

« Eutrophisation en milieu lagonaire »

Compte-Rendu

Subvention CORDET N° 94 T 09

Jean-Pascal TORRETON, Jean PAGES, Pierre HARRIS, Vincent TALBOT,
Stéphanie POURLIER, Renaud FICHEZ

Centre ORSTOM de Tahiti, BP 529 Papeete, Polynésie Française

Décembre 1997

Sommaire

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUCTION | 3 |
| 2. MATERIELS ET METHODES | 5 |
| 2.1. Description du site d'étude et des stations | 5 |
| 2.2. Physico-chimie des eaux | 5 |
| 3. RESULTATS | 7 |
| 3.1. Caractéristiques physico-chimiques et biologiques de la colonne d'eau étudiées par campagnes mensuelles | 7 |
| 3.1.1. Variations entre prélèvements | 7 |
| 3.1.2. Valeurs moyennes | 11 |
| 3.1.2.1. Chlorophylle a | 11 |
| 3.1.2.2. production primaire | 13 |
| 3.1.2.2.1. Lumière | 13 |
| 3.1.2.2.1.1. Atténuation verticale: K_d | 13 |
| 3.1.2.2.1.2. Disque de Secchi | 15 |
| 3.1.2.2.1.3. SD et K_d | 16 |
| 3.1.2.2.2. Carbone minéral dissous (DIC) | 16 |
| 3.1.2.2.3. Production : A_z , P_z , P_m , α | 16 |
| 3.1.2.2.3.1. Rappels de méthodologie | 16 |
| 3.1.2.2.3.2. Valeurs | 17 |
| 3.1.2.2.3.3. Production spécifique | 17 |
| 3.1.2.2.3.4. Corrélations, et facteurs de P_m | 19 |
| 3.1.2.2.4. Production intégrée | 20 |
| 3.1.2.2.4.1. Valeurs : $\sum_z \sum_t A$ | 20 |
| 3.1.2.2.4.2. Rendement | 20 |
| 3.1.2.3. poids sestonique minéral et organique | 21 |
| 3.1.2.4. turbidité | 23 |
| 3.1.2.5. Relation turbidité / MES | 23 |
| 3.1.2.6. Silicates | 23 |
| 3.1.2.7. Nitrates + nitrites | 26 |
| 3.1.2.8. Ammonium | 26 |
| 3.1.2.9. Phosphates | 27 |
| 3.1.2.10. Relations nutriments / silicates | 28 |
| 3.1.2.11. Indice optique de la matière organique dissoute (MOD) | 30 |
| 3.1.2.12. Phosphore organique particulaire | 34 |
| 3.1.2.13. Biomasse bactérienne | 35 |
| 3.1.2.14. Production bactérienne | 36 |
| 3.1.2.15. Importance de la production bactérienne comparée à la production primaire | 37 |
| 3.1.3. Régulation des populations planctoniques | 38 |
| 3.1.3.1. Contrôle du phytoplancton | 38 |
| 3.1.3.2. Contrôle du bactérioplancton | 40 |
| 3.2. Pièges à particules | 42 |
| 3.2.1. Variabilité inter-réplicats | 42 |
| 3.2.2. Matière minérale et organique | 43 |
| 3.2.3. Chlorophylle a | 44 |
| 3.2.4. Phosphore particulaire total | 45 |
| 3.2.5. Correspondance des différentes variables | 45 |
| 3.2.6. Flux de sédimentation et valeurs dans la colonne d'eau sus-jacente | 45 |
| 3.2.7. Importance des flux | 47 |
| 4. CONCLUSION | 48 |

| | |
|--|-----------|
| 5. ANNEXE : Données brutes | 49 |
| 5.1. Matière organique particulaire en suspension..... | 49 |
| 5.2. Matière minérale particulaire en suspension..... | 49 |
| 5.3. Matière particulaire totale en suspension..... | 50 |
| 5.4. Contribution de la matière organique au particulaire total (%)..... | 50 |
| 5.5. Chlorophylle <i>a</i> totale..... | 51 |
| 5.6. Chlorophylle <i>a</i> « active »..... | 51 |
| 5.7. Proportion en Chlorophylle <i>a</i> « active »..... | 52 |
| 5.8. Production primaire..... | 52 |
| 5.9. Paramètres bactériens le 24-01-96..... | 53 |
| 5.10. Paramètres bactériens le 10-04-96..... | 53 |
| 5.11. Paramètres bactériens le 12-08-96..... | 54 |
| 5.12. Paramètres bactériens le 11-09-96..... | 54 |
| 5.13. Somme des nitrates + nitrites..... | 55 |
| 5.14. Ammonium..... | 55 |
| 5.15. Phosphore minéral dissous..... | 56 |
| 5.16. Phosphore organique dissous..... | 56 |
| 5.17. Silicates..... | 57 |
| 5.18. Salinité..... | 57 |
| 5.19. Absorbance à 254 nm..... | 58 |
| 5.20. Pente spectrale..... | 58 |
| 5.21. Indice optique de la matière organique..... | 59 |
| 5.22. Phosphore particulaire en suspension..... | 59 |
| 5.23. Flux de sédimentation en Phosphore particulaire..... | 60 |
| 5.24. Flux de sédimentation minérale et organique..... | 60 |
| 5.25. Flux de sédimentation en terme de chloropigments..... | 61 |
| 6. REFERENCES | 62 |
| 7. LISTE DES FIGURES | 69 |
| 8. LISTE DES TABLEAUX | 70 |

1. INTRODUCTION

La croissance démographique et le développement économique à l'échelle de la planète sont responsables de modifications majeures de l'environnement marin côtier. Cette pression sur l'environnement est tout particulièrement sensible en milieu tropical (Hatcher *et al.* 1989).

Les altérations du milieu sont la conséquence de facteurs anthropiques multiples (rejets urbains, agricoles, industriels, hypersédimentation, modification du trait de côte, etc.). L'augmentation des apports en nutriments inorganiques et organiques charriés par les eaux continentales influence fortement et de façon généralement négative l'équilibre et la diversité des écosystèmes estuariens et côtiers (Smetacek *et al.* 1991) et les milieux coralliens, situés dans un environnement oligotrophe y sont particulièrement sensibles. L'eutrophisation, c'est à dire la stimulation de la production primaire par enrichissement du milieu en nutriments inorganiques ou organiques est encore très mal comprise en milieu tropical comme le montre d'une part le peu de littérature traitant de ce problème, et d'autre part la nature principalement descriptive des travaux existants (voir revue par Done, 1992). L'importance des ressources économiques directement ou indirectement liées à l'écosystème corallien est maintenant reconnue (Spurgeon, 1992). Dans ce contexte l'expertise est nécessaire à la mise en place d'une gestion rationnelle de l'environnement seule garante d'un développement durable.

En Polynésie Française des écosystèmes lagunaires ont déjà été touchés de façon spectaculaire par des phénomènes d'eutrophisation massive notamment au niveau du lagon de Tahiti-Punauiaa en 1964, dans l'atoll d'Hikueru en 1970 et plus récemment en 1994 (Harris & Fichez, 1995). Les manifestations de la dégradation de l'environnement récifo-lagunaire sont toutefois généralement beaucoup plus insidieuses (Gabric & Bell, 1993), ceci étant en grande partie lié à la multiplicité et à l'interactivité des effets provoqués par l'augmentation des apports terrigènes et anthropiques (Hallock & Schlager, 1986). Depuis une vingtaine d'années on assiste dans les lagons d'îles hautes de Polynésie à une prolifération d'algues benthiques au détriment des peuplements de coraux hermatypiques (Payri & Naim, 1982 ; Belsher *et al.* 1990). Un tel remplacement peut apparaître peu spectaculaire mais il représente une modification catastrophique de l'équilibre du système et peut avoir des répercussions considérables sur des ressources économiques telles que le tourisme ou la pêche côtière (Marszalek, 1987). L'île de Tahiti, comme nombre de pays insulaires en voie de développement, n'est pas encore équipée de système d'assainissement et de traitement des déchets (stockage des déchets non traités en fond de vallée, rejets direct des eaux usées), les effluents étant collectés et rejetés dans le lagon par les eaux de ruissellement et les rivières.

Face à l'ampleur et la persistance des modifications observées en Polynésie, l'ORSTOM a soutenu une première action de recherche sur les peuplements benthiques de substrats meubles (Frouin, 1996). La dégradation générale mise en évidence par cette action de recherche a conduit au montage du programme ANTROPIC sur les perturbations anthropiques dans le lagon de Tahiti.

L'examen bibliographique des travaux portant sur les caractéristiques du milieu montre que les données disponibles proviennent de rapports internes du LESE (Raymond 1982; Larramendy & De Nardi 1983; Fraizier *et al.* 1985; De Nardi 1989; Longomazino *et al.* 1993) de l'EPHE (Poli *et al.* 1984) ou du suivi réalisé dans le cadre du RTO (Réseau Territorial d'Observations) de 1989 à 1993 (Couraud & Salvat 1995). Ces données fournissent des

éléments de base pour situer globalement certaines conditions de milieu. Néanmoins, les études entreprises sont disparates et la couverture spatio-temporelle est souvent insuffisante, particulièrement pour l'étude de la colonne d'eau. De toute évidence il manquait une action de recherche intégrée réunissant différentes spécialités sur un même objectif de recherche et disposant du personnel suffisant pour assurer une bonne résolution spatiale et temporelle des paramètres de milieu. La finalité du programme ANTROPIC est de :

- dresser un bilan des conditions de milieu (eutrophisation, hypersédimentation...) dans la zone la plus urbanisée du lagon de Tahiti,
- proposer des outils de diagnostic de l'état de l'environnement lagunaires utiles pour la gestion du milieu.

Plusieurs opérations bien distinctes et d'importance variable servent les objectifs du programme :

1. L'étude de la répartition des communautés benthiques et leur relation avec les conditions de milieu.
2. Le suivi des caractéristiques physico-chimiques et biologiques de la colonne d'eau étudiées par campagnes mensuelles dans la zone sous influence urbaine du lagon de Tahiti.
3. L'étude de la variabilité à court terme et ses relations avec les événements climatiques exceptionnels au moyen d'une station automatique de mesures située dans la baie d'Arue.
4. L'étude mensuelle du flux particulaire en quelques sites sensibles de la zone sous influence urbaine du lagon de Tahiti.
5. La biomasse et l'activité bactériennes dans les sédiments en relation avec la matière organique.
6. L'insertion de l'état d'anthropisation du sédiment dans un contexte d'évolution récent (les 10 dernières décennies).

La subvention CORDET N° 94 T 09 accordée en soutien de ce programme a contribué à financer cet effort de recherches. Les résultats exposés dans ce compte-rendu, conformément à l'article 3 de l'Arrêté Attributif de Subvention N° 94 T 09 (copie en page suivante) ont été pour partie financés par cette subvention et portent sur les opérations 2 et 4.

2. MATERIELS ET METHODES

2.1. Description du site d'étude et des stations

Un échantillonnage sur une échelle spatiale large a tout d'abord permis de resserrer spatialement cette étude (Fichez *et al.* 1996). Il s'agissait de procéder à un repérage des sites les plus touchés par les apports terrigènes et anthropiques. L'échantillonnage a porté sur 31 stations qui ont été visitées en 4 occasions de Décembre 1994 à Juillet 1995 entre la passe de Taapuna et la passe Pomare à Arue. Les résultats présentés et discutés ici sont issus de la deuxième phase de prélèvements réalisée mensuellement entre la passe de Papeete et la passe Pomare (Figure 1, Tableau 1).

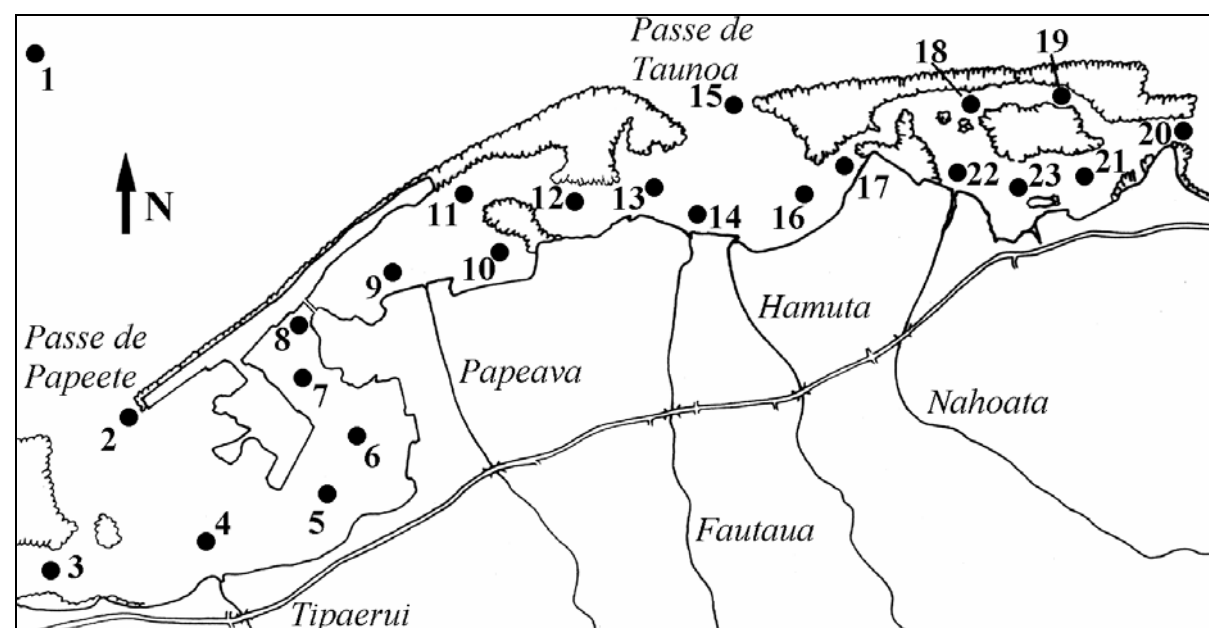


Figure 1 : Zone étudiée du lagon de Tahiti.

Cette portion du lagon de Tahiti présente diverses sources importantes de perturbations :

- L'embouchure de la Tipaerui
- La zone portuaire et urbaine de Papeete
- L'embouchure de la Papeava
- L'embouchure de la Fautaua et de la Hamuta
- Les petites rivières côtières de la zone d'Arue

Les 23 stations « colonne d'eau » dont une référence océanique, comprennent les 6 stations « pièges à particules ». Elles ont été échantillonnées mensuellement de septembre 1995 à septembre 1996.

2.2. Physico-chimie des eaux

Des échantillons d'eau ont été prélevés en surface à l'aide d'une bouteille Niskin de 5 litres et transférés dans des flacons plastiques et conservés au frais à l'abri de la lumière avant analyse au laboratoire des paramètres suivants :

- salinité (salinomètre à induction),
- nutriments inorganiques dissous NO_{3+2} , NH_4 , PO_4 et $\text{Si}(\text{OH})_4$ par colorimétrie,
- N et P totaux (oxydation UV et dosage NO_3 et PO_4),
- charge totale particulaire (gravimétrie après séchage à 60 °C),
- rapport organique / inorganique particulaire (gravimétrie après calcination à 450 °C),
- P particulaire (oxydation au persulfate et dosage du PO_4),
- pigments chlorophylliens (fluorimétrie après extraction au méthanol).

L'ensemble de ces variables (déterminées selon Aminot & Chaussepied, 1983) permet de caractériser et donc de hiérarchiser les masses d'eau en déterminant l'importance de la charge en matériel inorganique dissous et en matériel organique dissous et particulaire. L'azote (N) et le phosphore (P) sont des éléments dits nutritifs qui très souvent limitent le développement des producteurs primaires. La détermination des concentrations en ces différents éléments est donc particulièrement importante pour l'équilibre de l'écosystème lagunaire.

Une telle étude ne peut être dissociée du contexte météorologique dans lequel celle-ci a été réalisée. Les données de vent (Faa'a) et de pluies (Faa'a, Pamatai, Papeete et Mahina) ont été gracieusement fournies par Météo France. Les résultats en sont exposés dans le texte, notamment dans les parties traitant de la variabilité temporelle.

Tableau 1 : Descriptif des stations ANTROPIC de Tipaerui à Arue

| N° | Latitude (°S) | Longitude (°W) | Description / repère | Profondeur (m) |
|-----|---------------|----------------|---------------------------------------|----------------|
| 1 | 17°31'496 | 149°35'892 | Au large de la passe de Papeete | nd |
| 2 | 17°32'134 | 149°35'127 | Passe de Papeete | 15 |
| 3 | 17°32'623 | 149°35'330 | Passe du lagon de Faa'a | 19 |
| 4* | 17°32'548 | 149°34'830 | Embouchure de la Tipaerui | 23 |
| 5 | 17°32'313 | 149°34'409 | Port, face au quai sous douane | 20 |
| 6 | 17°32'256 | 149°34'267 | Port, face au quai des Ferries | 15 |
| 7 | 17°32'008 | 149°34'513 | Port, au niveau du dock flottant | 28 |
| 8 | 17°31'774 | 149°34'466 | Pont de Fare Ute | 10 |
| 9* | 17°31'626 | 149°34'149 | Embouchure de la Papeava | 20 |
| 10 | 17°31'609 | 149°33'795 | Fond de baie (poteau blanc) | 10 |
| 11* | 17°31'395 | 149°33'893 | Chenal (balise rouge) | 20 |
| 12 | 17°31'419 | 149°33'685 | Chenal (entre balises verte et rouge) | 35 |
| 13 | 17°31'403 | 149°33'327 | Passe de Taunoa, dernière balise | 10 |
| 14* | 17°31'422 | 149°33'232 | Embouchure de la Fautaua | 15 |
| 15 | 17°31'141 | 149°33'053 | Passe du Taaone | 50 |
| 16 | 17°31'384 | 149°32'873 | Face à la salle Aorai | 10 |
| 17 | 17°31'241 | 149°32'700 | Passe du lagon d'Arue (balise rouge) | 9 |
| 18* | 17°31'103 | 149°32'283 | 1 ^{ère} balise verte | 22 |
| 19 | 17°31'079 | 149°31'928 | 2 ^{ème} balise verte | 20 |
| 20 | 17°31'168 | 149°31'534 | Passe Pomare | 20 |

| | | | | |
|-----|-----------|------------|--|----|
| 21 | 17°31'285 | 149°31'888 | Chenal (3 ^{ème} balise verte) | 15 |
| 22 | 17°31'301 | 149°31'257 | Face à l'embouchure de la Nahoata | 15 |
| 23* | 17°31'427 | 149°32'126 | Baie d'Arue (ORSTOM) | 15 |

*: stations pièges à particules

3. RESULTATS

3.1. Caractéristiques physico-chimiques et biologiques de la colonne d'eau étudiées par campagnes mensuelles

13 campagnes mensuelles de mesures¹ ont été réalisées en 23 stations de la colonne d'eau de septembre 95 à septembre 96.

L'objectif de cette étude étant d'établir l'état d'eutrophisation de la colonne d'eau dans la zone la plus urbanisée du lagon de Tahiti, une importante question est : **les variations inter-prélèvements sont-elles suffisamment faibles pour mettre en évidence une eutrophisation dans la zone urbaine ?**

3.1.1. Variations entre prélèvements

Sur les 13 prélèvements effectués, celui effectué en septembre 95 sort ostensiblement du lot. Pour toutes les variables déterminées, les valeurs obtenues ce mois sont supérieures aux autres (Figure 2). Les stations les plus affectées sont la 3 (débouché du chenal de Faa'a) et la 9 (embouchure de la Papeava) (Figure 3).

L'examen de la pluviométrie dans les jours précédant les prélèvements montre que celui-ci a été effectué peu après une période particulièrement pluvieuse (Figure 4). On observe effectivement, en septembre 1995, des teneurs en silicates bien plus élevées qu'au cours des autres prélèvements (Figure 2). Les apports en eaux de ruissellement consécutifs à ces fortes pluies sont de toute évidence responsables des valeurs plus élevées en matériel particulaire et en nutriments à cette période. Cette liaison entre apports en eaux douces et concentrations lagunaires en nutriments et matériel particulaire sera développée plus loin.

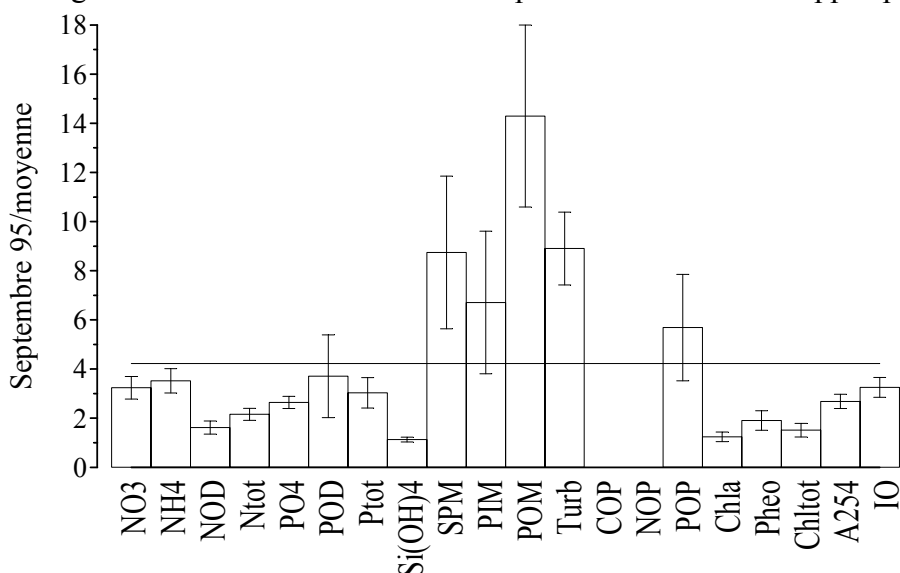


Figure 1 : Rapport entre données de septembre 95 et moyenne des 12 autres prélèvements pour différentes variables.

¹ : Température, salinité, pH, redox, O₂ dissous, NO₃+NO₂, NH₄, NOD, PO₄, POD, Si(OH)₂, COD, Indice optique (de la MOD), turbidité, poids sestonique minéral et organique, COP, NOP, POP, Chl.a, biomasse bactérienne, production bactérienne, activité ectoprotéolytique

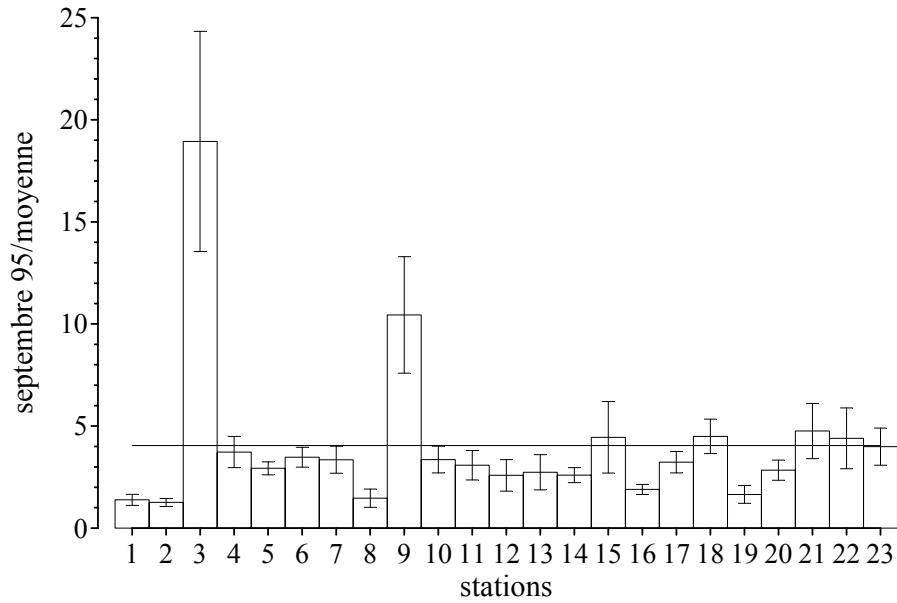


Figure 2 : Rapport entre données de septembre 95 et moyenne des 12 autres prélèvements pour différentes stations toutes variables confondues.

