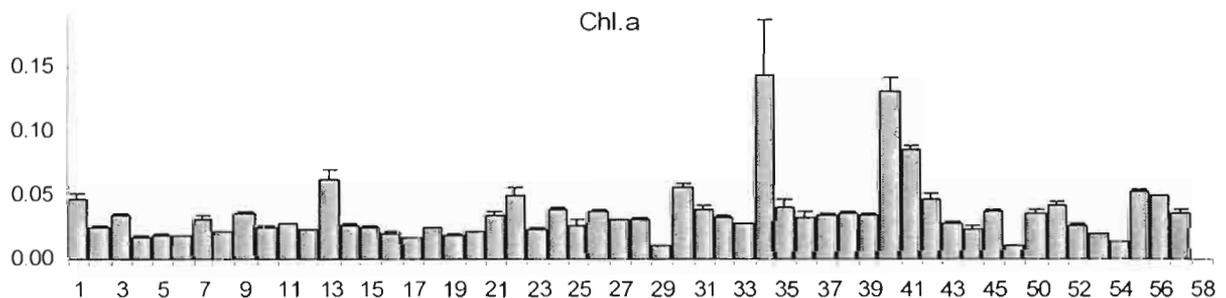


Figure 4 : Moyenne et erreur standard de la fluorescence in vivo (Chl.a unités relatives) sur la colonne complète.

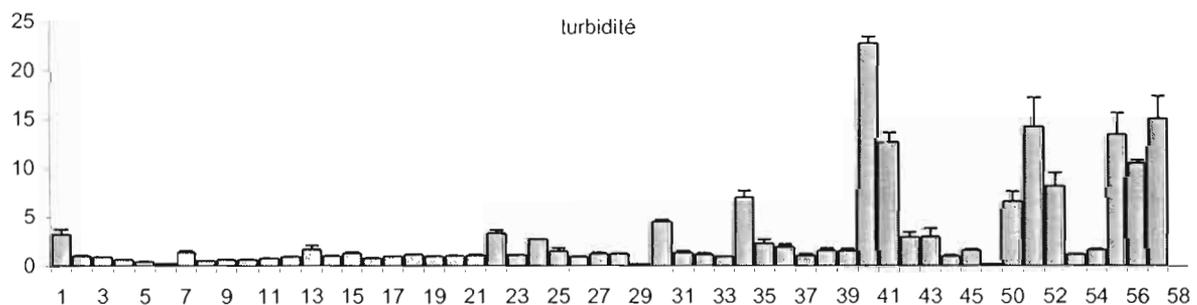


Figure 5 : Moyenne et erreur standard de la turbidité (ntu) sur la colonne complète.

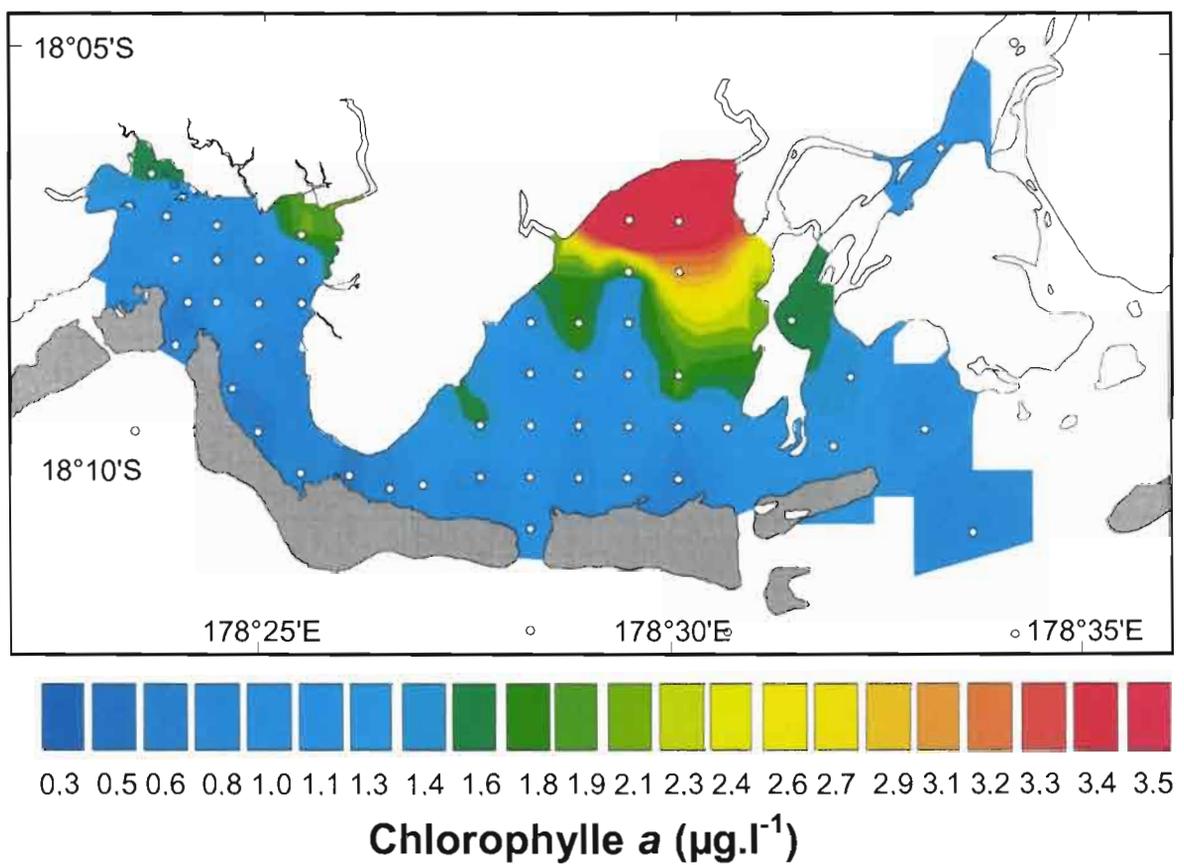
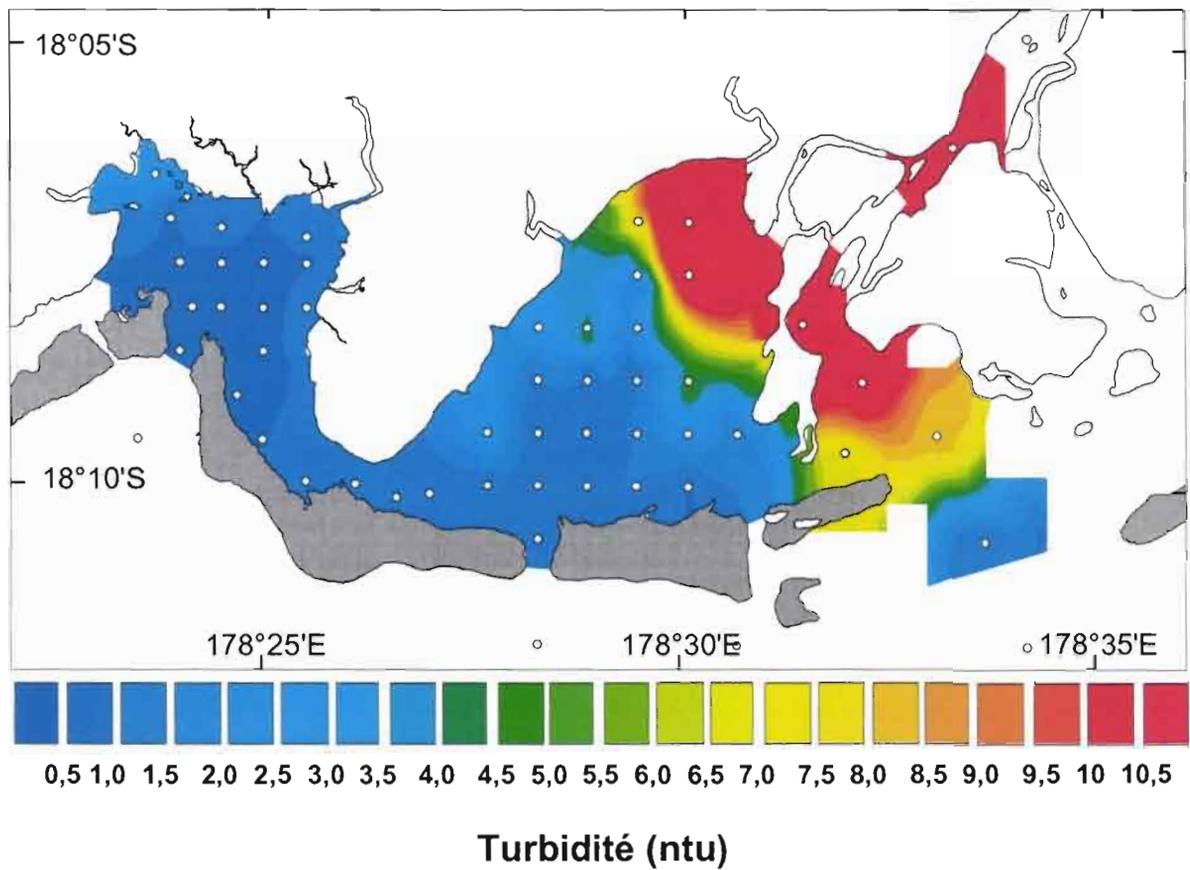


Figure 6 : Distribution spatiale des données de turbidité (A) et chlorophylle (B) au cours de Bula 3

1) Les échantillons prélevés correspondent donc à une gamme de situations trophiques très étendue, d'un facteur 80 pour la turbidité et 24 pour la chlorophylle (Tableau 3). Si l'équilibre dynamique est postulé entre nutriments et biomasses et activités, la gamme est tout à fait satisfaisante pour faire ressortir des corrélations entre variables planctoniques et nutriments

Tableau 3 : Valeurs extrêmes des variables physiques (CTD)

| | turbidité moyenne à 3 m | Chl.a moyenne à 3 m | turbidité moyenne sur la colonne complète | Chl.a moyenne sur la colonne complète |
|---------|-------------------------|---------------------|---|---------------------------------------|
| maximum | 21,8 (ST 40) | 0,116 (ST 40) | 22,3 | 0,169 |
| minimum | 0,3 (ST 46) | 0,005 | 0,3 | 0,010 |
| max/min | 82,5 | 24,1 | 87,9 | 16,2 |

2) La stratification était quasi-systématique et les prélèvements à 3 m ne reflètent donc pas fidèlement les biomasses et activités de la colonne d'eau intégrée (Fig. 7).

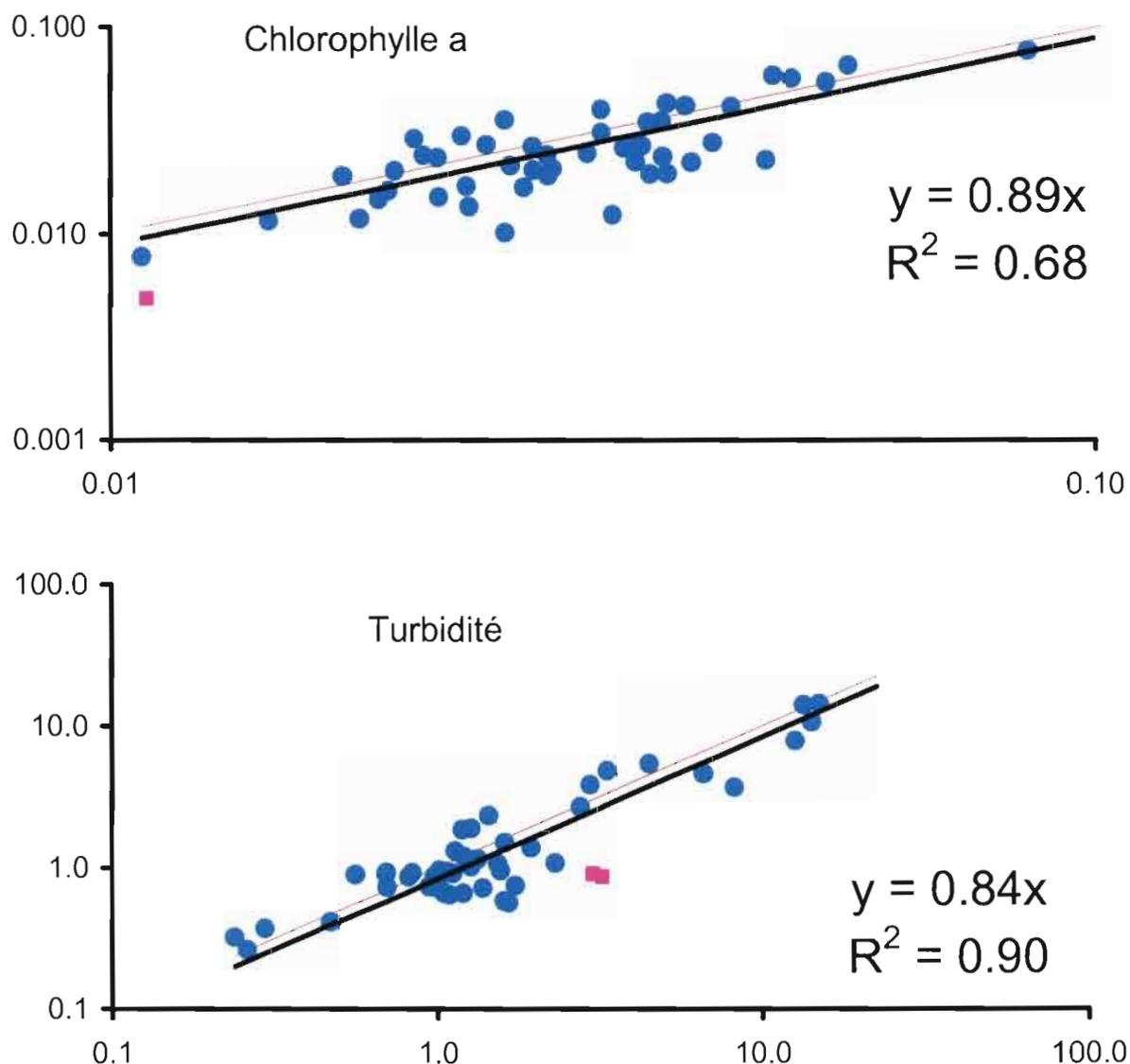


Figure 7 : Moyennes à 3 m en fonction des moyennes sur la colonne. La droite rouge représente l'égalité.

D'une manière générale les points sont distribués sous la droite ce qui montre qu'on sous-estime la moyenne sur la colonne en échantillonnant à 3 m (jusqu'à un facteur 3 pour la turbidité et 2,5 pour la Chl.a).

1.3.2. Nutriments

Les mesures de NH_4 sont globalement peu reproductibles. En moyenne, l'écart-type entre duplicata ou triplicata est de $0,043 \mu\text{M}$ (de $0,001$ à $0,370 \text{ nM}$). Un tri des données basé sur les mesures CTD permet d'éliminer essentiellement les plus fortes valeurs provenant d'une contamination. **A l'avenir, il sera préférable d'amener le fluorimètre à bord pour effectuer les mesures sur place.**

Après élimination des valeurs aberrantes, les NH_4 se répartissent de la manière suivante en fonction des stations (fig. 8) :

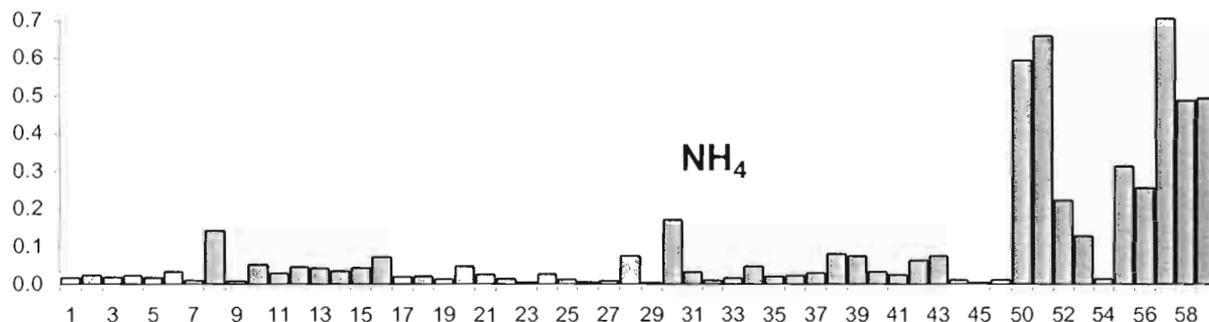


Figure 8 : Distribution du NH_4 (μM) en fonction des stations.

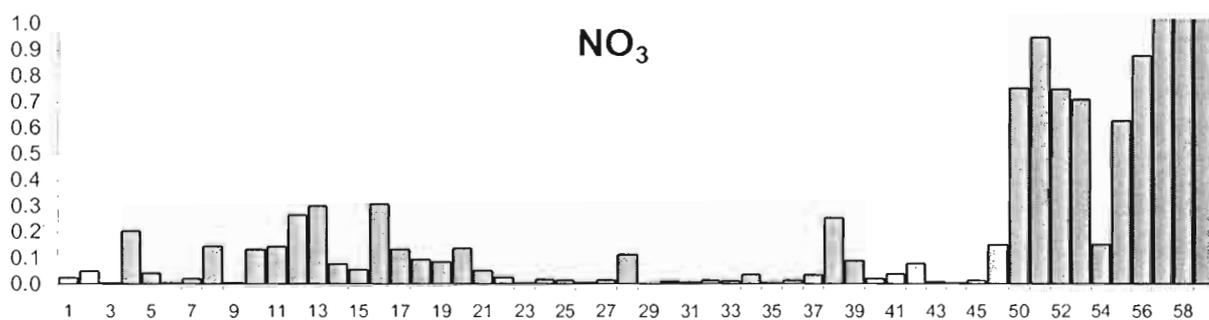


Figure 9 : Distribution du NO_3 en fonction des stations.

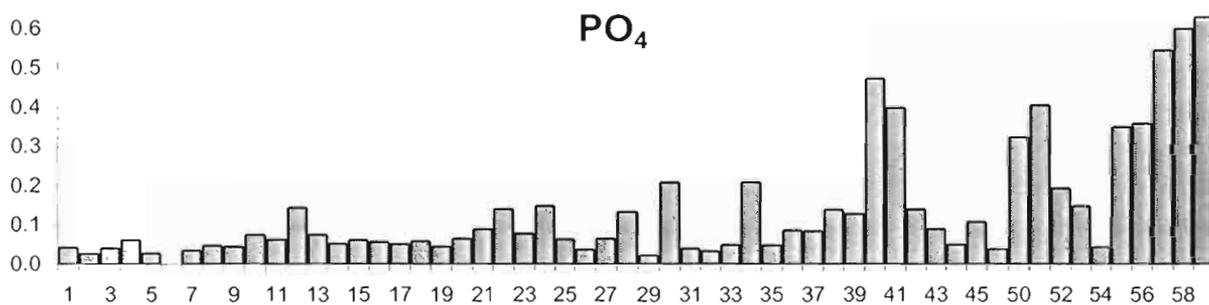


Figure 10 : Distribution du PO_4 (μM) en fonction des stations.

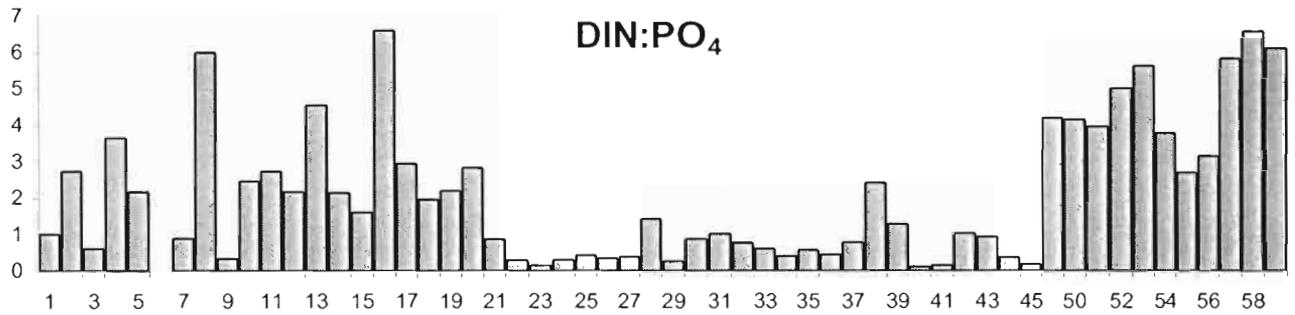


Figure 11 : Distribution du rapport $DIN : PO_4$ ($\mu M/\mu M$) en fonction des stations. Les rapports sont très bas (médiane 1,16, $SE = 0,23$)

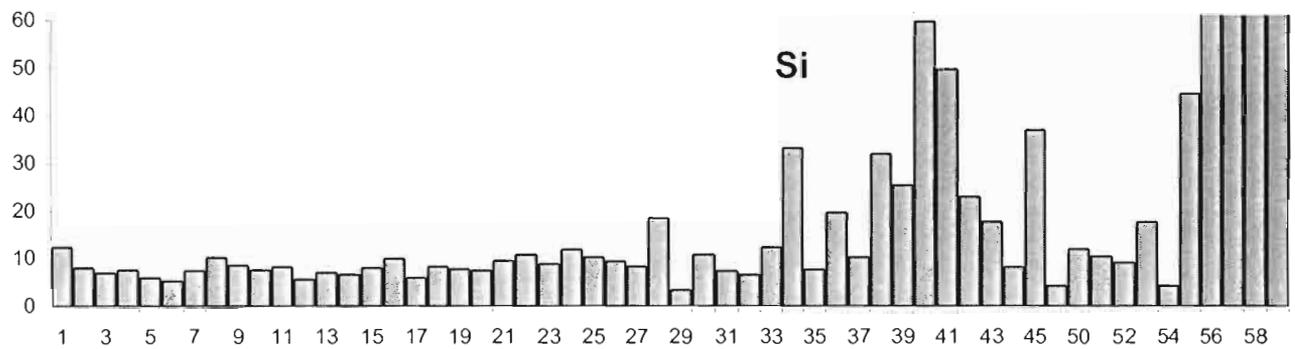


Figure 12 : Distribution des silicates (μM) en fonction des stations.

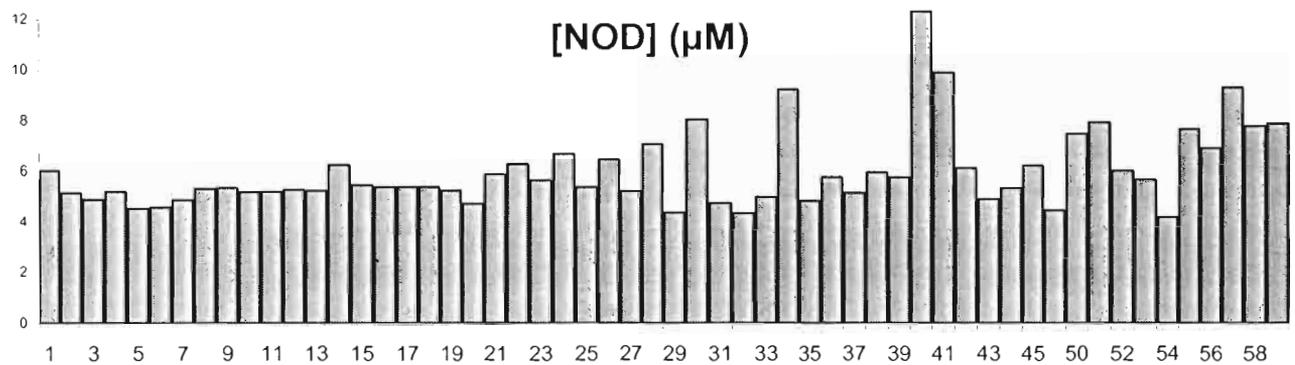


Figure 13 : Distribution du NOD (contribution de l'azote inorganique non retirée) en fonction des stations.

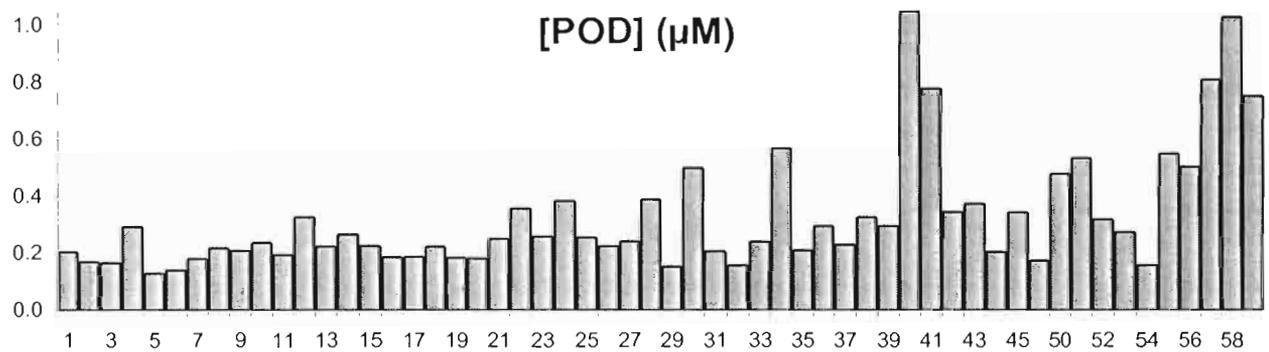


Figure 14 : Distribution du POD (contribution du phosphore inorganique non retirée) en fonction des stations.

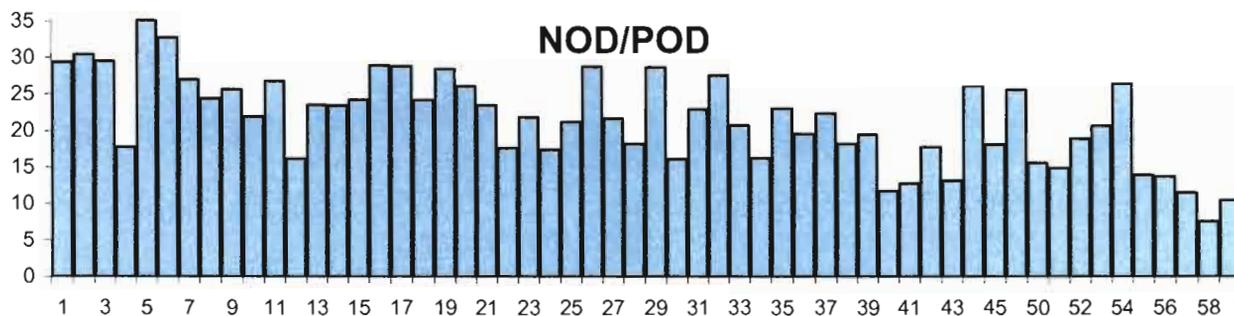


Figure 15 : Distribution du rapport NOD/POD ($\mu\text{M}/\mu\text{M}$, attention contributions inorganiques non retirées) en fonction des stations. Les rapports sont nettement plus élevés que pour l'inorganique seul (médiane = 22,38, SE = 0,76)

1.3.3. Phytoplancton

1.3.3.1. Chl.a totale et en classes de taille

On observe une bonne corrélation entre Chl.a totale (filtres GF/F) et fluorescence in vivo, à quelques exceptions près

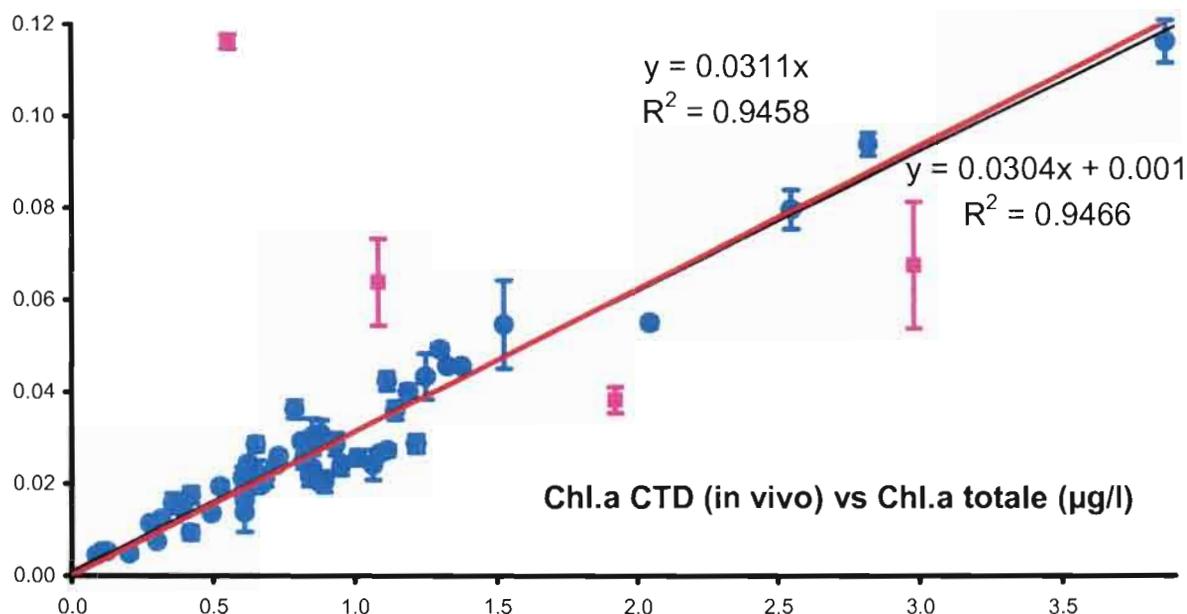


Figure 16 : Fluorescence in vivo en fonction de la chlorophylle totale (GF/F). Barres d'erreurs = SE sur moyenne CTD à 3 m (2,5-3,5 m). En violet points retirés de la régression.