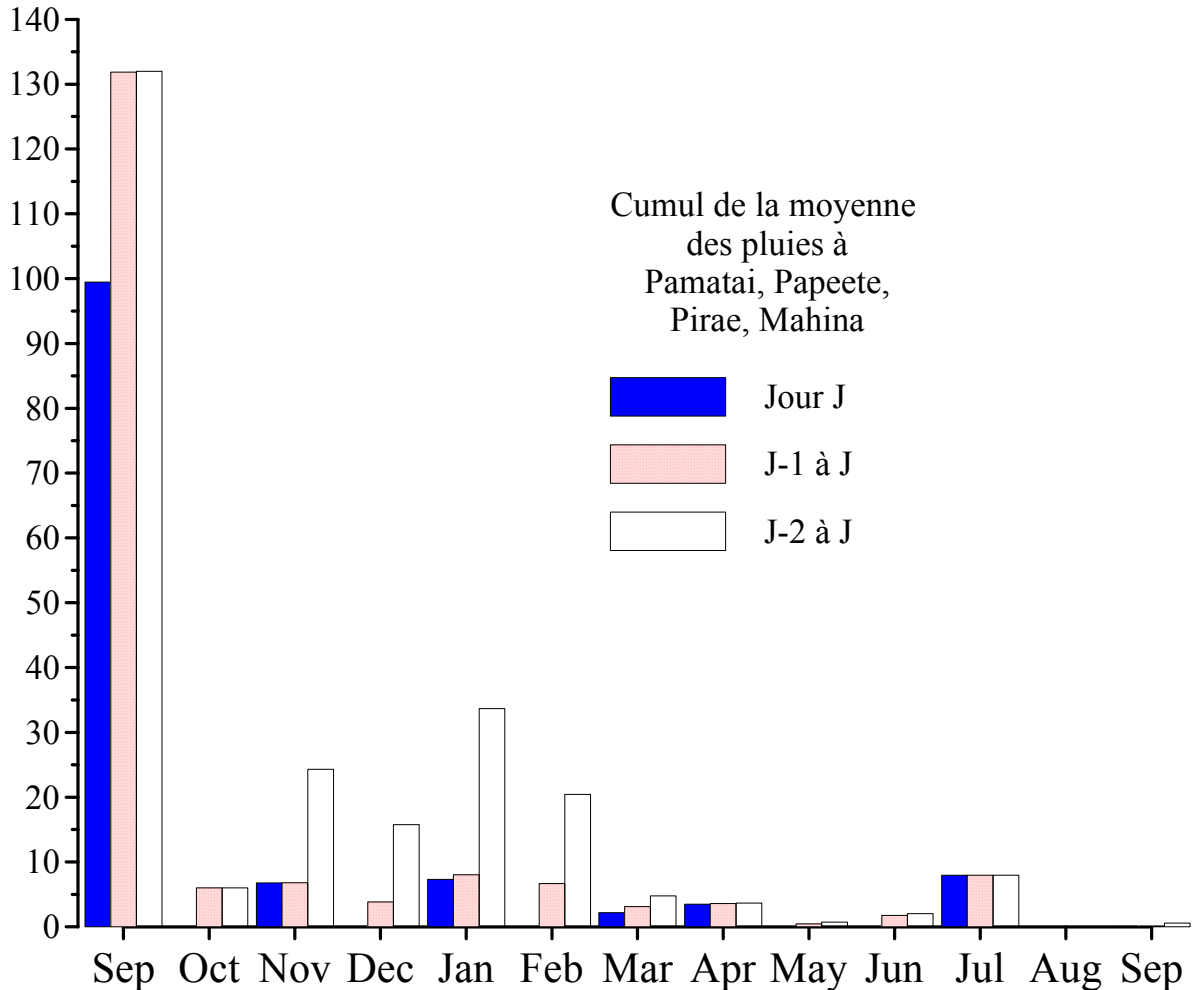


Figure 3 : Pluviométrie cumulée (moyenne des valeurs à Pamatai, Pirae, Arue et Mahina) les jours précédents les 13 prélèvements.

Les résultats des prélèvements effectués en mars 1996 sont également atypiques (Figure 5), bien que déviant moins sensiblement de la moyenne que ceux de septembre 1995. Les différences les plus sensibles concernent la Chl. a, la turbidité et la MOP. Cette période a été caractérisée par un phénomène « d'eaux vertes » intéressant une large zone océanique de Polynésie Française (Pagès, 1996). De fait, ce phénomène intéresse surtout la Chl. a (7 fois plus élevée que les autres mois), l'augmentation de turbidité et de la MOP étant probablement liée à l'augmentation de la concentration en phytoplancton révélée par la Chl. a. Ce phénomène était surtout sensible à la station 1 (Figure 6), ce qui confirme son origine océanique.

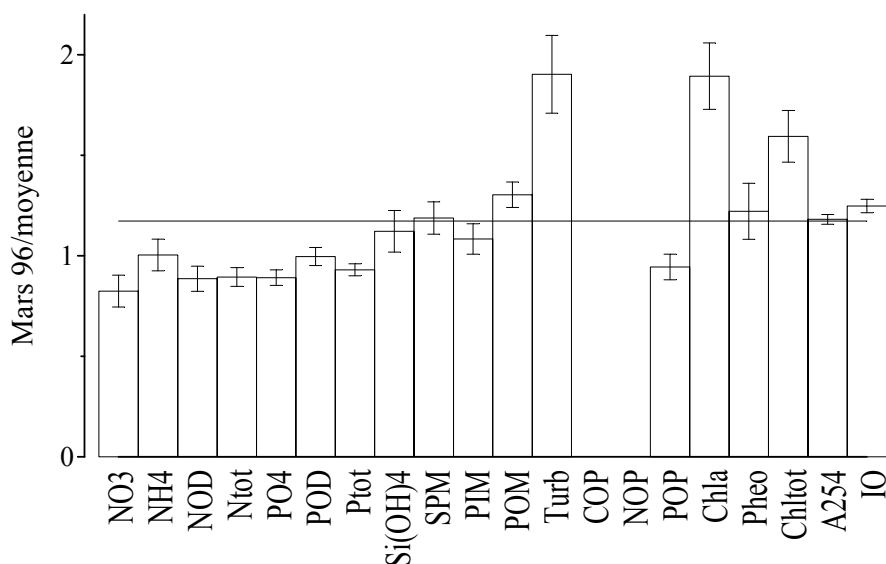


Figure 4 : Rapport entre données de mars 96 et moyenne des 11 autres prélèvements pour différentes variables.

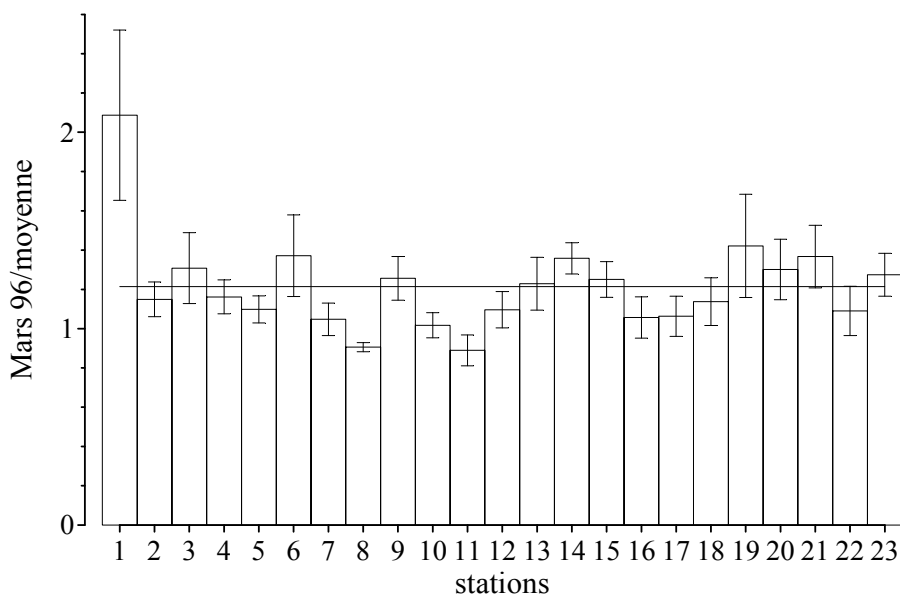


Figure 5 : Rapport entre données de mars 96 et moyenne des 11 autres prélèvements pour différentes stations toutes variables confondues.

Les 12 prélèvements mensuels (en excluant septembre 95, et mars 96 pour les seules Chl.a) montrent une relative constance pour les variables déterminées, avec des erreurs

standard représentant en moyenne 12% de la moyenne, sans différence significative d'une station à l'autre (Figure 7). Il n'y a pas de différences significatives entre les variations relatives observées à chaque station.

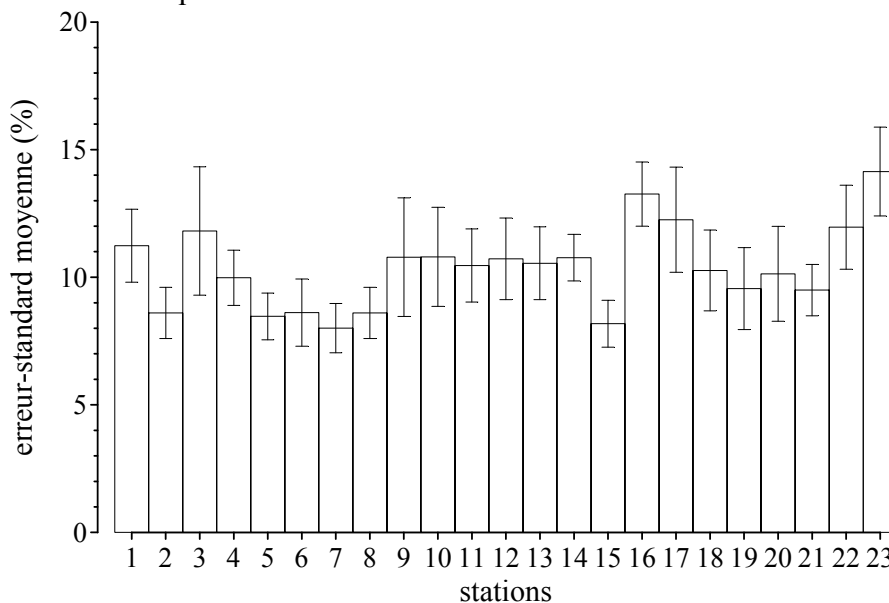


Figure 6 : Erreur standard moyenne des variables colonne d'eau (exprimée en % de la moyenne) en fonction des stations de prélèvement.

Les variables fluctuant le plus sont l'ammonium et les silicates (Figure 8). Une part des fluctuations de l'ammonium est probablement à attribuer à la mauvaise conservation des échantillons, même quelques heures. Les silicates fluctuent aussi fortement, mais ces fluctuations, très liées à la salinité comme on le verra plus loin, sont dues aux variations des apports en eau douce d'un prélèvement sur l'autre. Avec une erreur standard moyenne de 10% de la moyenne, la plupart des variables suivies fluctue donc faiblement hors conditions météorologiques exceptionnelles (comme celles de septembre 1995). Il est donc possible d'examiner les valeurs de chaque variable afin d'établir le degré d'eutrophisation des différents sites étudiés.

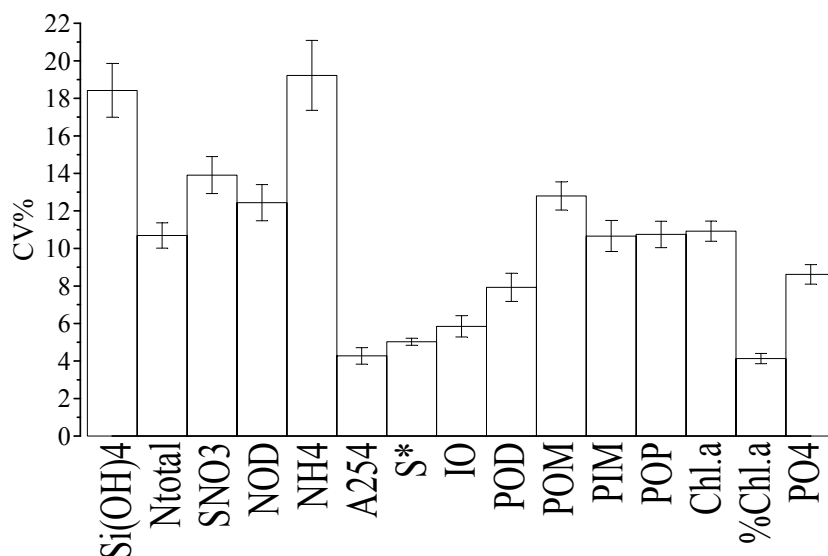


Figure 7 : Erreur standard moyenne pour les différentes variables mesurées

3.1.2. Valeurs moyennes

3.1.2.1. Chlorophylle *a*

Les valeurs de chlorophylle *a* (Chl. *a*) sont globalement élevées (Figure 9) avec un maximum d'environ $1.8 \mu\text{g.l}^{-1}$ en zone portuaire (stations 5 à 9) et un minimum d'environ $0.6 \mu\text{g.l}^{-1}$ dans les zones sous influence récifale (17 à 19). Les valeurs maximales moyennes sont donc environ 5 fois supérieures aux valeurs maximales reportées dans la même zone au cours d'étude antérieures (Larramendy & De Nardi, 1983 cf. Tableau 2). Poli *et al.* (1984) reportent des valeurs de 0.11 à $0.48 \mu\text{g.l}^{-1}$ entre Faa'a et la baie de Matavai en Avril 1982 avec des % de Chl active de 25 à 55%. Bien que ces valeurs soient difficiles à vérifier faute de détails, cette différence tendrait à montrer l'aggravation de cette eutrophisation depuis 1983. Rappelons que les valeurs de Chl. *a* peuvent occasionnellement être bien supérieures (jusqu'à $5.3 \mu\text{g.l}^{-1}$ observés en st 6 en avril 96 pendant l'épisode « d'eaux vertes »). Les valeurs en station océanique sont également élevées avec $0.4 \mu\text{g.l}^{-1}$ en moyenne, soit environ 8 fois les valeurs océaniques de surface de la région ($0.05 \mu\text{g.l}^{-1}$, Charpy *et al.* 1997 campagnes Typatoll). La station océanique est clairement sous influence lagunaire.

La proportion en Chl. *a* « active », bien que moins variable, est également structurée spatialement avec des maxima d'un peu plus de 60% du total en moyenne en station océanique, dans le port, en baie du Taaone et en baie d'Arue. Ces maxima correspondent (à l'exception de l'océan) aux maxima de Chl. *a* totale. Les zones les plus riches sont celles où les peuplements phytoplanctoniques sont dans le meilleur état physiologique. Ce qui pourrait passer pour une évidence tend en fait à montrer que les rivières ne contribuent probablement que de manière négligeable aux apports de phytoplancton (dont la proportion de Chl active baisserait avec l'arrivée dans des conditions inadaptées). Il s'agit donc d'un développement sur place et l'origine des teneurs élevées en Chl est donc à rechercher dans la disponibilité en nutriments inorganiques.

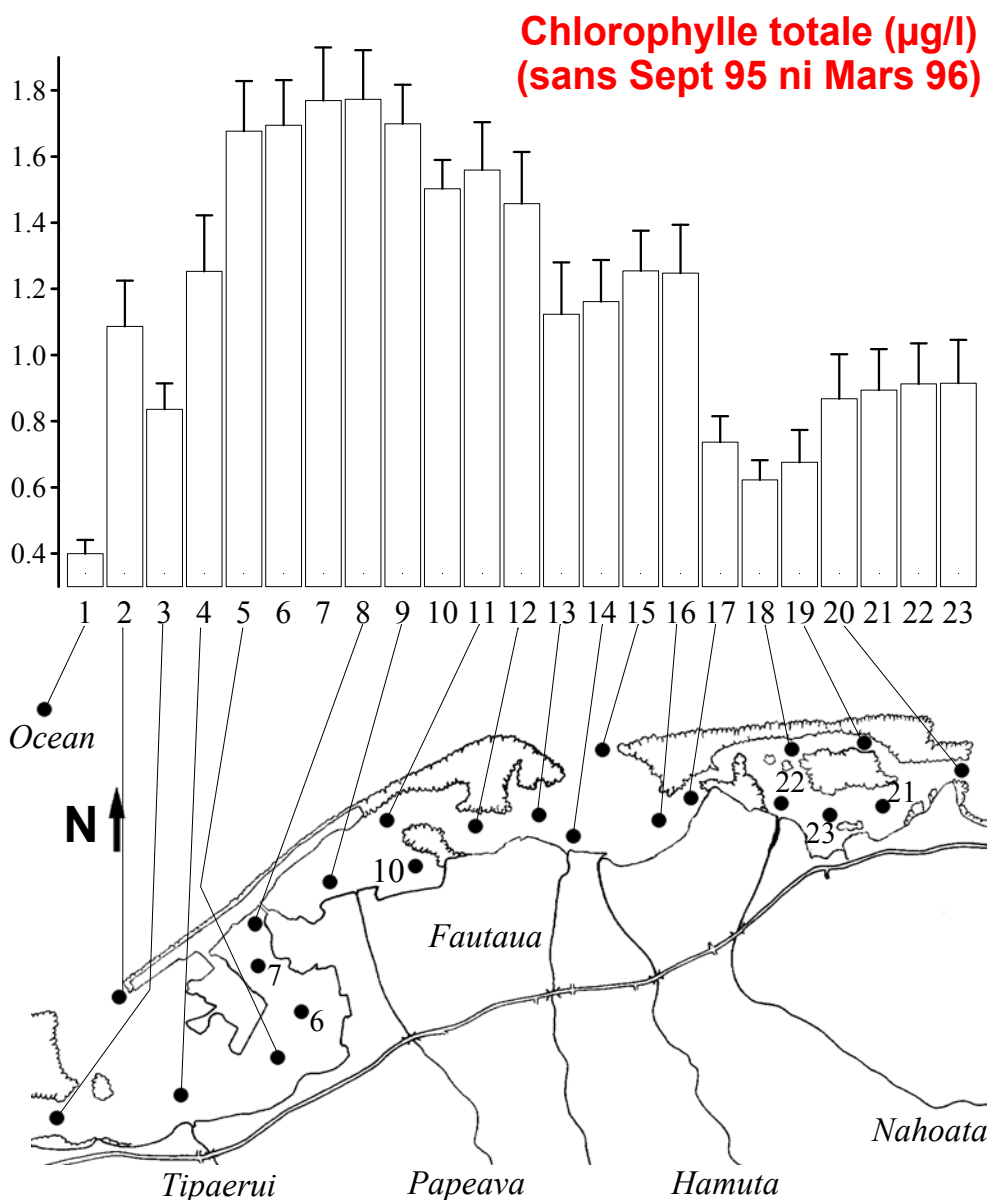


Figure 8 : Répartition moyenne de la chlorophylle a totale

Tableau 2 : Moyennes 1976-1981 (sauf 1977) pour la chlorophylle a d'après Larramendy & De Nardi (1983) :

| Stations L&DN | Stations Antropic | Chl.a ($\mu\text{g.l}^{-1}$) L&DN | Chl.a ($\mu\text{g.l}^{-1}$) Antropic |
|------------------|----------------------|--|--|
| T8 | 2 | 0.41 | 1.09 |
| T10 | 3 | 0.42 | 0.84 |
| T13 | 5 | 0.54 | 1.68 |
| T16 | 9 | NR | 1.70 |
| T17 | 14 | 0.38 | 1.16 |
| T19 | 23 | 0.37 | 0.92 |

Ces moyennes sont approximativement recalculées, seules les fréquences cumulées étant reportées dans ce rapport. NR: Non Reporté, bien qu'étudié.

3.1.2.2. production primaire

Le but de cette série de mesures est une estimation de la production photosynthétique du phytoplancton. Ceci fournit la production potentielle brute de la colonne d'eau. Une comparaison avec la production hétérotrophe donne des indications sur le mode général de fonctionnement des masses d'eau dans quelques points du lagon de Tahiti.

Nous avons procédé à des incubations en conditions *in situ* simulées, sur 4 heures, sous des éclairagements du même ordre de grandeur que la lumière naturelle. Nous extrapolons ensuite les courbes $P = f(E)$ mesurées à l'éclaircement moyen théorique *in situ*.

Les étapes successives sont:

- a) détermination de l'éclaircement à partir des chiffres de biomasse, sur la base d'un étalonnage *a posteriori*
- b) validation des données brutes de ^{14}C , en tenant compte des rapports Production / Biomasse
- c) intégration verticale, en tenant compte aussi de la profondeur réelle
- d) extrapolation temporelle

3.1.2.2.1. Lumière

Nous ne tiendrons pas compte, dans ce qui suit, des variations d'éclaircement en fonction de la saison ou de la météorologie locale (nébulosité, etc.). Nous admettons que l'éclaircement moyen pendant la journée est de $1800 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ sur 7 heures, pour correspondre à une irradiance moyenne de $45 \text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{j}^{-1}$ (Charpy & Charpy-Roubaud, 1991).

Pour l'étalonnage, les mesures de terrain ont porté, aux 23 stations, sur la mesure du coefficient d'atténuation verticale de la lumière (K_d), de la profondeur de disparition du disque de Secchi (SD) et sur la détermination de la concentration en chlorophylle (Chl.a).

3.1.2.2.1.1. Atténuation verticale: K_d

Valeurs. Dans le lagon de Tahiti, les mesures ont été effectuées avec un capteur plan (LiCor) muni d'un câble de 10 m. Pour la lecture, le galvanomètre LiCor avait été remplacé par un multimètre, plus compact et moins fragile, mais donnant une réponse logarithmique, calibrée auparavant. Les stations dans le lagon de Tahiti présentent des K_d variant entre 0.045 et 0.219m^{-1} . De façon plausible, les plus faibles valeurs sont observées dans les eaux à tendance océanique (Figure 10).

Les mesures détaillées effectuées localement (Maritorea 1993 ; Maritorea & Guillocheau 1996) portent sur des eaux océaniques, celles de lagons d'îles hautes, ou celles de Takapoto, lagon d'atoll peu représentatif de l'ensemble des lagons de Polynésie. En intégrant les variations spectrales de K_d (fig. 5 in Maritorea & Guillocheau 1996), nous arrivons à un K_d variant entre 0.178 et 0.212m^{-1} aux stations les plus claires. Le lagon de Tikehau aurait un K_d de 0.066m^{-1} (Charpy & Charpy-Roubaud, 1990); mais il s'agit d'une valeur moyenne qui ne prend pas en compte les variations de Chl.a (ou des autres composantes). Kirk (1983) cite en eau océanique claire un K « non phytoplanctonique » de 0.08m^{-1} , la proportion de lumière capturée par le phytoplancton étant alors de 3,4 %.

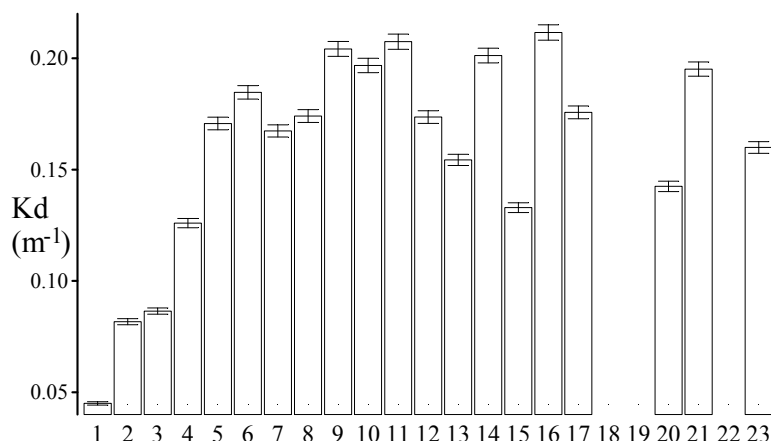


Figure 9 : K_d dans le lagon de Tahiti. Les barres représentent l'écart entre duplicata.

Relation entre K_d et chlorophylle a. Afin d'estimer *a posteriori* l'éclairement *in situ* lors des mesures de production primaire, une relation a été recherchée entre K_d et chlorophylle a.

Les corrélations les plus significatives sont obtenues avec la chlorophylle totale (Chl.a active + phéopigments). Nous arrivons à $K_d \text{ (m}^{-1}\text{)} = 0.160(\pm 0.024) \text{ Chl.a}_{\text{tot}}(\mu\text{g.l}^{-1}) + 0.067(\pm 0.015)$, $r=0.85$ (Figure 11). L'équation indique une atténuation de 0.07 m^{-1} environ pour une biomasse nulle. Ce chiffre est bien de l'ordre de grandeur des valeurs les plus faibles, ou des valeurs de K_w (atténuation non due au phytoplancton, voir ci après). Nous rappellerons que les pigments ne sont pas les seuls responsables de l'atténuation, même si nous sommes généralement dans des eaux 'de type I' selon la classification de Jerlov.

L'application de cette relation aux données de chlorophylle correspondant aux mesures de production primaire permet de calculer des K_d de 0.11 (Août station 1) à 0.43 m^{-1} (Mars station 4).

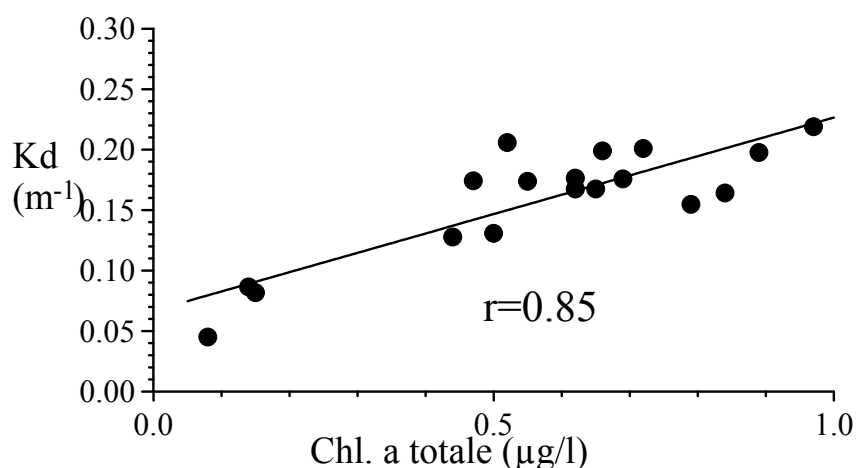


Figure 10 : Relation entre coefficient d'atténuation lumineuse (K_d) et chlorophylle a totale.

Contribution du phytoplancton à l'atténuation de la lumière. Nous pouvons tenter d'estimer la part des pigments dans l'atténuation de la lumière en calculant, à partir de la

chlorophylle, l'atténuation 'biologique' $K_{\text{phyto}} = k_c \cdot \text{Chl. a}$. En admettant pour l'atténuation spécifique, k_c , la valeur de $0,015 \text{ m}^2 \cdot \text{mg}^{-1}$ (Bannister 1974, Ganf 1974), nous arrivons à des valeurs de K_{phyto} variant entre 0.001 et 0.018. Le phytoplancton contribuerait donc pour 2.4% à 7.7 % (moyenne 5.2%) à l'atténuation totale. Ces valeurs sont classiquement reportées (voir par exemple Kirk, 1983, Megard & Berman, 1989).

3.1.2.2.1.2. Disque de Secchi

Valeurs. Les profondeurs de disparition du disque de Secchi (SD) présentent des valeurs plausibles, avec un maximum de 45 m en eau océanique (station 1), et une série de valeurs relativement faibles (~ 10 m) dans les zones les moins renouvelées.

Relation entre SD et Chl.a. Nous obtenons également une bonne corrélation globale ($r=0.72$, Figure 12) entre $1/\text{SD}$ et $\text{Chl.a}_{\text{tot}}$, confirmant ainsi la liaison entre K_d et $\text{Chl.a}_{\text{tot}}$. Cependant, quelques stations s'écartent de la tendance générale. Dans les deux cas, nous devons considérer que les pigments photosynthétiques ne sont pas les seuls composants de l'atténuation. Le 'détritus' (phytoplancton ou seston) intervient largement (Morrow *et al.* 1989; Yentsch & Phinney 1989; Garver *et al.* 1994).

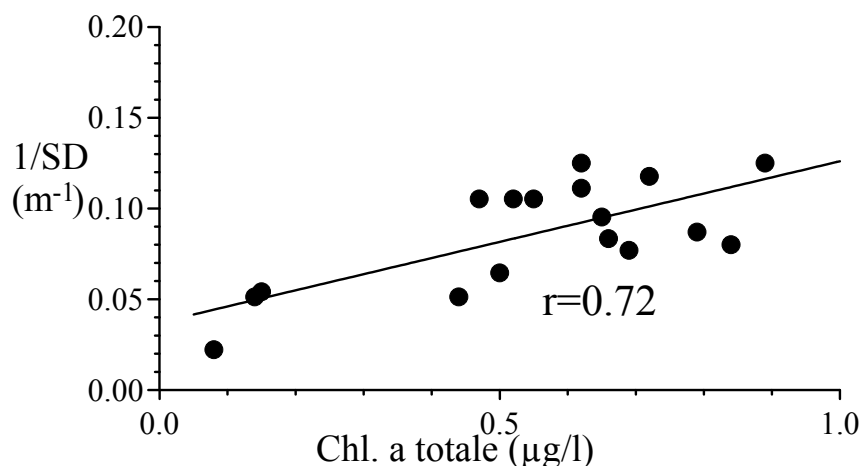


Figure 11 : Relation entre profondeur de disparition du disque de Secchi (SD) et chlorophylle a totale

De telles corrélations ont souvent été observées. Carlson (1977; in Lorenzen, 1980) donne la relation empirique: $\ln \text{SD} = 2.04 - 0.68 \cdot \ln \text{Chl.a}$ (qui n'est pas compatible avec Hoepffner & Sathyendranath (1992) si on considère le produit $K_d \cdot \text{SD}$, qui est trop faible et tend vers 1.0). A l'inverse (dans le but de retrouver Chl.a à partir d'archives de SD), Falkowski & Wilson (1992) donnent la relation $\ln \text{Chl.a} \sim \ln (457) - 2.37 \cdot \ln \text{SD}$ (Chl.a en $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$). Inversée, cette relation peut être approximée par $1/\text{SD} \sim 0.054 \cdot \text{Chl.a} + 0.025$, avec des SD compatibles avec les K_d tirés de Morel & Berthon (1985) (SD. K_d avec asymptote ~ 1.7 pour $\text{Chl.a} \gg 1 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$). Nous rappelons la relation (Megard & Berman, 1989): $1/\text{SD} = 0.14 \cdot \text{Chl.a}$. Dans les "lacs clairs" de Koenings & Edmunson, $1/\text{SD} = 0.047 \cdot \text{Chl.a} + 0.11$.

Les considérations théoriques de Megard *et al.* (1980) indiquent, entre autres, que SD tend à ne plus dépendre que de K_w (atténuation non phytoplanctonique, et surtout due à l'eau elle-même) pour de faibles valeurs de Chl. a.

3.1.2.2.1.3. SD et K_d

L'atténuation (estimée par l'inverse de SD) présente une bonne corrélation avec K_d , ce qui permet de vérifier les deux séries de données et de repérer d'éventuels chiffres douteux. Le produit $K_d \cdot SD$ a une valeur moyenne de 1.83 ± 0.07 qui est *a priori* plausible.

Les grands classiques de la limnologie tropicale (Talling, 1974; Ganf, 1974; etc.) donnent, entre autres, diverses relations entre K et SD. Mais ces relations risquent de ne plus être applicables ici, vu le caractère très différent des eaux (Lemoalle 1979, Koenings & Edmunson 1991). Pilgrim (1987) arrive en eaux estuariennes turbides à $K_d \cdot SD = 1.65$, donc proche des valeurs océaniques (voir ci après).

Megard & Berman (1989) donnent des relations probablement plus utilisables pour des eaux de mer oligotrophes, avec des SD de 15 à 40 m: le produit $K_d \cdot SD$ varie entre 1.38 (néritique) et 1.70 (pélagique). Et, avec leurs données et d'autres résultats, on obtient la régression générale : $1/SD = 0.698 \cdot K_d$ (soit $K_d \cdot SD = 1.43$).

Hoepffner & Sathyendranath (1992) donnent, pour l'Atlantique Nord-ouest $K_d \cdot SD = 1.44$.

L'étude de Koenings & Edmunson (1991) porte entre autres sur des lacs "clairs" ($Chl.a \sim 0.6 \mu g.l^{-1}$, $SD \sim 7$ m, $K_d \sim 0.25 m^{-1}$), et présente un $K_d \cdot SD$ de 1.9 (médiane). Le produit $K_d \cdot SD$ augmente (médiane 2.7) dans les lacs à forte teneur en matière organique dissoute, diminue (médiane 0.9) dans les lacs turbides, en corrélation avec le rapport couleur/turbidité. Une évolution analogue avait été observée (dans le lac Tchad) par Lemoalle (1979).

3.1.2.2.2. Carbone minéral dissous (DIC)

Les teneurs en DIC dans la plupart des lagons d'atoll sont proches de celle de l'eau de mer, ou légèrement plus faibles ($\sim 2.10 - 2.12$ mM). Nous avons admis une valeur de carbone minéral dissous de 2.2 mM, proche de celle de l'eau de mer, pour les eaux de lagon de Tahiti.

3.1.2.2.3. Production : A_z, P_z, P_m, α

3.1.2.2.3.1. Rappels de méthodologie

La méthodologie détaillée est exposée par ailleurs. Nous rappellerons ici qu'il s'agit d'incubations sous lumière artificielle en '*in situ* simulé'. L'éclairement fourni par un projecteur de 500 W (nominal) est comparable, en intensité, à celui du soleil ($1500 \mu E.m^{-2}.s^{-1}$ à 20 cm de la vitre). Cet éclairement est tamisé en passant à travers l'empilement vertical des flacons d'incubation, entre lesquels sont alternés des filtres neutres. Les flacons sont refroidis par un courant d'eau permanent. Les incubations sont de 4 heures environ. Nous n'avons pas de témoins obscurs, mais les comptes à très faible lumière ($< 10 \mu E.m^{-2}.s^{-1}$) sont le plus souvent faibles. La filtration est faite, comme pour la chlorophylle, sur filtres Whatman GF/F.

Nous désignons par A_z la production 'globale', exprimée en $\mu mol C.l^{-1}.hr^{-1}$, à un éclairement E_z (et donc à une 'profondeur équivalente' Z_{eq}) donné. La production spécifique, P_z , est rapportée à la biomasse, et exprimée en $\mu g C.(\mu g Chl.a.hr)^{-1}$. La production spécifique maximale est P_m . La pente à l'origine de la courbe P_z vs E_z est désignée par α . Les deux paramètres α et P_m définissent la courbe, et caractérisent complètement la réaction à la lumière de la population phytoplanctonique étudiée. La pente α est le quotient d'une production spécifique par un éclairement; α est donc exprimé en $\mu g C. (\mu g Chl.a.hr)^{-1}.(\mu E.m^{-2}.s^{-1})^{-1}$.

$^2.s^{-1})^{-1}$. Un paramètre dérivé est l'éclairement à demi-saturation, $E_k (= P_m/\alpha)$, qui peut être utile pour comparaison.

3.1.2.2.3.2. Valeurs

Les courbes A_z vs E_z ou P_z vs E_z ne présentent pas de traits remarquables (Figure 13). Nous ignorons quelle dose d'UV peut émettre le projecteur halogène employé, mais nous pouvons supposer que la première épaisseur de Plexiglas (de 4 mm) au sommet de l'empilement de flacons arrête une bonne partie de cette lumière potentiellement nocive (voir Worrest *et al.* 1980). Les valeurs absolues de A_{MAX} n'appellent pas de commentaires.

3.1.2.2.3.3. Production spécifique

Les valeurs de P_m et α restent plausibles par comparaison avec les chiffres de la littérature obtenus dans d'autres environnements (Tableau 3), puisque nos chiffres de P_m varient entre 1 and 13 g C.(g Chla.hr) $^{-1}$. De même, nos valeurs de α s'échelonnent entre 0.005 and 0.07 g C.(g Chla.hr) $^{-1}..$

Tableau 3 : Valeurs de P_m et α publiées

| Paramètre | Unités | valeurs basses | valeurs moyennes | valeurs hautes |
|---------------------------------------|-------------------------|----------------|--|----------------------|
| production spécifique maximum : P_m | gC.(g Chla.hr) $^{-1}$ | 0.2 - 0.5 | 1 - 10 | 15 - 25 |
| <i>références</i> | | 3, 11, 14 | 2, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 15, 19, 20, 23, 24, 26 | 1, 8, 12, 14, 21, 24 |
| pente à l'origine: α | gC.(g Chla.hr) $^{-1}.$ | 0.01 | 0.02 - 0.06 | 0.1 - 0.2 |
| <i>références</i> | | 3, 19 | 5, 7, 12, 13, 18, 19, 23, 26, 27 | 21 |

1: Blanchard & Montagna, 1992; 2: Chalup & Laws, 1990; 1995; 3: Cole *et al.* 1992; 4: Di Tullio *et al.* 1993; 5: Dower & Lucas, 1993; 6: Fahnenstiel *et al.* 1989; 7: Frenette *et al.* 1993; 8: Glover, 1980; 9: Grobbelaar, 1992; 10: Grobbelaar *et al.* 1992; 11: Hill & Boston, 1991; 12: Hofman & Ambler, 1988; 13: Iriarte & Purdie, 1993; 14: Jellison & Melack, 1993; 15: Keller, 1988 b; 18: Lohrenz *et al.* 1991; 19: Platt *et al.* 1992; 20: Prasad & Hollibaugh, 1992; 21: Prézélin, 1992; 23: Schofield *et al.* 1990; 24: Sukenik *et al.* 1987; 26: Cloern *et al.* 1995; 27: Lewis *et al.* 1986.

Si les valeurs trouvées pour α et P_m ne sont pas remarquables, par contre un point à relever est l'existence d'une corrélation entre ces deux descripteurs. En effet, un survol de la littérature laisserait supposer que les deux sont indépendants, puisque la détermination de leur quotient E_k ($E_k = P_m/\alpha$) a été considérée comme très importante par bon nombre d'auteurs depuis Talling (1957). Chalup & Laws (1990) n'observent pas, non plus, de corrélation entre α et P_m . Par contre, et malgré la variabilité des valeurs publiées de E_k , nous avons relevé plusieurs études montrant une corrélation (Tableau 4), tandis que Cole *et al.* (1992) trouvent que α and P_m sont "hautement corrélés", sans cependant donner d'équation.

Nous observons ainsi une corrélation entre P_m et α : $\alpha = 0.0017.P_m + 0.0036$ (Figure 14). Une corrélation analogue était observable sur les résultats des campagnes Typatoll :

$$\alpha = 0.00140 . P_m + 0.0062 \quad (r = 0.829 ; n = 20).$$

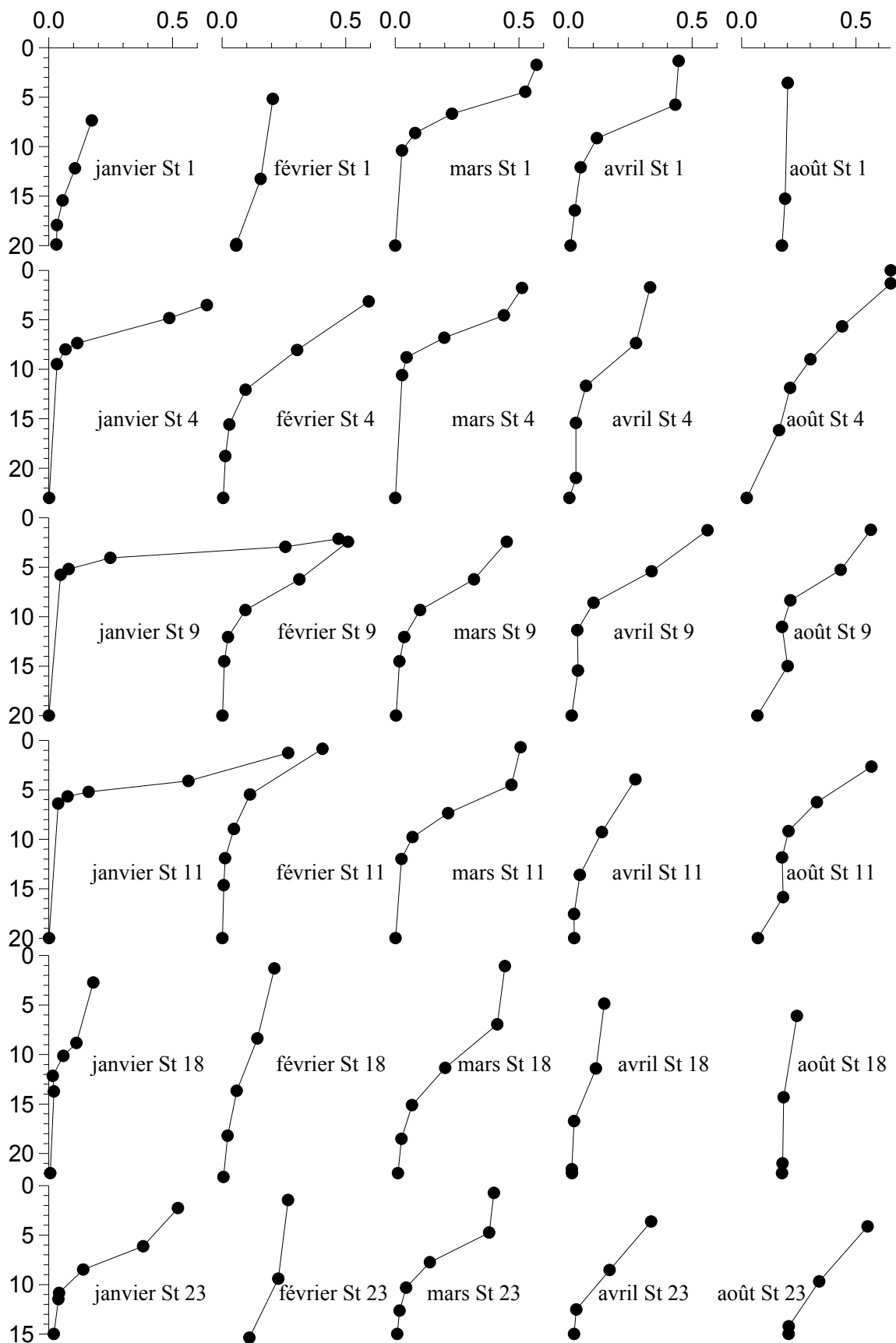


Figure 12 : Production primaire ($\mu\text{MC}\cdot\text{h}^{-1}$) en fonction de la profondeur (m). Le nombre variable de points sur chaque profil est du à l'adéquation variable des 6 niveaux de lumière utilisés aux conditions d'éclairciment in situ.

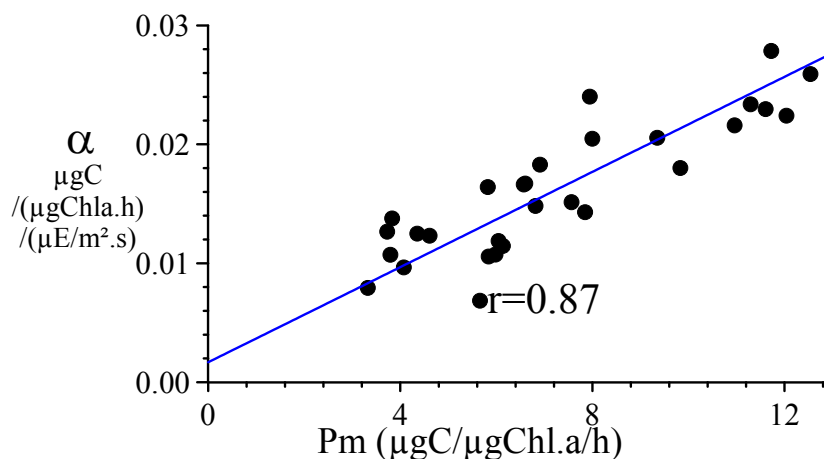


Figure 13 : Relation entre α (pente à l'origine de la courbe production primaire spécifique vs éclaircissement) et P_m (production primaire à saturation lumineuse)

Tableau 4 : Corrélations explicitement mentionnées ou recalculées entre P_m et α

| | |
|--|--|
| $\alpha = 0.0075 \cdot P_m + 0.0010$ | Blanchard & Montagna, 1992 |
| $\alpha = 0.0013 \cdot P_m$ | Steenbergen et al, 1989 |
| $\alpha = 0.0046 \cdot P_m + 0.0008, r=0.81$ | Boston & Hill, 1991 |
| $\alpha = 0.0024 \cdot P_m + 0.0002, n=12, r=0.91$ | Cole <i>et al.</i> 1992 (recalculé sur les moyennes) |
| $\alpha = 0.0334 \cdot P_m + 0.0004, n=21, r=0.85$ | Dower & Lucas, 1993: |
| $\alpha = 0.0032 \cdot P_m + 0.0029, r = 0.72$ | Hill & Boston, 1991 |
| $\alpha = 0.011 \cdot P_m - 0.007$ | Hood, 1993 |
| $\alpha = 0.0045 \cdot P_m + 0.016$ | Jellison & Melack, 1993 |
| $\alpha = 0.003 \cdot P_m$ | Marra <i>et al.</i> 1993 |
| $\alpha = 0.0021 \cdot P_m + 0.007$ | Platt <i>et al.</i> 1992 |
| $\alpha = 0.010 \cdot P_m + 0.019$ | Prézelin, 1992 |
| $\alpha = 0.064 \cdot P_m + 0.032$ | Steenbergen & van den Hoven, 1990 |

Cette corrélation indiquerait, par ailleurs, une irradiance saturante commune à toutes les stations et dates, de l'ordre de $444 \pm 18 \mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$. Une telle valeur semble forte comparée aux chiffres de la littérature. Ainsi, un des plus élevés, déterminé par Marra *et al.* (1993) n'atteint que $350 \mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ (recalculé) tandis que la plupart des auteurs obtiennent des E_k variant entre 100 and $200 \mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$.

3.1.2.2.3.4. Corrélations, et facteurs de P_m

De nombreux travaux montrent que la production est limitée soit par la concentration de nutriments, soit par leur taux de renouvellement, ou de recyclage (Verity *et al.* 1993).

A l'inverse, nous pouvons relever le résultat de Grobbelaar (1992) (mais dans des eaux très turbides, où le rapport Z_{eu}/Z_{mix} est primordial !): la réponse de P_m suit les conclusions de Bannister & Laws (1980) selon lesquels P_m est indépendant des nutriments. La même conclusion est atteinte par Booth & Beardall (1991).

Une autre série de travaux aboutit à une corrélation négative entre P_m et la biomasse (Findenegg, 1965; Westlake 1980; Jellison & Melack, 1993). Une telle corrélation négative se

justifie, mais seulement dans des masses d'eau oligotrophes fonctionnant en circuit fermé. Capblancq (1990) rappelle que les systèmes oligotrophes sont caractérisés par l'accumulation des nutriments à l'intérieur de la biomasse. Mais le fait d'admettre que de fortes biomasses peuvent séquestrer les nutriments, et ainsi limiter la production, revient à admettre implicitement que les concentrations, ou le renouvellement, des nutriments limitent réellement la production (voir le traitement formel dans Chalup & Laws, 1990) et que l'on est toujours dans le cas d'un contrôle 'bottom-up'.

Le seul autre mécanisme de contrôle est proposé par Fortier & Legendre (1979), qui observent un maximum de production spécifique (leur rapport P/B) au niveau du maximum de stabilité hydrodynamique.

3.1.2.2.4. Production intégrée

Pour transformer nos courbes P vs E en profils verticaux ("in situ"), nous avons déterminé la « profondeur équivalente », Z_{eq} , telle que $E_o(Z_{eq})/E_{d(0)} = (\exp(-K_d \cdot Z_{eq}))$, où, K_d est le coefficient d'atténuation verticale, et $E_{d(0)}$ l'éclairement juste sous la surface. Les valeurs ont été intégrées sur la totalité de la colonne d'eau par la méthode classique des trapézoïdes.

3.1.2.2.4.1. Valeurs : $\Sigma_2 \Sigma_t A$

Nous arrivons à des valeurs journalières de 0.12 (station 4, Mars) à 0.56 g C.m⁻².d⁻¹ (station 4, Août). Sur les 5 prélèvements où elles ont été déterminées les productions sont, de manière attendue, maximales aux sites les plus eutrophes étudiés (stations 4, 9 et 23) et minimales en station océanique (1) et récifale (18) (cf. Figure 15).

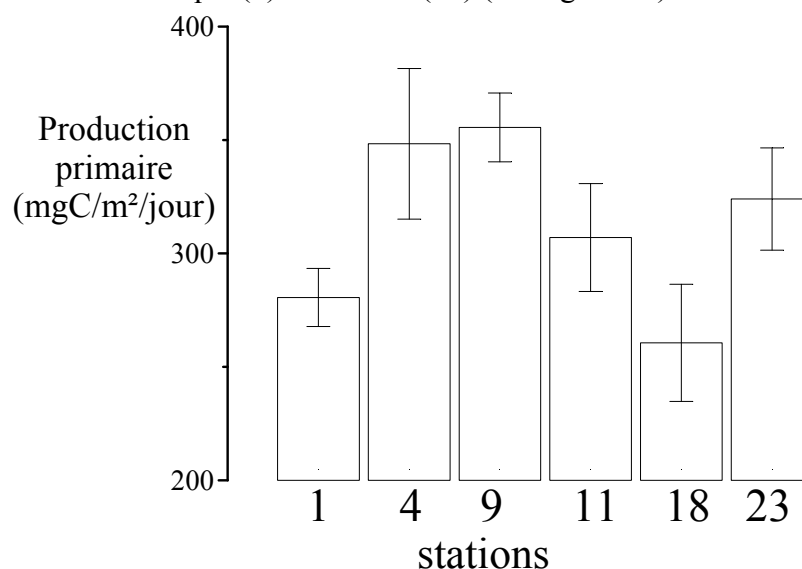


Figure 14 : Production primaire intégrée (moyenne±SE) aux 5 stations étudiées

3.1.2.2.4.2. Rendement

Le problème majeur pour le calcul du rendement est de savoir à quoi le rapporter. En effet, le rendement classiquement mentionné d'un champ de canne à sucre considère l'énergie (solaire) disponible. Cette optique est également adoptée dans des études de production aquatique. Le rendement quantique, dans ce cas, varie entre 0.015 et 0.07 mol C.E⁻¹ (Babin et

al. 1993; Marra *et al.* 1993). Dans ce contexte, il est compréhensible que le rendement quantique diminue avec le rapport K_b/K_d (Lemoalle, 1979; Cleveland *et al.* 1989). De même, l'efficacité quantique par unité de surface varie en fonction de la lumière disponible (Gons & Rijkeboer, 1992). Par contre, plusieurs travaux sur le rendement photosynthétique considèrent l'énergie réellement absorbée par les cellules phytoplanctoniques; Cleveland *et al.* 1989 mesurent des rendements de 0.03 à 0.10 mol C. E⁻¹. Ce dernier chiffre est généralement considéré comme la valeur maximale possible (Schofield *et al.* 1990).

L'énergie solaire incidente est de 45 E/m²/j (Charpy & Charpy-Roubaud, 1991), soit 9 10⁶ Joules/m²/j. Avec des productions intégrées de 0.12 à 0.56 gC/m²/j, et en considérant que la synthèse de 1 g de carbone est équivalente à 10 kcal, soit 41.8 kJoule, on obtient un rendement de 0.06 à 0.3% si on le rapporte à l'énergie disponible. En tenant compte du fait que le phytoplancton n'absorbe que de l'ordre de 5% de l'énergie disponible (voir plus haut), le rendement devient 1.2 à 5.6 % ou 0.004 à 0.02 mol C. E⁻¹ par rapport à l'énergie absorbée. Les rendements sont donc extrêmement faibles comparés aux valeurs de la littérature obtenus dans d'autres milieux.

3.1.2.3. poids sestonique minéral et organique

Les matières en suspension montrent des répartitions inter stations moins structurées que la plupart des autres variables (Figure 16). La teneur moyenne dans l'océan (environ 0.5 mg.l⁻¹) est nettement inférieure aux valeurs lagonaire dont les moyennes s'échelonnent entre 0.7 et 1.0 mg.l⁻¹. Les plus fortes valeurs sont retrouvées aux stations 9, 10 et 17. Les valeurs relativement plus fortes au débouché de la Papeava s'expliquent aisément, l'origine des valeurs élevées en station 17 sont plus difficilement explicables.

La distinction entre seston minéral et organique montre que leurs répartitions relatives sont similaires (Figure 17 et Figure 18). De fait, le rapport organique / inorganique est peu variable avec une moyenne de 0.31, sans tendance significative avec les stations (Figure 19). Ce rapport est sensiblement plus élevé sur les données de septembre 95. Les fortes pluies semblent avoir conduit à enrichir les eaux préférentiellement en matière organique.