Tableau 4 : Données s'écartant de la relation moyenne Chl.a CTD en fonction de la Chl.a totale

| Date | Station | Total Chl.a ($\mu\text{g.l}^{-1}$) | Total Pheo ($\mu\text{g.l}^{-1}$) | Total %Pheo | moyenne 3 m Chl.a CTD | sigma 3 m Chl.a CTD | moyenne colonne Chl.a CTD | sigma colonne Chl.a CTD |
|----------|---------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------|-----------------------|---------------------|---------------------------|-------------------------|
| 13/03/02 | 13 | 0,554 | 0,341 | 38,09 | 0,116 | 0,001 | 0,063 | 0,036 |
| 15/03/02 | 24 | 1,922 | 0,363 | 15,89 | 0,038 | 0,003 | 0,039 | 0,004 |
| 16/03/02 | 30 | 2,983 | 0,708 | 19,17 | 0,068 | 0,014 | 0,056 | 0,010 |
| 17/03/02 | 42 | 1,087 | 0,287 | 20,92 | 0,064 | 0,009 | 0,058 | 0,019 |

La proportion de phytoplancton dans les fortes classes de taille augmente avec la chlorophylle totale, comme dans le lagon de Nouméa. On atteint toutefois à Suva des valeurs aussi élevées que 88% >2 μm et 49% >10 μm ! (Fig. 17)

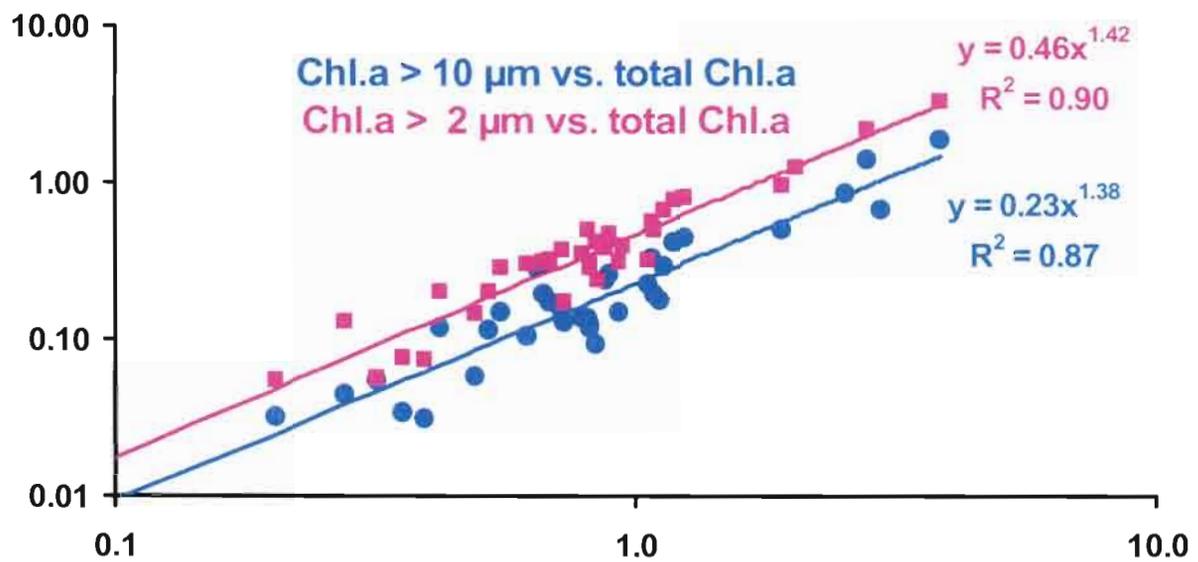


Figure 17 : Chlorophylle a >2 et >10 μm en fonction de la chlorophylle a totale ($\mu\text{g}\cdot\Gamma^l$)

1.3.3.2. Production primaire

Les quantités introduites (Qi) sont relativement variables (3291-4594 pour GF/F, 6198 –7869 pour >2 et >10), mais prendre la moyenne de toutes les valeurs plutôt que les valeurs variables n'améliore pas les corrélations PP vs Chl.a.

Les noirs varient peu (Tableau 5, n = 8 à 9) et la moyenne a été prise pour tous, sauf pour St 40 où ils sont beaucoup plus forts, comme les valeurs de Production Primaire. Ils représentent de toute façon seulement 3,1, 1,9 et 3,0 % du signal en moyenne respectivement pour GF/F, >2 et >10 µm.

Tableau 5 : Dpm des échantillons ¹⁴C incubés à l'obscurité

| | GF/F | > 2 | > 10 |
|---------|------|-----|------|
| moyenne | 223 | 58 | 35 |
| SE | 39 | 5 | 6 |

Problème d'éclairage le premier jour : Un seul tube était allumé le matin, et probablement une partie de l'après-midi. La multiplication par 2 des valeurs de PP de ce jour améliore légèrement les relations PP vs Chl.a. On considère donc qu'un seul tube était allumé, d'où PP à x 2 pour cette série. Incubations pendant 4 h.

Alcalinité assez variable : 9,7-21,6 mgC.l⁻¹, d'où la nécessité de la déterminer systématiquement à Suva (au contraire de Nouméa).

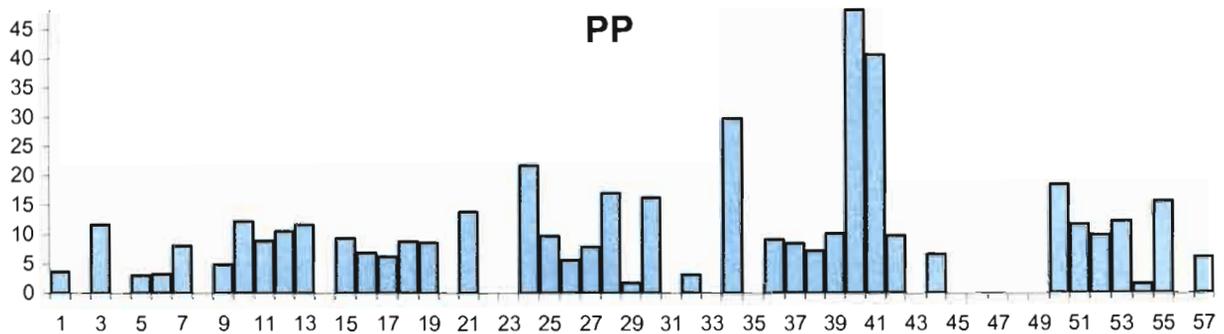


Figure 18 : Distribution de la production primaire ($\mu\text{gC.l}^{-1}.\text{h}^{-1}$ sous éclairage constant) en fonction des stations.

1.3.3.3. Relation entre production primaire et chlorophylle a

La production primaire est très bien corrélée avec la Chl.a à quelques exceptions près (St 1, 12, et 30 où la Chl.a est sous estimée)

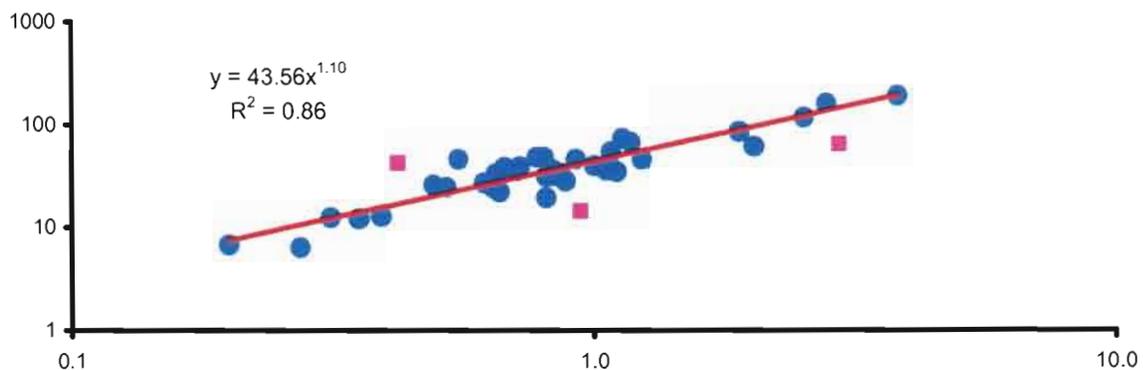


Figure 19 : Production Primaire ($\mu\text{gC.l}^{-1}$ pour 4 heures d'incubation avec 2 tubes fluorescents Truelite $257\pm 37 \mu\text{E}$) en fonction de la Chl.a totale ($\mu\text{g.l}^{-1}$).

Les Productions Primaires >2 et 10 µm sont assez bien corrélées avec les Chl.a >2 et 10 µm à quelques exceptions près

Les pentes PP vs Chl.a sont assez voisines (44, 43, 32) respectivement pour total, >2 et >10 µm

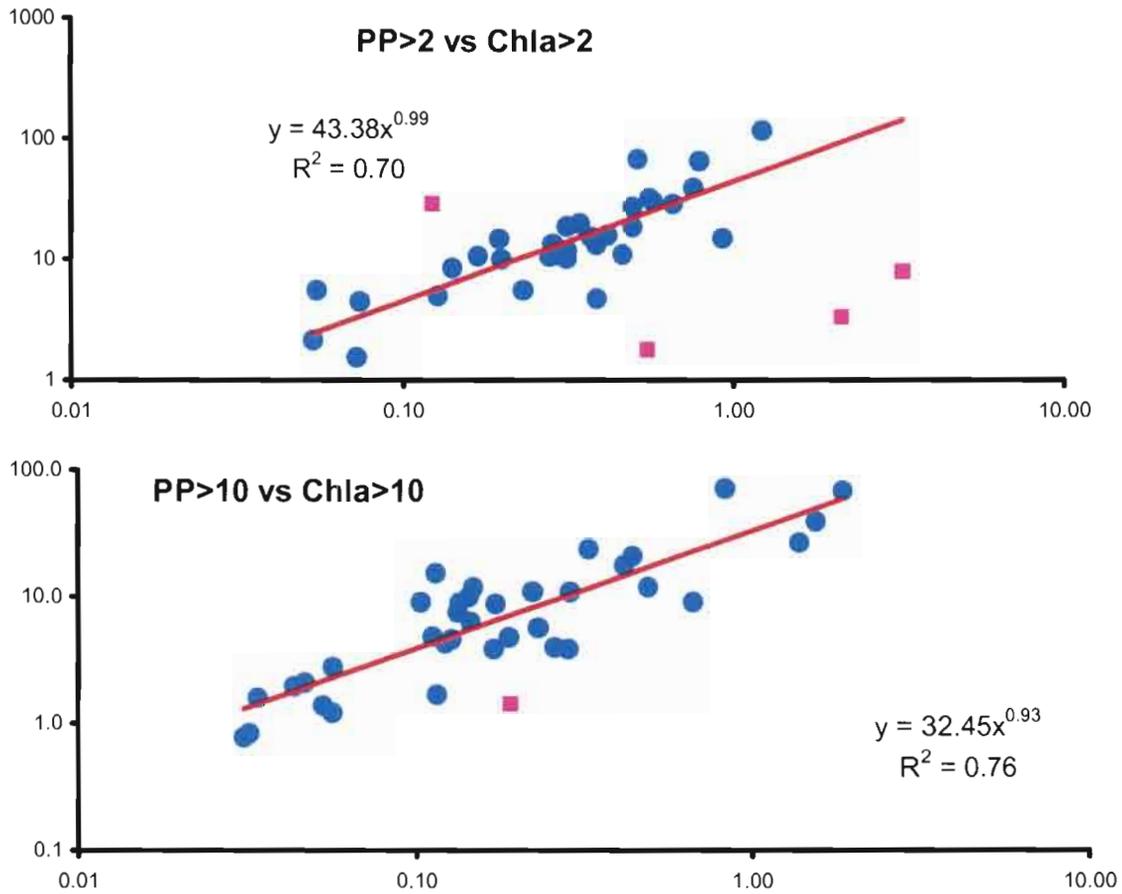


Figure 20 : Production Primaire >2 et >10 µm en fonction de la Production Primaire totale (tous en µgC.l⁻¹ pour 4 heures d'incubation).

1.3.3.4. Taux de croissance des producteurs primaires

Les taux de croissance ne sont pas significativement différents entre classes de taille si l'on admet un C/Chl.a indépendant de la taille

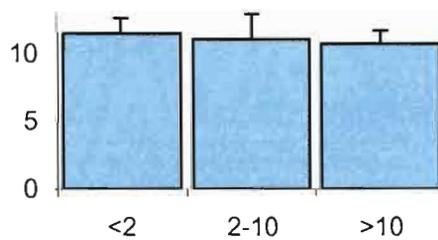


Figure 21 : Rapport de la production primaire à la chlorophylle a (µgC/µgChl.a.h⁻¹ sous éclaircement constant de 257±37 µE) pour chaque classe de taille. Barres = SE

1.3.3.5. Picoplancton autotrophe

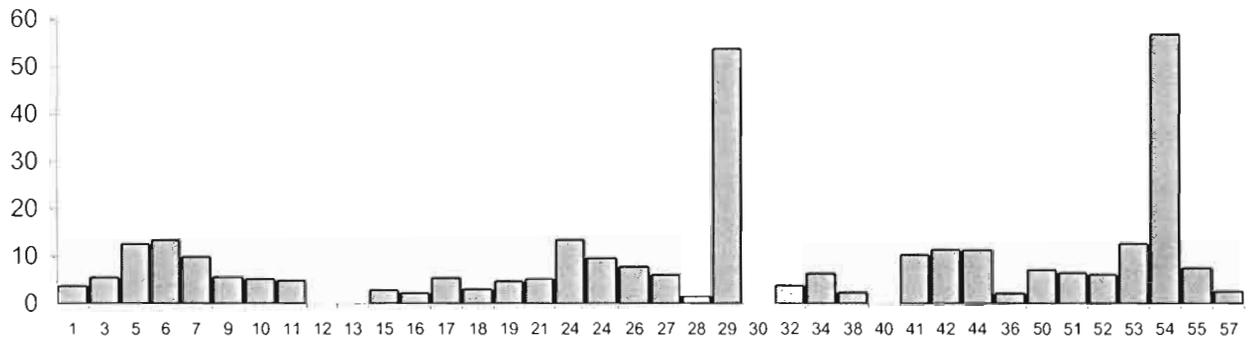


Figure 22 : Distribution des *Prochlorococcus* (10^3 ml^{-1}) en fonction des stations.

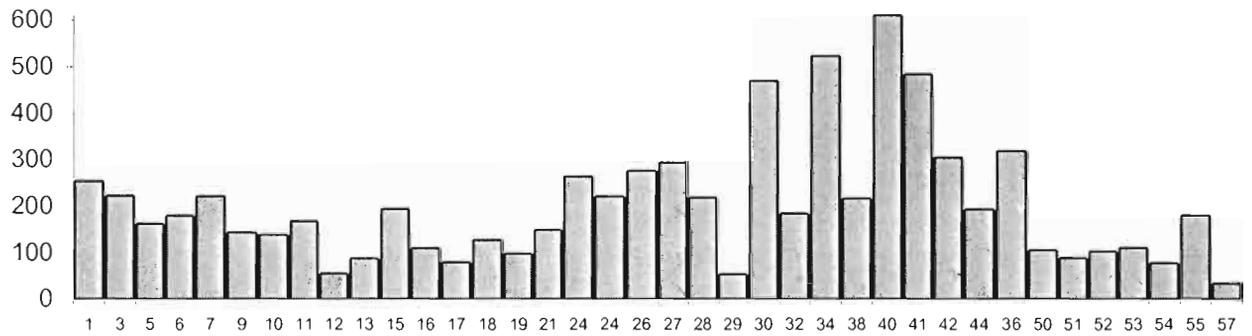


Figure 23 : Distribution des *Synechococcus* (10^3 ml^{-1}) en fonction des stations.

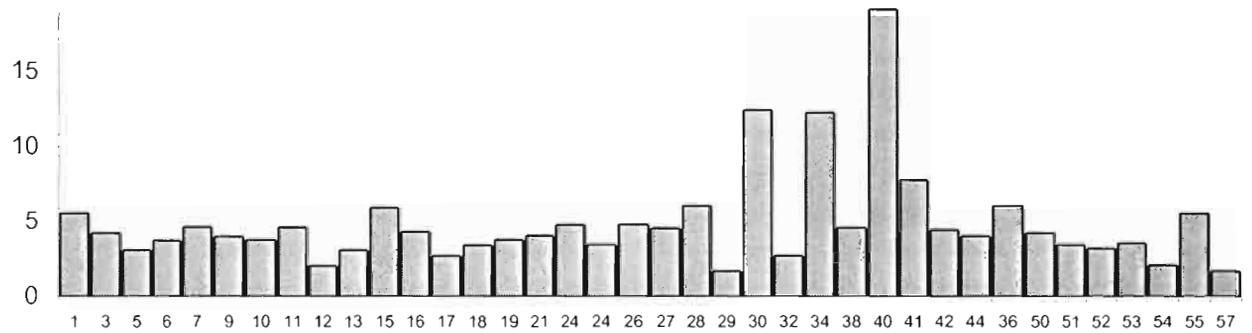


Figure 24 : Distribution des picoeucaryotes photosynthétiques (10^3 ml^{-1}) en fonction des stations.

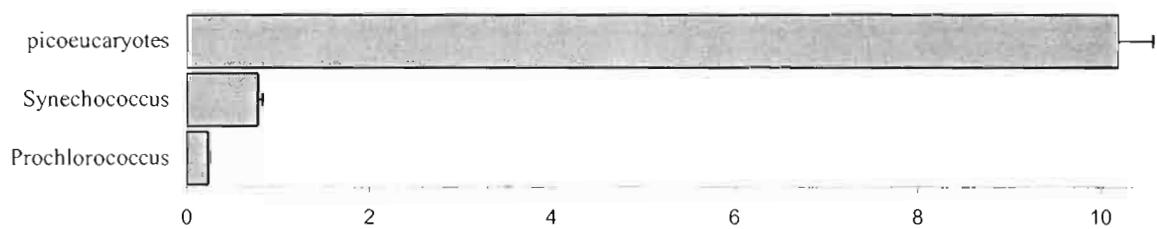


Figure 25 : Fluorescence par cellule picophytoplanctonique (unités relatives, barres = SE, $n=38$)

En moyenne, les fluorescences par cellule sont très bien définies et apparaissent 3,2 et 42 fois plus élevées pour les *Synechococcus* et les picoeucaryotes que pour les *Prochlorococcus* (fig. 25)

Les distributions respectives des 3 catégories discriminées suivent des tendances comparables à celle du lagon de Nouvelle-Calédonie avec une décroissance nette des *Prochlorococcus* et une augmentation des *Synechococcus* et des picoeucaryotes pour des concentrations croissantes de chlorophylle (Fig. 26).

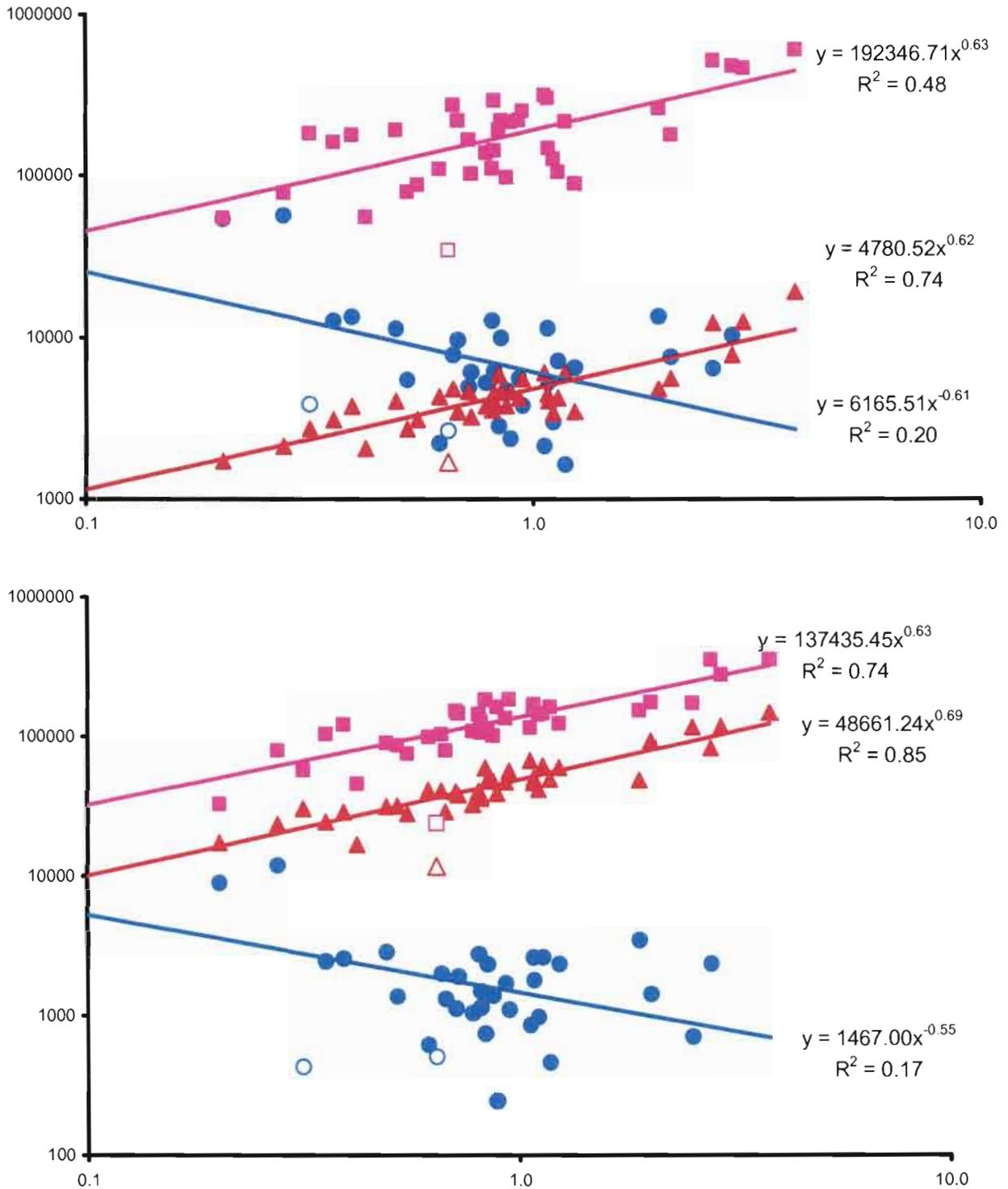


Figure 26 : Distribution des *Prochlorococcus* (bleu), *Synechococcus* (mauve) et picoeucaryotes (rouge) en fonction de la chlorophylle a totale (GF/F). En haut, effectifs (cell.l^{-1}), en bas fluorescence (unités relatives). Les symboles ouverts correspondent aux points retirés des régressions.

1.3.3.6. Relation entre phytoplancton et nutriments

Le point le plus marquant est la liaison assez bonne entre Chl.*a* et PO₄. La relation avec les nitrates étant non significative. C'est exactement l'inverse de ce qu'on observe à Nouméa.

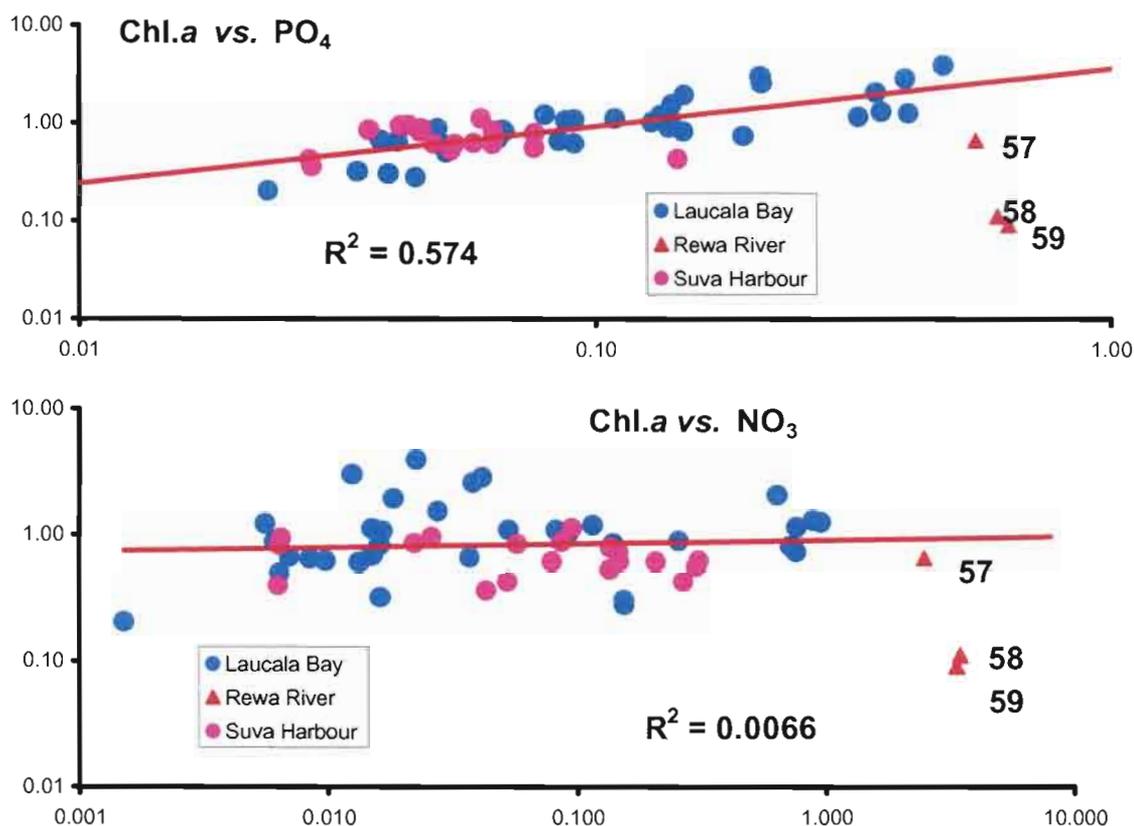


Figure 27 : Chlorophylle a ($\mu\text{g}/\text{l}^1$) en fonction de PO₄ et en fonction de NO₃ (μM). Les points rejetés de l'analyse (▲) appartiennent à la Rewa River

1.3.4. Bactérioplancton

1.3.4.1. Abondance bactérienne

L'abondance bactérienne varie faiblement d'un facteur 4,5 ($0,31 \cdot 10^6 \text{ cell.ml}^{-1}$ en St 29 et $1,42 \text{ cell.ml}^{-1}$ en St 41).