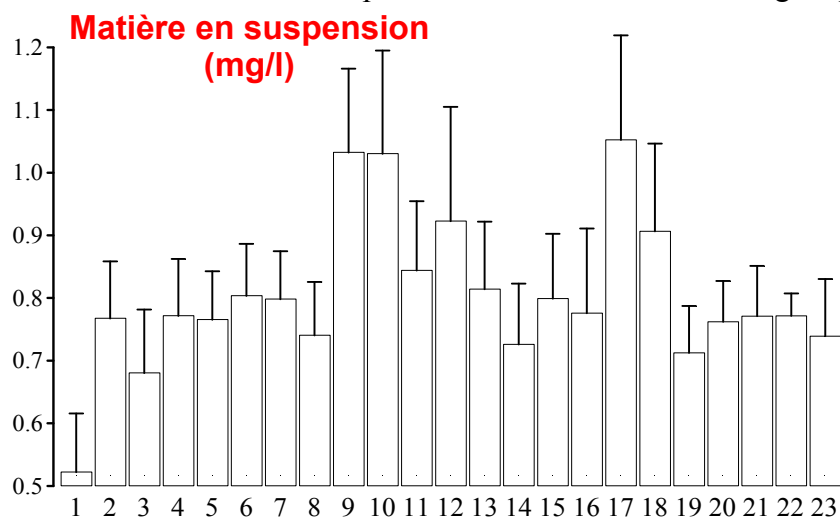


Figure 15 : Répartition moyenne de la MES totale

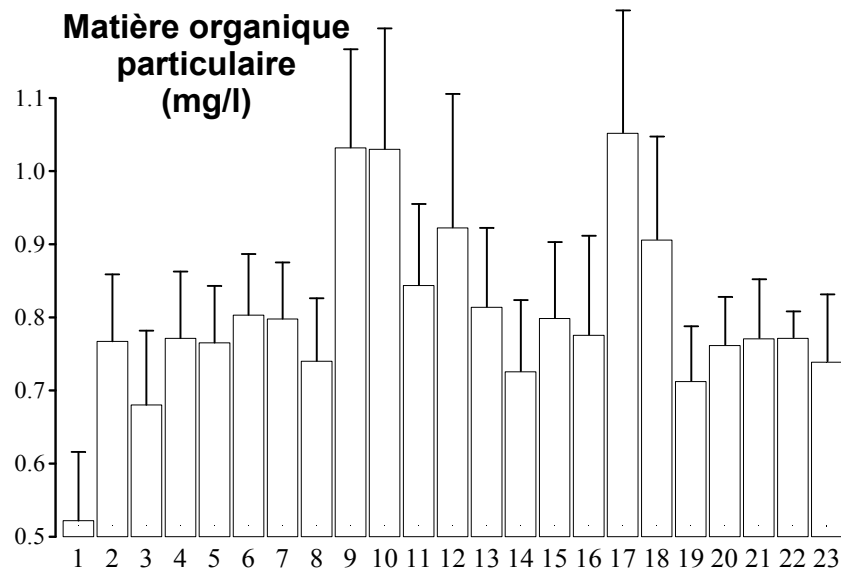


Figure 16 : Répartition moyenne de la MOP

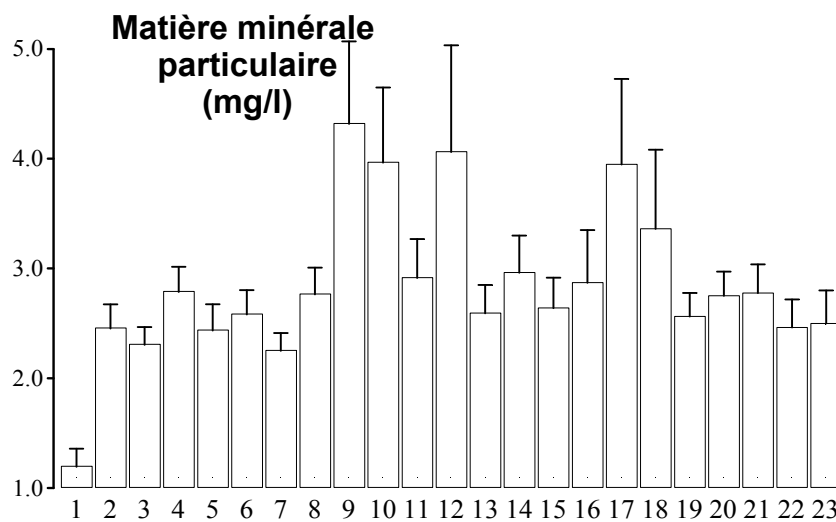


Figure 17 : Répartition moyenne de la MIP

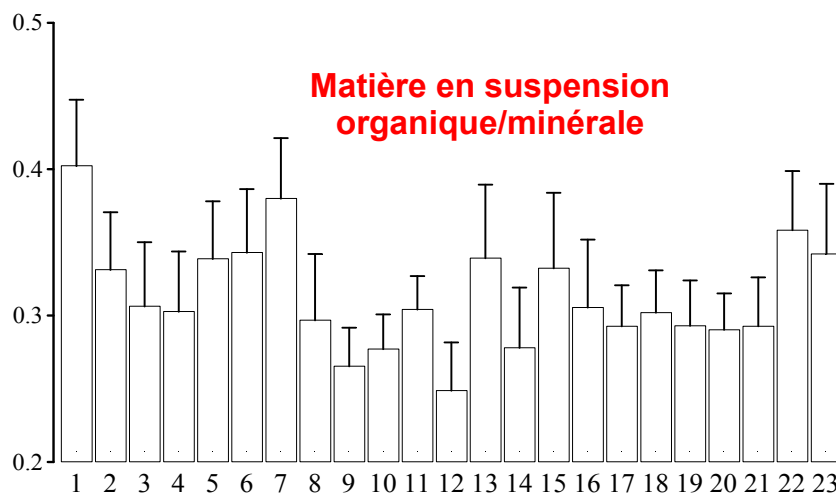


Figure 18 : Répartition moyenne du rapport MOP/MIP

3.1.2.4.turbidité

La turbidité montre une répartition spatiale cohérente avec celle des autres variables (Fig. 20). La valeur maximale est trouvée à l'embouchure de la Fautaua (300 mV). Les stations situées dans le port (4 à 11) montrent des valeurs très élevées (> 200 mV). Les valeurs minimales sont observées en station océanique et à la station récifale 18.

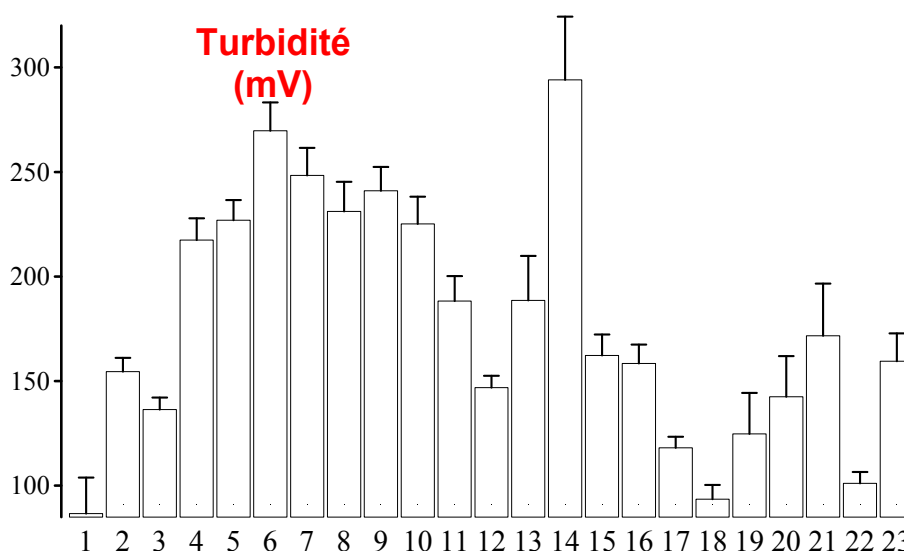


Figure 19 : Répartition moyenne de la turbidité

3.1.2.5.Relation turbidité / MES

La turbidité est corrélée à la MES totale ($\log \text{MES} = 0.44 \log \text{turbidité} - 0.3993$, $R = 0.738$, $n = 175$, $p < 0.001$). L'examen en régression multiple (log-log) de la relation entre turbidité et les 2 composantes de la MES (MOP et MIP) ne montre pas d'amélioration de la corrélation et les coefficients pour la MIP et la MOP ne sont pas significativement différents. Ces deux composants semblent donc posséder des coefficients de diffusion comparables. La distinction entre matériel terrigène (acido résistant) et océanique (carbonaté donc acido soluble) permettrait peut-être une meilleure explication de la variance de la turbidité. Même si cette relation n'explique que 55% de la variance de la turbidité, elle peut se montrer utile pour estimer grossièrement les MES à partir de données de turbidimétrie qui peuvent être acquises en continu.

3.1.2.6.Silicates

Les silicates varient très fortement d'une station à l'autre et d'un prélèvement à l'autre (Figure 21). Ceux-ci représentent de bons traceurs des arrivées d'eau douce ayant ruisselé sur la roche basaltique de Tahiti. Il est donc normal d'observer le minimum en station océanique ($1.57 \mu\text{M}$). Cette concentration, plus élevée que la concentration moyenne de $1.03 \mu\text{M}$ observée dans les Tuamotu (campagnes Typatoll) montre l'influence terrigène à cette station. En milieu lagonaire les concentrations les plus élevées correspondent aux débouchés de la Tipaerui (st 3), Papeava (st 8,9,10), Fautaua, Hamuta (st 14) et surtout aux stations 22 et 23 en

baie nutriments plus confinée et alimentée par la Nahoata. Cette liaison des silicates avec les arrivées d'eau douce conduit à s'interroger sur les relations silicates / salinité. Celles-ci devraient permettre en théorie de caractériser la teneur en silicates des eaux douces alimentant le lagon. Il n'y a *a priori*, aucune raison de supposer que la teneur en silicates des eaux douces soit la même dans toutes les rivières débouchant dans la zone lagunaire considérée. Les relations ont donc été recherchées station par station. Les résultats (Tableau 5) montrent que dans la plupart des cas celles-ci sont significatives à l'exception des stations 1, 2, 5, 8 et 12. L'absence de relation significative à certaines stations s'explique assez aisément. Dans ces secteurs sous forte influence marine, l'amplitude de variation des silicates et de la salinité est très faible comparée à la précision des mesures. A l'opposé, les corrélations les plus significatives sont obtenues pour les stations 22 et 23 dont l'amplitude de variation des silicates et de la salinité sont considérables. Les coefficients de corrélations sont en effet significativement liés à l'amplitude de la salinité et des concentrations en silicates (Figure 22).

Les stations ont été regroupées lorsque les pentes des régressions apparaissaient proches, afin d'obtenir le maximum de point correspondant à l'influence d'une rivière donnée. On peut ainsi distinguer 4 secteurs : Tipaerui (st 3 & 4), Papeava (st 9 à 11), Fautau-Hamuta (st 13 à 16) et Nahoata (st 17 à 23).

Appliquées pour une teneur en silicates de $1.03 \mu\text{M}$ (moyenne océanique, campagnes Typatoll) ces relations permettent de recalculer une salinité pour les eaux marines de 35.73 à 35.87 (moyenne 35.82) sur ces 4 secteurs. Ces valeurs sont tout à fait compatibles avec les salinités de surface océaniques de la Société (moyenne 86-89 de 35.88, Rancher & Rougerie 1993, campagnes Hydropol).

A salinité nulle, les régressions fonctionnelles permettent d'estimer la teneur moyenne en silicates des eaux douces par secteur considéré. On obtient ainsi 321, 300, 386, et $511 \mu\text{M}$ de silicates respectivement pour ces 4 secteurs.

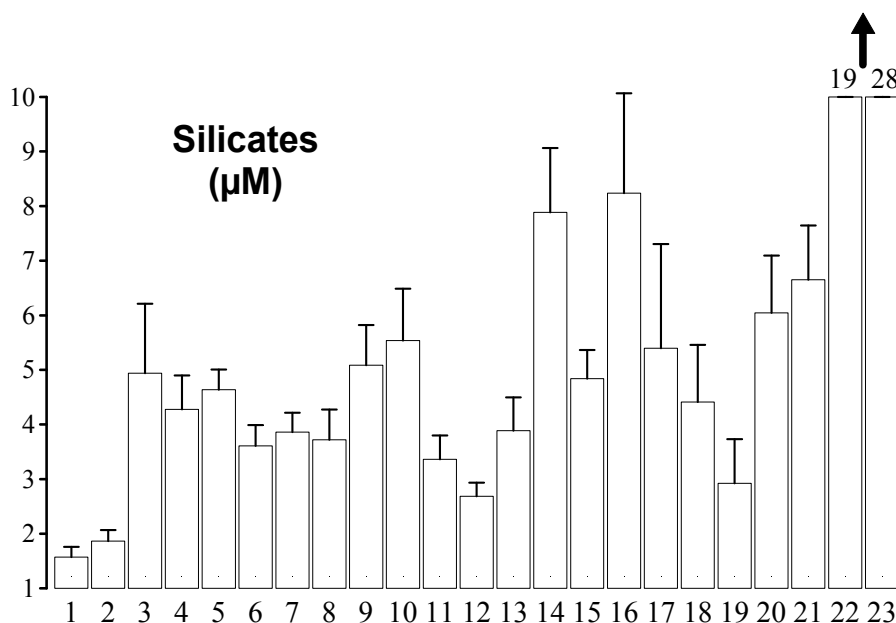


Figure 20 : Répartition moyenne des silicates

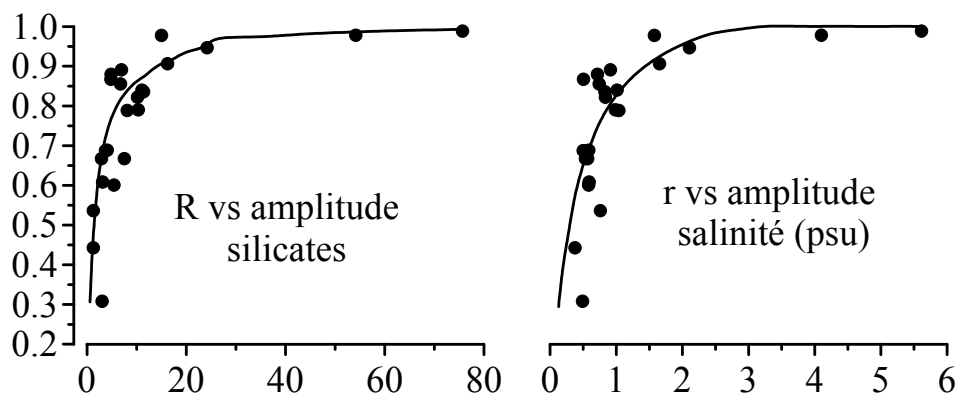


Figure 21 : A gauche : Coefficients de corrélation des régressions salinité vs silicates en fonction de l'amplitude de variation des silicates (μM) pour chaque station. A droite : Coefficients de corrélation des régressions salinité vs silicates en fonction de l'amplitude de variation de la salinité (o/oo) pour chaque station. Chaque point représente une station. La courbe représente la régression inverse.

Tableau 5 : Régressions fonctionnelles entre salinité (o/oo) et silicates (μM) par station et groupes de stations.

| station | pente | ordonnée à l'origine | r | n | P |
|---------------------------|--------|----------------------|-------|----|-----|
| 1 | -0.502 | 36.473 | 0.536 | 8 | ns |
| 2 | -0.259 | 36.244 | 0.442 | 8 | ns |
| 3 | -0.069 | 35.784 | 0.867 | 10 | ** |
| 4 | -0.120 | 35.995 | 0.855 | 10 | ** |
| 5 | -0.140 | 36.158 | 0.600 | 10 | ns |
| 6 | -0.201 | 36.203 | 0.667 | 10 | * |
| 7 | -0.145 | 36.114 | 0.688 | 10 | * |
| 8 | -0.169 | 36.100 | 0.608 | 10 | ns |
| 9 | -0.117 | 36.005 | 0.788 | 10 | ** |
| 10 | -0.092 | 35.888 | 0.879 | 10 | *** |
| 11 | -0.139 | 36.003 | 0.687 | 10 | * |
| 12 | -0.217 | 36.141 | 0.308 | 10 | ns |
| 13 | -0.076 | 35.789 | 0.667 | 9 | * |
| 14 | -0.104 | 36.028 | 0.977 | 10 | *** |
| 15 | -0.144 | 36.177 | 0.891 | 10 | *** |
| 16 | -0.071 | 35.825 | 0.906 | 10 | *** |
| 17 | -0.078 | 35.832 | 0.946 | 10 | *** |
| 18 | -0.080 | 35.866 | 0.822 | 10 | ** |
| 19 | -0.103 | 35.875 | 0.790 | 10 | ** |
| 20 | -0.078 | 35.826 | 0.840 | 9 | ** |
| 21 | -0.083 | 35.894 | 0.835 | 10 | ** |
| 22 | -0.068 | 35.750 | 0.978 | 10 | *** |
| 23 | -0.073 | 36.024 | 0.988 | 10 | *** |
| Tipaerui st 3 & 4 | -0.112 | 35.951 | 0.726 | 19 | *** |
| Papeava st 9 à 11 | -0.120 | 35.993 | 0.775 | 29 | *** |
| Fautaua-Hamuta st 13 à 16 | -0.093 | 35.924 | 0.904 | 38 | *** |
| Nahoata: st 17 à 23 | -0.070 | 35.800 | 0.980 | 69 | *** |

Salinités de déc. 1995 à sept. 1996 soient 10 mois, manquent avril 96 (sortie impossible) et Février (aberrants) pour les stations 1 et 2. P: ns: non significatif, * $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$, ***: $P < 0.001$.

3.1.2.7. Nitrates + nitrites .

Les concentrations en nitrates + nitrites sont assez élevées dans le lagon avec des valeurs moyennes comprises entre 0.4 et 1.6 μM . Les valeurs maximales sont trouvées en baie d'Arue, à l'embouchure de la Tipaerui et à l'embouchure de la Papeava (Figure 23). Les plus faibles sont observées près du récif et dans la passe de Papeete, lieux d'influence marine maximale. Toutes les valeurs lagunaires sont significativement supérieures à la valeur océanique (st 1). Avec 0.2 μM , celle-ci est significativement plus élevée que la moyenne océanique de 0.01 μM déterminée aux Tuamotu (données Typatoll 3 & 4).

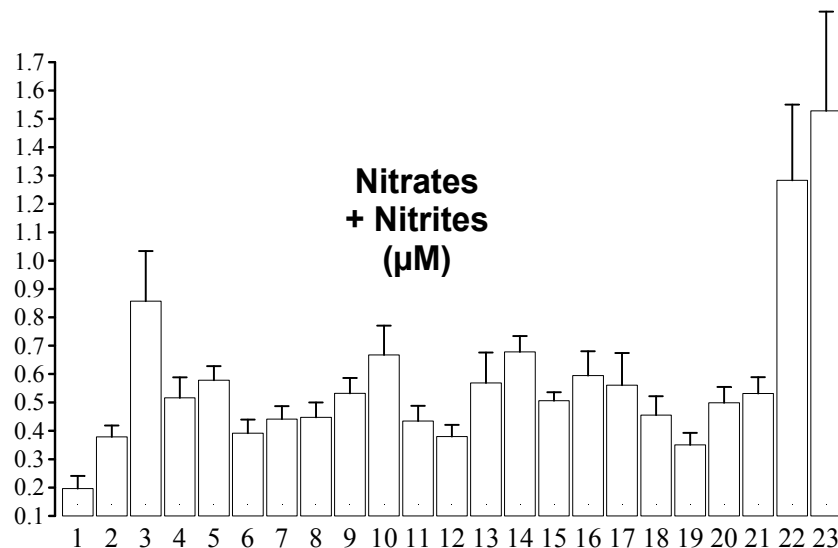


Figure 22 : Répartition moyenne des nitrates + nitrites

3.1.2.8. Ammonium

Les concentrations moyennes en ammonium sont également élevées dans le lagon avec des valeurs s'échelonnant entre 0.18 et 0.66 μM (Figure 24). Les concentrations les plus faibles sont observées au niveau du récif (stations 18 et 19). Les plus élevées sont trouvées en baie d'Arue (st 22 et 23), à l'embouchure de la Papeava (st 9 et 10) et de la Tipaerui (st 3). Ces valeurs maximales coïncident avec les fluctuations relatives maximales. La demande bactérienne en ammonium est forte en milieu lagunaire (Torréton *et al. soumis*) et les fluctuations importantes pourraient être dues à une consommation rapide de l'ammonium par le bactérioplancton et bien sûr le phytoplancton. Curieusement les valeurs sont assez fortes à la station océanique avec en moyenne près de 0.3 μM . Cette moyenne élevée est due à quelques valeurs de l'ordre de 0.5-0.6 μM . Les teneurs les plus courantes sont d'environ 0.2 μM (médiane 0.26 μM) à comparer aux teneurs dans l'océan de surface, de l'ordre de 0.13 μM en moyenne (Données Typatoll 3 & 4).

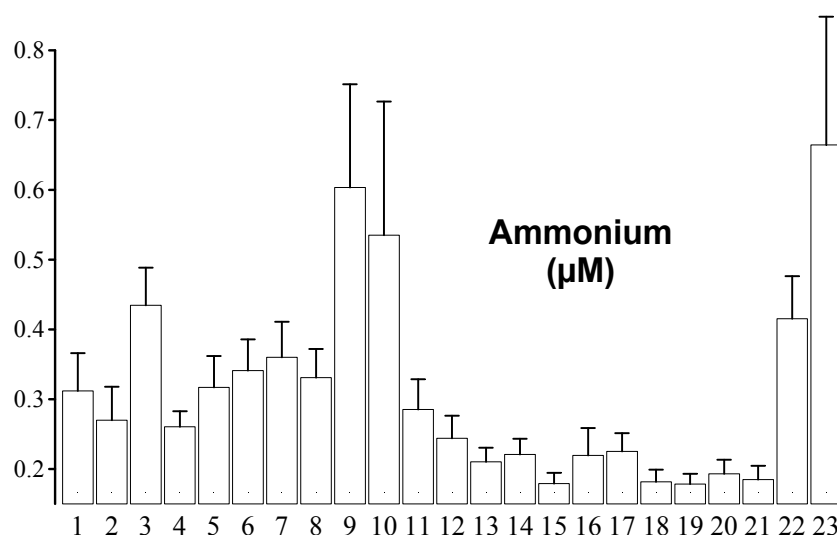


Figure 23 : Répartition moyenne de l'ammonium

3.1.2.9. Phosphates

Les concentrations moyennes en phosphates varient entre 0.22 μM et 0.51 μM (Figure 25). Les concentrations les plus faibles sont observées au niveau de la passe de Papeete et du récif (stations 18 et 19). Les plus élevées sont trouvées en baie d'Arue (st 22 et 23), à l'embouchure de la Papeava (st 9 et 10) et de la Fautaua-Hamuta. La concentration en station océanique est de 0.21 μM en moyenne, dans les Tuamotu celle-ci est proche, de l'ordre de 0.20 μM en moyenne (Données Typatoll 3 & 4).

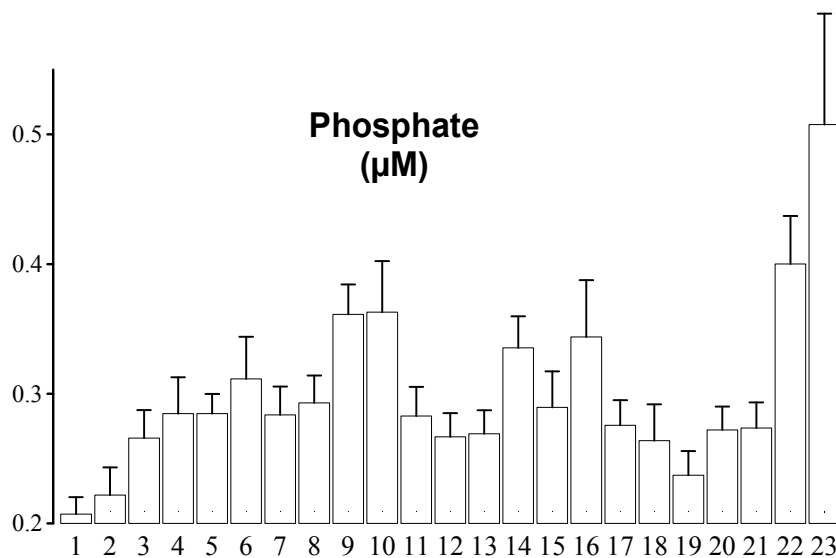


Figure 24 : Répartition moyenne des phosphates

3.1.2.10. Relations nutriments / silicates

Afin de vérifier si les importantes concentrations en nutriments pouvaient être reliées aux apports en eau douce, les relations entre nutriments et silicates ont été établies station par station. Les silicates sont en effet un bon indicateur de l'apport d'eau douce par les rivières aux eaux lagunaires et ceci a été vérifié sur le lagon de Tahiti en établissant les corrélations silicates / salinité. L'objectif de ces analyses de corrélations est de déterminer les concentrations en nutriments des principaux apports d'eau douce dans la zone considérée.

Dans la plupart des cas les régressions sont significatives par station (Tableau 6). Dans tous les cas il convient de remarquer que les concentrations en nutriments du mois de septembre 1995 sont très largement excessives par rapport à chaque tendance (ces points sont exclus de toutes les régressions). En d'autres termes, la relation nutriments / silicates n'est pas vérifiée pour ce prélèvement. Il est connu (G Wotling *comm. pers.*) que les premières crues transportent une charge solide par unité de volume bien supérieure aux suivantes. L'accumulation de matériel en saison sèche est donc également perceptible en terme d'apports en nutriments. Certaines stations ont été groupées, comme pour l'examen des corrélations silicates / salinité, lorsqu'elles sont proches d'une même embouchure de rivière et que les régressions sont proches. Il est ainsi possible d'obtenir des relations liant silicates et nutriments pour la Tipaerui, la Papeava, la Fautaua et la Hamuta, et enfin la Nahoata. Ces relations, toutes très hautement significatives sont résumées en Tableau 6. Les pentes obtenues, multipliées par la concentration en silicates (cf. Tableau 5), donnent la teneur moyenne (sur les 12 prélèvements considérés) en nutriments. Ces estimations sont résumées en Tableau 7. Les concentrations en nitrates+nitrites semblent assez proches pour les 4 systèmes considérés. Le système Fautaua-Hamuta semble le plus pauvre en nitrates+nitrites. Les concentrations en phosphates sont également similaires pour 3 d'entre elles, la Nahoata présentant un minimum. L'ammonium est, lui, maximal dans les zones les plus urbanisées (Tipaerui, Papeava).