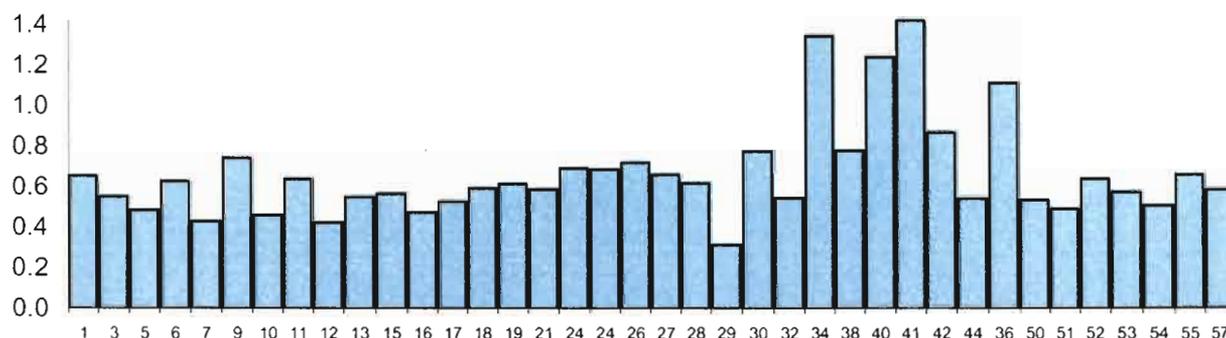


Figure 28 : Distribution des bactéries hétérotrophes (10^6 ml^{-1}) en fonction des stations.

1.3.4.2. Production bactérienne

La production bactérienne varie très fortement d'un facteur 140 ($1,7 \text{ pM.h}^{-1}$ en St 29 et 236 pM.h^{-1} en St 40) et est bien reproductible ($CV=4,6\%$ en moyenne).

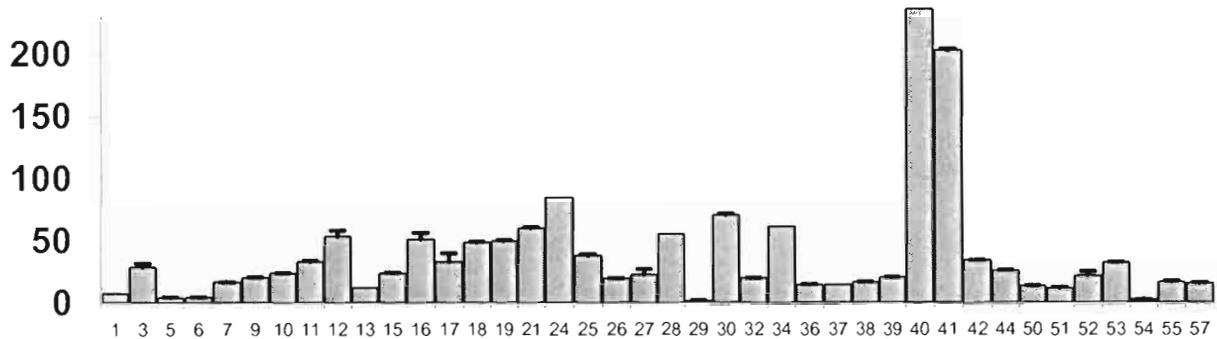


Figure 29 : Distribution de la production bactérienne en fonction des stations. Barres = SD

1.3.4.3. Taux de croissance bactériens

Le taux de croissance bactérienne varie fortement d'un facteur 40 (10^{-11} h^{-1} en St 29 et 54, et 380 h^{-1} en St 40). Ce qui correspond à des temps de renouvellement respectifs de 2,3-2,4 jours à 1,5 h !

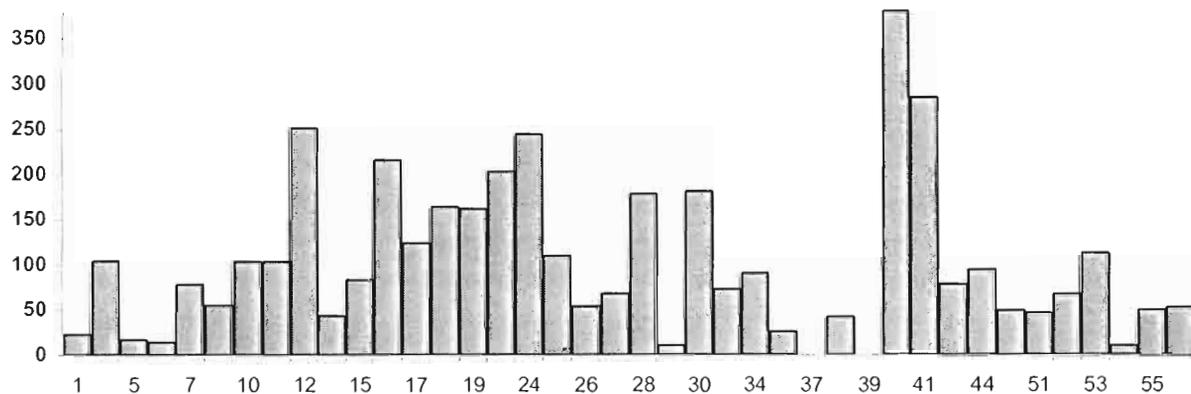


Figure 30 : Distribution des taux de croissance bactériens (h^{-1} , en admettant $2 \cdot 10^{18} \text{ cell/mol}$ de TdR) en fonction des stations.

1.3.4.4. Relation entre production bactérienne et production primaire

La Production bactérienne est très bien corrélée à la production primaire à quelques exceptions près (ST 13, 34, 50, 51, 54)

La corrélation n'est pas meilleure en log-log ($r^2=0,8205$), qu'en linéaire ($r^2=0,9316$), mais la corrélation linéaire est tirée par les fortes valeurs. La pente est bien >1 , justifie l'emploi du log-log et atteste de l'effet accélérateur des bactéries sur l'eutrophisation.

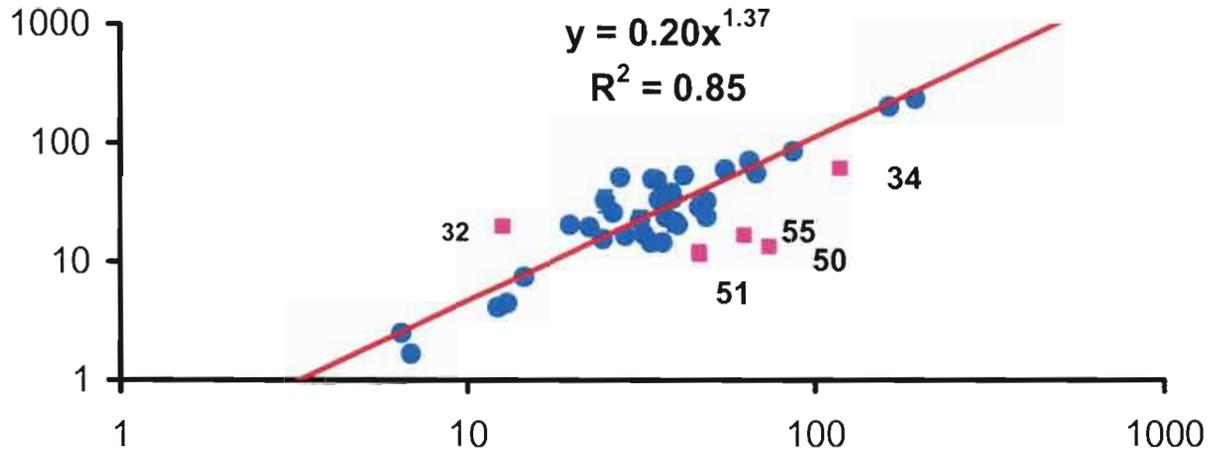


Figure 31 : Production Bactérienne ($nM TdR.l^{-1}.h^{-1}$) en fonction de la Production Primaire ($\mu gC.l^{-1}.h^{-1}$ à éclaircissement constant). Barres d'erreur = écart-type sur répliquats de la production bactérienne.

1.3.5. Métaux

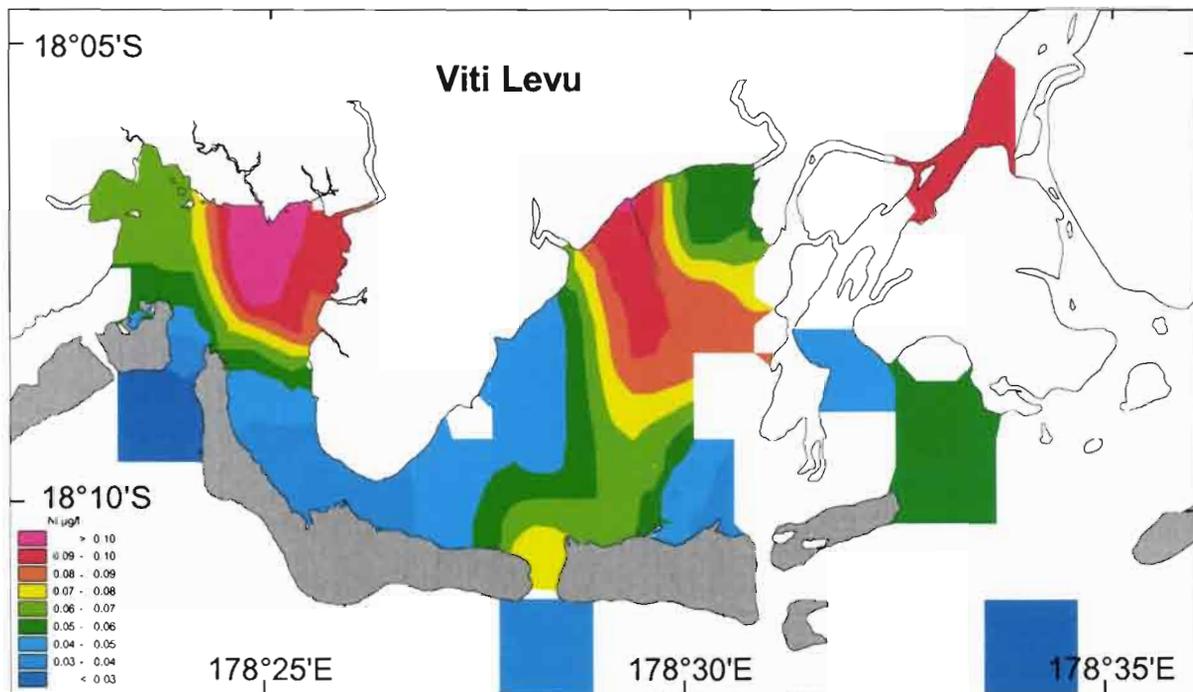


Figure 32 : Dissolved Nickel ($\mu g.l^{-1}$)

Highest concentration observed in Suva harbour – Potential sources include leachate emanating from Lami dump, with possible contributions from industries located next to the Lami river, these include several paint factories, zinc plating factory and a lead recycling factory.

The lowest concentrations recorded within the lagoon appear between Suva point and barrier reef. Seawater washing over the reef may aid dilution.

Laucala Bay – the elevated levels of Ni observed to the north east of Laucala bay. When the pipeline (1500m length) is superimposed onto the distribution map it can clearly be seen that the Ni source originates from this pipeline, with the main surface hydrodynamic flow running

from east to west in the bay the Ni plume is transported out through the pass. The pipeline is reported to be heavily fractured along its length which would account for the elevated concentrations of Ni detected over the entire length of the pipe, and not what would be normally expected as a point source at the end of the pipe.

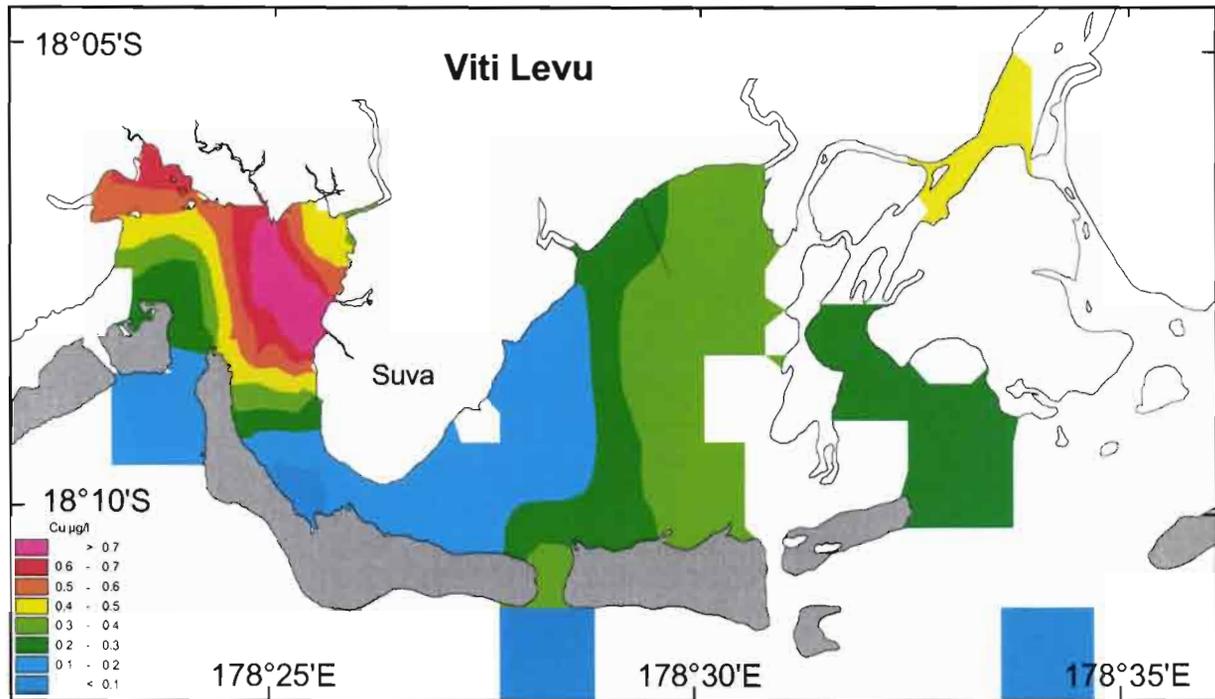


Figure 33 : Dissolved Copper ($\mu\text{g.l}^{-1}$)

Again some washing of seawater from the ocean is likely to be responsible for the lower concentration observed between Suva point and the reef.

Suva harbour shows levels up to $1 \mu\text{g.l}^{-1}$. Highest concentrations recorded are in the vicinity of the port and border the Lami dump. The uncontrolled landfill sites along with industries located along the Lami River are likely to contribute to the elevated levels observed.

The highest levels reported are still 5 times lower than European dissolved Cu limits for harbours. Worldwide ban on TBT (although ban does not require compliance until January 2003, many countries have already implemented the ban and reverted back to Cu based antifouling paints). Some of the highest recorded values of TBT in the world have been recorded in Suva Harbour, therefore if Cu is used as a substitute, the situation in Suva harbour could get worse.

1.4. Résultats en attente

1.4.1. Protistes Tintinnides

Seize stations ont été sélectionnées *a posteriori*. Elles correspondent à 3 radiales côte-large (Suva Harbour, Laucala Bay, Estuaire de la Rewa) et recouvrent les situations les plus contrastées possibles en terme de productivité bactérienne (cf. Tableau 6). Les échantillons ont été expédiés à John Dolan pour énumération.

Tableau 6 : Chlorophylle a (totale, >2 et > 10 μm) et production bactérienne (TdR) aux stations sélectionnées pour les comptages de Tintinnides.

| Station | Total Chl.a $\mu\text{g.l}^{-1}$ | Total Phaeo $\mu\text{g.l}^{-1}$ | >2 Chl.a $\mu\text{g.l}^{-1}$ | >2 Phaeo $\mu\text{g.l}^{-1}$ | >2 Chl.a %total | >10 Chl.a $\mu\text{g.l}^{-1}$ | >10 Phaeo $\mu\text{g.l}^{-1}$ | >10 Chl.a %total | Moyenne TdR pM.h^{-1} | sigma TdR pM.h^{-1} |
|---------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 41 | 2.82 | 0.73 | 2.15 | 0.59 | 76 | 1.39 | 0.43 | 49 | 202.5 | 1.3 |
| 24 | 1.92 | 0.36 | 0.93 | 0.26 | 49 | 0.49 | 0.24 | 26 | 84.6 | |
| 30 | 2.98 | 0.71 | 0.56 | 0.16 | 19 | 0.67 | 0.14 | 22 | 70.4 | 1.0 |
| 28 | 1.19 | 0.48 | 0.76 | 0.40 | 64 | 0.42 | 0.16 | 35 | 55.1 | |
| 25 | 0.68 | 0.17 | 0.31 | 0.11 | 46 | 0.17 | 0.04 | 25 | 37.6 | 1.1 |
| 17 | 0.52 | 0.15 | 0.20 | 0.11 | 38 | 0.11 | 0.07 | 21 | 32.7 | 6.9 |
| 53 | 0.81 | 0.28 | 0.50 | 0.19 | 61 | 0.14 | 0.05 | 17 | 32.3 | 0.3 |
| 44 | 0.49 | 0.12 | 0.14 | 0.06 | 29 | 0.06 | 0.02 | 11 | 25.7 | 0.3 |
| 10 | 0.79 | 0.32 | 0.34 | 0.21 | 43 | 0.13 | 0.09 | 17 | 23.7 | 0.1 |
| 52 | 0.73 | 0.30 | 0.17 | 0.08 | 23 | 0.13 | 0.06 | 18 | 21.6 | 3.5 |
| 9 | 0.82 | 0.26 | 0.28 | 0.13 | 34 | 0.12 | 0.05 | 15 | 20.3 | 0.3 |
| 38 | 0.89 | 0.27 | 0.46 | 0.21 | 52 | 0.26 | 0.07 | 29 | 16.4 | 0.2 |
| 51 | 1.25 | 0.48 | 0.80 | 0.30 | 64 | 0.44 | 0.14 | 35 | 11.4 | 1.1 |
| 6 | 0.39 | 0.12 | 0.07 | 0.05 | 18 | 0.03 | 0.02 | 8 | 4.5 | 0.1 |
| 5 | 0.36 | 0.11 | 0.07 | 0.04 | 21 | 0.03 | 0.02 | 9 | 4.1 | 0.5 |
| 54 | 0.28 | 0.11 | 0.13 | 0.06 | 46 | 0.04 | 0.02 | 16 | 2.5 | 0.1 |
| 29 | 0.20 | 0.04 | 0.05 | 0.02 | 27 | 0.03 | 0.01 | 16 | 1.7 | 0.1 |

1.4.2. Nanoalgues

Seize stations ont été sélectionnées *a posteriori*. Elles correspondent à 3 radiales côte-large (Suva Harbour, Laucala Bay, Estuaire de la Rewa) et recouvrent les situations les plus contrastées possibles en terme de productivité bactérienne.

1.4.3. Diversité bactérienne

16 stations ont été sélectionnées *a posteriori*. Elles correspondent à 3 radiales côte-large (Suva Harbour, Laucala Bay, Estuaire de la Rewa) et recouvrent les situations les plus contrastées possibles en terme de productivité bactérienne (Tableau 6)

Les échantillons (32 au total, bactéries libres et attachées aux particules) ont été expédiés à Pau (avec les radiales Nouméa).

2. Mission Bula 4, Août 2003

2.1. Objectifs

Les objectifs sont les mêmes qu'à Bula 3. Toutefois, les échantillons pour la diversité bactérienne et phytoplanctonique n'ayant pas été analysés pour Bula 3, il n'y a pas eu d'échantillonnage pour ces variables ni pour la diversité des tintinnides. L'accent a été mis sur les mesures de productivité, et biomasse planctonique (Olivier Pringault, M Rodier) et toutes les stations ont pu être suivies pour ces variables.

2.2. Matériel et méthodes

2.2.1. Participants

Depuis IRD Nouméa : Gérard – Rodier - Moreton - Panché - Pringault

Depuis ANSTO : Ron Szymczak et Ross Jeffree

Panché : gestion CTD, GPS, prélèvements colonne d'eau

Pringault : prélèvements colonne d'eau, Production bactérienne, cytométrie Chl. *a* en classes de taille (brute, >2, >10 µm), conditionnement pour cytométrie, nanoalgues, conditionnement pour alcalinités

Gérard : filtrations COP/NOP et POP, conditionnement NOD/POD, NO₃/PO₄/silicates, fixation de NH₄

Rodier : Chlorophylle *a* et production primaire brute (occasionnellement en classes de taille >2, >10 µm), NH₄ (dosage à bord), alcalinité

Szymczak et Jeffree : Pompe in situ sur 3 stations (1 lagonaire eutrophe S26, 2 « océaniques » 1 proche de la passe (2 milles) et une plus éloignée (12 milles))

2.2.2. Protocoles utilisés

Voir paragraphe 1.2.2.

2.2.3. Echantillonnage

Les prélèvements étaient effectués avec les embarcations rapides pour gagner du temps, seuls les points extérieurs au lagon ont été échantillonnés depuis l'Alis (Tableau 7).

Tableau 7 : Stations et dates d'échantillonnages à Bula 4

| Date | Station | Météo | Date | Station | Météo | Date | Station | Météo |
|----------------|---------|-------|----------------|---------|-------|----------------|---------|-----------|
| 31/08/03 7:20 | 1 | Beau | 02/09/03 6:36 | 17 | Beau | 04/09/03 7:15 | 41 | Nord Est |
| 31/08/03 7:27 | 2 | Temps | 02/09/03 6:42 | 18 | Temps | 04/09/03 7:23 | 42 | 7 nœuds |
| 31/08/03 7:37 | 3 | | 02/09/03 6:49 | 19 | | 04/09/03 7:29 | 43 | |
| 31/08/03 7:46 | 4 | | 02/09/03 6:57 | 20 | | 04/09/03 7:35 | 44 | |
| | | | 02/09/03 7:02 | 21 | | 04/09/03 7:47 | 45 | |
| 31/08/03 12:42 | 7 | | 02/09/03 13:03 | 28 | | 04/09/03 14:46 | 34 | Nord Est |
| 31/08/03 12:50 | 8 | | 02/09/03 13:30 | 29 | | 04/09/03 14:40 | 35 | 15 nœuds |
| 31/08/03 12:57 | 9 | | 02/09/03 13:57 | 48 | | 04/09/03 14:32 | 36 | |
| 31/08/03 13:05 | 10 | | 02/09/03 15:22 | 53 | | 04/09/03 14:25 | 37 | |
| | | | 02/09/03 15:02 | 54 | | 04/09/03 14:20 | 40 | |
| 01/09/03 8:40 | 6 | Beau | 03/09/03 8:30 | 57 | Beau | 05/09/03 9:50 | 23 | Sud Ouest |
| | | | | | | | 23 | |
| 01/09/03 9:17 | 5 | Temps | 03/09/03 8:22 | 58 | Temps | 05/09/03 9:50 | fond | 6 nœuds |
| 01/09/03 9:58 | 16 | | 03/09/03 8:14 | 59 | | 05/09/03 10:07 | 28 | |
| | | | | | | | 28 | |
| 01/09/03 10:05 | 12 | | 03/09/03 8:06 | 60 | | 05/09/03 10:07 | fond | |
| | | | 03/09/03 7:55 | 61 | | 05/09/03 9:31 | 30 | |
| 01/09/03 14:08 | 11 | | 03/09/03 14:36 | 50 | | 05/09/03 0:00 | 31 | Sud Ouest |
| 01/09/03 14:17 | 13 | | 03/09/03 14:28 | 51 | | 05/09/03 0:00 | 32 | 15 nœuds |
| 01/09/03 14:22 | 14 | | 03/09/03 14:42 | 52 | | 05/09/03 0:00 | 33 | |
| 01/09/03 14:28 | 15 | | 03/09/03 14:24 | 55 | | 05/09/03 0:00 | 38 | |
| | | | 03/09/03 14:17 | 56 | | 05/09/03 0:00 | 39 | |
| | | | | | | 06/09/03 0:00 | 22 | |
| | | | | | | 06/09/03 0:00 | 24 | |
| | | | | | | 06/09/03 0:00 | 25 | |
| | | | | | | 06/09/03 0:00 | 26 | |
| | | | | | | 06/09/03 0:00 | 27 | |

2.3. Résultats acquis

2.3.1. CTD

Les données ont été discrétisées par tranche de 0,5 m avant estimation des moyennes et erreurs standard.

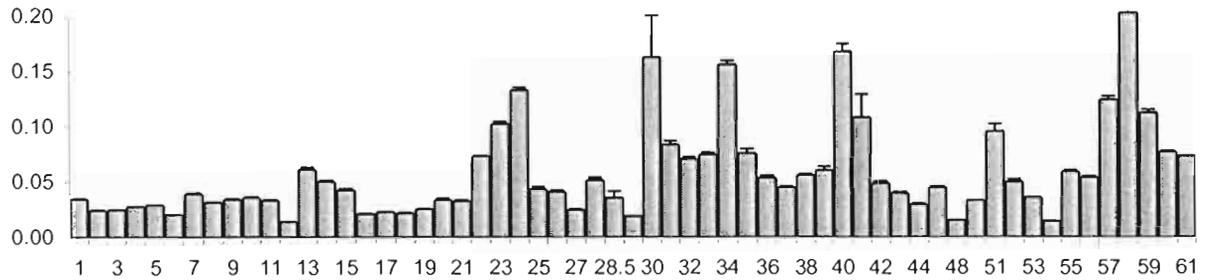


Figure 34 : Moyenne et erreur standard de la fluorescence *in vivo* (Chl.a unités relatives) sur la colonne complète.

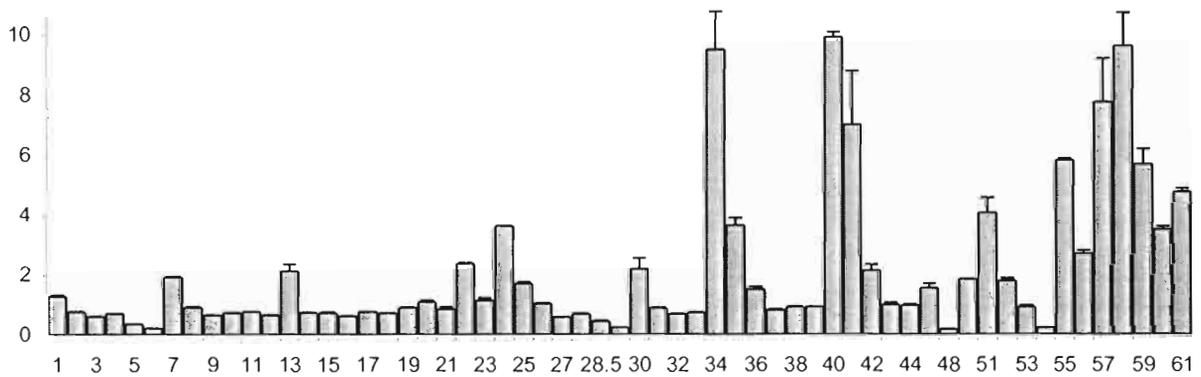


Figure 35 : Moyenne et erreur standard de la turbidité (ntu) sur la colonne complète.

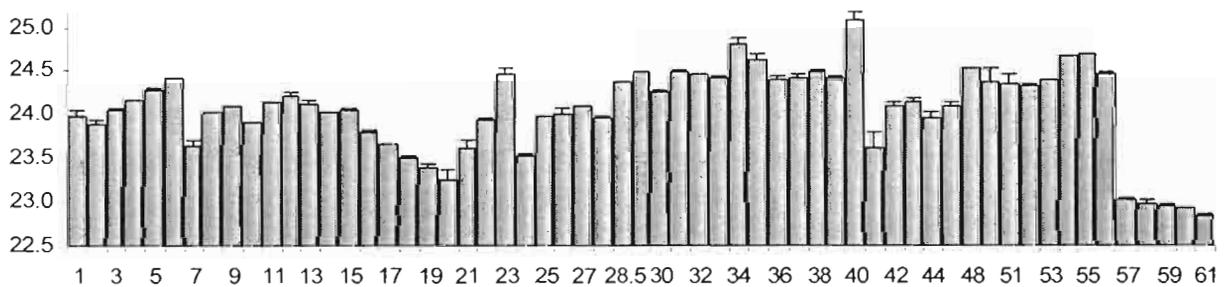


Figure 36 : Moyenne et erreur standard de la température (°C) sur la colonne complète.