Il est intéressant de constater qu'en appliquant la même démarche analogue aux données anciennes du LESE (suivi de 1975 à 1977), donne des résultats très similaires tant pour les régressions fonctionnelles entre silicates d'une part, et salinité, phosphate et nitrates+nitrites d'autre part (Tableau 8). **Une ré-exploitation systématique des nombreuses données analogues encore disponibles permettrait probablement de dégager des comparaisons riches d'enseignement sur l'évolution de la qualité des eaux se déversant dans le lagon de Tahiti.**

Tableau 6 : Régressions fonctionnelles entre nutriments et silicates station par station

| station | corrélations entre NO ₂₊₃ et silicates | | | | | | corrélations entre NH ₄ et silicates | | | | | | corrélations entre PO ₄ et silicates | | | | | |
|---------------------------|---|-------|--------|--------|----|-----|---|-------|--------|--------|----|-----|---|-------|-------|-------|----|-----|
| | Pente | ES | Oo | r | nb | P | Pente | ES | Oo | r | nb | P | Pente | ES | Oo | r | nb | P |
| 1 | 0.239 | 0.079 | -0.179 | 0.118 | 11 | ns | 0.455 | 0.151 | -0.331 | 0.093 | 11 | ns | 0.024 | 0.007 | 0.159 | 0.672 | 9 | * |
| 2 | 0.198 | 0.064 | 0.010 | -0.218 | 11 | ns | 0.225 | 0.069 | -0.150 | -0.377 | 11 | ns | 0.106 | 0.035 | 0.025 | 0.154 | 11 | ns |
| 3 | 0.139 | 0.019 | 0.171 | 0.902 | 12 | *** | 0.115 | 0.030 | 0.045 | 0.680 | 10 | * | 0.070 | 0.023 | 0.096 | 0.157 | 11 | ns |
| 4 | 0.106 | 0.017 | 0.147 | 0.885 | 10 | *** | 0.036 | 0.011 | 0.106 | 0.054 | 12 | ns | 0.046 | 0.011 | 0.131 | 0.669 | 11 | * |
| 5 | 0.134 | 0.038 | -0.043 | 0.423 | 12 | ns | 0.121 | 0.038 | -0.244 | 0.022 | 12 | ns | 0.041 | 0.013 | 0.094 | 0.068 | 12 | ns |
| 6 | 0.127 | 0.040 | -0.065 | 0.055 | 12 | ns | 0.118 | 0.036 | -0.085 | 0.252 | 12 | ns | 0.030 | 0.008 | 0.153 | 0.439 | 12 | ns |
| 7 | 0.130 | 0.039 | -0.060 | 0.316 | 12 | ns | 0.145 | 0.046 | -0.199 | 0.070 | 12 | ns | 0.053 | 0.015 | 0.033 | 0.443 | 12 | ns |
| 8 | 0.095 | 0.022 | 0.095 | 0.672 | 12 | * | 0.074 | 0.017 | 0.056 | 0.696 | 12 | * | 0.017 | 0.005 | 0.168 | 0.464 | 12 | ns |
| 9 | 0.074 | 0.022 | 0.156 | 0.304 | 12 | ns | 0.201 | 0.029 | -0.419 | 0.893 | 12 | *** | 0.021 | 0.005 | 0.173 | 0.555 | 12 | ns |
| 10 | 0.109 | 0.016 | 0.066 | 0.880 | 12 | *** | 0.098 | 0.028 | -0.118 | 0.543 | 11 | ns | 0.062 | 0.015 | 0.045 | 0.666 | 12 | * |
| 11 | 0.123 | 0.035 | 0.021 | 0.454 | 12 | ns | 0.099 | 0.023 | -0.048 | 0.664 | 12 | * | 0.074 | 0.017 | 0.069 | 0.697 | 12 | * |
| 12 | 0.167 | 0.053 | -0.070 | -0.082 | 12 | ns | 0.130 | 0.041 | -0.105 | -0.150 | 12 | ns | 0.010 | 0.002 | 0.221 | 0.701 | 12 | * |
| 13 | 0.107 | 0.024 | 0.097 | 0.731 | 11 | * | 0.033 | 0.010 | 0.082 | -0.153 | 12 | ns | 0.024 | 0.005 | 0.146 | 0.730 | 12 | ** |
| 14 | 0.040 | 0.008 | 0.316 | 0.825 | 11 | ** | 0.029 | 0.008 | 0.018 | 0.538 | 11 | ns | 0.045 | 0.010 | 0.092 | 0.738 | 12 | ** |
| 15 | 0.051 | 0.016 | 0.237 | 0.367 | 11 | ns | 0.029 | 0.008 | 0.040 | -0.370 | 12 | ns | 0.020 | 0.004 | 0.142 | 0.757 | 12 | ** |
| 16 | 0.047 | 0.009 | 0.209 | 0.812 | 12 | ** | 0.025 | 0.004 | 0.037 | 0.858 | 11 | *** | 0.027 | 0.005 | 0.145 | 0.780 | 12 | ** |
| 17 | 0.059 | 0.006 | 0.241 | 0.939 | 12 | *** | 0.012 | 0.003 | 0.142 | 0.618 | 11 | * | 0.038 | 0.007 | 0.152 | 0.795 | 12 | ** |
| 18 | 0.064 | 0.011 | 0.172 | 0.828 | 12 | *** | 0.017 | 0.005 | 0.108 | -0.279 | 12 | ns | 0.052 | 0.009 | 0.110 | 0.829 | 12 | *** |
| 19 | 0.053 | 0.011 | 0.197 | 0.724 | 12 | ** | 0.018 | 0.004 | 0.126 | -0.750 | 12 | ** | 0.008 | 0.001 | 0.246 | 0.851 | 12 | *** |
| 20 | 0.053 | 0.010 | 0.177 | 0.783 | 12 | ** | 0.019 | 0.005 | 0.098 | 0.620 | 11 | * | 0.085 | 0.014 | 0.003 | 0.857 | 12 | *** |
| 21 | 0.058 | 0.015 | 0.146 | 0.592 | 12 | * | 0.020 | 0.006 | 0.053 | -0.122 | 12 | ns | 0.031 | 0.004 | 0.201 | 0.905 | 12 | *** |
| 22 | 0.057 | 0.004 | 0.172 | 0.979 | 12 | *** | 0.013 | 0.003 | 0.160 | 0.770 | 12 | ** | 0.014 | 0.002 | 0.134 | 0.909 | 12 | *** |
| 23 | 0.055 | 0.004 | 0.002 | 0.971 | 12 | *** | 0.031 | 0.006 | -0.067 | 0.804 | 11 | ** | 0.041 | 0.005 | 0.134 | 0.911 | 12 | *** |
| Tipaerui st 3 & 4 | 0.138 | 0.014 | 0.103 | 0.888 | 22 | *** | 0.115 | 0.030 | 0.045 | 0.680 | 10 | * | 0.041 | 0.007 | 0.106 | 0.717 | 21 | *** |
| Papeava st 9 à 11 | 0.101 | 0.012 | 0.076 | 0.694 | 36 | *** | 0.101 | 0.015 | -0.070 | 0.562 | 33 | *** | 0.040 | 0.003 | 0.150 | 0.897 | 36 | *** |
| Fautaua-Hamuta st 13 à 16 | 0.047 | 0.005 | 0.255 | 0.780 | 45 | *** | 0.026 | 0.003 | 0.052 | 0.631 | 44 | *** | 0.024 | 0.003 | 0.157 | 0.655 | 48 | *** |
| Nahoata st 17 à 23 | 0.054 | 0.001 | 0.188 | 0.969 | 84 | *** | 0.024 | 0.002 | 0.058 | 0.792 | 81 | *** | 0.012 | 0.001 | 0.196 | 0.884 | 83 | *** |

Pente de nutriments vs silicates ($\mu\text{M}/\mu\text{M}$), ES: Erreur Standard de la pente, Oo: ordonnée à l'origine, nb: nombre de points, r: coefficient de corrélation, P: niveau de signification ***: $P < 0.001$, **: $P < 0.01$, *: $P < 0.05$, ns: non significatif

Tableau 7 : Concentrations moyennes en nutriments estimées dans différentes rivières se déversant en zone urbaine.

| | NH ₄ μM | ES μM | NO ₂₊₃ μM | ES μM | PO ₄ μM | ES μM |
|----------------|----------------------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------|----------------------------------|---------------------|
| Tipaerui | 25 | 10 | 30 | 8 | 9 | 3 |
| Papeava | 30 | 8 | 30 | 7 | 12 | 2 |
| Fautaua-Hamuta | 10 | 2 | 18 | 3 | 9 | 2 |
| Nahoata | 12 | 1 | 28 | 1 | 6 | 0 |

Tableau 8 : Régressions fonctionnelles entre Silicates et Salinité, PO₄ et NO₂+NO₃ d'après les résultats du LESE Mai 75-Mai 77

| | | pente | Oo | R | n | Concentratio n | |
|----------------|---|--------|-------|------|----|-------------------|-------------------------------------|
| Tipaerui | Silicates et Salinité | -0.128 | 36.63 | 0.65 | 31 | 286 | μM Si |
| Fautaua-Hamuta | Silicates et Salinité | -0.078 | 36.44 | 0.95 | 30 | 466 | |
| Nahoata | Silicates et Salinité | -0.074 | 36.53 | 0.94 | 15 | 492 | |
| Tipaerui | Silicates et PO ₄ | 0.063 | 0.18 | 0.77 | 44 | 18 | μM PO ₄ |
| Fautaua-Hamuta | Silicates et PO ₄ | 0.029 | 0.23 | 0.80 | 21 | 13 | |
| Nahoata | Silicates et PO ₄ | 0.008 | 0.29 | 0.89 | 20 | 4 | |
| Tipaerui | Silicates et NO ₂ +NO ₃ | 0.099 | -0.12 | 0.87 | 40 | 28 | μM NO ₂ +NO ₃ |
| Fautaua-Hamuta | Silicates et NO ₂ +NO ₃ | 0.065 | 0.15 | 0.92 | 43 | 30 | |
| Nahoata | Silicates et NO ₂ +NO ₃ | 0.026 | 0.21 | 0.90 | 20 | 13 | |

3.1.2.11. Indice optique de la matière organique dissoute (MOD)

Nous avons développé, lors du programme TYPATOLL, une technique d'analyse des eaux, par spectrophotométrie UV, qui permet de classer (de façon semi-quantitative) une eau dans un gradient de confinement. Notre "indice océanique" est bien corrélé avec diverses estimations du temps de renouvellement des eaux à l'échelle d'un lagon d'atoll (Pagès *et al.* in press).

Les échantillons (ramenés à température ambiante) sont injectés dans une cuve cylindrique (quartz, 100 mm) au moyen d'une seringue (Terumo 50 ml, piston caoutchouc) pourvue d'une canule inox. Le spectrophotomètre employé (Milton-Roy Spectronic 1201) permet de faire les mesures à 12 longueurs d'onde successivement après établissement d'un blanc. Pour celui-ci, il est préférable d'employer de l'eau distillée dé-ionisée (Barnstead), équivalente à la qualité "Milli-Q".

La pente S^* du spectre est calculée par régression de $\ln A_\lambda$ vs λ entre 250 et 300 nm. La corrélation (r) est généralement > 0.995 . Une corrélation plus faible indique un spectre non linéaire, le plus souvent avec un épaulement vers 270 nm dont la présence et l'aspect seront vérifiés par traçage du spectre.

Les échantillons d'eau de mer ou de lagon non pollué présentent une absorption (A_λ) qui décroît de façon exponentielle pour une longueur d'onde (λ) croissante, selon l'équation désormais classique (Bricaud *et al.* 1981): $\ln (A_\lambda) = \ln (A_g) + S^* (\lambda - g)$ où g est une longueur d'onde de référence. La pente S^* et l'absorption à une longueur d'onde donnée définissent un spectre, du moins dans sa portion linéaire (en coordonnées semi-logarithmiques).

Nous déterminons donc pour chaque échantillon deux descripteurs: a) son absorption à une certaine longueur d'onde (ici, à 254 nm), A_{254} , et b) la pente du spectre, S^* (pour "slope"). Ces deux descripteurs réagissent à des caractéristiques différentes de la matière organique dissoute (MOD). A_{254} est proportionnel à la concentration de MOD, mais seulement si la nature de cette MOD reste constante. On obtient ainsi pour différents atolls des Tuamotu une corrélation très significative entre A_{254} et concentration en carbone organique dissous (Pagès

et al. 1997). La pente, S^* , est inversement proportionnelle au poids moléculaire moyen de la MOD (Chen et al. 1977, Stewart and Wetzel, 1980, De Haan et al. 1988, Ewald et al. 1988).

Nous avons constaté, par des observations antérieures, que la distribution dans le plan A_{254}/S^* n'est pas aléatoire. Il est ainsi possible d'identifier :

- d'une part un pôle océanique, avec des A_{254} faibles et des S^* fortes (en haut à gauche en Figure 26). La MOD est peu concentrée, et son poids moléculaire est relativement faible

- un pôle confiné, ou eutrophisé, avec des A_{254} fortes et des S^* faibles (en bas à droite). La MOD est abondante, et son poids moléculaire élevé.

Nous avons constaté que des eaux de lagon d'atolls se distribuent entre ces deux pôles le long d'une hyperbole. Les eaux du lagon de Tahiti suivent également une hyperbole de caractéristique légèrement différente. Nous pouvons alors décrire la position d'un point non plus par ses 2 coordonnées (A_{254} et S^*), mais par sa distance, mesurée le long de la courbe, à une origine océanique arbitraire. Nous appelons "indice océanique" (*I.O.sp*) cette distance. Un indice faible correspond à une eau bien renouvelée, proche du milieu océanique. Un indice élevé correspond à une eau séparée depuis longtemps de la haute mer (et aurait évolué en circuit fermé, avec production de substances autochtones), et/ou qui a reçu des apports externes ("allochtones").

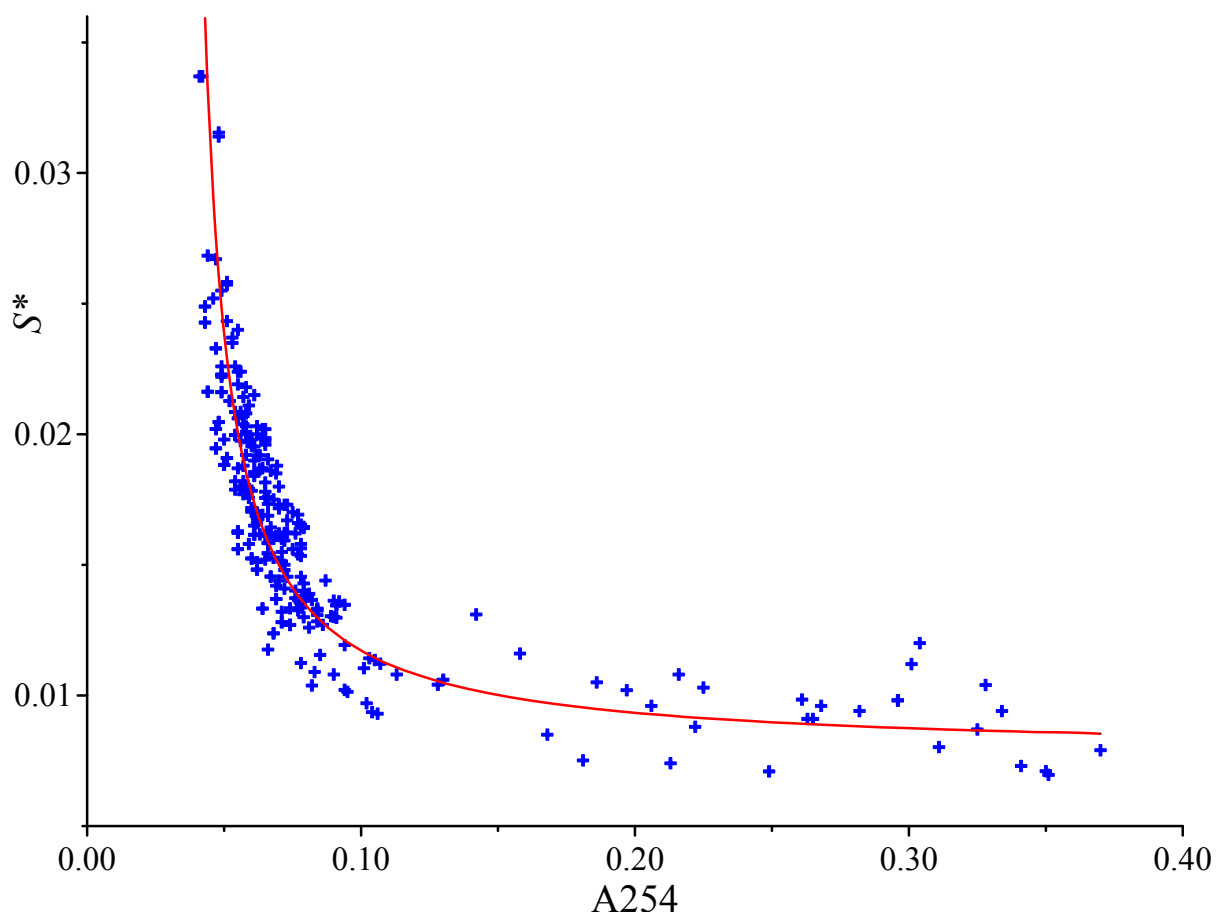


Figure 25 : S^* vs A_{254} pour le lagon de Tahiti. La courbe représente l'ajustement en

Les valeurs moyennes de A_{254} sont là encore très structurées (Figure 27) avec des valeurs minimales (donc des concentrations en MOD minimales) en station océanique (1) et en zone récifale (18 et 19). La zone portuaire (4 à 11) montre des valeurs significativement plus élevées. Des valeurs très élevées sont également observées à l'embouchure de la Fautaua-Hamuta (14 et 16) ainsi qu'en baie d'Arue (22 et 23).

Les valeurs de pente suivent une évolution symétrique (Figure 28) avec des maxima (0.023-0.025), donc un faible poids moléculaire moyen de la MOD en station océanique (1) et en zone récifale (18 et 19). La zone portuaire (4 à 11), l'embouchure de la Fautaua-Hamuta (14 et 16) et la baie d'Arue (22 et 23) montrent des valeurs minimales (0.015-0.018) correspondant donc à une matière organique de poids moléculaire élevé.

L'évolution de l'indice optique (Figure 29) intègre ces 2 tendances et montre là encore l'état d'eutrophisation de la zone portuaire, des embouchures de la Fautaua-Hamuta et de la baie d'Arue.

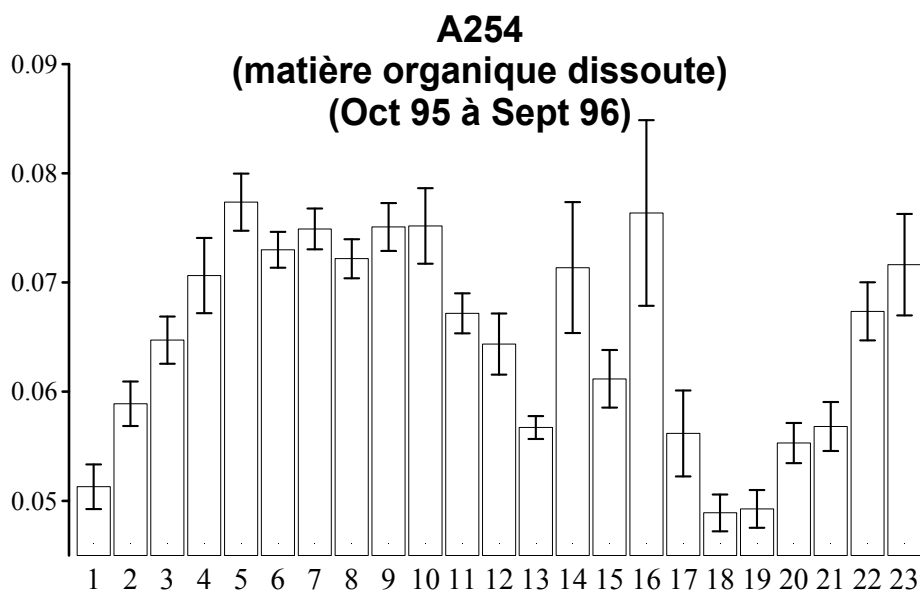


Figure 26 : Valeurs moyennes de A_{254}

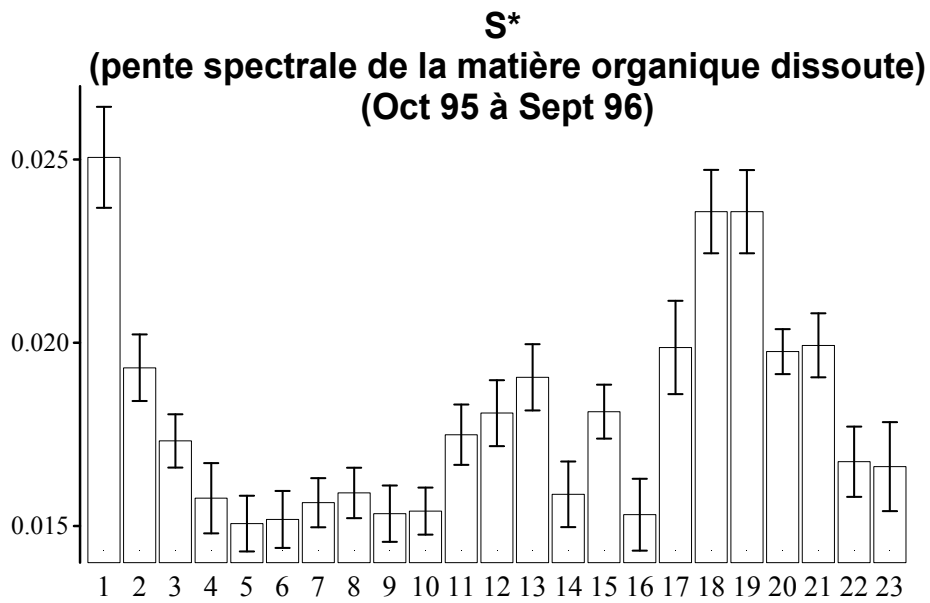


Figure 27 : Valeurs moyennes de S pente spectrale*

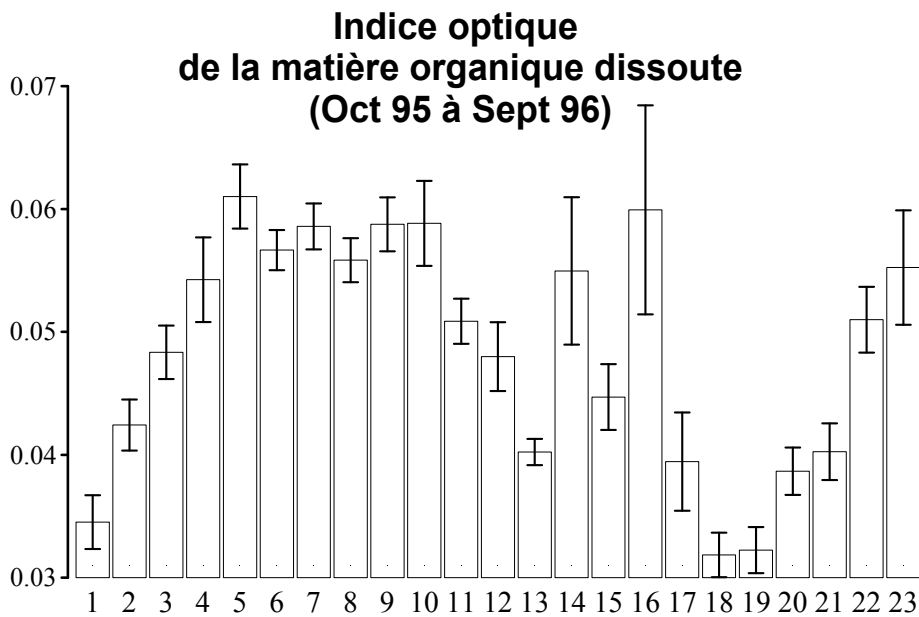


Figure 28 : Valeurs moyennes de l'indice optique de la MOD

3.1.2.12. Phosphore organique particulaire

Les valeurs moyennes de phosphore organique particulaire (POP) sont également très structurées spatialement (Figure 30) avec des valeurs minimales ($0.025 \mu\text{M}$) en station océanique (1) et en zone récifale (18 et 19). On observe, en zone portuaire (stations 4 à 11), des valeurs significativement plus élevées ($0.07\text{-}0.09 \mu\text{M}$). L'embouchure de la Fautau-Hamuta (14 et 16) et la baie d'Arue (22 et 23) montre également des valeurs élevées.