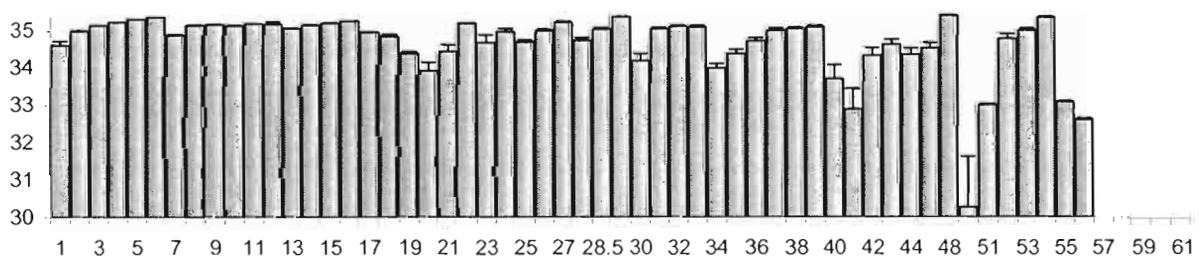


Figure 37 : Moyenne et erreur standard de la salinité (psu) sur la colonne complète. Les stations 5 à 61 (en remontant la Rewa River) montrent des salinités 5,65 à 0,05 psu.

1) Les échantillons prélevés correspondent donc à une gamme de situations trophiques très étendue, d'un facteur 54 pour la turbidité et 14 pour la chlorophylle (Tableau 8). Si l'équilibre dynamique est postulé entre nutriments et biomasses et activités, la gamme est tout à fait satisfaisante pour faire ressortir des corrélations entre variables planctoniques et nutriments

Tableau 8 : Valeurs extrêmes de turbidité et chlorophylle a (CTD)

| | turbidité moyenne sur la colonne complète | Chl.a moyenne sur la colonne complète |
|---------|---|---------------------------------------|
| maximum | 9,93 (ST 40) | 0,203 (ST 58) |
| minimum | 0,18 (ST 48) | 0,014 (ST12) |
| max/min | 54 | 14 |

2) La stratification était moins prononcée qu'à Bula 3 (Mars 02) et les prélèvements à 3 m reflètent en moyenne plutôt bien les biomasses et activités de la colonne d'eau intégrée (médianes et SE du rapport 3 m/colonne = $1,08 \pm 0,05$, $0,99 \pm 0,04$ pour turbidité et chlorophylle a, Fig. 37 & 38).

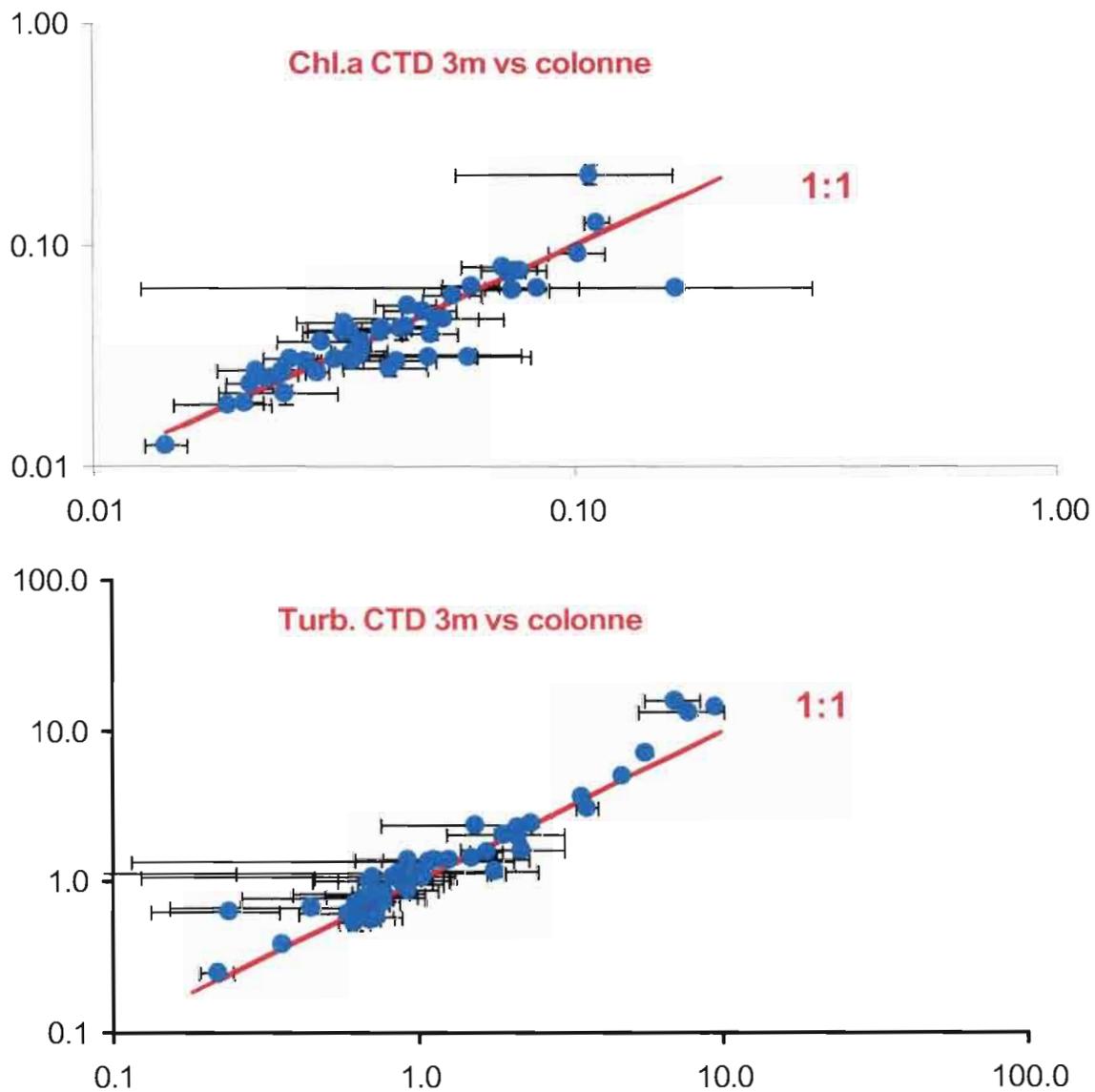


Figure 38 : Moyennes à 3 m en fonction des moyennes sur la colonne d'eau complète pour la fluorescence in vivo et la turbidité. La droite représente l'égalité. Barres d'erreurs = Erreur Standard sur la moyenne de la colonne d'eau.

2.3.2. Nutriments

Les mesures de NH_4 , effectuées à bord sont globalement très reproductibles. En moyenne, l'écart-type entre duplicata ou triplicata est de $0,002 \mu\text{M}$ pour une valeur moyenne de $0,024 \mu\text{M}$ de NH_4 . Les NH_4 se répartissent de la manière suivante en fonction des stations (fig. 39) :

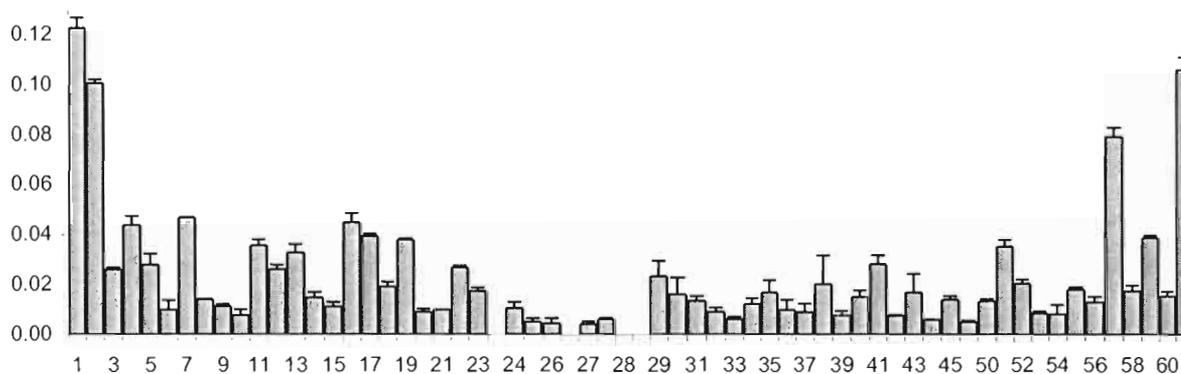


Figure 39 : Distribution du NH_4 (μM) en fonction des stations. Barres d'erreurs = écart-types

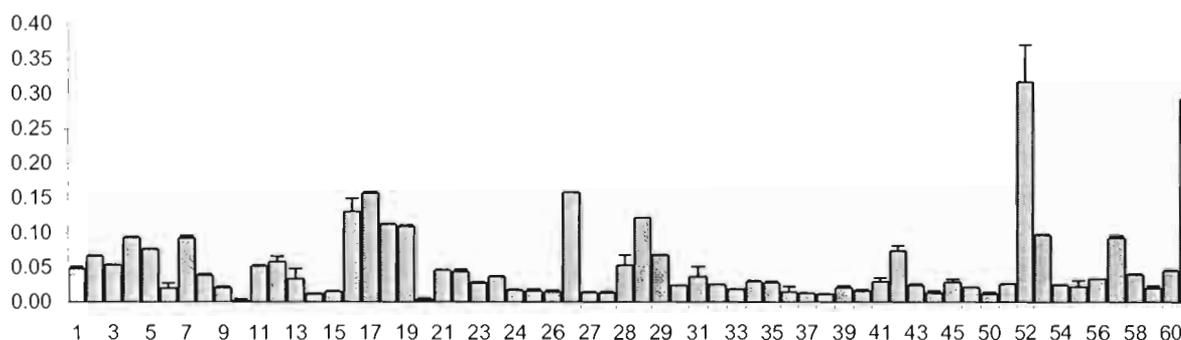


Figure 40 : Distribution du NO_3 (μM) en fonction des stations. Barres d'erreurs = écart-types

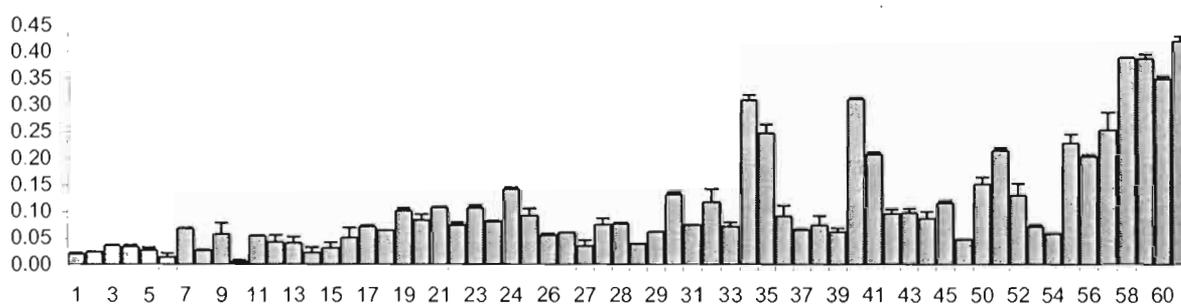


Figure 41 : Distribution du PO_4 (μM) en fonction des stations. Barres d'erreurs = écart-types

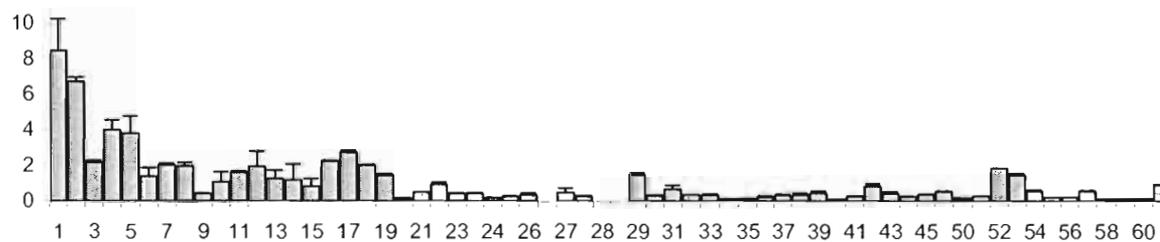


Figure 42 : Distribution du rapport N/P minéral dissous ($\mu\text{M}/\mu\text{M}$) en fonction des stations. Barres d'erreurs = écart-types. En moyenne très bas ($1,13 \pm 0,20$) et bien inférieur au rapport de Redfield

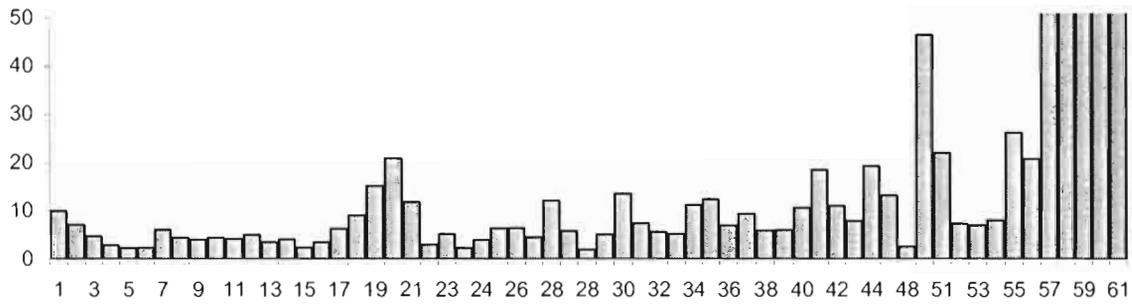


Figure 43 : Distribution des silicates (μM) en fonction des stations. Les valeurs sont supérieures à $300 \mu\text{M}$ dans la Rewa (stations 57 à 61).

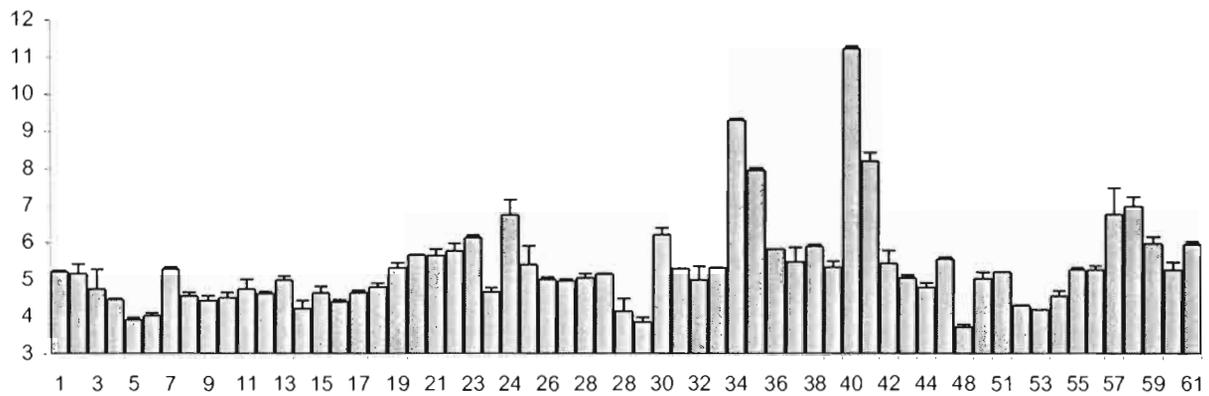


Figure 44 : Distribution du NOD (μM) en fonction des stations (NB : N minéral non retiré). Barres d'erreurs = écart-types

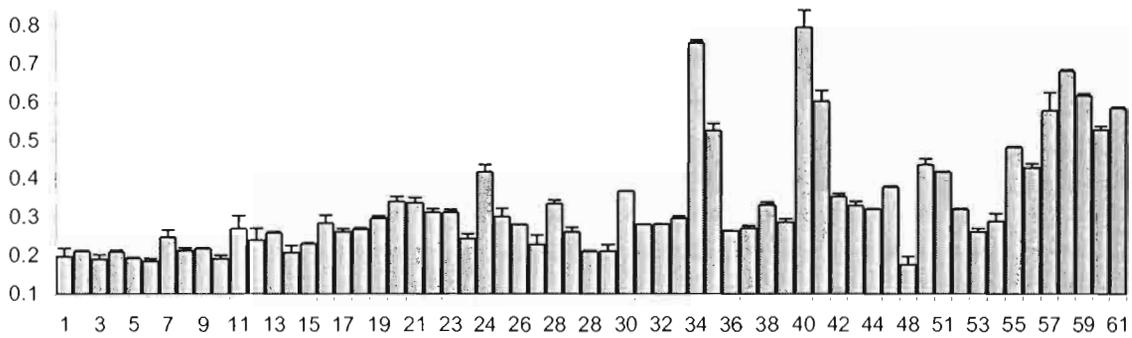


Figure 45 : Distribution du POD (μM) en fonction des stations (NB : P minéral non retiré). Barres d'erreurs = écart-types

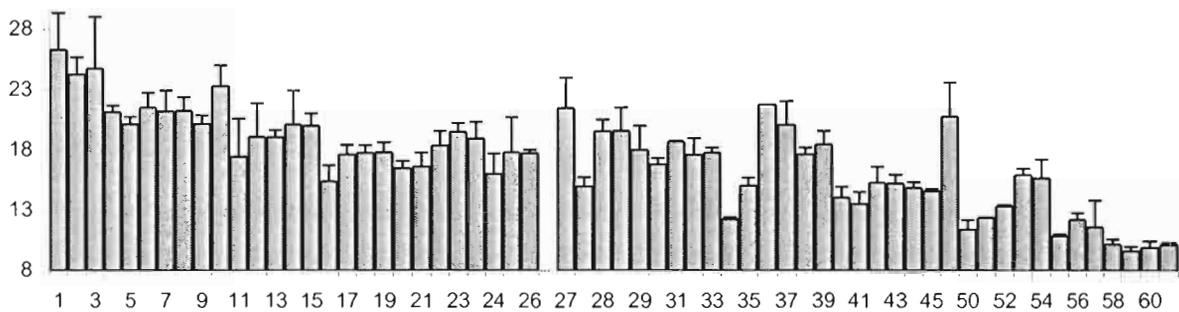


Figure 46 : Distribution du rapport N/P total (organique + inorganique, $\mu\text{M}/\mu\text{M}$) dissous en fonction des stations. Barres d'erreurs = écart-types.

Le rapport NOD/POD est en moyenne plus élevé que le Ni/Pi ($17,2 \pm 0,50$) et proche du rapport de Redfield

2.3.3. Phytoplancton

2.3.3.1. Chl.a totale et en classes de taille

On observe une bonne corrélation entre Chl.a totale (filtres GF/F) et fluorescence in vivo, à quelques exceptions près

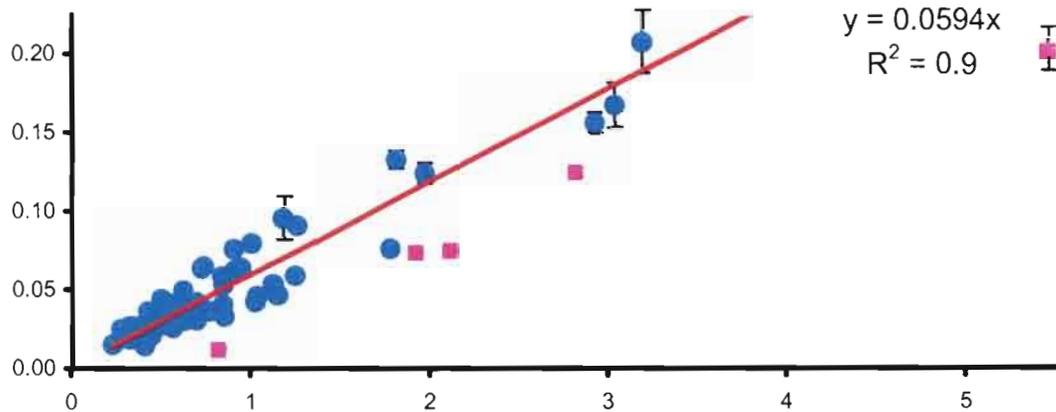


Figure 47 : Fluorescence in vivo à 3 m en fonction de la Chlorophylle a retenue sur GF/F. Barres d'erreurs = SE sur moyenne CTD à 3 m (2,75-3,25 m). Les points hors tendance [■] concernent les stations 58 à 61 (Rewa River) et la station 12.

La chlorophylle varie de $0,240 \mu\text{g.l}^{-1}$ (station 48) à $5,467 \mu\text{g.l}^{-1}$ (station 58)

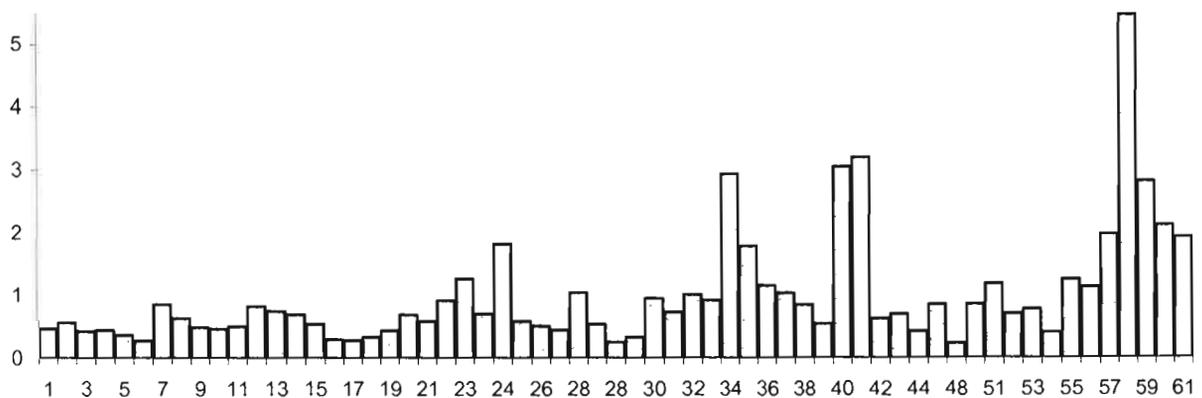


Figure 48 : Distribution de la chlorophylle a (GF/F) en fonction des stations.

La proportion de phytoplancton dans les fortes classes de taille augmente avec la chlorophylle totale, comme dans le lagon de Nouméa. On atteint toutefois à Suva des valeurs aussi élevées que $62\% > 2 \mu\text{m}$ et $46\% > 10 \mu\text{m}$!

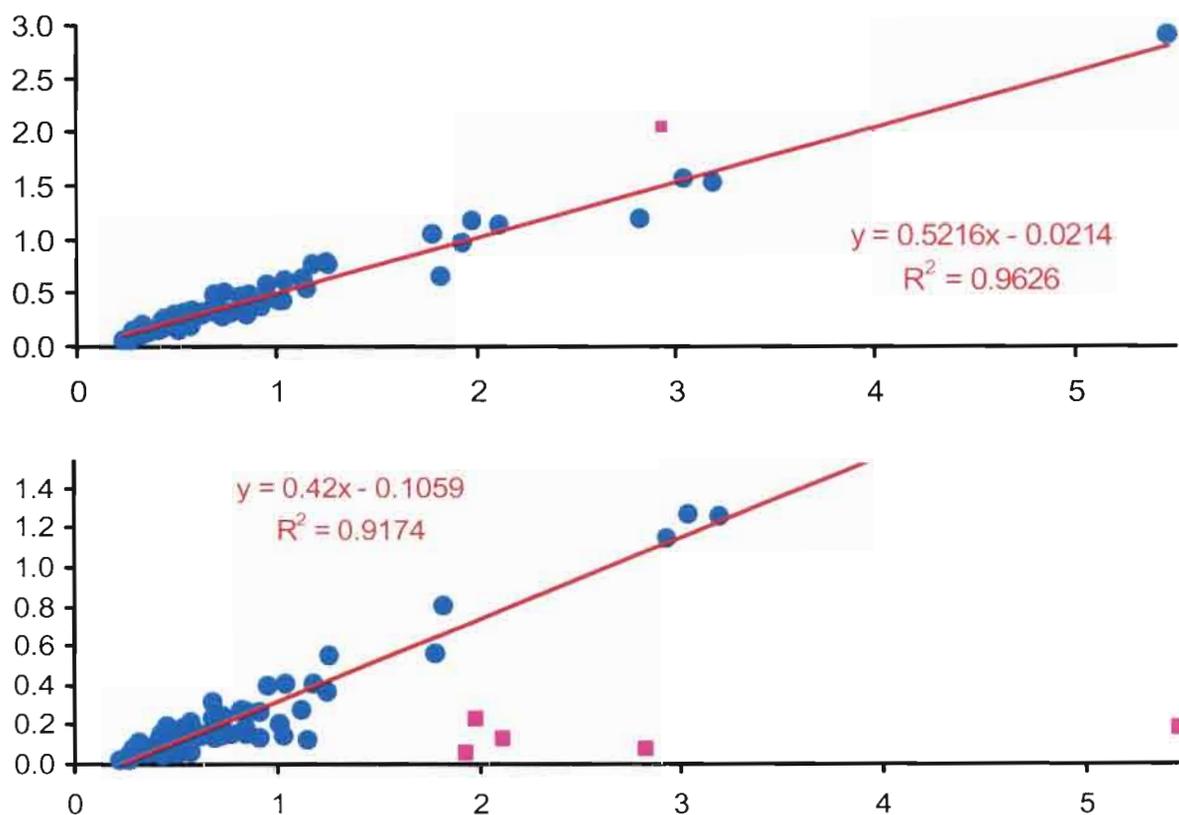


Figure 49 : Chlorophylle a > 2 μm (en haut) et > 10 μm (en bas) en fonction de la chlorophylle a totale

Les proportions de chlorophylle a active montrent des différences significatives entre fractions (fig. 50) ($P < 0,05$ entre >2μm et GF/F, $P < 0,01$ entre >10 et GF/F et >2 μm).

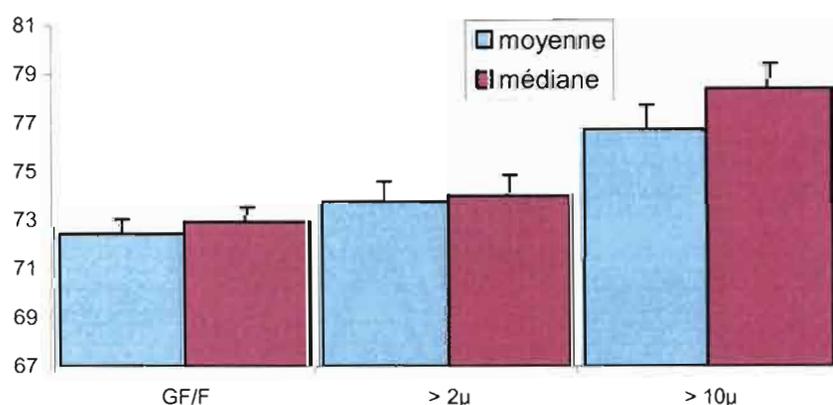


Figure 50 : Proportion de chlorophylle a active dans les fractions totale (GF/F), >2μm et > 10 μm

2.3.3.2. Production primaire

Production primaire sous éclairage constant (2 tubes fluorescents solaires) à température contrôlée. Incubation pendant 4 h.