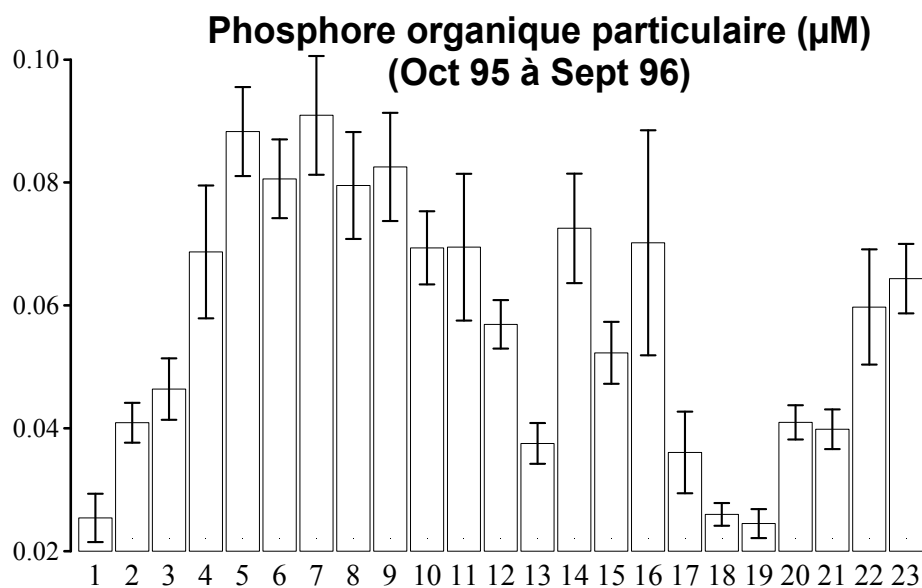


Figure 29 : Répartition moyenne du phosphore organique particulaire (μM)

3.1.2.13. Biomasse bactérienne

L'abondance bactérienne totale (Porter & Feig, 1980) a été déterminée en janvier, avril, août et septembre 96. La moyenne de ces prélèvements varie de $0.4-0.5 \cdot 10^9$ cellules $\cdot l^{-1}$ (stations 17-18) à près de $0.9 \cdot 10^9$ cellules $\cdot l^{-1}$ en station 7 (port) (Figure 31). Bien que les variations spatiales soient donc modérées en moyenne (un facteur 2 au maximum), les moyennes caractérisent les variations de l'eutrophisation de la masse d'eau lagonaire comme la plupart des autres variables déterminées au cours de cette étude.

En station océanique, l'abondance bactérienne moyenne est de $0.6 \cdot 10^9$ cellules $\cdot l^{-1}$. Cette valeur est à peine supérieure à celle obtenue dans les eaux de surface océaniques bordant les Tuamotu ($0.55 \cdot 10^9$ cellules $\cdot l^{-1}$).

Les valeurs minimales lagonaires, déterminées près du récif (stations 17 à 19), sont inférieures à celles obtenues dans l'océan. Ce phénomène est également observable à Tikehau (Torréton & Dufour, 1996b) où les eaux océaniques sont plus riches en bactéries que l'eau circulant sur les récifs. Il est interprétable par une consommation des bactéries hétérotrophes par les organismes filtreurs abondants dans les zones récifales (Ayukai, 1995).

La proportion de bactéries fixées sur particules est faible en moyenne (de 0.3% à 4.8%) mais extrêmement variable avec la période de prélèvement. Elle dépend très étroitement du nombre de particules présentes dans la masse d'eau ($r=0.71$, $P<0.001$, en moyenne 1,6 bactérie / particule), particules elles-mêmes liées à l'importance des apports en eau douce (voir relation MOP / silicates).

Les cyanobactéries, en général très abondantes dans les lagons d'atolls des Tuamotu (Charpy & Blanchot, *in press*), sont peu représentées dans la partie du lagon étudiée. Avec des abondances moyennes variant entre $5 \cdot 10^6$ cellules $\cdot l^{-1}$ (station 18) et $38 \cdot 10^6$ cellules $\cdot l^{-1}$, les valeurs se rapprochent de celles observées dans les eaux océaniques bordant les Tuamotu (Charpy & Blanchot, *in press*). Cette faiblesse des effectifs n'empêche toutefois pas une répartition spatiale structurée comme celle de la plupart des autres variables (Figure 31). Comme pour le bactérioplancton hétérotrophe, ce bactérioplancton autotrophe montre une abondance minimale en zone proche du récif, interprétable, là encore, par une consommation active par les organismes fixés (Ayukai, 1995).

Contribution des cyanobactéries à la chlorophylle totale.

Sur la base de 0.8 fg Chl.a / cellule déterminée dans les lagons d'atolls des Tuamotu (Torréton *et al.* *in prep*), les cyanobactéries, qui présentent une taille très similaire (diamètre moyen $0.8\mu m$) ne représenteraient sur les 4 mois étudiés que 1.3% de la chlorophylle totale dans le lagon considéré. Contrairement aux lagons d'atolls où elles représentent jusqu'à 60% de la Chl.a, les *Synechococcus* ne présentent qu'une contribution mineure dans la portion étudiée du lagon de Tahiti.

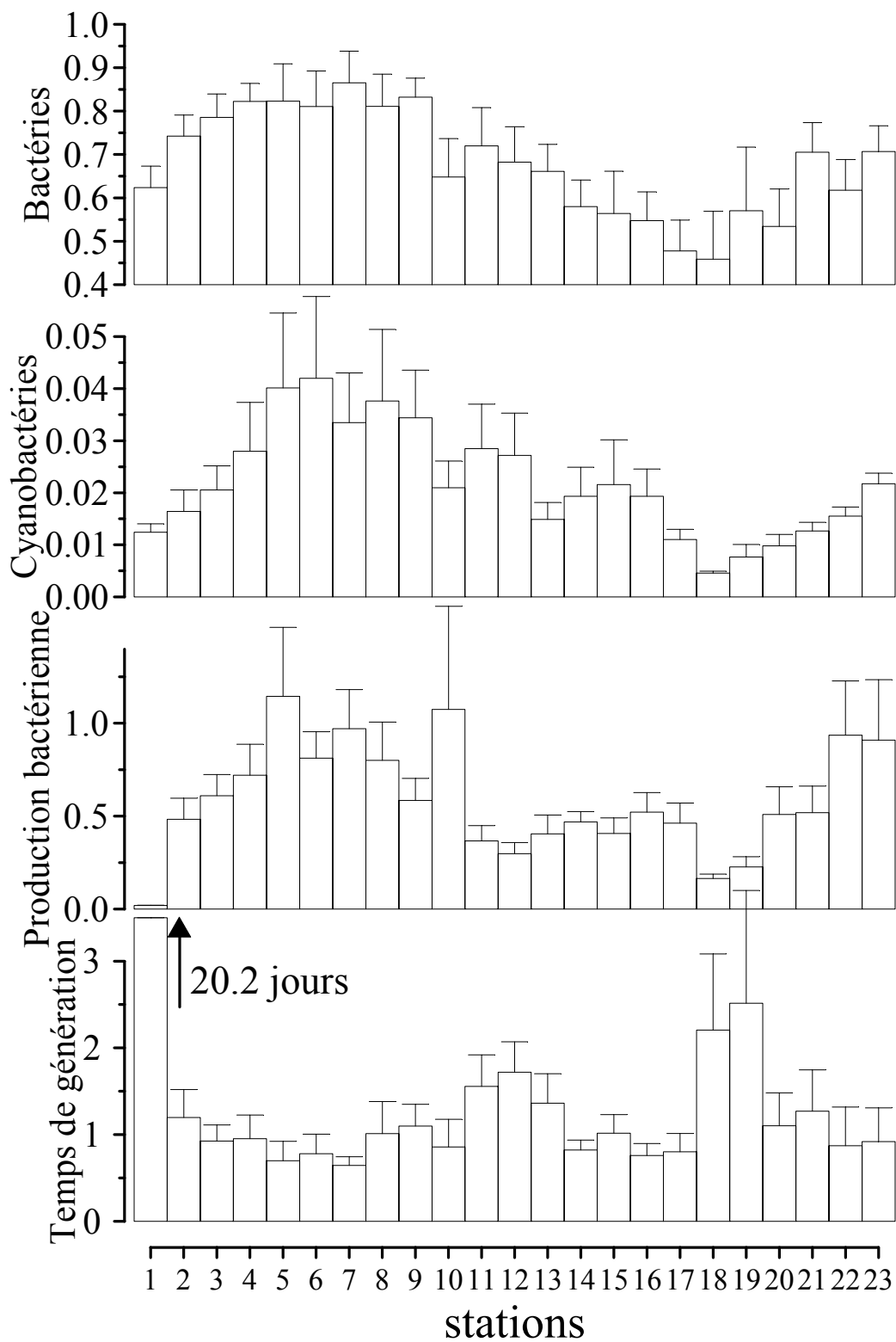


Figure 1: Variables bactériennes moyennes : Abondance moyenne des bactéries hétérotrophes, Abondance moyenne des cyanobactéries, Production de biomasse moyenne des bactéries hétérotrophes, Temps de générations moyens des bactéries hétérotrophes

3.1.2.14. Production bactérienne

La production de biomasse bactérienne (Torréton & Bouvy, 1991) déterminée aux mêmes périodes que la biomasse varie plus fortement que cette dernière. En effet, dans la portion de lagon étudiée, les valeurs moyennes varient d'un facteur 7 (Figure 31). Les maxima ($\approx 1.1 \mu\text{gC.l}^{-1}.\text{h}^{-1}$) sont observés en station 5 (port) et 10 (embouchure de la Papeava) et les minima ($\approx 0.2 \mu\text{gC.l}^{-1}.\text{h}^{-1}$) près du récif d'Arue (stations 18 & 19). Là encore, la tendance générale est vérifiée et montre une eutrophisation nette de la zone du port et de la baie d'Arue. A la station océanique, la valeur moyenne de sub-surface, extrêmement faible ($0.02 \mu\text{gC.l}^{-1}.\text{h}^{-1}$), est typique des eaux oligotrophes océaniques de la région (Torréton & Dufour, 1996a, 1996b) et tout à fait comparable à celle observée dans les eaux de surface océaniques au cours des campagnes Typatoll ($0.03 \mu\text{gC.l}^{-1}.\text{h}^{-1}$, Torréton *et al. in prep.*).

Les temps de génération bactériens (biomasse / production) sont minimaux dans la zone portuaire (inférieurs à la journée) et indiquent donc que les peuplements bactériens y sont les plus actifs (Figure 31). Les valeurs sont également faibles en baie d'Arue (stations 20 à 23). Les plus fortes valeurs (2,5 jours en moyenne) sont observées en stations 18 et 19, près du récif d'Arue, ce qui confirme la relative pauvreté de ces sites. En station océanique, le temps de renouvellement moyen de la biomasse bactérienne est de l'ordre de 20 jours, ce qui est remarquablement long, et typique des eaux océaniques oligotrophes de la région.

3.1.2.15. Importance de la production bactérienne comparée à la production primaire

Sur les 6 stations où la production primaire a pu être déterminée, il est intéressant de comparer celle-ci à la production bactérienne.

La production bactérienne représente ainsi jusqu'à 100% environ de la production primaire aux sites les plus eutrophes (Tableau 9). La production de biomasse planctonique globale est donc fortement accrue par l'activité bactérienne aux sites les plus eutrophes. Aux sites les plus oligotrophes (stations 1, océanique et 18, récifale), la production bactérienne représente une proportion plus classique (3-31%) de la production primaire.

L'importance extrême de la production bactérienne de biomasse souligne l'importance des apports en matière organique au lagon, en accord avec les fortes charges en matériel organique particulaire et dissous.

Tableau 1 : production primaire et production bactérienne moyennes intégrées par m^2

| station | Production bactérienne ($\text{mgC}/\text{m}^2/\text{jour}$) | | Production primaire ($\text{mgC}/\text{m}^2/\text{jour}$) | | rapport % |
|---------|---|-----|--|----|--------------|
| | moyenne | ES | moyenne | ES | |
| 1 | 10 | 0.4 | 281 | 26 | 3 |
| 4 | 371 | 119 | 348 | 66 | 107 |
| 9 | 231 | 50 | 356 | 30 | 65 |
| 11 | 133 | 16 | 307 | 48 | 43 |
| 18 | 80 | 15 | 261 | 52 | 31 |
| 23 | 347 | 155 | 324 | 45 | 107 |

3.1.3. Régulation des populations planctoniques

3.1.3.16. Contrôle du phytoplancton

Afin de déterminer les éléments stimulant le phytoplancton, les relations entre chlorophylle a (index de la biomasse phytoplanctonique) et les sels nutritifs ont été déterminées.

Lorsque toutes les données sont examinées (n=297, soit 13 mois x 23 stations - stations 1 et 2 non échantillonnées en avril 96), les corrélations sont significatives pour la plupart des nutriments testés (Tableau 10). Toutefois, ces relations montrent qu'une très faible part de la variance totale de la chlorophylle a est expliquée par les nutriments. Afin d'examiner s'il existe un effet de seuil, les données ont été rassemblées par classes de nutriments (en log). Il est possible de montrer ainsi une évolution très cohérente de la chlorophylle et des sels nutritifs (Figure 32) pour les faibles valeurs de chlorophylle, soit jusqu'à 1-1.5 $\mu\text{g Chl.a.l}^{-1}$.

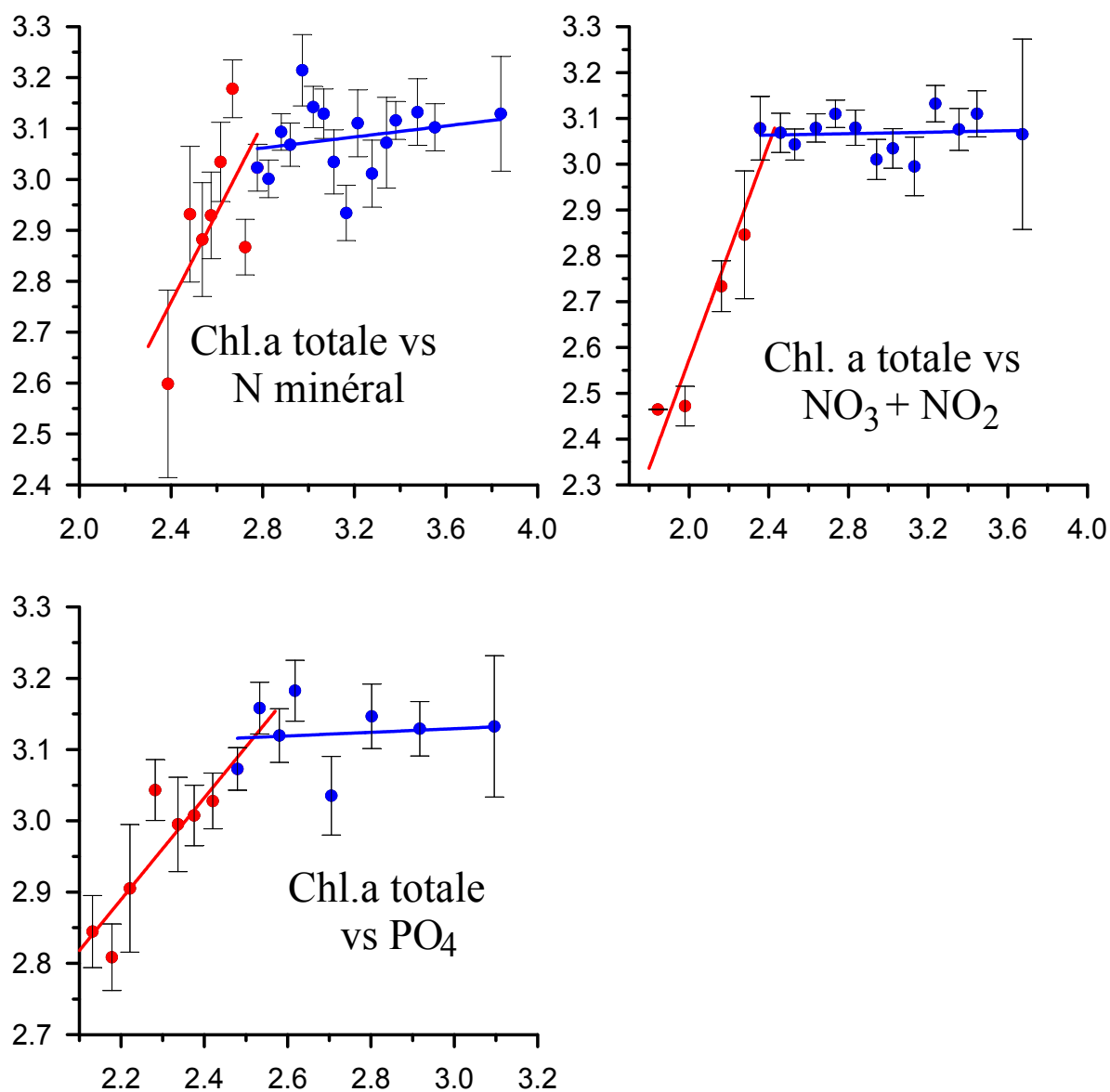
Cette évolution ne permet toutefois pas de déterminer quel élément explique le mieux la variance de la chlorophylle. Les nutriments co-varient effectivement dans cette gamme de valeurs. Afin d'évaluer dans quelle gamme de valeurs la chlorophylle est reliée aux sels nutritifs, les corrélations ont été déterminées sur les données de chlorophylle a en ordre croissant. L'évolution des coefficients de corrélations sur l'intégralité des données montre que les corrélations les plus étroites sont trouvées pour des valeurs $< 0.9 \mu\text{g Chl.a.l}^{-1}$ (Figure 33). Les corrélations sont significatives pour tous les nutriments pour les valeurs $< 0.9 \mu\text{g Chl.a.l}^{-1}$. Afin de déterminer les nutriments les plus déterminants dans l'évolution de la concentration en Chl. a, les corrélations partielles ont été effectuées. Les résultats (Tableau 11) montrent **que les nitrates + nitrites sont les éléments expliquant le mieux la variance de la chlorophylle pour des concentrations $< 0.9 \mu\text{g.l}^{-1}$** . La variance de la chlorophylle expliquée reste de toute évidence très faible. Il ne faut toutefois pas s'en étonner dans la mesure où le système étudié est loin d'être en équilibre. Le lagon reçoit des apports continuels (et variables) en sels nutritifs et le phytoplancton qui s'y développe n'a probablement pas le temps de réagir de manière optimale à ces fluctuations d'apports à court terme.

Il est toutefois possible de montrer avec cette approche que l'élément le plus important pour les concentrations de Chl.a $< 0.9 \mu\text{g.l}^{-1}$ est l'azote minéral, essentiellement sous forme de nitrates + nitrites, et que le PO_4 ne joue qu'un rôle secondaire. Les rapports Nmin/PO_4 sont effectivement faibles (3.01 ± 0.08 M/M pour l'ensemble des données, sans différence significative entre Chl.a $>$ et $< 0.9 \mu\text{g.l}^{-1}$) et bien au dessous de l'optimum suggéré par le rapport de Redfield (N/P=16) (Redfield *et al.* 1963, Goldman *et al.* 1979, Karl *et al.* 1993).

Les corrélations très faibles au delà de $0.9 \mu\text{g.l}^{-1}$ de chlorophylle a (soit au delà de 1.0, 0.5 et $0.5 \mu\text{M}$ de NO_3 , NH_4 et PO_4) suggèrent un autre contrôle du phytoplancton. La prédation (limitant la biomasse) et la turbidité (limitant la photosynthèse) agissent probablement de concert pour limiter les concentrations de chlorophylle en deçà de $2 \mu\text{g.l}^{-1}$.

Tableau 2 : corrélations (log-log) entre chlorophylle a et sels nutritifs. Toutes les données, n=297.

| | | NO ₂₊₃ | NH ₄ | NMIN | PO ₄ | Si(OH) ₄ | NO ₂₊₃ /PO ₄ | NMIN/PO ₄ | NOD | NTOT | POD | PTOT |
|--------|---|-------------------|-----------------|-------|-----------------|---------------------|------------------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| CHLA | R | 0.11 | 0.10 | 0.12 | 0.15 | 0.05 | -0.02 | -0.03 | 0.20 | 0.21 | 0.06 | 0.12 |
| | n | 297 | 297 | 297 | 297 | 297 | 297 | 297 | 281 | 281 | 286 | 286 |
| | P | 0.060 | 0.078 | 0.043 | 0.008 | 0.394 | 0.731 | 0.638 | 0.001 | 0.000 | 0.279 | 0.044 |
| PHEO | R | 0.39 | 0.29 | 0.39 | 0.40 | 0.06 | 0.15 | 0.13 | 0.20 | 0.38 | 0.19 | 0.33 |
| | n | 297 | 297 | 297 | 297 | 297 | 297 | 297 | 281 | 281 | 286 | 286 |
| | P | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.299 | 0.008 | 0.025 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 |
| CHLtot | R | 0.25 | 0.20 | 0.25 | 0.28 | 0.06 | 0.06 | 0.04 | 0.22 | 0.31 | 0.13 | 0.23 |
| | n | 297 | 297 | 297 | 297 | 297 | 297 | 297 | 281 | 281 | 286 | 286 |
| | P | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.309 | 0.309 | 0.460 | 0.000 | 0.000 | 0.031 | 0.000 |
| %CHLA | R | -0.18 | -0.10 | -0.17 | -0.14 | 0.04 | -0.21 | -0.18 | 0.01 | -0.10 | -0.09 | -0.14 |
| | n | 297 | 297 | 297 | 297 | 297 | 297 | 297 | 281 | 281 | 286 | 286 |
| | P | 0.002 | 0.071 | 0.004 | 0.019 | 0.442 | 0.000 | 0.001 | 0.900 | 0.103 | 0.131 | 0.020 |

**Figure 2 : Evolution de la chlorophylle en fonction des sels nutritifs (données groupées)**

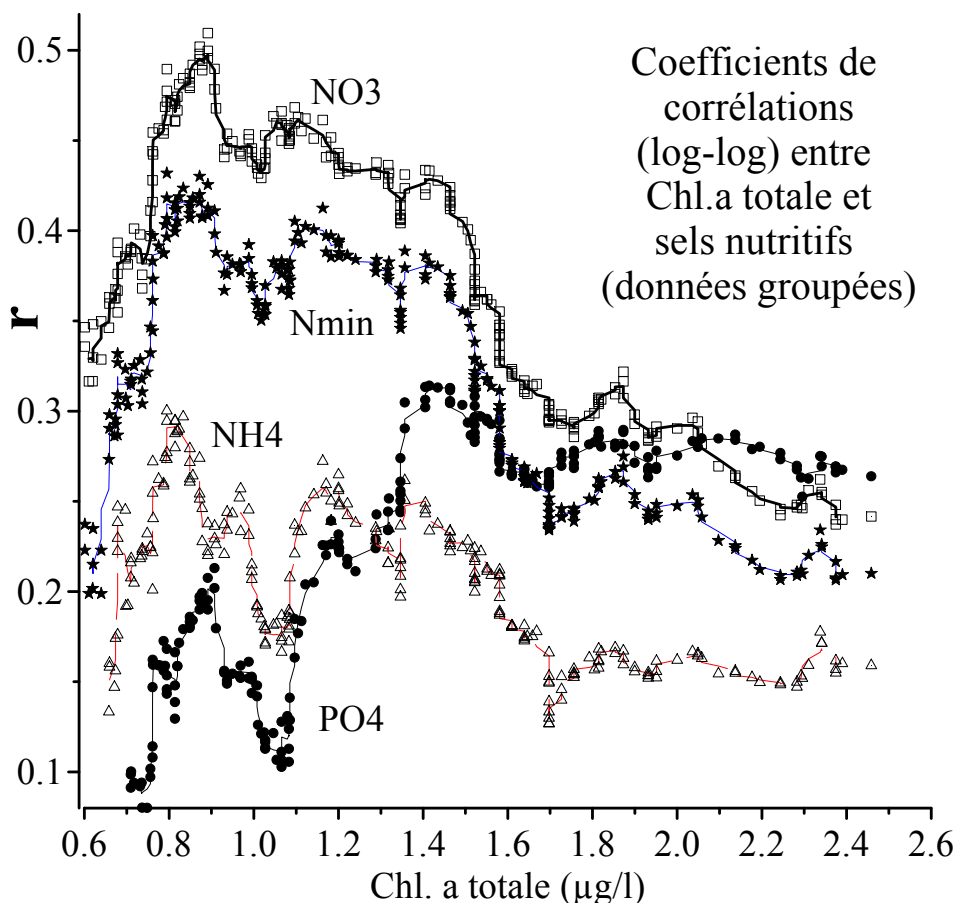


Figure 3 : Evolution des coefficients de corrélation logChla-logNutriments en fonction de la concentration en chlorophylle a.

Tableau 3 : corrélations partielles entre log Chl.a et nutriments

| | Chl < 0.9 µg.l ⁻¹ | Chl > 0.9 µg.l ⁻¹ |
|-------------------------|------------------------------|------------------------------|
| LOG(PO ₄) | -0.171 | 0.169 * |
| LOG(NO ₂₊₃) | 0.475 *** | -0.102 |
| LOG(NH ₄) | 0.062 | 0.010 |
| n | 105 | 192 |

*** : P<0.001, * P<0.05

3.1.3.17. Contrôle du bactérioplancton

Sur les 4 mois où la biomasse et la production du bactérioplancton hétérotrophe ont été déterminés, l'examen des corrélations entre taux de croissance bactérien (μ_{bact}) et les différentes variables caractérisant la richesse nutritive (Tableau 12) montre une très nette corrélation entre μ_{bact} et l'absorbance à 254 nm (A_{254}). Dans les lagons d'atolls des Tuamotu, A_{254} est un bon estimateur du carbone organique dissous (Pagès *et al.* 1997). La relation $\mu_{\text{bact}}/A_{254}$ n'est donc pas surprenante et tend à montrer l'influence positive de la matière organique dissoute (MOD) sur l'activité bactérienne. Ces corrélations montrent également que l'azote dissous apparaît moins déterminant que le phosphore dissous (Tableau 12).

Les corrélations partielles (Tableau 13) montrent, en effet que seuls PO₄ et POD sont reliés significativement au taux de croissance bactérien. Lorsque A₂₅₄ est ajouté dans les variables explicatives, le POD devient non significatif, ce qui confirme la redondance de ces 2 variables descriptives de la matière organique dissoute.