Les quantités introduites (Qi) baissent au cours de la campagne, d'en moyenne 117 dpm/jour (fig. 51)

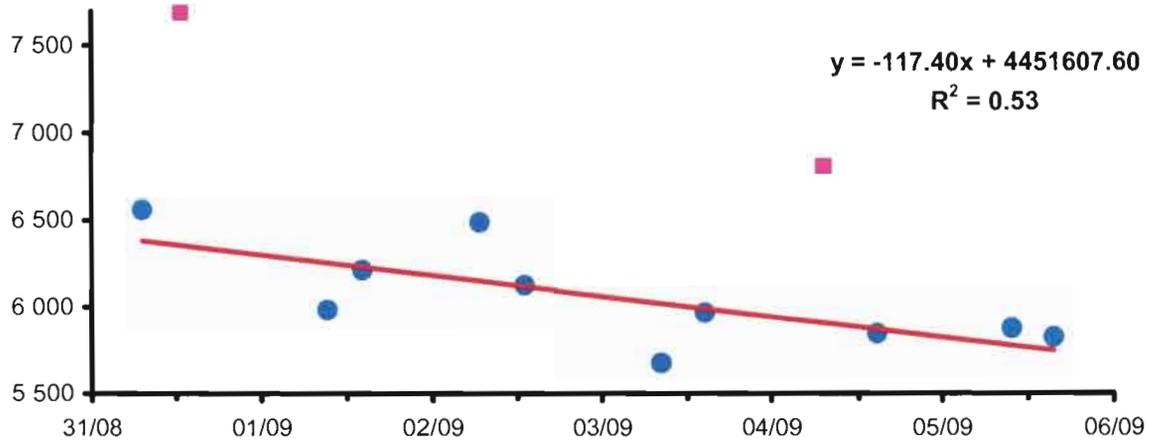


Figure 51 : Q_i (dpm) en fonction de la date d'incubation au ^{14}C

Les incorporations de ^{14}C à l'obscurité (13 effectués) sont bien corrélés à la TdR ($r^2=0,88$) et la relation entre incorporation de ^{14}C à l'obscurité et incorporation de TdR (suggérant que l'incorporation à l'obscurité est essentiellement bactérienne) a été utilisée pour les calculer tous. Ils représentent de toute façon seulement 1,3 % du signal en moyenne pour GF/F.

Alcalinité assez variable : 11,2 à 30,4 $mgC.l^{-1}$, d'où la nécessité de la déterminer systématiquement à Suva (au contraire de Nouméa). Elle est très bien corrélée à la salinité (fig. 52).

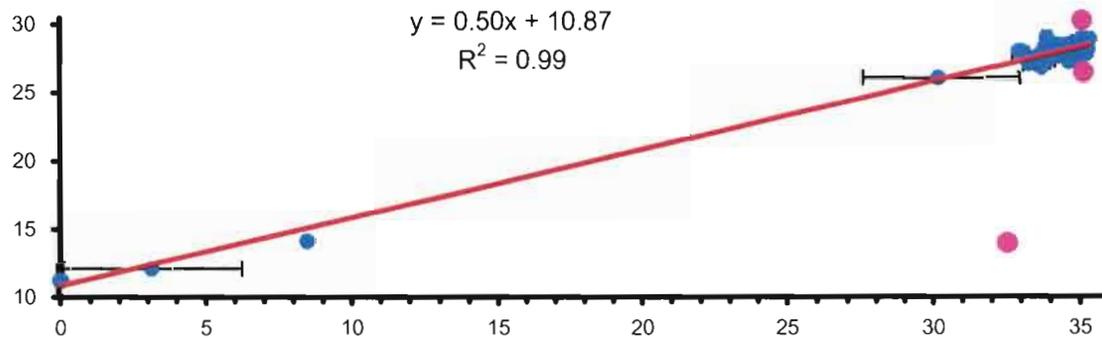


Figure 52 : Alcalinité (mgC/m^3) en fonction de la salinité à 3 m Barres d'erreur = SD sur salinité entre 2,75 et 3,25 m. Trois points (●) ont été écartés de l'analyse.

La Production Primaire (PP) est très bien corrélée avec la Chlorophylle *a* à quelques exceptions près

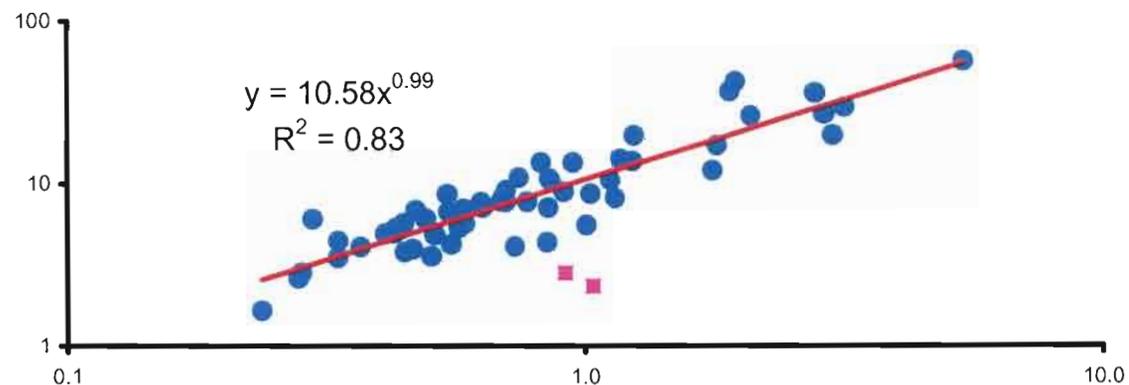


Figure 53 : Production primaire ($\mu gC.l^{-1}.h^{-1}$) sous éclaircissement constant en fonction de la Chl.a ($\mu g.l^{-1}$) à Bula 4

2.3.3.3. Picoplancton autotrophe

Les échantillons sont en attente de comptage en cytométrie par J Blanchot à la Réunion.

2.3.4. Bactérioplancton

2.3.4.1. Abondance bactérienne

Les échantillons sont en attente de comptage en cytométrie par J Blanchot à la Réunion.

2.3.4.2. Production bactérienne

La production bactérienne varie fortement, d'un facteur 55 (0,88 pM.h⁻¹ en St 5 et 49 pM.h⁻¹ en St 34) et est raisonnablement reproductible (CV=14% en moyenne).

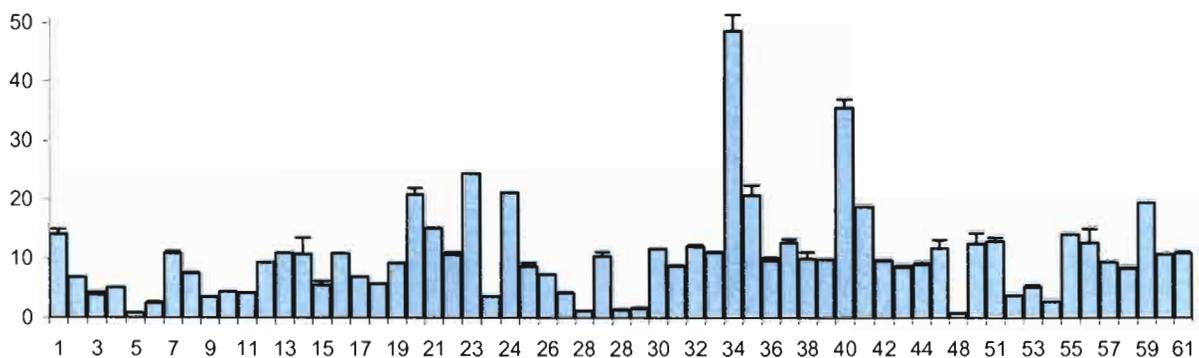


Figure 54 : Production bactérienne (pmol TdR.l⁻¹.h⁻¹). Barres d'erreur = écart-types entre réplicats

La Production bactérienne est très bien corrélée à la production primaire (Fig. 55) à quelques exceptions près (10 stations dont les 5 stations de la Rewa River).

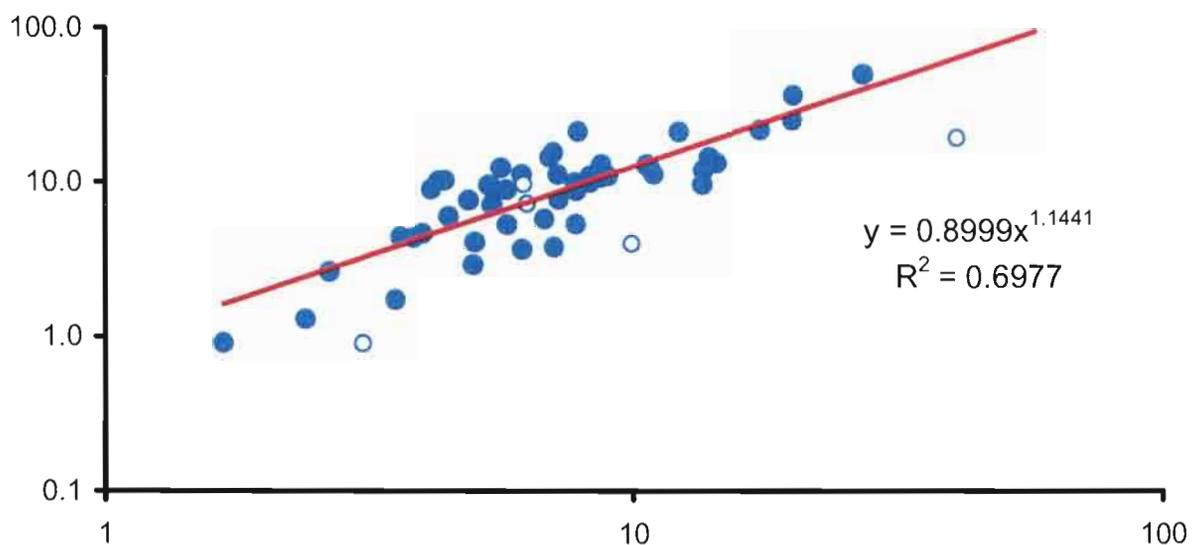


Figure 55 : Production bactérienne (pmol TdR.l⁻¹.h⁻¹) en fonction de la production primaire (µgC.l⁻¹.h⁻¹ à éclaircissement constant) pour la campagne Bula 4.

3. Comparaison des données Bula 3 et Bula 4

3.1. CTD

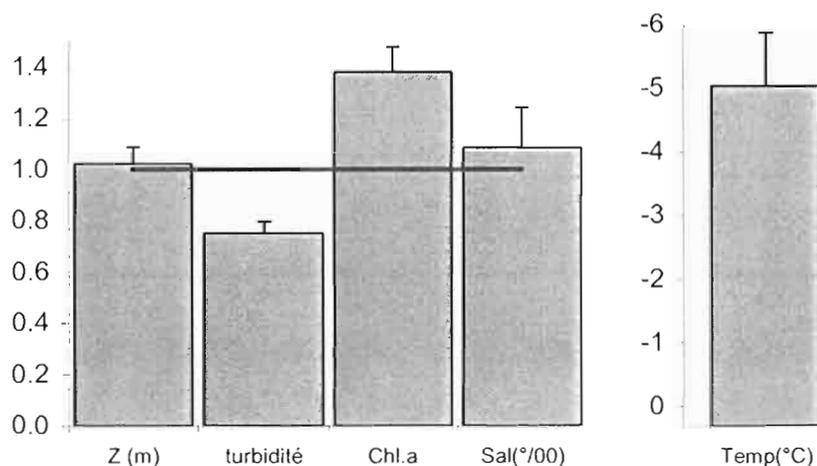


Figure 56 : Moyennes et erreurs standards des rapports des données CTD Bula 4 sur Bula 3 pour chaque station.

La turbidité en Bula 4 est en moyenne 0,75 fois celle de Bula 3

La fluorescence *in vivo* est en moyenne 1,38 fois + forte.

La salinité n'est pas significativement différente.

Les températures sont en moyenne 5,3°C au dessous de celles de Bula 3

3.2. Nutriments

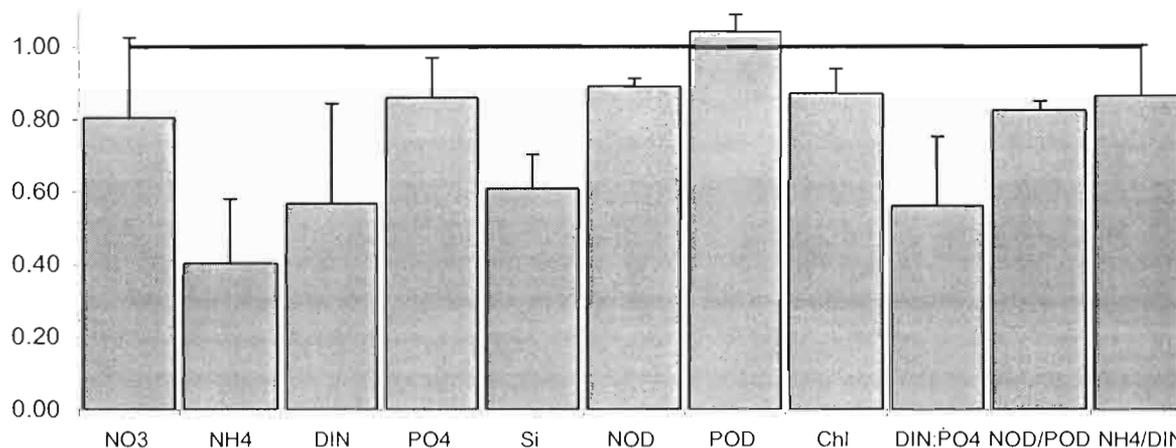


Figure 57 : Moyennes et erreurs standards des rapports des données de nutriments Bula 4 sur Bula 3 pour chaque station.

A l'exception du POD (similaire), toutes les valeurs de nutriments sont inférieures à Bula 4.

La différence la plus importante est pour l'ammonium (0,40), puis les silicates (0,61).

Les contributions du NH₄ au DIN restent assez proches 39±3% et 32±2% en médiane±SE.

Les rapports DIN :DIP sont significativement plus faibles (NO₃ et surtout NH₄ baissant plus que les phosphates) à Bula 4 (0,52±0,20) qu'à Bula 3 (1,42±0,26).

Les rapports DON :DOP sont également plus faibles $17,7\pm 0,5$ contre $21,9\pm 0,8$ à Bula 3 (contribution inorganique restant à retirer).

3.3. Phytoplancton

3.3.1. Valeurs de chlorophylle et de production primaire

La chlorophylle est en moyenne 0,87 fois celle de Bula 3 (Fig. 57, alors que la fluorescence *in vivo* est plus élevée) (fig. 56).

La production primaire sous éclaircissement constant ($257\pm 37 \mu\text{E}$) est en médiane 0,82 \pm 0,17 fois (fig. 58) celle de Bula 3, comme pour la chlorophylle a ($0,87\pm 0,07$).

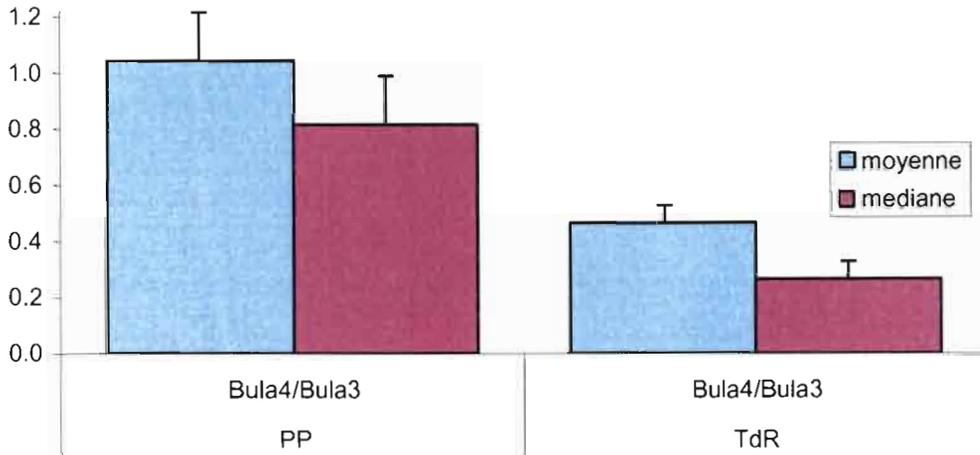


Figure 58 : Moyennes et médianes des rapports des données de production primaire (PP) et bactérienne (TdR) de Bula 4 à Bula 3 pour chaque station. Barres = SE.

3.3.2. Relations CTD vs chlorophylle a

Les relations fluorescence *in vivo* contre chlorophylle retenue sur GF/F (significatives pour chaque campagne) sont donc significativement différentes.

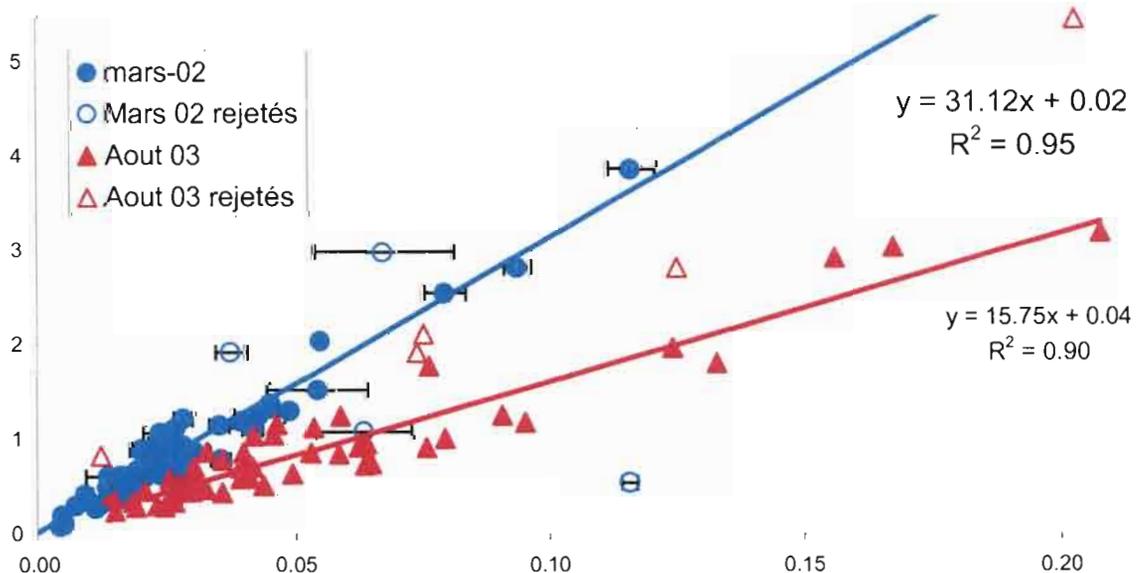


Figure 59 : Chlorophylle GF/F ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) à 3 m en fonction de la fluorescence *in vivo* (unités arbitraires).

3.3.3. Classes de taille

Globalement, les deux campagnes montrent des tendances entre fractions >2 et >10 µm en fonction de la chlorophylle *a* totale tout à fait comparables (fig. 58 et 59).

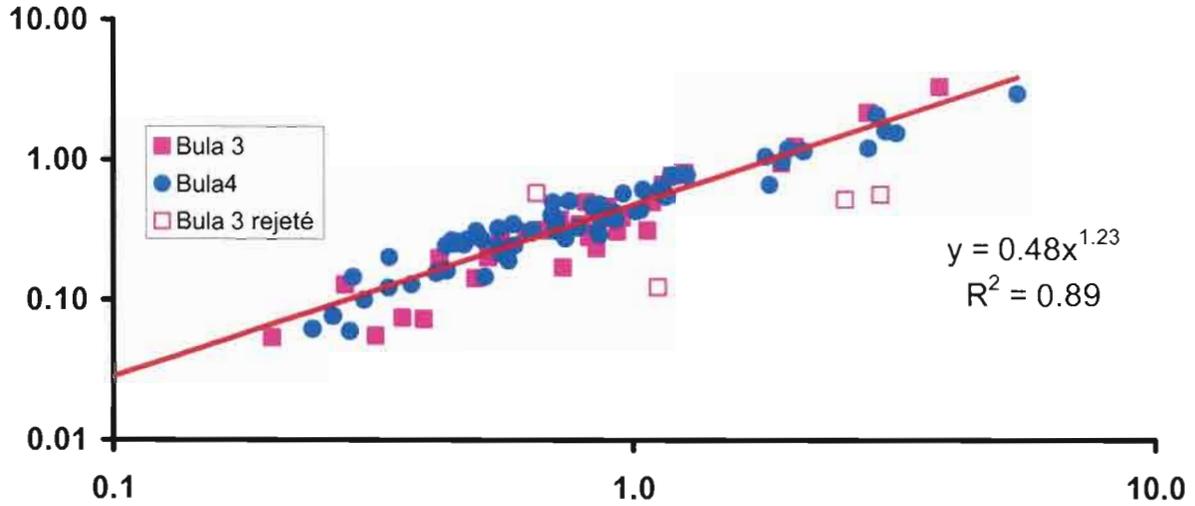


Figure 60 : Chlorophylle > 2 µm en fonction de la Chlorophylle retenue sur GF/F.

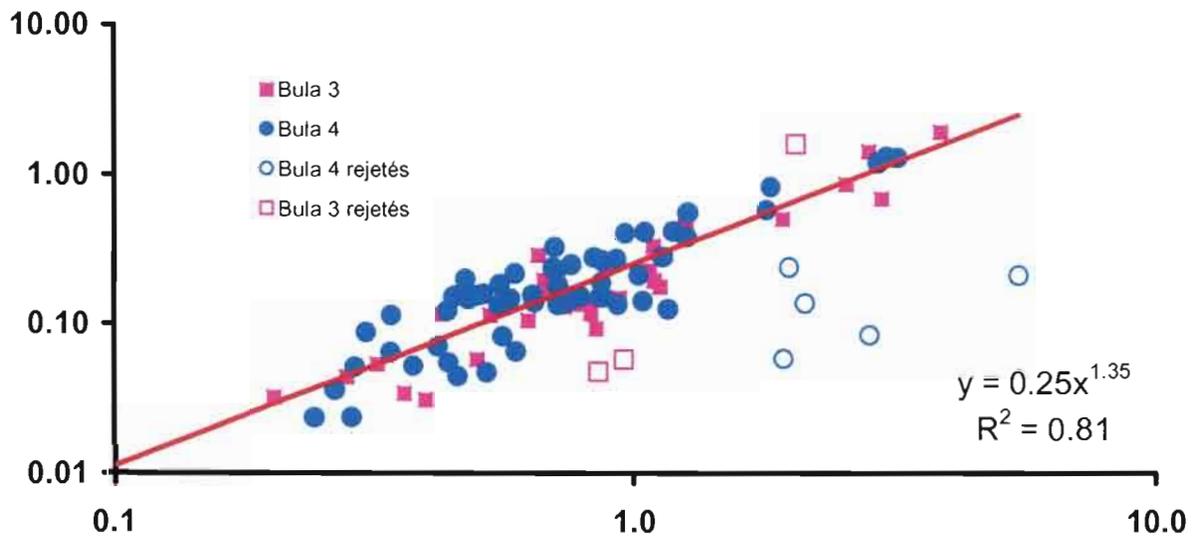


Figure 61 : Chlorophylle > 10 µm en fonction de la Chlorophylle retenue sur GF/F.

3.3.4. Proportion de chlorophylle *a* active

La proportion de chlorophylle *a* active est toujours proche de 73% (médiane générale). Seules les fractions < 2 (Bula 3) et > 10 (Bula 4) s'en écartent sensiblement (82,2 et 78,5 respectivement). Il ne semble pas y avoir de tendance nette entre les différentes classes de taille.

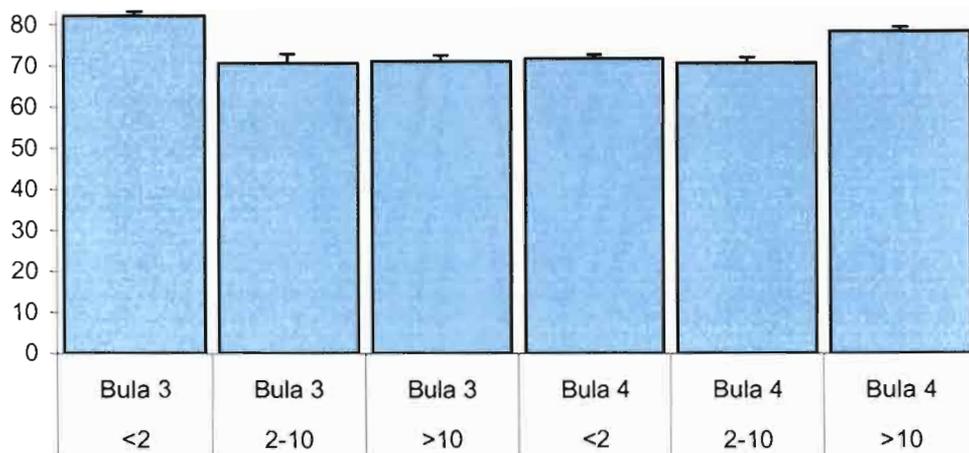


Figure 62 : Proportion de chlorophylle a active dans les différentes classes de taille. Médianes et SE.

3.3.5. Taux de croissance phytoplanctonique

Les rapports de la production primaire à la chlorophylle a totaux sont identiques au cours des 2 campagnes.

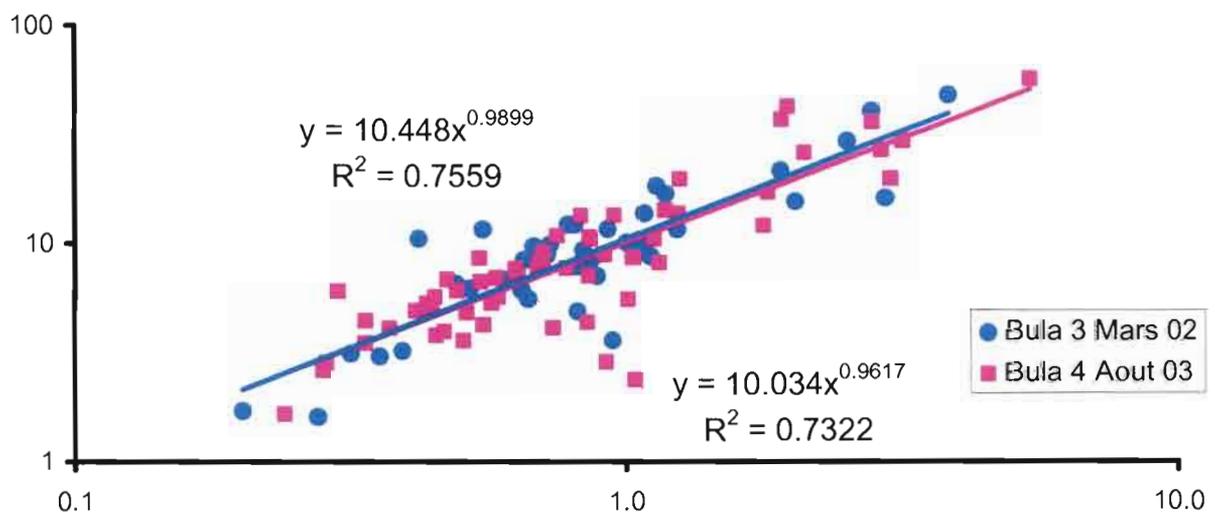


Figure 63 : Production primaire ($\mu\text{gC}\cdot\text{l}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$) sous éclaircissement constant en fonction de la Chl.a ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) pour les campagnes Bula 3 et Bula 4

3.4. Bactéries hétérotrophes

La production bactérienne au cours de Bula 4 est en médiane $0,26 \pm 0,06$ fois (fig. 58), soit 3,8 fois plus faible que celle de Bula 3. Une part de cet écart peut être attribué à la température. Une température plus faible en moyenne de $5,3^\circ\text{C}$ (voir plus haut) se traduit par une baisse de la production d'un facteur 1,8 en admettant un Q10 de 3 (valeur admise dans la littérature et proche de ce qui est trouvé à Nouméa, $\text{Q10} = 2,6$). Mais il reste encore un facteur 2 à expliquer.

Les relations entre PB et PP sont très hautement significatives dans les 2 cas avec des exposants significativement supérieurs à 1. Ceci indique que la production bactérienne augmente plus vite que la production primaire pour des conditions trophiques croissantes. Le rapport PB/PP augmente donc pour des conditions trophiques croissantes. Il est vraisemblable

que la production bactérienne soit supérieure à la production primaire aux sites les plus eutrophes du lagon de Suva.

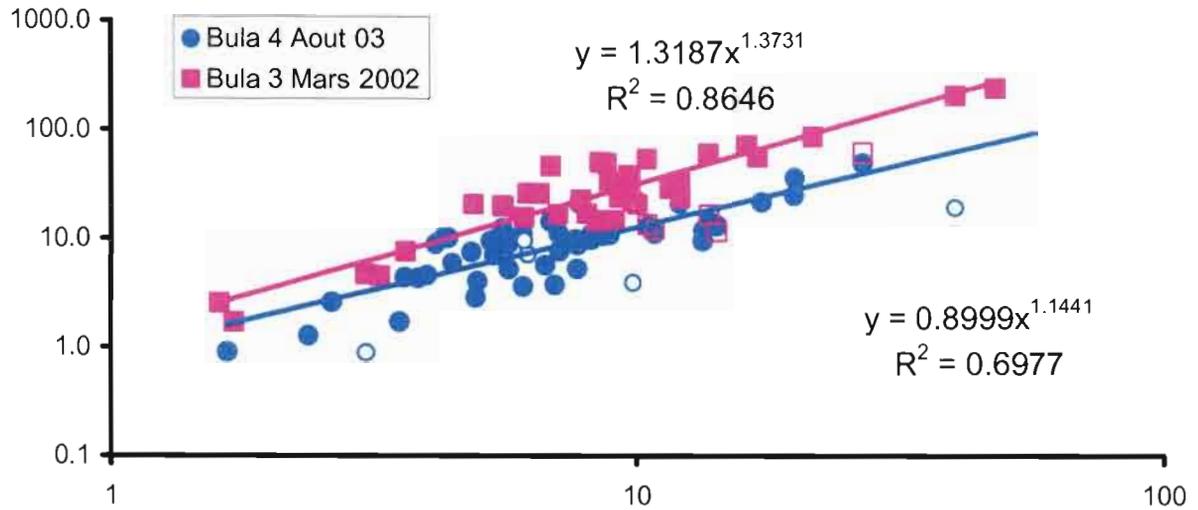


Figure 64 : Production bactérienne ($\text{pmol TdR} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) en fonction de la Production Primaire ($\mu\text{gC} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ à éclaircissement constant) pour les campagnes Bula 3 et 4

4. Annexes

Données acquises au 05-05-2004 et validées

| Campagne | Nature | Fichier Excel | Feuille Excel |
|----------|--------------------------|---|---------------|
| Bula 3 | Données CTD brutes | Synthèse CTD Bula 3 Mars 2002.XLS | Tout |
| Bula 3 | Données CTD discrètes | Synthèse CTD Bula 3 Mars 2002.XLS | discrets |
| Bula 3 | Atténuation lumineuse Kd | Synthèse CTD Bula 3 Mars 2002.XLS | Tableau |
| Bula 3 | Nutriments | Sels nuts Bula 3 Mars 2002.XLS | |
| Bula 3 | Chlorophylle a | Données chlorophylle a Suva mars 2002.XLS | |
| Bula 3 | Production primaire | Production-primaire_Suva 4.XLS | |
| Bula 3 | Picoplancton | CMF Suva Mars 2002.XLS | |
| Bula 3 | Production bactérienne | Production-bactérienne-suva.XLS | |
| | | | |
| Bula 4 | Données CTD brutes | Global CTD Bula.XLS | Tout |
| Bula 4 | Données CTD discrètes | Global CTD Bula.XLS | Discrets |
| Bula 4 | Atténuation lumineuse Kd | Global CTD Bula.XLS | Tableau |
| Bula 4 | Nutriments | Nutriments Suva Août 2003.XLS | Synthèse |
| Bula 4 | Chlorophylle a | Nutriments Suva Août 2003.XLS | Chl fin |
| Bula 4 | Production primaire | PP Bula Aout 2003.XLS | |
| Bula 4 | Picoplancton | Non acquis | |
| Bula 4 | Production bactérienne | TdR Bula 4 Aout 03.XLS | |

4.1. CTD Bula 3 Mars 2002

| Station | Profondeur Max (m) | Date / heure | Température (°C) | | Turbidité (NTU) | | Fluoresc. in vivo (ua) | | Salinité (psu) | | Kd (m ⁻¹) | |
|---------|-----------------------|----------------|------------------|------|--|------|------------------------|-------|----------------|------|-----------------------|-------|
| | | | moyenne | SE | moyenne | SE | moyenne | SE | moyenne | SE | moyenne | SE |
| 1 | 10.5 | 13/03/02 13:40 | 30.31 | 0.13 | 3.23 | 0.52 | 0.046 | 0.005 | 33.31 | 0.20 | -0.266 | 0.005 |
| 2 | 15.5 | 13/03/02 07:45 | 29.57 | 0.07 | 1.03 | 0.09 | 0.025 | 0.002 | 33.99 | 0.08 | -0.184 | 0.002 |
| 3 | 32.0 | 13/03/02 14:08 | 29.23 | 0.05 | 0.94 | 0.05 | 0.035 | 0.001 | 34.12 | 0.06 | -0.178 | 0.001 |
| 4 | 59.0 | 13/03/02 07:45 | 28.90 | 0.04 | 0.70 | 0.03 | 0.018 | 0.001 | 34.37 | 0.04 | -0.121 | 0.001 |
| 5 | ND | 14/03/02 06:50 | 29.03 | 0.04 | 0.47 | 0.01 | 0.019 | 0.001 | 34.40 | 0.03 | -0.104 | 0.000 |
| 6 | ND | 14/03/02 06:30 | 29.14 | 0.03 | 0.30 | 0.00 | 0.019 | 0.001 | 34.45 | 0.02 | -0.075 | 0.000 |
| 7 | 12.0 | 13/03/02 13:58 | 29.96 | 0.11 | 1.45 | 0.17 | 0.032 | 0.002 | 33.52 | 0.16 | -0.192 | 0.003 |
| 8 | 30.0 | 13/03/02 07:45 | 29.19 | 0.03 | 0.56 | 0.03 | 0.022 | 0.001 | 34.10 | 0.07 | -0.134 | 0.001 |
| 9 | 28.0 | 13/03/02 14:24 | 29.26 | 0.05 | 0.69 | 0.03 | 0.037 | 0.001 | 34.05 | 0.08 | -0.155 | 0.003 |
| 10 | 21.0 | 13/03/02 07:04 | 29.22 | 0.03 | 0.69 | 0.04 | 0.025 | 0.001 | 34.11 | 0.07 | -0.153 | 0.001 |
| 11 | 21.0 | 14/03/02 07:30 | 29.54 | 0.04 | 0.81 | 0.03 | 0.028 | 0.000 | 33.83 | 0.07 | -0.178 | 0.001 |
| 12 | 12.5 | 13/03/02 07:45 | 29.30 | 0.03 | 0.98 | 0.05 | 0.023 | 0.001 | 33.70 | 0.10 | -0.214 | 0.002 |
| 13 | 11.5 | 13/03/02 06:52 | 29.42 | 0.03 | 1.75 | 0.40 | 0.062 | 0.007 | 33.62 | 0.15 | -0.168 | 0.001 |
| 14 | 18.5 | 13/03/02 07:21 | 29.27 | 0.04 | 1.05 | 0.09 | 0.026 | 0.001 | 34.08 | 0.07 | -0.211 | 0.001 |
| 15 | 16.5 | 13/03/02 07:30 | 29.40 | 0.05 | 1.34 | 0.14 | 0.026 | 0.001 | 33.92 | 0.09 | -0.231 | 0.001 |
| 16 | 16.0 | 14/03/02 07:43 | 29.58 | 0.03 | 0.83 | 0.04 | 0.021 | 0.001 | 33.56 | 0.09 | -0.176 | 0.001 |
| 17 | 17.0 | 14/03/02 13:21 | 29.83 | 0.01 | 1.02 | 0.01 | 0.017 | 0.000 | 33.67 | 0.07 | -0.153 | 0.001 |
| 18 | 7.3 | 14/03/02 13:35 | 29.80 | 0.05 | 1.21 | 0.02 | 0.024 | 0.001 | 33.50 | 0.08 | -0.145 | 0.002 |
| 19 | 5.0 | 14/03/02 13:48 | 30.27 | 0.06 | 1.01 | 0.04 | 0.019 | 0.000 | 33.65 | 0.05 | -0.114 | 0.003 |
| 20 | 11.5 | 14/03/02 14:00 | 29.89 | 0.03 | 1.07 | 0.05 | 0.022 | 0.001 | 33.73 | 0.07 | -0.146 | 0.001 |
| 21 | 9.5 | 14/03/02 14:10 | 29.55 | 0.05 | 1.12 | 0.08 | 0.035 | 0.003 | 33.76 | 0.09 | -0.151 | 0.002 |
| 22 | 4.6 | 15/03/02 09:20 | 29.85 | 0.05 | 3.36 | 0.33 | 0.049 | 0.006 | 33.38 | 0.10 | -0.340 | 0.011 |
| 23 | 16.1 | 15/03/02 09:20 | 29.53 | 0.05 | 1.14 | 0.03 | 0.023 | 0.001 | 33.76 | 0.06 | -0.186 | 0.002 |
| 24 | 3.0 | 15/03/02 14:23 | 30.42 | 0.00 | 2.77 | 0.03 | 0.039 | 0.002 | 32.95 | 0.00 | -0.217 | 0.028 |
| 25 | 5.8 | 15/03/02 14:37 | 30.20 | 0.04 | 1.54 | 0.31 | 0.027 | 0.004 | 33.23 | 0.08 | -0.156 | 0.008 |
| 26 | 18.0 | 15/03/02 14:50 | 29.57 | 0.06 | 0.98 | 0.02 | 0.037 | 0.002 | 33.81 | 0.06 | -0.172 | 0.001 |
| 27 | 30.0 | 15/03/02 15:01 | 29.45 | 0.03 | 1.27 | 0.15 | 0.031 | 0.001 | 34.22 | 0.04 | -0.164 | 0.001 |
| 28 | 49.0 | 16/03/02 06:45 | 29.34 | 0.02 | 1.28 | 0.07 | 0.032 | 0.001 | 34.16 | 0.07 | -0.169 | 0.000 |
| 29 | ND | 15/03/02 09:20 | 29.44 | 0.01 | 0.26 | 0.00 | 0.011 | 0.000 | 34.67 | 0.01 | -0.063 | 0.000 |
| 30 | 5.5 | 16/03/02 13:45 | 30.76 | 0.26 | 4.54 | 0.20 | 0.056 | 0.003 | 32.13 | 0.73 | -0.437 | 0.004 |
| 31 | 5.0 | 16/03/02 09:15 | 29.60 | 0.04 | 1.39 | 0.19 | 0.039 | 0.002 | 33.86 | 0.13 | -0.211 | 0.001 |
| 32 | 24.0 | 16/03/02 13:56 | 29.63 | 0.04 | 1.20 | 0.13 | 0.033 | 0.002 | 34.07 | 0.05 | -0.160 | 0.001 |
| 33 | 16.0 | 16/03/02 09:25 | 29.56 | 0.03 | 0.99 | 0.04 | 0.028 | 0.001 | 34.04 | 0.07 | -0.158 | 0.001 |
| 34 | 2.1 | 16/03/02 13:14 | 32.04 | 0.31 | 7.07 | 0.64 | 0.144 | 0.042 | 31.99 | 0.38 | -0.779 | 0.103 |
| 35 | 25.0 | 16/03/02 09:35 | 29.87 | 0.08 | 2.32 | 0.43 | 0.041 | 0.005 | 33.46 | 0.12 | -0.322 | 0.008 |
| 36 | 7.0 | 16/03/02 13:33 | 30.15 | 0.14 | 1.95 | 0.32 | 0.033 | 0.004 | 33.05 | 0.41 | -0.259 | 0.004 |
| 37 | 17.0 | 16/03/02 07:21 | 29.54 | 0.02 | 1.10 | 0.17 | 0.034 | 0.002 | 33.91 | 0.05 | -0.204 | 0.002 |
| 38 | 21.0 | 16/03/02 07:11 | 29.47 | 0.03 | 1.62 | 0.22 | 0.036 | 0.002 | 33.84 | 0.18 | -0.190 | 0.001 |
| 39 | 18.5 | 16/03/02 07:03 | 29.47 | 0.03 | 1.57 | 0.21 | 0.034 | 0.002 | 33.78 | 0.13 | -0.196 | 0.002 |
| 40 | 2.0 | 17/03/02 13:29 | 32.00 | 0.03 | 22.79 | 0.67 | 0.130 | 0.011 | 28.20 | 0.24 | -0.999 | 0.042 |
| 41 | 3.6 | 17/03/02 13:43 | 31.55 | 0.04 | 12.71 | 0.94 | 0.086 | 0.003 | 29.36 | 0.43 | -0.546 | 0.005 |
| 42 | 10.5 | 17/03/02 14:00 | 30.39 | 0.10 | 2.97 | 0.51 | 0.047 | 0.004 | 32.15 | 0.28 | -0.221 | 0.001 |
| 43 | 17.9 | 17/03/02 11:00 | 29.70 | 0.05 | 3.02 | 0.83 | 0.028 | 0.002 | 33.78 | 0.13 | -0.089 | 0.002 |
| 44 | 15.5 | 17/03/02 14:20 | 29.86 | 0.05 | 1.00 | 0.13 | 0.023 | 0.003 | 33.95 | 0.05 | -0.045 | 0.003 |
| 45 | 11.4 | 17/03/02 11:10 | 29.91 | 0.06 | 1.62 | 0.13 | 0.037 | 0.002 | 32.43 | 0.45 | -0.264 | 0.004 |
| 46 | ND | | | | Non échantillonnés (proches de l'îlot Speight) | | | | | | | |
| 47 | ND | | | | Non échantillonnés (proches de l'îlot Speight) | | | | | | | |
| 48 | 60.2 | 15/03/02 08:53 | 29.44 | 0.01 | 0.24 | 0.00 | 0.011 | 0.000 | 34.64 | 0.01 | -0.055 | 0.000 |
| 49 | ND | | | | Non échantillonnés (proches de l'îlot Speight) | | | | | | | |
| 50 | 5.8 | 17/03/02 08:00 | 29.70 | 0.05 | 6.62 | 1.05 | 0.036 | 0.003 | 33.75 | 0.22 | -0.630 | 0.010 |
| 51 | 6.2 | 17/03/02 07:48 | 29.69 | 0.05 | 14.28 | 2.93 | 0.043 | 0.002 | 33.66 | 0.31 | -1.315 | 0.040 |
| 52 | 11.0 | 15/03/02 06:49 | 29.49 | 0.01 | 8.21 | 1.33 | 0.027 | 0.001 | 33.85 | 0.11 | -0.627 | 0.007 |
| 53 | 25.0 | 15/03/02 07:07 | 29.42 | 0.01 | 1.20 | 0.07 | 0.020 | 0.001 | 34.14 | 0.10 | -0.202 | 0.003 |
| 54 | 52.0 | 15/03/02 07:55 | 29.40 | 0.01 | 1.67 | 0.10 | 0.014 | 0.000 | 34.59 | 0.01 | -0.206 | 0.002 |
| 55 | 8.7 | 17/03/02 07:33 | 29.67 | 0.05 | 13.49 | 2.15 | 0.054 | 0.001 | 30.10 | 0.99 | -1.199 | 0.018 |
| 56 | 2.1 | 17/03/02 07:20 | 29.64 | 0.00 | 10.53 | 0.33 | 0.050 | 0.000 | 28.17 | 0.03 | -1.390 | 0.030 |
| 57 | 4.6 | 17/03/02 06:59 | 28.87 | 0.07 | 15.08 | 2.31 | 0.035 | 0.004 | 3.29 | 0.65 | -1.042 | 0.011 |
| 58 | 4.6 | 17/03/02 06:48 | 28.66 | 0.00 | | 0.00 | | 0.000 | 0.17 | 0.01 | -1.307 | 0.009 |
| 59 | 3.8 | 17/03/02 06:35 | | | | | | | | | | |
| 60 | ND | | | | Non échantillonnés faute de temps | | | | | | | |
| 61 | ND | | | | Non échantillonnés faute de temps | | | | | | | |

4.2. Nutriments Bula 3 Mars 2002

| Station | Date | NO ₃ (μM) | NH ₄ (μM) | DIN (μM) | PO ₄ (μM) | Si (μM) | NOD (μM) | POD (μM) | DIN:PO ₄ | NOD/POD | NH ₄ /DIN |
|---------|---------|-------------------------|-------------------------|-------------|-------------------------|------------|-------------|-------------|---------------------|---------|----------------------|
| 1 | 13/3/02 | 0.025 | 0.018 | 0.044 | 0.043 | 12.40 | 6.02 | 0.205 | 1.02 | 29.4 | 0.42 |
| 2 | 13/3/02 | 0.052 | 0.025 | 0.077 | 0.028 | 8.04 | 5.16 | 0.170 | 2.74 | 30.4 | 0.32 |
| 3 | 13/3/02 | 0.006 | 0.019 | 0.026 | 0.042 | 6.97 | 4.89 | 0.166 | 0.62 | 29.5 | 0.75 |
| 4 | 13/3/02 | 0.206 | 0.024 | 0.230 | 0.063 | 7.59 | 5.21 | 0.293 | 3.65 | 17.8 | 0.10 |
| 5 | 14/3/02 | 0.043 | 0.019 | 0.061 | 0.028 | 5.97 | 4.54 | 0.129 | 2.18 | 35.1 | 0.31 |
| 6 | 14/3/02 | 0.006 | 0.034 | 0.040 | | 5.34 | 4.58 | 0.140 | | 32.7 | 0.85 |
| 7 | 13/3/02 | 0.022 | 0.011 | 0.033 | 0.036 | 7.49 | 4.88 | 0.181 | 0.90 | 27.0 | 0.34 |
| 8 | 13/3/02 | 0.146 | 0.142 | 0.288 | 0.048 | 10.22 | 5.32 | 0.218 | 6.00 | 24.4 | 0.49 |
| 9 | 13/3/02 | 0.006 | 0.009 | 0.016 | 0.045 | 8.61 | 5.36 | 0.209 | 0.35 | 25.6 | 0.60 |
| 10 | 13/3/02 | 0.135 | 0.053 | 0.188 | 0.076 | 7.59 | 5.20 | 0.237 | 2.47 | 21.9 | 0.28 |
| 11 | 14/3/02 | 0.145 | 0.029 | 0.174 | 0.064 | 8.26 | 5.21 | 0.195 | 2.74 | 26.8 | 0.17 |
| 12 | 13/3/02 | 0.267 | 0.047 | 0.314 | 0.145 | 5.67 | 5.29 | 0.327 | 2.17 | 16.2 | 0.15 |
| 13 | 13/3/02 | 0.302 | 0.043 | 0.345 | 0.076 | 7.05 | 5.25 | 0.223 | 4.55 | 23.5 | 0.13 |
| 14 | 13/3/02 | 0.079 | 0.035 | 0.114 | 0.053 | 6.65 | 6.24 | 0.267 | 2.15 | 23.4 | 0.31 |
| 15 | 13/3/02 | 0.057 | 0.045 | 0.101 | 0.063 | 8.09 | 5.46 | 0.226 | 1.61 | 24.2 | 0.44 |
| 16 | 14/3/02 | 0.309 | 0.073 | 0.382 | 0.058 | 10.03 | 5.39 | 0.186 | 6.61 | 28.9 | 0.19 |
| 17 | 14/3/02 | 0.134 | 0.020 | 0.154 | 0.052 | 6.01 | 5.39 | 0.187 | 2.96 | 28.8 | 0.13 |
| 18 | 14/3/02 | 0.094 | 0.022 | 0.117 | 0.060 | 8.35 | 5.39 | 0.223 | 1.96 | 24.2 | 0.19 |
| 19 | 14/3/02 | 0.086 | 0.014 | 0.100 | 0.046 | 7.83 | 5.25 | 0.185 | 2.20 | 28.4 | 0.14 |
| 20 | 14/3/02 | 0.138 | 0.049 | 0.187 | 0.066 | 7.56 | 4.73 | 0.182 | 2.84 | 26.1 | 0.26 |
| 21 | 14/3/02 | 0.053 | 0.027 | 0.080 | 0.091 | 9.56 | 5.88 | 0.251 | 0.88 | 23.5 | 0.34 |
| 22 | 15/3/02 | 0.027 | 0.015 | 0.042 | 0.141 | 10.84 | 6.28 | 0.357 | 0.30 | 17.6 | 0.36 |
| 23 | 15/3/02 | 0.006 | 0.007 | 0.013 | 0.080 | 8.86 | 5.64 | 0.258 | 0.16 | 21.9 | 0.56 |
| 24 | 15/3/02 | 0.018 | 0.028 | 0.046 | 0.149 | 11.92 | 6.68 | 0.384 | 0.31 | 17.4 | 0.61 |
| 25 | 15/3/02 | 0.015 | 0.014 | 0.028 | 0.064 | 10.31 | 5.39 | 0.255 | 0.44 | 21.2 | 0.48 |
| 26 | 15/3/02 | 0.007 | 0.007 | 0.014 | 0.038 | 9.40 | 6.45 | 0.225 | 0.36 | 28.7 | 0.49 |
| 27 | 15/3/02 | 0.016 | 0.010 | 0.026 | 0.066 | 8.34 | 5.22 | 0.241 | 0.39 | 21.6 | 0.39 |
| 28 | 16/3/02 | 0.115 | 0.076 | 0.191 | 0.134 | 18.51 | 7.06 | 0.388 | 1.42 | 18.2 | 0.40 |
| 29 | 15/3/02 | 0.002 | 0.005 | 0.006 | 0.023 | 3.45 | 4.37 | 0.152 | 0.27 | 28.7 | 0.76 |
| 30 | 16/3/02 | 0.012 | 0.171 | 0.183 | 0.209 | 10.83 | 8.04 | 0.500 | 0.88 | 16.1 | 0.93 |
| 31 | 16/3/02 | 0.008 | 0.033 | 0.042 | 0.041 | 7.38 | 4.75 | 0.207 | 1.02 | 23.0 | 0.80 |
| 32 | 16/3/02 | 0.016 | 0.011 | 0.027 | 0.035 | 6.57 | 4.34 | 0.158 | 0.77 | 27.5 | 0.40 |
| 33 | 16/3/02 | 0.013 | 0.018 | 0.031 | 0.050 | 12.41 | 4.99 | 0.241 | 0.62 | 20.7 | 0.57 |
| 34 | 16/3/02 | 0.038 | 0.049 | 0.086 | 0.210 | 33.17 | 9.23 | 0.569 | 0.41 | 16.2 | 0.56 |
| 35 | 16/3/02 | 0.006 | 0.023 | 0.029 | 0.049 | 7.76 | 4.84 | 0.210 | 0.58 | 23.0 | 0.79 |
| 36 | 16/3/02 | 0.016 | 0.023 | 0.040 | 0.087 | 19.63 | 5.77 | 0.295 | 0.45 | 19.6 | 0.59 |
| 37 | 16/3/02 | 0.037 | 0.031 | 0.067 | 0.085 | 10.29 | 5.15 | 0.230 | 0.79 | 22.4 | 0.46 |
| 38 | 16/3/02 | 0.256 | 0.081 | 0.336 | 0.139 | 31.95 | 5.96 | 0.327 | 2.42 | 18.2 | 0.24 |
| 39 | 16/3/02 | 0.091 | 0.075 | 0.166 | 0.129 | 25.42 | 5.76 | 0.296 | 1.29 | 19.5 | 0.45 |
| 40 | 17/3/02 | 0.022 | 0.034 | 0.056 | 0.474 | 59.65 | 12.30 | 1.049 | 0.12 | 11.7 | 0.61 |
| 41 | 17/3/02 | 0.041 | 0.025 | 0.066 | 0.399 | 49.63 | 9.89 | 0.778 | 0.17 | 12.7 | 0.38 |
| 42 | 17/3/02 | 0.081 | 0.064 | 0.145 | 0.140 | 22.99 | 6.11 | 0.345 | 1.04 | 17.7 | 0.44 |
| 43 | 17/3/02 | 0.010 | 0.076 | 0.085 | 0.091 | 17.71 | 4.91 | 0.374 | 0.94 | 13.1 | 0.89 |
| 44 | 17/3/02 | 0.006 | 0.013 | 0.019 | 0.051 | 8.23 | 5.33 | 0.204 | 0.37 | 26.1 | 0.67 |
| 45 | 17/3/02 | 0.015 | 0.006 | 0.021 | 0.109 | 36.91 | 6.22 | 0.344 | 0.19 | 18.1 | 0.29 |
| 46 | | | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | | | |
| 48 | 15/3/02 | 0.152 | 0.013 | 0.165 | 0.039 | 4.27 | 4.47 | 0.175 | 4.20 | 25.6 | 0.08 |
| 49 | | | | | | | | | | | |
| 50 | 17/3/02 | 0.753 | 0.593 | 1.347 | 0.324 | 11.96 | 7.47 | 0.480 | 4.16 | 15.6 | 0.44 |
| 51 | 17/3/02 | 0.948 | 0.658 | 1.606 | 0.405 | 10.40 | 7.93 | 0.535 | 3.96 | 14.8 | 0.41 |
| 52 | 15/3/02 | 0.750 | 0.223 | 0.972 | 0.194 | 9.17 | 6.02 | 0.319 | 5.01 | 18.9 | 0.23 |
| 53 | 15/3/02 | 0.710 | 0.127 | 0.838 | 0.149 | 17.59 | 5.66 | 0.274 | 5.63 | 20.7 | 0.15 |
| 54 | 15/3/02 | 0.153 | 0.015 | 0.168 | 0.044 | 4.28 | 4.20 | 0.159 | 3.78 | 26.4 | 0.09 |
| 55 | 17/3/02 | 0.629 | 0.312 | 0.941 | 0.350 | 44.52 | 7.66 | 0.550 | 2.69 | 13.9 | 0.33 |
| 56 | 17/3/02 | 0.878 | 0.255 | 1.133 | 0.359 | 72.07 | 6.91 | 0.505 | 3.16 | 13.7 | 0.23 |
| 57 | 17/3/02 | 2.475 | 0.704 | 3.179 | 0.546 | 274.21 | 9.30 | 0.810 | 5.83 | 11.5 | 0.22 |
| 58 | 17/3/02 | 3.452 | 0.487 | 3.940 | 0.600 | 234.32 | 7.78 | 1.030 | 6.57 | 7.6 | 0.12 |
| 59 | 17/3/02 | 3.348 | 0.493 | 3.841 | 0.630 | 241.46 | 7.88 | 0.752 | 6.10 | 10.5 | 0.13 |
| 60 | | | | | | | | | | | |
| 61 | | | | | | | | | | | |