La meilleure explication de la variance du taux de croissance du bactérioplancton est ainsi obtenue par :

$$\log(\mu_{\text{bact}}) = 1.55 \log(A_{254}) + 0.82 \log(\text{PO}_4) + 2.32, \text{ avec } r=0.59 \text{ (n=85, } P<0.001)$$

Au contraire du phytoplancton, plutôt dépendant des nitrates, le bactérioplancton semble plutôt dépendant de la concentration en phosphates et évidemment en matière organique (A₂₅₄).

Ceci peut à première vue sembler paradoxal dans la mesure où le bactérioplancton requiert en principe d'avantage de P par rapport au N que le phytoplancton (réf.). De fait, sur les 4 mois étudiés, le rapport Nminéral/Pminéral dissous est de 2.6±0.2, non significativement différent du rapport de 3.0 déterminé sur l'ensemble des prélèvements. Toutefois, le rapport NOD/POD est de 11.7±0.7, cette valeur bien plus élevée que la précédente montre que le bactérioplancton trouve certainement l'azote nécessaire sous forme organique dissoute et qu'il lui faut compléter ses besoins par du phosphore minéral.

Tableau 4 : Corrélations (log-log) entre taux de croissance bactérien et variables nutritives

| | A ₂₅₄ | SNO ₃ | NH ₄ | NOD | NTOT | PO ₄ | POD | PTOT |
|---|------------------|------------------|-----------------|-------|-------|-----------------|-------|-------|
| R | 0.45 | 0.26 | 0.12 | 0.24 | 0.20 | 0.44 | 0.06 | 0.49 |
| P | 0.000 | 0.016 | 0.250 | 0.027 | 0.064 | 0.000 | 0.583 | 0.000 |

Tableau 5 : Corrélations partielles entre taux de croissance bactérioplanctonique et variables descriptives de la richesse nutritive

| | SNO ₃ | NH ₄ | NOD | PO ₄ | POD |
|---|------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|
| R | 0.09 | -0.13 | 0.09 | 0.40 | 0.32 |
| P | 0.412 | 0.232 | 0.405 | 0.000 | 0.003 |

3.2. Pièges à particules

Six séries de 3 pièges à particules ont été déployées 13 fois de septembre 95 à septembre 96, en 6 sites (Embouchure de la Tipaerui, de la Papeava, récif de Papeete, baie du Taaone, récif d'Arue, baie d'Arue) 1m au dessus du fond. Les stations étudiées coïncident avec les stations colonne d'eau correspondant à une situation contrastée en terme d'importance des apports terrigènes :

- 2 embouchures de rivière (Tipaerui (n° 4) et Papeava (n° 9)),
- 2 fond de baie : Taaone (n° 14) et Arue (n° 23),
- 2 stations récifales correspondant aux stations colonne d'eau n° 11 et 18.

Le matériel particulaire en voie de sédimentation est collecté à l'aide de pièges à particules. Ces pièges (Figure 34) sont constitués d'un ensemble de trois cylindres en PVC, de 50 cm de long et de 8 cm de diamètre. L'ensemble est placé verticalement en plongée à 1 mètre du fond pendant 48 heures environ.

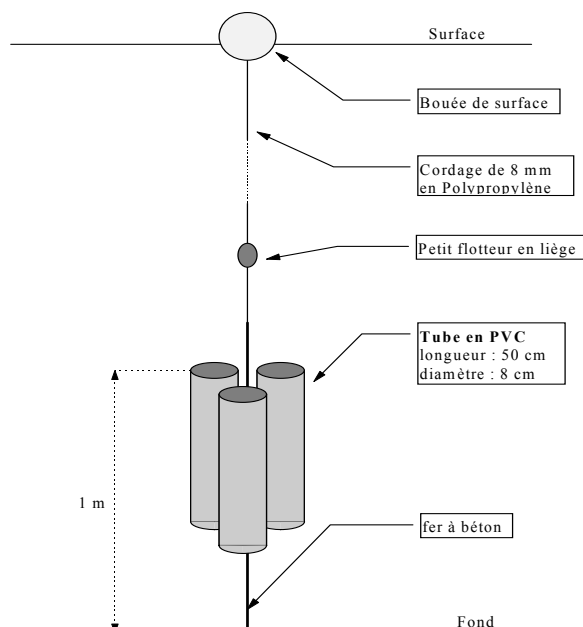


Figure 4 : Schéma général des pièges à particules

3.2.2. Variabilité inter-réplicats

Sur 78 triplicatas de pièges, la variabilité, estimée par le coefficient de variation (écart-type/moyenne en %) se situe entre 5 et 13% pour les différentes variables déterminées (Tableau 14), ce qui est tout à fait satisfaisant. Noter que les coefficients de variation plus importants pour la matière organique que pour le flux total indiquent qu'une part de ces variations est probablement due à la discrimination organique/minérale (perte au feu). De plus, cette fraction organique représentant une faible part du total, l'erreur relative sur la pesée est naturellement plus importante. De manière comparable, le coefficient de variation pour la Chl. a totale sédimentée est moins important que les CV pour la Chl. a active et les phéopigments. Une part de ces variations est donc due à cette discrimination.

Tableau 6 : Variabilité (coefficients de variations) entre triplicatas de pièges à particules

| | Flux total | Flux inorg | Flux org | POP | Chl. a | Phéo. | Chl. a totale |
|---------|------------|------------|----------|-----|--------|-------|---------------|
| moyenne | 8.9 | 8.7 | 12.6 | 5.0 | 10.4 | 9.8 | 7.7 |
| ES | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 0.5 | 0.8 | 0.9 | 0.7 |

3.2.3. Matière minérale et organique

D'emblée, comme pour les variables de la colonne d'eau, il importe de distinguer les flux de sédimentation déterminés en septembre 1995 de tous les autres. Les pluies importantes sur la période précédent la mise en place des pièges en septembre 95 conduisent à des valeurs de sédimentation 2 à 44 fois plus élevées selon les variables et les stations.

Tableau 7 : flux particulaires total, inorganique et organique enregistrés en septembre 95.

| N° Station | Localisation | Flux total g/m ² /j | Flux inorg g/m ² /j | Flux org g/m ² /j |
|------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 4 | Embouchure Tipaerui | 1051 | 954 | 98 |
| 9 | Embouchure Papeava | 3157 | 2863 | 294 |
| 11 | Récif Papetete | 141 | 123 | 18 |
| 14 | Baie Taaone | 212 | 186 | 26 |
| 18 | Récif Arue | 30 | 26 | 4 |
| 23 | Baie Arue | 149 | 129 | 20 |

Les flux de particules en voie de sédimentation enregistrés en septembre 95 (Tableau 15) correspondent à un phénomène exceptionnel lié à la première crue de la saison des pluies. Aux exutoires des rivières, les flux atteignent les valeurs considérables de 1 et 3 kg/m²/j respectivement pour la Tipaerui (n°4) et la Papeava (n°9). Pour les stations 11, 14 et 18, les flux sont environ 10 fois plus faibles. La station récifale n°18, protégée des apports terrigènes par la présence d'un récif intermédiaire (Cf. carte Figure 1) se singularise par un flux particulaire minimum de 30 g/m²/j soit un rapport 100 avec le flux maximal enregistré. Le flux organique représente environ 10% des apports totaux quelque soit la station.

Les 12 autres mesures de sédimentation effectuées de octobre 95 à septembre 96 montrent certes des variations mais plus modérées. Celles-ci conduisent à des valeurs moyennes de sédimentation totale de 22 g/m²/j (station 18) à 81 g/m²/j (station 4) (voir Figure 1). Il y a donc variation d'un facteur 4 des valeurs de sédimentation entre le site récifal le plus pauvre (station 18) et le plus riche (station 4). Dans la pratique, les valeurs moyennes de sédimentation déterminées aux stations 4, 9, 11, 14 et 23 ne sont pas significativement différentes.

La part représentée par la matière organique dans ce taux de sédimentation total est de 10.3% en moyenne et varie très peu avec une erreur standard de 0.2% (n=78). Globalement les valeurs des fractions organiques et minérales suivent donc assez fidèlement la répartition spatiale des valeurs de sédimentation totale.

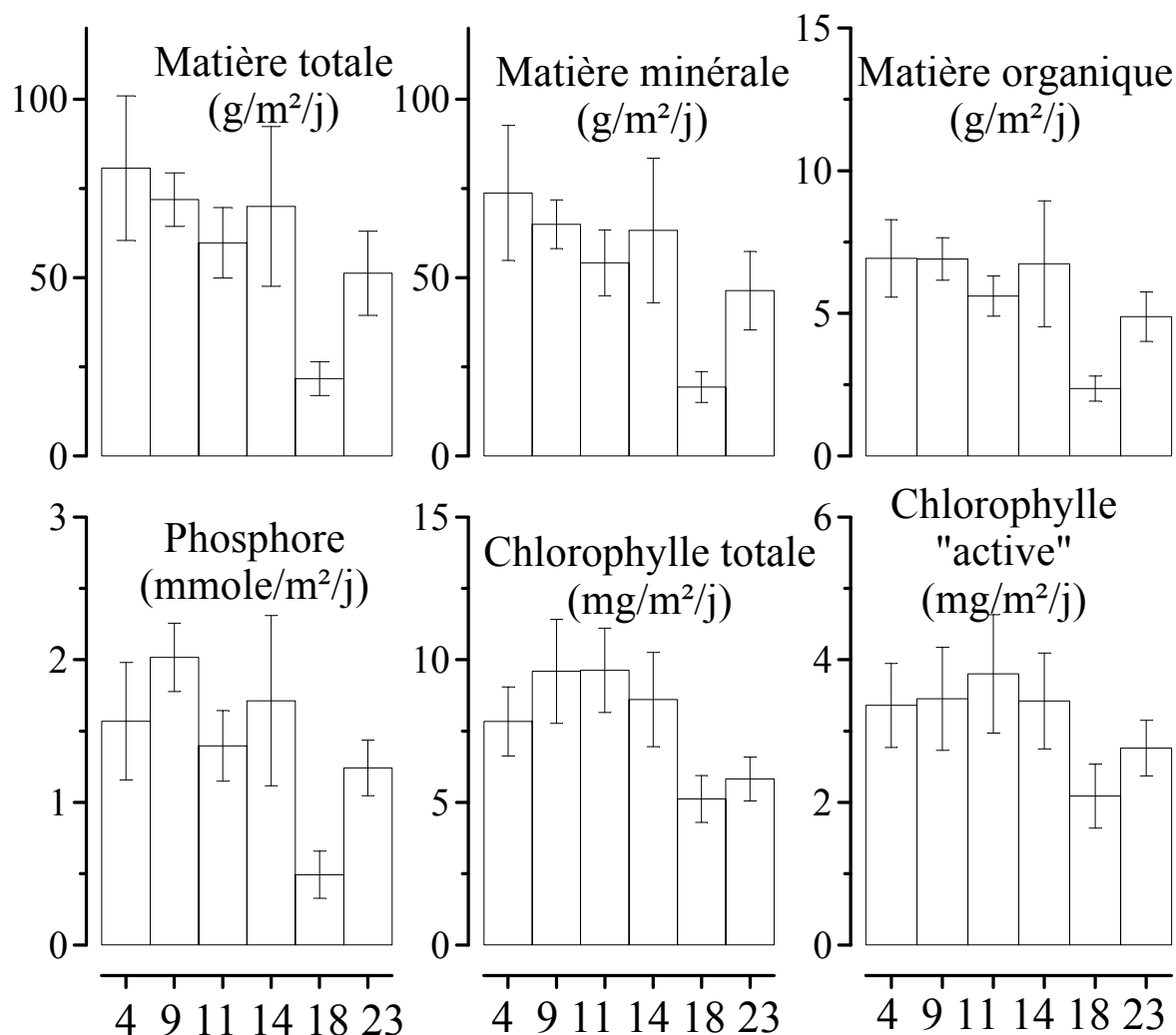


Figure 5 : Valeurs moyennes (\pm ES) de sédimentation aux 6 stations étudiées de octobre 95 à septembre 96

3.2.4. Chlorophylle a

Le mois de septembre 95 correspond aux apports maximaux en terme de chlorophylle. Il convient de distinguer les stations 11, 18 et 23 pour lesquelles la sédimentation totale est d'environ 10 mg/m²/j des stations 4, 9 et 14 pour lesquelles la sédimentation totale est comprise entre 40 et 60 mg/m²/j, ce qui correspond à une variation maximale d'un facteur 6.

Les 12 mesures de sédimentation effectuées de octobre 95 à septembre 96 conduisent à des valeurs moyennes de sédimentation totale de 5.1 mg/m²/j (station 18) à 9.6 mg/m²/j (stations 9 et 11, voir en Figure 35). Il n'y a donc variation que d'un facteur 2 des valeurs de sédimentation entre le site récifal le plus pauvre (station 18) et les sites plus riches. La station 23 se caractérise par un taux de sédimentation relativement faible en terme de chlorophylles alors que le taux de sédimentation total apparaissait peu différent des stations les plus riches.

La part représentée par la chlorophylle a « active » dans ce taux de sédimentation total des chloropigments est de 40.5% en moyenne et varie très peu avec une erreur standard de 0.9% (n=78). Les valeurs de chlorophylle « active » et « dégradée » (phéopigments) suivent

donc fidèlement la répartition spatiale des valeurs de sédimentation totale en terme de chloropigments.

3.2.5. Phosphore particulaire total

Les 12 mesures de sédimentation en terme de phosphore total effectuées de octobre 95 à septembre 96 conduisent à des valeurs moyennes de sédimentation totale de 0.5 mM/m²/j (station 18) à 2.0 mM/m²/j (station 9) (Figure 35). Il y a donc variation que d'un facteur 4 des valeurs de sédimentation entre le site récifal le plus pauvre (station 18) et le site le plus riche.

Le phosphore particulaire représente, pour la période octobre 95 – septembre 96, environ 10 % du phosphore présent dans la colonne d'eau lagunaire. Cette proportion peut atteindre plus de 50 % dans le cas de fortes précipitations à l'exutoire des cours d'eau (Harris et al. soumis) et souligne l'importance des apports de phosphore, par le biais des crues, sous forme particulaire.

3.2.6. Correspondance des différentes variables

Sur l'ensemble des données de sédimentation, on peut remarquer un excellent accord entre les différentes variables estimatives des flux de sédimentation (Figure 36). La relation entre phosphore total et flux total en log-log montre un exposant non significativement différent de 1. Il existe donc une relation linéaire simple entre phosphore sédimenté et flux total (comme d'ailleurs pour ses fractions organique et minérale). Par contre l'exposant des relations entre Chl totale et flux total ou Chl totale et flux en terme de phosphore est proche de 0.5. Le flux de sédimentation en terme de pigments photosynthétique augmente donc moins rapidement que le flux particulaire total ou le flux en terme de phosphore.

3.2.7. Flux de sédimentation et valeurs dans la colonne d'eau sus-jacente

Que représente le flux de sédimentation moyen par rapport à la teneur moyenne en matériel particulaire dans la colonne d'eau sus-jacente ?

On peut remarquer (Figure 37) qu'en moyenne les valeurs de sédimentation en un site donné sont en accord avec les valeurs intégrées dans la colonne d'eau sus-jacente (en supposant que les valeurs de sub-surface sont représentatives de la colonne d'eau).

A l'exception de la station 18, en zone récifale, les flux de sédimentation en matériel particulaire total représentent chaque jour l'équivalent du contenu de la colonne d'eau. En station 18, ce flux ne représente plus qu'environ 30% des valeurs intégrées dans la colonne d'eau. Noter que si l'on distingue matériel particulaire minéral et organique, on peut remarquer que les proportions sédimenté/sus-jacent sont très différentes. En excluant la station 18, les 5 autres stations montrent en moyenne que 130% du matériel minéral présent dans la colonne sédimente chaque jour alors qu'apparemment seuls 50% du matériel organique sédimente chaque jour. Cette dernière valeur est d'ailleurs proche de celle déterminée pour les pigments photosynthétiques (voir plus loin). Deux hypothèses peuvent expliquer cette différence organique/minéral. D'une part, le matériel organique sédimente

probablement moins rapidement que du matériel minéral aux formes simples et à la viscosité moindre que des floccs organiques ou des cellules. La taille peut également jouer sur la vitesse de sédimentation. D'autre part, pendant les 48h où les pièges sont déployés, il est vraisemblable qu'une activité minéralisatrice intense, réduise la quantité de matériel organique recueillie.

Le flux de sédimentation en terme de phosphore représente en moyenne près de 100% également du matériel contenu dans la colonne d'eau au dessus des pièges. Il n'y a pas de différence significative de cette proportion entre les stations.

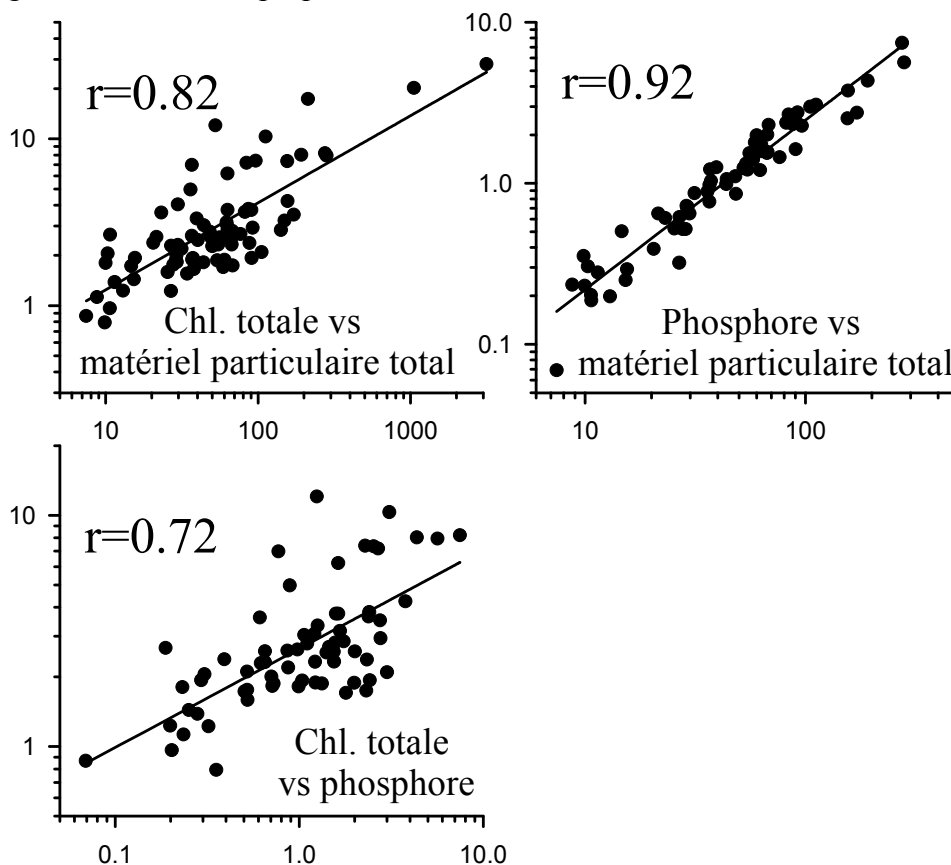


Figure 6 : Flux de sédimentations comparés des différentes variables

En terme de pigments photosynthétiques, l'exportation par sédimentation représente entre 30 et 50% du matériel présent dans la colonne d'eau. Ces valeurs sont significativement plus faibles donc que celles concernant le matériel particulaire total ou le phosphore total.

Ces proportions considérables montrent que le taux de renouvellement des eaux lagunaires est crucial pour éviter l'accumulation de matériel sédimenté sur les fonds lagunaires. Un taux de renouvellement des eaux supérieur à la journée entraînerait ainsi la sédimentation dans le lagon de la quasi totalité des apports dans la colonne d'eau. Cette constatation rejoint celle faite à partir des données historiques de sédimentation (au moyen de traceurs naturels) montrant une considérable augmentation du taux de sédimentation annuel après les aménagements portuaires.

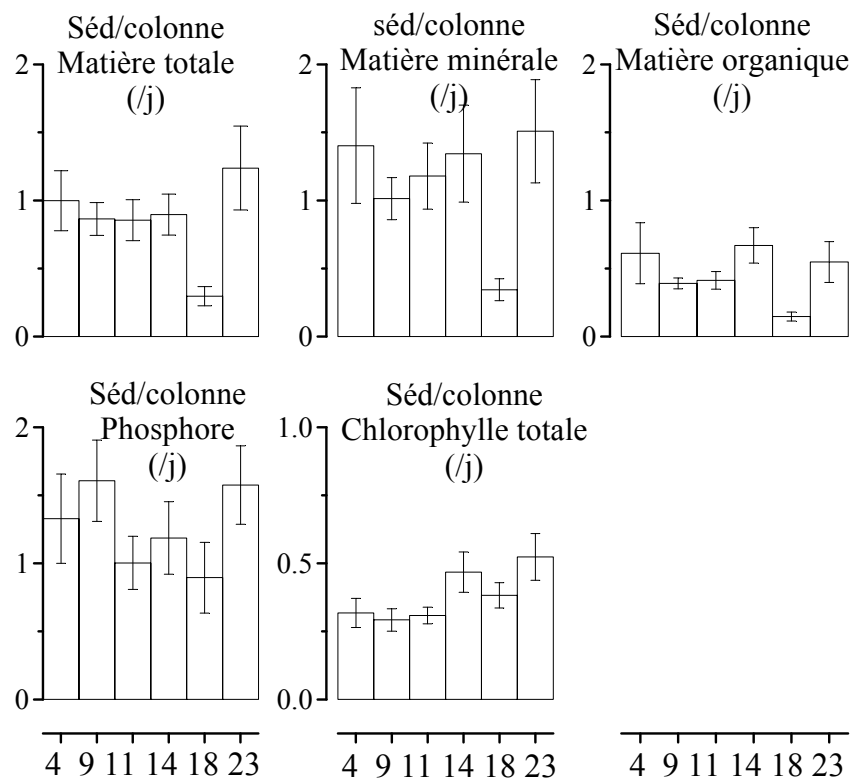


Figure 7 : Rapport des flux de sédimentation journaliers aux valeurs intégrées dans la colonne d'eau

3.2.8. Importance des flux

Les flux moyens des différentes variables enregistrés au cours de la période octobre 95 - septembre 96 sont inférieurs d'un facteur 2 à 100 suivant les variables par rapport à la situation exceptionnelle de septembre 95 qui correspond à un épisode de fortes précipitations en début de saison des pluies. Il convient, d'emblée, de distinguer les stations côtières de la station récifale n°18 pour laquelle les flux mesurés en septembre 95 varient peu par rapport aux flux moyens enregistrés sur les 12 mois suivants. Le récif d'Arue bloque pour une large part les apports terrigènes. Ceci n'est pas le cas pour la seconde station récifale située à proximité de l'embouchure de la rivière Papeava (station 11) dont le panache de particules terrigènes s'étire en direction des passes de Papeete et du Taaone. Les stations situées dans la baie du Taaone (14) et dans la baie d'Arue (23) présentent une situation intermédiaire entre la station récifale 18 et les embouchures de rivières qui, en période de crue, subissent d'importants flux particuliers d'origine terrigène. L'importance de ces flux est surtout caractérisée par la présence de matériel inorganique qui provient de l'érosion des sols volcaniques sous l'effet des précipitations. Le lessivage des sols est favorisé par l'anthropisation des bassins versants par le biais des travaux de terrassement liés à l'habitat. Les flux particuliers moyens enregistrés au cours des prélèvements mensuels correspondent à une situation annuelle moyenne en l'absence de précipitations ou à des périodes de faibles précipitations (avril et juillet 96). **Ces flux moyens sont donc vraisemblablement une sous estimation des apports sédimentaires annuels réels.**

4. CONCLUSION

L'ensemble des mesures présentées ici montre qu'en dehors des événements exceptionnels, comme la première crue de saison des pluies en septembre 1995, les variations temporelles (entre prélèvements mensuels) sont modérées. Cette relative constance des valeurs de la colonne d'eau, permet d'établir des moyennes par station sur la période de l'étude (hors événements exceptionnels). Ces moyennes montrent, pour la plupart des variables déterminées, une structure spatiale commune. La zone portuaire (stations 4 à 11) et les embouchures de rivières (stations 4, 9, 14 et 22) apparaissent ainsi les plus touchées par l'eutrophisation. Les fonds de baie, notamment celle d'Arue (station 23) montrent également une très nette tendance à l'eutrophisation. A l'inverse, la zone récifale d'Arue (stations 18 et 19), sous influence océanique, présente un état trophique peu différent des lagons d'atoll ou d'îles hautes peu soumis aux pressions anthropiques.

Les teneurs en éléments nutritifs apparaissent très liées aux apports en eaux douces (voir corrélations silicates *vs.* sels nutritifs). En effet, l'île de Tahiti, comme nombre de pays insulaires en voie de développement, n'est pas encore équipée de système d'assainissement. Les effluents sont rejetés dans le lagon par les eaux de ruissellement et les rivières.

Les corrélations entre chlorophylle *a* et sels nutritifs montrent que pour les faibles valeurs de chlorophylle *a*, l'augmentation des nitrates + nitrites est vraisemblablement responsable de l'augmentation de la biomasse phytoplanctonique. Au delà d'un seuil d'environ $1 \mu\text{g.l}^{-1}$, la liaison est bien moins nette. L'atténuation lumineuse importante est très probablement responsable de la moindre augmentation des teneurs en phytoplancton. Cette atténuation est due au phytoplancton lui-même, mais surtout au matériel particulaire lié aux apports en eaux douces. Le bactérioplancton apparaît lui, plus directement lié aux teneurs en phosphates et en matière organique dissoute (reflétée par l'absorbance à 254 nm).