4.3. Chlorophylle, productions primaire et bactérienne Bula 3 Mars 02

| Station | Date | Chlorophylle a ($\mu\text{g.l}^{-1}$) | | | Phaeopigments ($\mu\text{g.l}^{-1}$) | | | Production primaire ($\mu\text{g.l}^{-1}.\text{h}^{-1}$) | | | P. bactérienne (pM.h^{-1}) | |
|---------|---------|---|------------------|-------------------|--|------------------|-------------------|--|------------------|-------------------|---------------------------------------|-------|
| | | GF/F | >2 μm | >10 μm | GF/F | >2 μm | >10 μm | GF/F | >2 μm | >10 μm | Moyenne | écart |
| 1 | 13/3/02 | 0.952 | 0.384 | 0.057 | 0.290 | 0.130 | 0.032 | 3.60 | 1.17 | 0.30 | 7.46 | |
| 2 | 13/3/02 | 0.421 | | | 0.095 | | | | | | | |
| 3 | 13/3/02 | 0.933 | 0.306 | 0.146 | 0.282 | 0.149 | 0.082 | 11.63 | 2.72 | 1.58 | 28.62 | 2.95 |
| 4 | 13/3/02 | 0.610 | | | 0.220 | | | | | | | |
| 5 | 14/3/02 | 0.357 | 0.074 | 0.034 | 0.111 | 0.043 | 0.019 | 3.04 | 1.11 | 0.40 | 4.62 | |
| 6 | 14/3/02 | 0.393 | 0.073 | 0.031 | 0.124 | 0.051 | 0.022 | 3.22 | 0.38 | 0.19 | 4.46 | 0.06 |
| 7 | 13/3/02 | 0.849 | 0.232 | 0.047 | 0.216 | 0.083 | 0.032 | 8.06 | 1.37 | 0.53 | 16.76 | 0.08 |
| 8 | 13/3/02 | 0.611 | | | 0.223 | | | | | | | |
| 9 | 13/3/02 | 0.819 | 0.278 | 0.122 | 0.256 | 0.126 | 0.053 | 4.90 | 2.61 | 1.08 | 20.35 | 0.30 |
| 10 | 13/3/02 | 0.787 | 0.342 | 0.134 | 0.323 | 0.206 | 0.092 | 12.22 | 4.91 | 1.89 | 23.73 | 0.12 |
| 11 | 14/3/02 | 0.720 | 0.368 | 0.149 | 0.268 | 0.176 | 0.060 | 8.89 | 3.78 | 2.95 | 32.96 | 0.73 |
| 12 | 13/3/02 | 0.422 | 0.197 | 0.115 | 0.369 | 0.222 | 0.119 | 10.51 | 3.66 | 3.82 | 53.22 | 4.66 |
| 13 | 13/3/02 | 0.554 | 0.284 | 0.145 | 0.341 | 0.236 | 0.122 | 11.61 | 3.31 | 2.48 | 11.99 | 3.31 |
| 14 | 13/3/02 | 0.610 | | | 0.208 | | | | | | | |
| 15 | 13/3/02 | 0.839 | 0.415 | 0.092 | 0.312 | 0.194 | 0.085 | 9.30 | 3.91 | | 23.62 | 0.58 |
| 16 | 14/3/02 | 0.622 | 0.301 | 0.103 | 0.234 | 0.156 | 0.048 | 6.88 | 2.65 | 2.26 | 45.85 | |
| 17 | 14/3/02 | 0.525 | 0.200 | 0.112 | 0.152 | 0.112 | 0.066 | 6.21 | 2.47 | 1.21 | 25.82 | |
| 18 | 14/3/02 | 1.118 | 0.123 | 0.174 | 0.260 | 0.049 | 0.045 | 8.77 | 7.10 | 2.18 | 48.52 | 0.47 |
| 19 | 14/3/02 | 0.873 | 0.383 | 0.232 | 0.222 | 0.130 | 0.042 | 8.53 | 3.25 | 1.43 | 49.59 | 0.69 |
| 20 | 14/3/02 | 0.848 | | | 0.232 | | | | | | | |
| 21 | 14/3/02 | 1.090 | 0.496 | 0.191 | 0.261 | 0.167 | 0.049 | 13.81 | 4.59 | 1.20 | 59.68 | 0.88 |
| 22 | 15/3/02 | 1.528 | | | 0.361 | | | | | | | |
| 23 | 15/3/02 | 1.218 | | | 0.259 | | | | | | | |
| 24 | 15/3/02 | 1.922 | 0.934 | 0.492 | 0.363 | 0.256 | 0.242 | 21.72 | 3.69 | 2.96 | | |
| 25 | 15/3/02 | 0.682 | 0.312 | 0.172 | 0.171 | 0.107 | 0.044 | 9.68 | 4.65 | 0.97 | 84.57 | |
| 26 | 15/3/02 | 0.667 | 0.311 | 0.192 | 0.182 | 0.108 | 0.061 | 5.59 | 2.51 | 0.36 | 37.61 | 1.10 |
| 27 | 15/3/02 | 0.819 | 0.299 | 0.115 | 0.192 | 0.090 | 0.035 | 7.86 | 2.91 | 0.42 | 19.39 | 0.07 |
| 28 | 16/3/02 | 1.190 | 0.765 | 0.416 | 0.476 | 0.395 | 0.165 | 16.99 | 9.69 | 4.41 | 22.37 | 4.41 |
| 29 | 15/3/02 | 0.202 | 0.054 | 0.032 | 0.043 | 0.023 | 0.013 | 1.71 | 0.53 | 0.21 | 55.08 | |
| 30 | 16/3/02 | 2.983 | 0.560 | 0.671 | 0.708 | 0.161 | 0.145 | 16.22 | 7.97 | 2.27 | | |
| 31 | 16/3/02 | 0.641 | | | 0.163 | | | | | | | |
| 32 | 16/3/02 | 0.317 | 0.055 | 0.053 | 0.070 | 0.024 | 0.016 | 3.13 | 1.37 | 0.35 | 1.67 | 0.06 |
| 33 | 16/3/02 | 0.604 | | | 0.147 | | | | | | 70.35 | 0.99 |
| 34 | 16/3/02 | 2.550 | 0.515 | 0.838 | 0.508 | 0.099 | 0.366 | 29.74 | 16.82 | 17.70 | | |
| 35 | 16/3/02 | 0.879 | | | 0.187 | | | | | | 19.82 | 0.10 |
| 36 | 16/3/02 | 1.068 | 0.312 | 0.224 | 0.229 | 0.079 | 0.061 | 9.11 | 2.91 | 2.74 | | |
| 37 | 16/3/02 | 0.656 | | | 0.183 | | | 8.42 | 3.23 | 1.76 | 60.96 | |
| 38 | 16/3/02 | 0.892 | 0.461 | 0.259 | 0.272 | 0.206 | 0.065 | 7.10 | 2.70 | 1.00 | | |
| 39 | 16/3/02 | 1.012 | | | 0.267 | | | 10.09 | 5.79 | 3.59 | 14.40 | 0.40 |
| 40 | 17/3/02 | 3.867 | 3.280 | 1.886 | 1.141 | 1.067 | 0.599 | 48.33 | 1.95 | 17.02 | 14.39 | |
| 41 | 17/3/02 | 2.819 | 2.149 | 1.390 | 0.731 | 0.594 | 0.435 | 40.69 | 0.82 | 6.66 | 16.45 | 0.21 |
| 42 | 17/3/02 | 1.087 | 0.550 | 0.325 | 0.287 | 0.170 | 0.106 | 9.76 | 0.44 | 5.90 | 20.37 | 0.15 |
| 43 | 17/3/02 | 0.617 | | | 0.181 | | | | | | 236.04 | |
| 44 | 17/3/02 | 0.495 | 0.142 | 0.057 | 0.123 | 0.057 | 0.025 | 6.55 | 2.09 | 0.69 | 202.49 | 1.32 |
| 45 | 17/3/02 | 1.116 | | | 0.301 | | | | | | 33.92 | 0.16 |
| 46 | | | | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | | | | |
| 48 | 15/3/02 | 0.302 | | | 0.104 | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | | | | |
| 50 | 17/3/02 | 1.146 | 0.662 | 0.287 | 0.456 | 0.262 | 0.105 | 18.48 | 7.13 | 2.71 | 25.68 | 0.25 |
| 51 | 17/3/02 | 1.250 | 0.797 | 0.441 | 0.477 | 0.299 | 0.144 | 11.65 | 16.19 | 5.22 | | |
| 52 | 15/3/02 | 0.729 | 0.170 | 0.128 | 0.295 | 0.076 | 0.061 | 9.86 | 2.62 | 1.15 | | |
| 53 | 15/3/02 | 0.810 | 0.496 | 0.135 | 0.280 | 0.191 | 0.050 | 12.20 | 6.74 | 2.23 | 13.29 | 0.36 |
| 54 | 15/3/02 | 0.277 | 0.127 | 0.043 | 0.115 | 0.062 | 0.023 | 1.61 | 1.23 | 0.49 | 11.38 | 1.09 |
| 55 | 17/3/02 | 2.046 | 1.229 | 1.560 | 0.715 | 0.428 | 0.553 | 15.63 | 29.02 | 9.79 | 21.56 | 3.47 |
| 56 | 17/3/02 | 1.300 | | | 0.366 | | | | | | 32.31 | 0.27 |
| 57 | 17/3/02 | 0.649 | 0.574 | 0.282 | 0.282 | 0.240 | 0.132 | 6.12 | 7.54 | 0.97 | 2.50 | 0.11 |
| 58 | 17/3/02 | 0.109 | | | 0.081 | | | | | | 16.49 | 0.70 |
| 59 | 17/3/02 | 0.089 | | | 0.061 | | | | | | | |
| 60 | | | | | | | | | | | | |
| 61 | | | | | | | | | | | | |

4.4. Picoplancton Bula 3 Mars 2002

| Station | Prochloro- coccus $10^3 \text{ cell.ml}^{-1}$ | Synecho- coccus $10^3 \text{ cell.ml}^{-1}$ | Pico- eucaryotes $10^3 \text{ cell.ml}^{-1}$ | bactéries hétérotrophes $10^6 \text{ cell.ml}^{-1}$ | Prochloro- coccus Fluorescence | Synecho- coccus Fluorescence | Pico- eucaryotes Fluorescence |
|---------|---|---|--|---|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 3.80 | 254 | 5.54 | 0.66 | 1 102 | 185 347 | 56 351 |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | 5.60 | 223 | 4.21 | 0.55 | 1 707 | 136 185 | 47 169 |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | 12.67 | 163 | 3.09 | 0.49 | 2 446 | 104 036 | 24 140 |
| 6 | 13.44 | 180 | 3.73 | 0.63 | 2 567 | 121 473 | 28 383 |
| 7 | 9.94 | 221 | 4.62 | 0.43 | 2 326 | 109 708 | 47 440 |
| 8 | | | | | | | |
| 9 | 5.70 | 144 | 3.97 | 0.74 | 1 140 | 106 608 | 35 665 |
| 10 | 5.25 | 139 | 3.78 | 0.46 | 1 040 | 108 768 | 32 227 |
| 11 | 4.95 | 168 | 4.61 | 0.64 | 1 118 | 153 008 | 39 682 |
| 12 | 0.00 | 56 | 2.05 | 0.42 | | 45 441 | 16 597 |
| 13 | 0.00 | 88 | 3.09 | 0.55 | | 74 805 | 27 692 |
| 14 | | | | | | | |
| 15 | 2.84 | 194 | 5.89 | 0.57 | 740 | 183 567 | 58 830 |
| 16 | 2.22 | 111 | 4.29 | 0.47 | 616 | 98 935 | 40 701 |
| 17 | 5.48 | 80 | 2.71 | 0.53 | 1 370 | 86 037 | 31 480 |
| 18 | 3.01 | 128 | 3.41 | 0.59 | 975 | 144 324 | 41 717 |
| 19 | 4.73 | 98 | 3.77 | 0.62 | 1 389 | 101 719 | 47 854 |
| 20 | | | | | | | |
| 21 | 5.27 | 150 | 4.04 | 0.59 | 1 791 | 170 421 | 50 167 |
| 22 | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | |
| 24 | 13.51 | 264 | 4.77 | 0.69 | 3 471 | 154 614 | 48 606 |
| 25 | 9.66 | 221 | 3.45 | 0.69 | 1 314 | 79 032 | 28 559 |
| 26 | 7.83 | 277 | 4.80 | 0.72 | 1 997 | 103 271 | 40 441 |
| 27 | 6.18 | 294 | 4.53 | 0.66 | 1 491 | 127 021 | 37 293 |
| 28 | 1.64 | 219 | 6.03 | 0.62 | 460 | 163 366 | 49 132 |
| 29 | 53.88 | 55 | 1.70 | 0.31 | 8 836 | 32 483 | 17 113 |
| 30 | 0.00 | 469 | 12.41 | 0.78 | | 279 727 | 118 600 |
| 31 | | | | | | | |
| 32 | 3.86 | 185 | 2.72 | 0.55 | 429 | 56 912 | 30 071 |
| 33 | | | | | | | |
| 34 | 6.45 | 523 | 12.24 | 1.35 | 703 | 174 586 | 117 290 |
| 35 | | | | | | | |
| 36 | 2.13 | 319 | 6.06 | 1.11 | 854 | 116 030 | 67 072 |
| 37 | | | | | | | |
| 38 | 2.37 | 217 | 4.58 | 0.78 | 247 | 163 302 | 38 848 |
| 39 | | | | | | | |
| 40 | 0.00 | 611 | 19.13 | 1.24 | | 358 405 | 148 577 |
| 41 | 10.33 | 484 | 7.75 | 1.42 | 2 354 | 356 555 | 82 709 |
| 42 | 11.43 | 305 | 4.44 | 0.87 | 2 606 | 162 846 | 46 544 |
| 43 | | | | | | | |
| 44 | 11.33 | 194 | 4.02 | 0.54 | 2 856 | 89 476 | 31 151 |
| 45 | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | |
| 50 | 7.19 | 106 | 4.22 | 0.54 | 2 616 | 147 694 | 61 400 |
| 51 | 6.52 | 90 | 3.46 | 0.49 | 2 336 | 124 246 | 59 620 |
| 52 | 6.13 | 103 | 3.21 | 0.64 | 1 907 | 146 359 | 37 777 |
| 53 | 12.73 | 111 | 3.56 | 0.57 | 2 750 | 144 254 | 40 015 |
| 54 | 56.86 | 78 | 2.11 | 0.51 | 11 826 | 78 969 | 23 239 |
| 55 | 7.58 | 181 | 5.54 | 0.66 | 1 425 | 176 367 | 92 989 |
| 56 | | | | | | | |
| 57 | 2.65 | 35 | 1.69 | 0.59 | 506 | 23 689 | 11 603 |
| 58 | | | | | | | |
| 59 | | | | | | | |
| 60 | | | | | | | |
| 61 | | | | | | | |

4.5. CTD Bula 4 Août 2003

| Station | Profondeur Max (m) | Date / heure | Température (°C) | | Turbidité (NTU) | | Chlorophylle a ua | | Salinité (psu) | | Kd (m ⁻¹) | |
|---------|-----------------------|----------------|------------------|------|-----------------|------|-------------------|-------|----------------|------|-----------------------|-------|
| | | | moyenne | SE | moyenne | SE | moyenne | SE | moyenne | SE | moyenne | SE |
| 1 | 10.5 | 31/08/03 07:20 | 24.00 | 0.06 | 1.28 | 0.05 | 0.034 | 0.001 | 34.61 | 0.11 | -0.198 | 0.002 |
| 2 | 20.5 | 31/08/03 07:27 | 23.90 | 0.02 | 0.77 | 0.01 | 0.024 | 0.000 | 34.99 | 0.02 | -0.154 | 0.001 |
| 3 | 32 | 31/08/03 07:37 | 24.06 | 0.01 | 0.62 | 0.01 | 0.025 | 0.000 | 35.14 | 0.01 | -0.131 | 0.000 |
| 4 | 59 | 31/08/03 07:46 | 24.17 | 0.00 | 0.72 | 0.01 | 0.028 | 0.000 | 35.23 | 0.00 | -0.134 | 0.000 |
| 5 | >53 | 01/09/03 09:17 | 24.28 | 0.01 | 0.36 | 0.00 | 0.029 | 0.000 | 35.30 | 0.00 | -0.083 | 0.000 |
| 6 | >108 | 01/09/03 08:40 | 24.42 | 0.00 | 0.22 | 0.00 | 0.021 | 0.000 | 35.36 | 0.00 | -0.059 | 0.000 |
| 7 | 13 | 31/08/03 12:42 | 23.64 | 0.07 | 1.93 | 0.02 | 0.039 | 0.001 | 34.88 | 0.02 | -0.275 | 0.001 |
| 8 | 31 | 31/08/03 12:50 | 24.03 | 0.01 | 0.92 | 0.02 | 0.032 | 0.001 | 35.14 | 0.01 | -0.161 | 0.001 |
| 9 | 33 | 31/08/03 12:57 | 24.10 | 0.01 | 0.66 | 0.01 | 0.034 | 0.001 | 35.17 | 0.01 | -0.134 | 0.000 |
| 10 | 21 | 31/08/03 13:05 | 23.91 | 0.01 | 0.74 | 0.02 | 0.036 | 0.001 | 35.13 | 0.02 | -0.137 | 0.001 |
| 11 | 21 | 01/09/03 14:08 | 24.13 | 0.01 | 0.78 | 0.01 | 0.033 | 0.001 | 35.19 | 0.01 | -0.145 | 0.000 |
| 12 | 15.5 | 01/09/03 10:05 | 24.22 | 0.03 | 0.66 | 0.02 | 0.014 | 0.000 | 35.17 | 0.07 | -0.095 | 0.002 |
| 13 | 11.5 | 01/09/03 14:17 | 24.13 | 0.04 | 2.14 | 0.22 | 0.062 | 0.002 | 35.07 | 0.00 | -0.288 | 0.007 |
| 14 | 18.5 | 01/09/03 14:22 | 24.02 | 0.01 | 0.75 | 0.01 | 0.051 | 0.001 | 35.15 | 0.01 | -0.152 | 0.001 |
| 15 | 19 | 01/09/03 14:28 | 24.05 | 0.03 | 0.73 | 0.04 | 0.043 | 0.002 | 35.20 | 0.02 | -0.155 | 0.001 |
| 16 | 18 | 01/09/03 09:58 | 23.81 | 0.01 | 0.63 | 0.01 | 0.021 | 0.000 | 35.26 | 0.01 | -0.120 | 0.000 |
| 17 | 22 | 02/09/03 06:36 | 23.66 | 0.01 | 0.77 | 0.01 | 0.023 | 0.000 | 34.96 | 0.01 | -0.148 | 0.000 |
| 18 | 17 | 02/09/03 06:42 | 23.50 | 0.03 | 0.72 | 0.01 | 0.022 | 0.001 | 34.84 | 0.06 | -0.137 | 0.001 |
| 19 | 19 | 02/09/03 06:49 | 23.39 | 0.04 | 0.91 | 0.02 | 0.026 | 0.000 | 34.39 | 0.06 | -0.172 | 0.001 |
| 20 | 11.5 | 02/09/03 06:57 | 23.25 | 0.12 | 1.10 | 0.05 | 0.034 | 0.001 | 33.94 | 0.22 | -0.191 | 0.002 |
| 21 | 10 | 02/09/03 07:02 | 23.61 | 0.11 | 0.87 | 0.07 | 0.033 | 0.001 | 34.45 | 0.18 | -0.120 | 0.000 |
| 22 | 4.6 | 06/09/03 08:25 | 23.95 | 0.00 | 2.39 | 0.04 | 0.073 | 0.001 | 35.20 | 0.01 | -0.485 | 0.007 |
| 23 | 16.1 | 05/09/03 09:50 | 24.47 | 0.06 | 1.14 | 0.10 | 0.102 | 0.003 | 34.68 | 0.21 | -0.171 | 0.002 |
| 24 | 3 | 06/09/03 08:25 | 23.53 | 0.01 | 3.64 | 0.02 | 0.133 | 0.003 | 34.98 | 0.08 | -0.679 | 0.035 |
| 25 | 6 | 06/09/03 08:25 | 23.99 | 0.00 | 1.71 | 0.05 | 0.044 | 0.002 | 34.69 | 0.06 | -0.431 | 0.009 |
| 26 | 18 | 06/09/03 08:25 | 24.02 | 0.06 | 1.04 | 0.03 | 0.041 | 0.001 | 35.00 | 0.05 | -0.231 | 0.002 |
| 27 | 30 | 06/09/03 08:25 | 24.09 | 0.01 | 0.59 | 0.01 | 0.025 | 0.001 | 35.23 | 0.02 | -0.140 | 0.001 |
| 28 | 49 | 02/09/03 13:03 | 23.96 | 0.03 | 0.71 | 0.02 | 0.052 | 0.003 | 34.74 | 0.08 | -0.156 | 0.002 |
| 28.5 | 49 | 05/09/03 10:07 | 24.38 | 0.00 | 0.45 | 0.03 | 0.036 | 0.006 | 35.04 | 0.04 | -0.048 | 0.002 |
| 29 | 105 | 02/09/03 13:30 | 24.48 | 0.01 | 0.24 | 0.01 | 0.019 | 0.000 | 35.38 | 0.01 | -0.056 | 0.000 |
| 30 | 8.6 | 05/09/03 09:31 | 24.25 | 0.04 | 2.20 | 0.37 | 0.163 | 0.038 | 34.20 | 0.19 | -0.454 | 0.014 |
| 31 | 15.3 | 05/09/03 15:40 | 24.49 | 0.02 | 0.90 | 0.02 | 0.084 | 0.003 | 35.05 | 0.04 | -0.168 | 0.001 |
| 32 | 24 | 05/09/03 15:40 | 24.46 | 0.01 | 0.69 | 0.03 | 0.071 | 0.002 | 35.12 | 0.04 | -0.137 | 0.001 |
| 33 | 23.6 | 05/09/03 15:40 | 24.43 | 0.01 | 0.75 | 0.02 | 0.075 | 0.002 | 35.10 | 0.04 | -0.153 | 0.001 |
| 34 | 2.8 | 04/09/03 14:46 | 24.81 | 0.07 | 9.52 | 1.27 | 0.157 | 0.003 | 34.01 | 0.11 | -0.890 | 0.020 |
| 35 | 4.6 | 04/09/03 14:40 | 24.61 | 0.07 | 3.65 | 0.25 | 0.076 | 0.004 | 34.39 | 0.11 | -0.538 | 0.005 |
| 36 | 8.3 | 04/09/03 14:32 | 24.40 | 0.05 | 1.51 | 0.10 | 0.054 | 0.003 | 34.72 | 0.08 | -0.277 | 0.003 |
| 37 | 17 | 04/09/03 14:25 | 24.43 | 0.03 | 0.84 | 0.02 | 0.045 | 0.001 | 35.01 | 0.07 | -0.163 | 0.001 |
| 38 | 21 | 05/09/03 15:40 | 24.48 | 0.02 | 0.93 | 0.04 | 0.056 | 0.001 | 35.05 | 0.05 | -0.160 | 0.001 |
| 39 | 18.5 | 05/09/03 15:40 | 24.42 | 0.02 | 0.94 | 0.02 | 0.061 | 0.003 | 35.10 | 0.04 | -0.169 | 0.001 |
| 40 | 2.4 | 04/09/03 14:20 | 25.09 | 0.07 | 9.93 | 0.16 | 0.168 | 0.007 | 33.71 | 0.38 | -1.195 | 0.018 |
| 41 | 3.6 | 04/09/03 07:15 | 23.61 | 0.18 | 7.03 | 1.77 | 0.108 | 0.021 | 32.90 | 0.54 | -0.823 | 0.014 |
| 42 | 10.5 | 04/09/03 07:23 | 24.10 | 0.04 | 2.15 | 0.20 | 0.049 | 0.002 | 34.34 | 0.20 | -0.290 | 0.003 |
| 43 | 17.9 | 04/09/03 07:29 | 24.15 | 0.03 | 1.01 | 0.08 | 0.040 | 0.001 | 34.63 | 0.13 | -0.209 | 0.004 |
| 44 | 15.5 | 04/09/03 07:35 | 23.95 | 0.07 | 0.99 | 0.04 | 0.030 | 0.001 | 34.37 | 0.17 | -0.180 | 0.002 |
| 45 | 15 | 04/09/03 07:47 | 24.10 | 0.04 | 1.56 | 0.14 | 0.045 | 0.001 | 34.53 | 0.15 | -0.232 | 0.002 |
| 46 | | | | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | | | | |
| 48 | > 104 | 02/09/03 13:57 | 24.53 | 0.01 | 0.18 | 0.00 | 0.015 | 0.000 | 35.41 | 0.01 | -0.044 | 0.000 |
| 49 | | | | | | | | | | | | |
| 50 | 1.7 | 03/09/03 14:36 | 24.38 | 0.15 | 1.86 | 0.02 | 0.033 | 0.000 | 30.28 | 1.36 | -0.214 | 0.071 |
| 51 | 1.8 | 03/09/03 14:28 | 24.35 | 0.11 | 4.07 | 0.50 | 0.096 | 0.007 | 33.01 | 0.03 | -0.440 | 0.073 |
| 52 | 13 | 03/09/03 14:42 | 24.33 | 0.02 | 1.80 | 0.09 | 0.050 | 0.003 | 34.78 | 0.13 | -0.246 | 0.002 |
| 53 | 17 | 02/09/03 15:22 | 24.39 | 0.02 | 0.94 | 0.06 | 0.036 | 0.000 | 35.00 | 0.06 | -0.034 | 0.003 |
| 54 | 58 | 02/09/03 15:02 | 24.66 | 0.01 | 0.23 | 0.01 | 0.015 | 0.000 | 35.35 | 0.02 | -0.041 | 0.000 |
| 55 | 2.1 | 03/09/03 14:24 | 24.69 | 0.00 | 5.82 | 0.07 | 0.059 | 0.001 | 33.09 | 0.02 | -0.650 | 0.037 |
| 56 | 2.5 | 03/09/03 14:17 | 24.47 | 0.01 | 2.71 | 0.11 | 0.054 | 0.002 | 32.61 | 0.04 | -0.310 | 0.015 |
| 57 | 2.8 | 03/09/03 08:30 | 23.02 | 0.02 | 7.77 | 1.44 | 0.124 | 0.003 | 5.65 | 0.91 | -0.904 | 0.017 |
| 58 | 2.4 | 03/09/03 08:22 | 22.98 | 0.04 | 9.63 | 1.10 | 0.203 | 0.007 | 3.20 | 1.25 | -1.237 | 0.031 |
| 59 | 3.4 | 03/09/03 08:14 | 22.96 | 0.01 | 5.68 | 0.53 | 0.112 | 0.003 | 0.07 | 0.00 | -0.586 | 0.006 |
| 60 | 3.8 | 03/09/03 08:06 | 22.93 | 0.00 | 3.51 | 0.11 | 0.077 | 0.001 | 0.05 | 0.00 | -0.663 | 0.007 |
| 61 | 5.9 | 03/09/03 07:55 | 22.85 | 0.01 | 4.77 | 0.12 | 0.073 | 0.000 | 0.05 | 0.00 | -0.747 | 0.006 |

4.6. Nutriments Bula 4 Août 2003

| Station | Date | NO ₃ (µM) | | NH ₄ (µM) | | PO ₄ (µM) | | Si (µM) | NOD (µM) | | POD (µM) | | Ni/Pi (M/M) | | NOD/POD (M/M) | |
|---------|---------|----------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|---------|----------|-------|----------|-------|-------------|-------|---------------|-------|
| | | Moyenne | Sigma | Moyenne | Sigma | Moyenne | Sigma | | Moyenne | Sigma | Moyenne | Sigma | Moyenne | Sigma | Moyenne | Sigma |
| 1 | 31/8/03 | 0.049 | 0.004 | 0.123 | 0.004 | 0.020 | 0.003 | 10.0 | 5.22 | 0.03 | 0.198 | 0.022 | 8.49 | 1.8 | 26.3 | 3.1 |
| 2 | 31/8/03 | 0.067 | 0.002 | 0.101 | 0.002 | 0.025 | 0.001 | 7.1 | 5.16 | 0.26 | 0.213 | 0.002 | 6.74 | 0.3 | 24.3 | 1.4 |
| 3 | 31/8/03 | 0.054 | 0.001 | 0.026 | 0.001 | 0.037 | 0.001 | 4.8 | 4.75 | 0.53 | 0.192 | 0.012 | 2.18 | 0.1 | 24.8 | 4.3 |
| 4 | 31/8/03 | 0.094 | 0.001 | 0.044 | 0.003 | 0.034 | 0.004 | 2.9 | 4.47 | 0.02 | 0.211 | 0.004 | 4.02 | 0.6 | 21.2 | 0.5 |
| 5 | 1/9/03 | 0.078 | 0.001 | 0.028 | 0.004 | 0.028 | 0.005 | 2.3 | 3.91 | 0.07 | 0.194 | 0.002 | 3.82 | 1.0 | 20.1 | 0.6 |
| 6 | 1/9/03 | 0.021 | 0.007 | 0.010 | 0.004 | 0.022 | | 2.4 | 4.03 | 0.08 | 0.187 | 0.007 | 1.40 | 0.5 | 21.5 | 1.2 |
| 7 | 31/8/03 | 0.093 | 0.004 | 0.047 | 0.000 | 0.068 | 0.001 | 6.1 | 5.29 | 0.05 | 0.249 | 0.018 | 2.05 | 0.1 | 21.2 | 1.7 |
| 8 | 31/8/03 | 0.040 | 0.002 | 0.014 | 0.000 | 0.027 | 0.002 | 4.4 | 4.57 | 0.10 | 0.215 | 0.007 | 1.97 | 0.2 | 21.3 | 1.1 |
| 9 | 31/8/03 | 0.022 | 0.002 | 0.011 | 0.001 | 0.079 | | 4.0 | 4.43 | 0.13 | 0.220 | 0.002 | 0.43 | 0.0 | 20.2 | 0.7 |
| 10 | 31/8/03 | 0.003 | 0.003 | 0.008 | 0.002 | 0.009 | | 4.4 | 4.52 | 0.13 | 0.194 | 0.009 | 1.10 | 0.6 | 23.3 | 1.7 |
| 11 | 1/9/03 | 0.053 | 0.002 | 0.036 | 0.002 | 0.055 | 0.000 | 4.2 | 4.75 | 0.26 | 0.272 | 0.034 | 1.62 | 0.1 | 17.5 | 3.2 |
| 12 | 1/9/03 | 0.059 | 0.007 | 0.026 | 0.002 | 0.043 | 0.012 | 5.0 | 4.62 | 0.06 | 0.242 | 0.031 | 1.97 | 0.8 | 19.1 | 2.8 |
| 13 | 1/9/03 | 0.020 | | 0.033 | 0.003 | 0.042 | 0.012 | 3.5 | 4.99 | 0.11 | 0.261 | 0.002 | 1.28 | 0.5 | 19.1 | 0.6 |
| 14 | 1/9/03 | 0.013 | 0.001 | 0.015 | 0.002 | 0.023 | 0.010 | 4.1 | 4.22 | 0.22 | 0.210 | 0.018 | 1.21 | 0.9 | 20.1 | 2.8 |
| 15 | 1/9/03 | 0.016 | 0.002 | 0.011 | 0.002 | 0.032 | 0.010 | 2.4 | 4.64 | 0.17 | 0.232 | 0.003 | 0.86 | 0.4 | 20.0 | 1.0 |
| 16 | 1/9/03 | 0.112 | | 0.045 | 0.004 | 0.070 | | 3.5 | 4.40 | 0.06 | 0.286 | 0.021 | 2.26 | 0.1 | 15.4 | 1.3 |
| 17 | 2/9/03 | 0.158 | 0.001 | 0.039 | 0.001 | 0.072 | 0.002 | 6.3 | 4.65 | 0.07 | 0.264 | 0.008 | 2.74 | 0.1 | 17.6 | 0.8 |
| 18 | 2/9/03 | 0.113 | 0.001 | 0.019 | 0.002 | 0.065 | 0.000 | 9.0 | 4.80 | 0.10 | 0.270 | 0.004 | 2.04 | 0.0 | 17.8 | 0.6 |
| 19 | 2/9/03 | 0.110 | 0.002 | 0.038 | 0.000 | 0.102 | 0.006 | 15.1 | 5.32 | 0.12 | 0.298 | 0.007 | 1.46 | 0.1 | 17.8 | 0.8 |
| 20 | 2/9/03 | 0.005 | 0.002 | 0.009 | 0.001 | 0.084 | 0.011 | 20.9 | 5.66 | 0.01 | 0.343 | 0.012 | 0.16 | 0.1 | 16.5 | 0.6 |
| 21 | 2/9/03 | 0.047 | 0.001 | 0.010 | 0.000 | 0.108 | 0.002 | 11.8 | 5.65 | 0.17 | 0.340 | 0.013 | 0.53 | 0.0 | 16.6 | 1.2 |
| 22 | 6/9/03 | 0.045 | 0.004 | 0.027 | 0.001 | 0.075 | 0.005 | 3.0 | 5.77 | 0.20 | 0.314 | 0.009 | 0.96 | 0.1 | 18.4 | 1.2 |
| 23 | 5/9/03 | 0.028 | 0.002 | 0.017 | 0.001 | 0.107 | 0.005 | 5.2 | 6.13 | 0.07 | 0.314 | 0.008 | 0.43 | 0.1 | 19.5 | 0.7 |
| 24 | 6/9/03 | 0.018 | 0.001 | 0.011 | 0.002 | 0.142 | 0.004 | 4.0 | 6.74 | 0.42 | 0.421 | 0.018 | 0.20 | 0.0 | 16.0 | 1.7 |
| 25 | 6/9/03 | 0.017 | 0.003 | 0.005 | 0.001 | 0.080 | | 6.4 | 5.40 | 0.50 | 0.303 | 0.021 | 0.27 | 0.1 | 17.8 | 2.9 |
| 26 | 6/9/03 | 0.015 | 0.003 | 0.005 | 0.002 | 0.056 | 0.003 | 6.4 | 5.01 | 0.06 | 0.282 | 0.001 | 0.35 | 0.1 | 17.7 | 0.3 |
| 27 | 6/9/03 | 0.014 | 0.001 | 0.004 | 0.001 | 0.036 | 0.011 | | 4.97 | 0.04 | 0.231 | 0.024 | 0.51 | 0.2 | 21.5 | 2.5 |
| 28 | 2/9/03 | 0.014 | 0.002 | 0.006 | 0.001 | 0.076 | 0.011 | 12.1 | 5.04 | 0.12 | 0.337 | 0.010 | 0.26 | 0.1 | 15.0 | 0.8 |
| 28 | 5/9/03 | 0.054 | 0.015 | | | 0.077 | 0.002 | 5.8 | 5.15 | 0.01 | 0.263 | 0.012 | | | 19.6 | 1.0 |
| 29 | 2/9/03 | 0.069 | 0.001 | 0.023 | 0.006 | 0.062 | 0.000 | 5.1 | 3.86 | 0.13 | 0.214 | 0.016 | 1.47 | 0.1 | 18.0 | 2.0 |
| 30 | 5/9/03 | 0.024 | 0.001 | 0.016 | 0.007 | 0.132 | 0.005 | 13.5 | 6.21 | 0.18 | 0.369 | 0.001 | 0.31 | 0.1 | 16.8 | 0.5 |
| 31 | 5/9/03 | 0.038 | 0.014 | 0.014 | 0.002 | 0.075 | 0.000 | 7.5 | 5.30 | 0.00 | 0.283 | 0.001 | 0.69 | 0.2 | 18.7 | 0.0 |
| 32 | 5/9/03 | 0.026 | 0.001 | 0.009 | 0.002 | 0.093 | | 5.7 | 4.99 | 0.36 | 0.283 | 0.001 | 0.37 | 0.0 | 17.6 | 1.4 |
| 33 | 5/9/03 | 0.019 | 0.001 | 0.006 | 0.001 | 0.072 | 0.008 | 5.2 | 5.31 | 0.01 | 0.299 | 0.006 | 0.35 | 0.1 | 17.8 | 0.4 |
| 34 | 4/9/03 | 0.030 | 0.002 | 0.012 | 0.002 | 0.310 | 0.010 | 11.2 | 9.29 | 0.05 | 0.757 | 0.007 | 0.14 | 0.0 | 12.3 | 0.2 |
| 35 | 4/9/03 | 0.028 | 0.003 | 0.017 | 0.005 | 0.264 | | 12.4 | 7.94 | 0.07 | 0.528 | 0.018 | 0.17 | 0.0 | 15.0 | 0.7 |
| 36 | 4/9/03 | 0.016 | 0.007 | 0.010 | 0.004 | 0.111 | | 7.0 | 5.82 | 0.00 | 0.267 | 0.000 | 0.23 | 0.1 | 21.8 | 0.0 |
| 37 | 4/9/03 | 0.014 | 0.001 | 0.009 | 0.004 | 0.066 | 0.001 | 9.3 | 5.47 | 0.38 | 0.272 | 0.008 | 0.35 | 0.1 | 20.1 | 2.0 |
| 38 | 5/9/03 | 0.013 | 0.001 | 0.020 | 0.011 | 0.092 | | 5.9 | 5.90 | 0.05 | 0.334 | 0.007 | 0.36 | 0.1 | 17.7 | 0.5 |
| 39 | 5/9/03 | 0.022 | 0.002 | 0.008 | 0.002 | 0.062 | 0.007 | 6.0 | 5.33 | 0.16 | 0.289 | 0.009 | 0.48 | 0.1 | 18.5 | 1.1 |
| 40 | 4/9/03 | 0.017 | 0.002 | 0.015 | 0.003 | 0.311 | 0.003 | 10.6 | 11.22 | 0.07 | 0.797 | 0.044 | 0.10 | 0.0 | 14.1 | 0.9 |
| 41 | 4/9/03 | 0.030 | 0.006 | 0.028 | 0.004 | 0.208 | 0.005 | 18.5 | 8.20 | 0.23 | 0.605 | 0.027 | 0.28 | 0.1 | 13.6 | 1.0 |
| 42 | 4/9/03 | 0.075 | 0.007 | 0.008 | 0.000 | 0.096 | 0.008 | 11.0 | 5.44 | 0.34 | 0.355 | 0.008 | 0.85 | 0.2 | 15.3 | 1.3 |
| 43 | 4/9/03 | 0.025 | 0.003 | 0.017 | 0.007 | 0.098 | 0.007 | 7.9 | 5.05 | 0.08 | 0.332 | 0.011 | 0.42 | 0.1 | 15.2 | 0.7 |
| 44 | 4/9/03 | 0.014 | 0.003 | 0.006 | 0.000 | 0.075 | | 19.3 | 4.79 | 0.12 | 0.322 | 0.002 | 0.27 | 0.0 | 14.9 | 0.5 |
| 45 | 4/9/03 | 0.030 | 0.004 | 0.014 | 0.001 | 0.116 | 0.004 | 13.2 | 5.55 | 0.06 | 0.381 | 0.002 | 0.38 | 0.1 | 14.6 | 0.2 |
| 48 | 2/9/03 | 0.022 | 0.001 | 0.005 | 0.001 | 0.048 | 0.000 | 2.6 | 3.72 | 0.08 | 0.179 | 0.020 | 0.57 | 0.0 | 20.8 | 2.9 |
| 50 | 3/9/03 | 0.012 | 0.003 | 0.013 | 0.001 | 0.139 | | 46.5 | 5.02 | 0.18 | 0.439 | 0.014 | 0.18 | 0.0 | 11.4 | 0.8 |
| 51 | 3/9/03 | 0.027 | 0.001 | 0.035 | 0.003 | 0.215 | 0.006 | 22.0 | 5.21 | 0.00 | 0.419 | 0.001 | 0.29 | 0.0 | 12.4 | 0.0 |
| 52 | 3/9/03 | 0.266 | | 0.021 | 0.002 | 0.153 | | 7.4 | 4.31 | 0.00 | 0.322 | 0.002 | 1.87 | 0.0 | 13.4 | 0.1 |
| 53 | 2/9/03 | 0.097 | 0.001 | 0.009 | 0.001 | 0.072 | 0.004 | 7.0 | 4.19 | 0.00 | 0.263 | 0.009 | 1.47 | 0.1 | 15.9 | 0.6 |
| 54 | 2/9/03 | 0.025 | 0.000 | 0.008 | 0.004 | 0.059 | 0.001 | 8.0 | 4.56 | 0.14 | 0.291 | 0.020 | 0.57 | 0.1 | 15.7 | 1.6 |
| 55 | 3/9/03 | 0.032 | | 0.018 | 0.001 | 0.213 | | 26.3 | 5.27 | 0.06 | 0.484 | 0.002 | 0.23 | 0.0 | 10.9 | 0.2 |
| 56 | 3/9/03 | 0.034 | 0.000 | 0.013 | 0.002 | 0.203 | 0.004 | 20.8 | 5.27 | 0.10 | 0.430 | 0.012 | 0.23 | 0.0 | 12.2 | 0.6 |
| 57 | 3/9/03 | 0.093 | 0.003 | 0.079 | 0.004 | 0.287 | | 314.2 | 6.75 | 0.71 | 0.580 | 0.048 | 0.60 | 0.0 | 11.6 | 2.2 |
| 58 | 3/9/03 | 0.040 | 0.002 | 0.017 | 0.002 | 0.390 | 0.001 | 367.6 | 6.97 | 0.26 | 0.683 | 0.003 | 0.15 | 0.0 | 10.2 | 0.4 |
| 59 | 3/9/03 | 0.021 | 0.004 | 0.039 | 0.001 | 0.388 | 0.009 | 373.6 | 5.97 | 0.17 | 0.619 | 0.006 | 0.15 | 0.0 | 9.6 | 0.4 |
| 60 | 3/9/03 | 0.047 | 0.001 | 0.015 | 0.002 | 0.350 | 0.005 | 366.1 | 5.26 | 0.20 | 0.530 | 0.009 | 0.18 | 0.0 | 9.9 | 0.5 |
| 61 | 3/9/03 | 0.293 | 0.006 | 0.106 | 0.005 | 0.421 | 0.009 | 374.7 | 5.95 | 0.08 | 0.586 | 0.004 | 0.95 | 0.0 | 10.2 | 0.2 |

4.7. Chlorophylle, productions primaire et bactérienne Bula 4 Août 03

| station | Date | Chlorophylle a ($\mu\text{g.l}^{-1}$) | | | Phaeopigments ($\mu\text{g.l}^{-1}$) | | | % Chl.a active | | | CaCO ₃ | PPrimaire | P. bactérienne ($\mu\text{M.h}^{-1}$) | | |
|---------|---------|---|-----------|------------|--|-----------|------------|----------------|-----------|------------|-----------------------|------------------------------------|---|-------|------|
| | | GF/F | > 2 μ | > 10 μ | GF/F | > 2 μ | > 10 μ | GF/F | > 2 μ | > 10 μ | $\mu\text{gC.l}^{-1}$ | $\mu\text{gC.l}^{-1}\text{h}^{-1}$ | $^{\circ}\text{C inc}$ | Moy. | SD |
| 1 | 31/8/03 | 0.477 | 0.266 | 0.143 | 0.196 | 0.121 | 0.051 | 70.8 | 68.8 | 73.9 | 27 797 | 6.87 | 23.0 | 14.17 | 0.85 |
| 2 | 31/8/03 | 0.574 | 0.190 | 0.144 | 0.227 | 0.105 | 0.071 | 71.6 | 64.4 | 66.9 | 27 797 | 5.36 | 23.0 | 6.96 | 0.51 |
| 3 | 31/8/03 | 0.434 | 0.241 | 0.120 | 0.185 | 0.102 | 0.053 | 70.1 | 70.2 | 69.5 | 28 131 | 4.98 | 23.0 | 3.99 | 0.44 |
| 4 | 31/8/03 | 0.452 | 0.250 | 0.152 | 0.192 | 0.109 | 0.056 | 70.2 | 69.7 | 73.1 | 28 466 | 5.71 | 23.0 | 5.18 | 0.36 |
| 5 | 1/9/03 | 0.372 | 0.127 | 0.052 | 0.189 | 0.078 | 0.028 | 66.3 | 62.1 | 65.0 | 27 895 | 4.10 | 23.5 | 0.88 | 0.07 |
| 6 | 1/9/03 | 0.282 | 0.059 | 0.023 | 0.135 | 0.041 | 0.024 | 67.7 | 59.1 | 49.3 | 28 367 | 2.63 | 23.5 | 2.57 | 0.20 |
| 7 | 31/8/03 | 0.859 | 0.291 | 0.185 | 0.359 | 0.136 | 0.083 | 70.5 | 68.2 | 69.1 | 28 131 | 7.12 | 23.0 | 10.96 | 0.37 |
| 8 | 31/8/03 | 0.638 | 0.313 | 0.138 | 0.238 | 0.134 | 0.047 | 72.8 | 70.1 | 74.7 | 27 757 | 7.15 | 23.0 | 7.58 | 0.18 |
| 9 | 31/8/03 | 0.497 | 0.306 | 0.152 | 0.173 | 0.110 | 0.053 | 74.1 | 73.5 | 74.2 | 28 623 | 6.09 | 23.0 | 3.59 | 0.35 |
| 10 | 31/8/03 | 0.470 | 0.247 | 0.195 | 0.173 | 0.091 | 0.052 | 73.1 | 73.1 | 79.0 | 27 993 | 3.96 | 23.0 | 4.54 | 0.39 |
| 11 | 1/9/03 | 0.510 | 0.269 | 0.156 | 0.201 | 0.086 | 0.048 | 71.8 | 75.8 | 76.4 | 28 328 | 3.59 | 22.5 | 4.33 | 0.29 |
| 12 | 1/9/03 | 0.831 | 0.471 | 0.272 | 0.305 | 0.137 | 0.068 | 73.2 | 77.5 | 80.0 | 28 131 | 13.46 | 23.5 | 9.43 | 1.14 |
| 13 | 1/9/03 | 0.751 | 0.507 | 0.244 | 0.263 | 0.148 | 0.054 | 74.1 | 77.4 | 81.9 | 28 367 | 10.88 | 22.5 | 11.01 | 0.56 |
| 14 | 1/9/03 | 0.699 | 0.496 | 0.320 | 0.310 | 0.121 | 0.039 | 69.3 | 80.4 | 89.0 | 28 662 | 8.22 | 22.5 | 10.81 | 2.79 |
| 15 | 1/9/03 | 0.549 | 0.321 | 0.180 | 0.186 | 0.100 | 0.062 | 74.6 | 76.2 | 74.5 | 30 393 | 6.71 | 22.5 | 5.63 | 0.67 |
| 16 | 1/9/03 | 0.301 | 0.099 | 0.087 | 0.166 | 0.060 | 0.043 | 64.5 | 62.2 | 66.7 | 26 557 | 6.08 | 23.5 | 10.99 | 0.67 |
| 17 | 2/9/03 | 0.286 | 0.144 | 0.051 | 0.160 | 0.108 | 0.024 | 64.1 | 57.1 | 68.1 | 28 190 | 2.85 | 23.0 | 7.07 | 0.30 |
| 18 | 2/9/03 | 0.337 | 0.199 | 0.113 | 0.174 | 0.108 | 0.034 | 65.9 | 64.9 | 77.0 | 28 289 | 4.45 | 23.0 | 5.85 | 0.14 |
| 19 | 2/9/03 | 0.446 | 0.263 | 0.149 | 0.193 | 0.131 | 0.041 | 69.8 | 66.8 | 78.6 | 26 931 | 5.29 | 23.0 | 9.34 | 0.25 |
| 20 | 2/9/03 | 0.693 | 0.399 | 0.232 | 0.220 | 0.143 | 0.054 | 75.9 | 73.6 | 81.2 | 27 167 | 7.79 | 23.0 | 20.90 | 1.12 |
| 21 | 2/9/03 | 0.586 | 0.345 | 0.213 | 0.235 | 0.130 | 0.059 | 71.4 | 72.6 | 78.3 | 27 364 | 6.99 | 23.0 | 15.26 | 0.04 |
| 22 | 6/9/03 | 0.921 | 0.419 | 0.265 | 0.253 | 0.138 | 0.052 | 78.4 | 75.2 | 83.6 | 28 623 | 8.90 | 23.0 | 10.75 | 0.40 |
| 23 | 5/9/03 | 1.263 | 0.773 | 0.546 | 0.358 | 0.155 | 0.062 | 77.9 | 83.3 | 89.8 | 28 230 | 19.96 | 23.5 | 24.52 | 0.63 |
| 23 | 5/9/03 | 0.705 | 0.310 | 0.225 | 0.221 | 0.102 | 0.050 | 76.1 | 75.2 | 81.8 | 28 230 | 7.00 | 23.5 | 3.71 | 0.07 |
| 24 | 6/9/03 | 1.822 | 0.658 | 0.804 | 0.940 | 0.216 | 0.227 | 66.0 | 75.3 | 78.0 | 28 721 | 17.30 | 23.0 | 21.22 | 1.26 |
| 25 | 6/9/03 | 0.589 | 0.242 | 0.064 | 0.225 | 0.101 | 0.035 | 72.3 | 70.6 | 65.0 | 28 131 | 5.69 | 23.0 | 8.75 | 0.59 |
| 26 | 6/9/03 | 0.517 | 0.145 | 0.046 | 0.188 | 0.074 | 0.023 | 73.3 | 66.4 | 67.0 | 28 564 | 4.85 | 23.0 | 7.45 | 0.21 |
| 27 | 6/9/03 | 0.454 | 0.258 | 0.044 | 0.188 | 0.066 | 0.028 | 70.8 | 79.7 | 60.8 | 28 367 | 3.80 | 23.0 | 4.28 | 0.13 |
| 28 | 2/9/03 | 1.047 | 0.612 | 0.404 | 0.254 | 0.163 | 0.062 | 80.5 | 79.0 | 86.6 | 27 757 | 2.37 | 23.0 | 1.27 | 0.05 |
| 28 | 5/9/03 | 0.546 | 0.233 | 0.131 | 0.197 | 0.079 | 0.034 | 73.5 | 74.6 | 79.4 | 27 757 | 8.62 | 23.5 | 10.50 | 0.70 |
| 28 | 5/9/03 | 0.263 | 0.076 | 0.035 | 0.117 | 0.051 | 0.018 | 69.2 | 59.8 | 66.6 | 28 328 | 8.66 | 23.5 | 1.44 | 0.09 |
| 29 | 2/9/03 | 0.336 | 0.121 | 0.064 | 0.149 | 0.049 | 0.020 | 69.2 | 71.2 | 75.8 | 28 997 | 3.51 | 23.0 | 1.70 | 0.08 |
| 30 | 5/9/03 | 0.959 | 0.575 | 0.395 | 0.283 | 0.121 | 0.054 | 77.2 | 82.6 | 87.9 | 28 426 | 13.51 | 23.5 | 11.75 | 0.48 |
| 31 | 5/9/03 | 0.738 | 0.273 | 0.138 | 0.241 | 0.089 | 0.035 | 75.4 | 75.5 | 79.7 | 28 426 | 4.12 | 23.5 | 8.80 | 0.16 |
| 32 | 5/9/03 | 1.017 | 0.428 | 0.207 | 0.290 | 0.108 | 0.037 | 77.8 | 79.8 | 84.8 | 28 564 | 5.56 | 23.5 | 12.14 | 0.27 |
| 33 | 5/9/03 | 0.926 | 0.374 | 0.132 | 0.261 | 0.095 | 0.032 | 78.0 | 79.7 | 80.6 | 27 325 | 2.86 | 23.5 | 11.13 | 0.05 |
| 34 | 4/9/03 | 2.935 | 2.057 | 1.156 | 1.059 | 0.487 | 0.226 | 73.5 | 80.9 | 83.7 | 27 462 | 27.09 | 23.5 | 48.67 | 2.78 |
| 35 | 4/9/03 | 1.787 | 1.042 | 0.561 | 0.394 | 0.190 | 0.092 | 81.9 | 84.6 | 86.0 | 28 525 | 12.16 | 23.5 | 20.73 | 1.69 |
| 36 | 4/9/03 | 1.158 | 0.544 | 0.124 | 0.323 | 0.130 | 0.034 | 78.2 | 80.7 | 78.6 | 27 757 | 8.22 | 23.5 | 9.70 | 0.55 |
| 37 | 4/9/03 | 1.037 | 0.437 | 0.140 | 0.283 | 0.090 | 0.030 | 78.6 | 82.9 | 82.5 | 28 367 | 8.64 | 23.5 | 12.79 | 0.59 |
| 38 | 5/9/03 | 0.854 | 0.310 | 0.149 | 0.235 | 0.087 | 0.030 | 78.4 | 78.1 | 83.2 | 27 757 | 4.38 | 23.5 | 10.06 | 1.06 |
| 39 | 5/9/03 | 0.555 | 0.212 | 0.081 | 0.194 | 0.080 | 0.018 | 74.1 | 72.5 | 81.9 | 28 426 | 4.26 | 23.5 | 9.94 | 0.37 |
| 40 | 4/9/03 | 3.048 | 1.580 | 1.277 | 0.708 | 0.469 | 0.248 | 81.2 | 77.1 | 83.7 | 27 797 | 20.03 | 23.5 | 35.63 | 1.41 |
| 41 | 4/9/03 | 3.200 | 1.536 | 1.260 | 1.570 | 0.296 | 0.311 | 67.1 | 83.8 | 80.2 | 27 757 | 29.78 | 23.0 | 18.85 | 1.11 |
| 42 | 4/9/03 | 0.634 | 0.300 | 0.153 | 0.240 | 0.109 | 0.048 | 72.5 | 73.3 | 76.2 | 28 662 | 7.68 | 23.0 | 9.71 | 0.20 |
| 43 | 4/9/03 | 0.708 | 0.382 | 0.132 | 0.290 | 0.131 | 0.030 | 71.0 | 74.5 | 81.3 | 29 095 | 7.73 | 23.0 | 8.61 | 0.27 |
| 44 | 4/9/03 | 0.436 | 0.160 | 0.054 | 0.150 | 0.062 | 0.019 | 74.4 | 72.3 | 73.6 | 27 895 | 5.34 | 23.0 | 9.07 | 0.33 |
| 45 | 4/9/03 | 0.862 | 0.481 | 0.260 | 0.318 | 0.140 | 0.057 | 73.0 | 77.4 | 82.0 | 27 325 | 10.73 | 23.0 | 11.87 | 1.35 |
| 48 | 2/9/03 | 0.240 | 0.061 | 0.023 | 0.091 | 0.027 | 0.012 | 72.5 | 69.5 | 66.7 | 28 957 | 1.66 | 23.0 | 0.89 | 0.10 |
| 50 | 3/9/03 | 0.866 | 0.389 | 0.148 | 0.309 | 0.117 | 0.038 | 73.7 | 76.9 | 79.4 | 26 125 | 10.53 | 23.5 | 12.63 | 1.73 |
| 51 | 3/9/03 | 1.188 | 0.770 | 0.408 | 0.682 | 0.280 | 0.099 | 63.5 | 73.4 | 80.4 | 28 092 | 14.31 | 23.5 | 13.02 | 0.62 |
| 52 | 3/9/03 | 0.709 | 0.342 | 0.177 | 0.298 | 0.142 | 0.052 | 70.4 | 70.6 | 77.1 | 28 466 | 9.12 | 23.5 | 3.90 | 0.13 |
| 53 | 2/9/03 | 0.781 | 0.326 | 0.149 | 0.258 | 0.120 | 0.043 | 75.2 | 73.1 | 77.5 | 28 289 | 7.72 | 23.0 | 5.22 | 0.41 |
| 54 | 2/9/03 | 0.416 | 0.155 | 0.069 | 0.149 | 0.046 | 0.017 | 73.6 | 77.1 | 80.2 | 28 230 | 4.94 | 23.0 | 2.85 | 0.09 |
| 55 | 3/9/03 | 1.253 | 0.780 | 0.372 | 0.590 | 0.296 | 0.084 | 68.0 | 72.5 | 81.5 | 28 092 | 13.85 | 23.5 | 14.19 | 0.74 |
| 56 | 3/9/03 | 1.133 | 0.630 | 0.274 | 0.395 | 0.205 | 0.054 | 74.2 | 75.5 | 83.5 | 14 125 | 10.56 | 23.5 | 12.76 | 2.36 |
| 57 | 3/9/03 | 1.982 | 1.182 | 0.232 | 0.835 | 0.439 | 0.070 | 70.4 | 72.9 | 76.8 | 14 125 | 42.85 | 23.0 | 9.49 | 0.18 |
| 58 | 3/9/03 | 5.467 | 2.919 | 0.205 | 2.413 | 1.164 | 0.060 | 69.4 | 71.5 | 77.3 | 12 098 | 57.34 | 23.0 | 8.42 | 0.18 |
| 59 | 3/9/03 | 2.826 | 1.196 | 0.082 | 2.113 | 0.321 | 0.055 | 57.2 | 78.8 | 59.8 | 11 233 | 36.42 | 23.0 | 19.55 | 0.39 |
| 60 | 3/9/03 | 2.124 | 1.143 | 0.134 | 0.623 | 0.158 | 0.037 | 77.3 | 87.9 | 78.3 | 11 233 | 26.41 | 23.0 | 10.79 | 0.90 |
| 61 | 3/9/03 | 1.930 | 0.969 | 0.057 | 3.229 | 1.199 | 0.127 | 37.4 | 44.7 | 31.0 | 11 233 | 37.38 | 23.0 | 11.01 | 0.31 |