Malgré le taux de renouvellement important des eaux lagunaires, les apports en sels nutritifs se traduisent par une augmentation nette de la biomasse planctonique.

Il est donc clair que la réduction de l'influence océanique, par le biais des aménagements portuaires réalisés dans les années 60, a aggravé l'eutrophisation du lagon de Tahiti par les effluents urbains.

Les flux de sédimentation, déterminés au moyen de pièges à particules, apparaissent également relativement peu variables, hors événements exceptionnels¹. Ils sont en moyenne extrêmement importants et représentent environ 100% du matériel de la colonne d'eau sus-jacente à l'exception de la station récifale (18). Celle-ci, protégée par un récif intermédiaire, apparaît donc moins affectée par les apports. L'importance de ces flux de sédimentation montre encore une fois l'impérieuse nécessité de limiter au maximum les ouvrages tendant à réduire l'influence océanique. La baisse de l'exportation vers l'océan des charges particulières tendrait en effet à aggraver les taux de sédimentation en zone lagunaire. Ce phénomène est confirmé par les données historiques de sédimentation, déterminées au moyen de traceurs naturels, qui attestent une considérable augmentation des flux annuels nets de sédimentation consécutive aux aménagements portuaires du début des années 60.

¹ L'élimination des valeurs de flux de septembre 1995 dans les moyennes ne doit pas faire oublier que les crues exceptionnelles contribuent de manière importante au flux annuel moyen réel. La comparaison entre les flux de sédimentation bruts déterminés au cours de cette étude et les flux annuels nets devrait permettre d'estimer la part des événements climatiques exceptionnels au bilan annuel.

5. ANNEXE : Données brutes

5.1. Matière organique particulaire en suspension

| Stations | sep 95 (mg.l ⁻¹) | oct 95 (mg.l ⁻¹) | nov 95 (mg.l ⁻¹) | déc 95 (mg.l ⁻¹) | jan 96 (mg.l ⁻¹) | fév 96 (mg.l ⁻¹) | mar 96 (mg.l ⁻¹) | avr 96 (mg.l ⁻¹) | mai 96 (mg.l ⁻¹) | jun 96 (mg.l ⁻¹) | juil 96 (mg.l ⁻¹) | aoû 96 (mg.l ⁻¹) | sep 96 (mg.l ⁻¹) |
|----------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 1.8 | 0.27 | 0.37 | 0.47 | 0.60 | 0.45 | 0.57 | nd | 1.44 | 0.55 | 0.27 | 0.43 | 0.32 |
| 2 | 2.0 | 0.33 | 0.67 | 0.80 | 1.00 | 0.12 | 0.90 | nd | 1.17 | 1.07 | 0.67 | 1.00 | 0.72 |
| 3 | 58.0 | 0.20 | 0.47 | 1.33 | 1.13 | 0.31 | 0.67 | 0.73 | 0.94 | 1.05 | 0.61 | 0.27 | 0.44 |
| 4 | 8.1 | 0.40 | 0.47 | 0.73 | 1.27 | 0.53 | 0.94 | 0.47 | 1.33 | 1.10 | 0.67 | 0.47 | 0.88 |
| 5 | 3.6 | 0.60 | 0.53 | 1.00 | 1.20 | 0.81 | 0.89 | 0.56 | 1.00 | 1.05 | 0.67 | 0.67 | 0.20 |
| 6 | 5.4 | 1.00 | 0.40 | 1.14 | 1.20 | 0.40 | 0.85 | 0.82 | 0.83 | 1.22 | 0.75 | 0.47 | 0.55 |
| 7 | 7.6 | 0.80 | 0.33 | 1.00 | 1.20 | 0.88 | 0.90 | 0.78 | 0.94 | 1.05 | 0.89 | 0.33 | 0.47 |
| 8 | 7.3 | 0.53 | 0.33 | 0.80 | 1.27 | 0.69 | 0.70 | 0.67 | 1.06 | 1.22 | 0.78 | 0.33 | 0.50 |
| 9 | 35.3 | 0.53 | 1.00 | 0.87 | 1.07 | 0.64 | 1.80 | 0.77 | 1.10 | 0.95 | 0.95 | 0.55 | 2.15 |
| 10 | 12.7 | 0.73 | 0.60 | 0.73 | 2.13 | 0.80 | 1.27 | 0.74 | 0.85 | 0.80 | 0.85 | 0.50 | 2.35 |
| 11 | 9.8 | 0.47 | 0.80 | 0.60 | 1.93 | 0.80 | 0.55 | 0.72 | 0.75 | 1.05 | 0.65 | 0.60 | 1.20 |
| 12 | 6.9 | 2.47 | 0.80 | 0.47 | 1.20 | 0.43 | 1.87 | 0.29 | 0.65 | 1.05 | 0.80 | 0.25 | 0.80 |
| 13 | 10.6 | 0.90 | 0.60 | 1.33 | 1.40 | 0.43 | 1.33 | 0.34 | 0.95 | 0.80 | 0.65 | 0.25 | 0.78 |
| 14 | 4.3 | 0.60 | 0.70 | 1.40 | 0.87 | 0.40 | 1.20 | 0.63 | 0.85 | 0.85 | 0.55 | 0.05 | 0.61 |
| 15 | 11.4 | 0.33 | 0.47 | 1.33 | 1.13 | 0.60 | 1.27 | 0.80 | 0.80 | 1.15 | 0.85 | 0.15 | 0.70 |
| 16 | 2.1 | 0.40 | 0.47 | 2.00 | 1.20 | 0.13 | 1.13 | 0.57 | 0.70 | 0.75 | 0.85 | 0.45 | 0.65 |
| 17 | 5.1 | 0.40 | 1.20 | 1.40 | 1.80 | 0.47 | 1.20 | 1.25 | 1.00 | 0.75 | 0.59 | 0.27 | 2.30 |
| 18 | 1.9 | 0.67 | 0.60 | 1.33 | 1.07 | 0.60 | 1.05 | 0.70 | 0.70 | 0.85 | 0.47 | 0.53 | 2.30 |
| 19 | 5.3 | 0.87 | 0.60 | 1.27 | 0.80 | 0.47 | 0.90 | 0.80 | 0.80 | 0.45 | 0.65 | 0.20 | 0.75 |
| 20 | 4.6 | 0.67 | 0.60 | 1.13 | 1.07 | 0.87 | 1.00 | 0.80 | 0.85 | 0.35 | 0.71 | 0.60 | 0.50 |
| 21 | 12.9 | 0.67 | 0.80 | 1.27 | 1.07 | 0.20 | 1.15 | 0.70 | 0.60 | 0.50 | 0.76 | 0.73 | 0.80 |
| 22 | 22.7 | 0.67 | 0.90 | 0.93 | 0.87 | 0.80 | 1.05 | 0.75 | 0.65 | 0.65 | 0.59 | 0.80 | 0.60 |
| 23 | 12.6 | 0.60 | 1.00 | 0.87 | 1.40 | 0.40 | 0.95 | 0.75 | 0.60 | 0.40 | 0.76 | 0.53 | 0.60 |

5.2. Matière minérale particulaire en suspension

| Stations | sep 95 (mg.l ⁻¹) | oct 95 (mg.l ⁻¹) | nov 95 (mg.l ⁻¹) | déc 95 (mg.l ⁻¹) | jan 96 (mg.l ⁻¹) | fév 96 (mg.l ⁻¹) | mar 96 (mg.l ⁻¹) | avr 96 (mg.l ⁻¹) | mai 96 (mg.l ⁻¹) | jun 96 (mg.l ⁻¹) | juil 96 (mg.l ⁻¹) | aoû 96 (mg.l ⁻¹) | sep 96 (mg.l ⁻¹) |
|----------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 0.00 | 1.50 | 1.37 | 0.07 | 1.11 | 1.18 | 0.87 | nd | 2.28 | 1.61 | 0.80 | 1.54 | 0.81 |
| 2 | 1.33 | 2.13 | 2.27 | 1.73 | 2.33 | 2.82 | 2.30 | nd | 2.28 | 3.67 | 1.89 | 4.00 | 1.56 |
| 3 | 138.00 | 1.73 | 2.27 | 3.00 | 1.87 | 2.88 | 1.78 | 2.87 | 1.78 | 3.10 | 1.94 | 2.87 | 1.56 |
| 4 | 12.20 | 1.93 | 3.07 | 1.73 | 2.20 | 4.40 | 1.94 | 3.59 | 2.89 | 3.75 | 2.17 | 3.00 | 2.75 |
| 5 | 8.40 | 1.33 | 2.00 | 2.80 | 1.93 | 2.63 | 1.84 | 4.22 | 2.17 | 3.21 | 2.00 | 3.53 | 1.53 |
| 6 | 8.90 | 2.80 | 3.13 | 2.50 | 1.87 | 2.40 | 1.55 | 3.65 | 2.56 | 3.78 | 2.38 | 3.20 | 1.15 |
| 7 | 8.60 | 2.00 | 2.40 | 2.07 | 1.87 | 2.62 | 1.75 | 3.00 | 2.78 | 2.65 | 1.72 | 3.00 | 1.12 |
| 8 | 2.60 | 2.27 | 2.80 | 2.07 | 1.73 | 4.08 | 1.90 | 4.06 | 2.94 | 4.00 | 2.06 | 3.13 | 2.11 |
| 9 | 155.00 | 2.40 | 6.60 | 3.53 | 2.47 | 3.64 | 5.47 | 4.52 | 2.65 | 2.70 | 3.00 | 2.90 | 11.90 |
| 10 | 9.00 | 2.40 | 5.20 | 3.33 | 5.27 | 2.20 | 4.47 | 3.37 | 2.75 | 2.35 | 2.25 | 2.95 | 11.00 |
| 11 | 9.20 | 1.60 | 5.30 | 3.13 | 5.33 | 2.47 | 1.40 | 3.39 | 2.40 | 2.45 | 1.80 | 2.40 | 3.25 |
| 12 | 2.20 | 14.87 | 4.70 | 3.60 | 4.13 | 2.43 | 4.33 | 2.89 | 2.30 | 2.35 | 2.40 | 2.45 | 2.25 |
| 13 | 2.00 | 2.70 | 2.80 | 3.00 | 3.80 | 3.00 | 4.47 | 2.34 | 2.15 | 1.95 | 2.15 | 1.75 | 0.94 |
| 14 | 3.30 | 2.40 | 4.50 | 3.53 | 3.27 | 4.27 | 4.80 | 3.66 | 2.50 | 1.80 | 1.50 | 2.15 | 1.11 |
| 15 | 9.20 | 1.73 | 2.67 | 3.33 | 2.93 | 3.47 | 4.60 | 3.54 | 2.15 | 2.00 | 2.40 | 1.90 | 0.90 |
| 16 | 2.90 | 1.93 | 3.73 | 7.60 | 2.33 | 2.33 | 4.27 | 3.14 | 1.80 | 1.95 | 2.25 | 2.10 | 0.95 |
| 17 | 4.90 | 1.47 | 7.80 | 4.53 | 3.90 | 1.33 | 3.70 | 2.85 | 3.30 | 2.75 | 1.82 | 2.80 | 11.05 |
| 18 | 10.80 | 2.07 | 4.30 | 3.40 | 2.47 | 2.53 | 3.20 | 1.65 | 2.80 | 1.80 | 2.29 | 2.47 | 11.30 |
| 19 | 1.11 | 2.20 | 4.50 | 3.20 | 2.07 | 2.40 | 2.80 | 1.75 | 3.15 | 2.15 | 1.71 | 2.27 | 2.50 |
| 20 | 6.21 | 2.33 | 4.80 | 2.67 | 2.60 | 2.93 | 3.35 | 2.20 | 3.05 | 2.50 | 2.12 | 2.80 | 1.60 |
| 21 | 15.30 | 1.87 | 4.90 | 3.73 | 1.80 | 1.93 | 3.35 | 2.15 | 2.80 | 2.30 | 2.41 | 3.60 | 2.40 |
| 22 | 11.50 | 1.80 | 4.30 | 3.27 | 1.93 | 1.87 | 3.10 | 1.60 | 2.80 | 2.40 | 2.35 | 3.27 | 0.80 |
| 23 | 13.50 | 2.67 | 4.70 | 2.47 | 2.73 | 2.53 | 3.50 | 1.00 | 2.80 | 1.15 | 2.65 | 2.67 | 1.05 |

5.3. Matière particulaire totale en suspension

| | sep 95 (mg.l ⁻¹) | oct 95 (mg.l ⁻¹) | nov 95 (mg.l ⁻¹) | déc 95 (mg.l ⁻¹) | jan 96 (mg.l ⁻¹) | fév 96 (mg.l ⁻¹) | mar 96 (mg.l ⁻¹) | avr 96 (mg.l ⁻¹) | mai 96 (mg.l ⁻¹) | jun 96 (mg.l ⁻¹) | jul 96 (mg.l ⁻¹) | aoû 96 (mg.l ⁻¹) | sep 96 (mg.l ⁻¹) |
|----|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 1.8 | 1.77 | 1.73 | 0.53 | 1.71 | 1.63 | 1.43 | nd | 3.72 | 2.16 | 1.08 | 1.97 | 1.14 |
| 2 | 3.3 | 2.47 | 2.93 | 2.53 | 3.33 | 2.94 | 3.20 | nd | 3.44 | 4.73 | 2.56 | 5.00 | 2.28 |
| 3 | 196.0 | 1.93 | 2.73 | 4.33 | 3.00 | 3.19 | 2.44 | 3.60 | 2.72 | 4.15 | 2.56 | 3.13 | 2.00 |
| 4 | 20.3 | 2.33 | 3.53 | 2.47 | 3.47 | 4.93 | 2.89 | 4.06 | 4.22 | 4.85 | 2.83 | 3.47 | 3.63 |
| 5 | 12.0 | 1.93 | 2.53 | 3.80 | 3.13 | 3.44 | 2.74 | 4.78 | 3.17 | 4.26 | 2.67 | 4.20 | 1.73 |
| 6 | 14.3 | 3.80 | 3.53 | 3.64 | 3.07 | 2.80 | 2.40 | 4.47 | 3.39 | 5.00 | 3.13 | 3.67 | 1.70 |
| 7 | 16.2 | 2.80 | 2.73 | 3.07 | 3.07 | 3.50 | 2.65 | 3.78 | 3.72 | 3.70 | 2.61 | 3.33 | 1.59 |
| 8 | 9.9 | 2.80 | 3.13 | 2.87 | 3.00 | 4.77 | 2.60 | 4.72 | 4.00 | 5.22 | 2.83 | 3.47 | 2.61 |
| 9 | 190.3 | 2.93 | 7.60 | 4.40 | 3.53 | 4.29 | 7.27 | 5.29 | 3.75 | 3.65 | 3.95 | 3.45 | 14.05 |
| 10 | 21.7 | 3.13 | 5.80 | 4.07 | 7.40 | 3.00 | 5.73 | 4.11 | 3.60 | 3.15 | 3.10 | 3.45 | 13.35 |
| 11 | 19.0 | 2.07 | 6.10 | 3.73 | 7.27 | 3.27 | 1.95 | 4.11 | 3.15 | 3.50 | 2.45 | 3.00 | 4.45 |
| 12 | 9.1 | 17.33 | 5.50 | 4.07 | 5.33 | 2.86 | 6.20 | 3.18 | 2.95 | 3.40 | 3.20 | 2.70 | 3.05 |
| 13 | 12.6 | 3.60 | 3.40 | 4.33 | 5.20 | 3.43 | 5.80 | 2.69 | 3.10 | 2.75 | 2.80 | 2.00 | 1.72 |
| 14 | 7.6 | 3.00 | 5.20 | 4.93 | 4.13 | 4.67 | 6.00 | 4.29 | 3.35 | 2.65 | 2.05 | 2.20 | 1.72 |
| 15 | 20.6 | 2.07 | 3.13 | 4.67 | 4.07 | 4.07 | 5.87 | 4.34 | 2.95 | 3.15 | 3.25 | 2.05 | 1.60 |
| 16 | 5.0 | 2.33 | 4.20 | 9.60 | 3.53 | 2.47 | 5.40 | 3.71 | 2.50 | 2.70 | 3.10 | 2.55 | 1.60 |
| 17 | 10.0 | 1.87 | 9.00 | 5.93 | 5.70 | 1.80 | 4.90 | 4.10 | 4.30 | 3.50 | 2.41 | 3.07 | 13.35 |
| 18 | 12.7 | 2.73 | 4.90 | 4.73 | 3.53 | 3.13 | 4.25 | 2.35 | 3.50 | 2.65 | 2.76 | 3.00 | 13.60 |
| 19 | 6.4 | 3.07 | 5.10 | 4.47 | 2.87 | 2.87 | 3.70 | 2.55 | 3.95 | 2.60 | 2.35 | 2.47 | 3.25 |
| 20 | 10.8 | 3.00 | 5.40 | 3.80 | 3.67 | 3.80 | 4.35 | 3.00 | 3.90 | 2.85 | 2.82 | 3.40 | 2.10 |
| 21 | 28.2 | 2.53 | 5.70 | 5.00 | 2.87 | 2.13 | 4.50 | 2.85 | 3.40 | 2.80 | 3.18 | 4.33 | 3.20 |
| 22 | 34.2 | 2.47 | 5.20 | 4.20 | 2.80 | 2.67 | 4.15 | 2.35 | 3.45 | 3.05 | 2.94 | 4.07 | 1.40 |
| 23 | 26.1 | 3.27 | 5.70 | 3.33 | 4.13 | 2.93 | 4.45 | 1.75 | 3.40 | 1.55 | 3.41 | 3.20 | 1.65 |

5.4. Contribution de la matière organique au particulaire total (%)

| | sep 95 (mg.l ⁻¹) | oct 95 (mg.l ⁻¹) | nov 95 (mg.l ⁻¹) | déc 95 (mg.l ⁻¹) | jan 96 (mg.l ⁻¹) | fév 96 (mg.l ⁻¹) | mar 96 (mg.l ⁻¹) | avr 96 (mg.l ⁻¹) | mai 96 (mg.l ⁻¹) | jun 96 (mg.l ⁻¹) | jul 96 (mg.l ⁻¹) | aoû 96 (mg.l ⁻¹) | sep 96 (mg.l ⁻¹) |
|----|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 100 | 15 | 21 | 87 | 35 | 28 | 40 | nd | 39 | 26 | 26 | 22 | 29 |
| 2 | 60 | 14 | 23 | 32 | 30 | 4 | 28 | nd | 34 | 23 | 26 | 20 | 32 |
| 3 | 30 | 10 | 17 | 31 | 38 | 10 | 27 | 20 | 35 | 25 | 24 | 9 | 22 |
| 4 | 40 | 17 | 13 | 30 | 37 | 11 | 33 | 12 | 32 | 23 | 24 | 13 | 24 |
| 5 | 30 | 31 | 21 | 26 | 38 | 24 | 33 | 12 | 32 | 25 | 25 | 16 | 12 |
| 6 | 38 | 26 | 11 | 31 | 39 | 14 | 35 | 18 | 25 | 24 | 24 | 13 | 32 |
| 7 | 47 | 29 | 12 | 33 | 39 | 25 | 34 | 21 | 25 | 28 | 34 | 10 | 30 |
| 8 | 74 | 19 | 11 | 28 | 42 | 15 | 27 | 14 | 26 | 23 | 27 | 10 | 19 |
| 9 | 19 | 18 | 13 | 20 | 30 | 15 | 25 | 15 | 29 | 26 | 24 | 16 | 15 |
| 10 | 59 | 23 | 10 | 18 | 29 | 27 | 22 | 18 | 24 | 25 | 27 | 14 | 18 |
| 11 | 52 | 23 | 13 | 16 | 27 | 24 | 28 | 18 | 24 | 30 | 27 | 20 | 27 |
| 12 | 76 | 14 | 15 | 11 | 23 | 15 | 30 | 9 | 22 | 31 | 25 | 9 | 26 |
| 13 | 84 | 25 | 18 | 31 | 27 | 12 | 23 | 13 | 31 | 29 | 23 | 13 | 45 |
| 14 | 57 | 20 | 13 | 28 | 21 | 9 | 20 | 15 | 25 | 32 | 27 | 2 | 35 |
| 15 | 55 | 16 | 15 | 29 | 28 | 15 | 22 | 18 | 27 | 37 | 26 | 7 | 44 |
| 16 | 42 | 17 | 11 | 21 | 34 | 5 | 21 | 15 | 28 | 28 | 27 | 18 | 41 |
| 17 | 51 | 21 | 13 | 24 | 32 | 26 | 24 | 30 | 23 | 21 | 24 | 9 | 17 |
| 18 | 15 | 24 | 12 | 28 | 30 | 19 | 25 | 30 | 20 | 32 | 17 | 18 | 17 |
| 19 | 83 | 28 | 12 | 28 | 28 | 16 | 24 | 31 | 20 | 17 | 27 | 8 | 23 |
| 20 | 43 | 22 | 11 | 30 | 29 | 23 | 23 | 27 | 22 | 12 | 25 | 18 | 24 |
| 21 | 46 | 26 | 14 | 25 | 37 | 9 | 26 | 25 | 18 | 18 | 24 | 17 | 25 |
| 22 | 66 | 27 | 17 | 22 | 31 | 30 | 25 | 32 | 19 | 21 | 20 | 20 | 43 |
| 23 | 48 | 18 | 18 | 26 | 34 | 14 | 21 | 43 | 18 | 26 | 22 | 17 | 36 |

5.5. Chlorophylle *a* totale

| Station | sep 95 $\mu\text{g.l}^{-1}$ | oct 95 $\mu\text{g.l}^{-1}$ | nov 95 $\mu\text{g.l}^{-1}$ | déc 95 $\mu\text{g.l}^{-1}$ | jan 96 $\mu\text{g.l}^{-1}$ | fév 96 $\mu\text{g.l}^{-1}$ | mar 96 $\mu\text{g.l}^{-1}$ | avr 96 $\mu\text{g.l}^{-1}$ | mai 96 $\mu\text{g.l}^{-1}$ | jun 96 $\mu\text{g.l}^{-1}$ | juil 96 $\mu\text{g.l}^{-1}$ | août 96 $\mu\text{g.l}^{-1}$ | sep 96 $\mu\text{g.l}^{-1}$ |
|---------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 0.54 | 0.24 | 0.39 | 0.38 | 0.30 | 0.49 | 2.30 | nd | 0.59 | 0.66 | 0.37 | 0.29 | 0.29 |
| 2 | 0.71 | 1.08 | 0.60 | 0.94 | 1.11 | 0.73 | 1.90 | nd | 0.52 | 0.99 | 1.82 | 1.17 | 1.90 |
| 3 | 4.35 | 0.76 | 0.61 | 0.70 | 0.91 | 0.67 | 2.29 | 0.79 | 0.49 | 0.78 | 0.94 | 1.02 | 1.52 |
| 4 | 1.12 | 1.46 | 0.52 | 0.82 | 1.08 | 1.08 | 2.24 | 1.05 | 0.53 | 1.22 | 2.14 | 1.49 | 2.37 |
| 5 | 1.79 | 1.58 | 1.08 | 1.55 | 1.61 | 1.35 | 2.24 | 1.67 | 0.85 | 2.46 | 2.37 | 1.55 | 2.37 |
| 6 | 1.36 | 1.52 | 1.20 | 1.46 | 1.73 | 1.58 | 5.28 | 1.58 | 0.97 | 2.28 | 2.61 | 1.61 | 2.10 |
| 7 | 1.36 | 1.73 | 1.20 | 1.70 | 2.06 | 1.32 | 2.18 | 1.54 | 1.00 | 2.28 | 2.93 | 1.52 | 2.20 |
| 8 | 0.95 | 1.73 | 1.32 | 1.70 | 2.14 | 1.43 | 1.65 | 1.51 | 1.20 | 1.81 | 2.93 | 1.40 | 2.34 |
| 9 | 2.34 | 1.76 | 1.09 | 1.95 | 2.05 | 1.52 | 1.52 | 1.58 | 0.97 | 1.81 | 2.39 | 1.64 | 1.93 |
| 10 | 1.16 | 1.00 | 1.58 | 1.85 | 1.52 | 1.35 | 0.79 | 1.35 | 1.09 | 1.64 | 2.00 | 1.46 | 1.70 |
| 11 | 1.07 | 1.35 | 1.46 | 1.61 | 1.70 | 1.46 | 1.87 | 0.93 | 1.09 | 1.76 | 2.88 | 1.58 | 1.35 |
| 12 | 0.81 | 0.88 | 1.10 | 1.56 | 1.64 | 1.14 | 1.76 | 0.81 | 1.20 | 1.64 | 2.78 | 1.58 | 1.70 |
| 13 | 0.76 | 0.85 | 0.57 | 0.71 | 1.17 | 0.67 | 1.52 | 0.74 | 2.34 | 1.03 | 1.61 | 1.70 | 0.97 |
| 14 | 2.31 | 0.85 | 0.79 | 0.82 | 1.29 | 0.71 | 1.40 | 1.03 | 1.93 | 0.99 | 1.95 | 1.01 | 1.41 |
| 15 | 0.83 | 0.76 | 0.91 | 1.46 | 1.29 | 0.85 | 1.07 | 1.93 | 1.03 | 1.03 | 2.05 | 1.18 | 1.32 |
| 16 | 1.93 | 0.82 | 0.35 | 1.95 | 1.52 | 0.70 | 1.87 | 1.07 | 1.24 | 1.22 | 1.85 | 1.20 | 1.80 |
| 17 | 2.04 | 0.39 | 0.56 | 0.40 | 0.62 | 0.74 | 1.35 | 0.79 | 0.66 | 0.76 | 0.86 | 1.00 | 1.35 |
| 18 | 1.10 | 0.40 | 0.54 | 0.30 | 0.57 | 0.81 | 1.07 | 0.68 | 0.79 | 0.72 | 1.02 | 0.46 | 0.56 |
| 19 | 0.76 | 0.34 | 0.50 | 0.29 | 0.52 | 0.68 | 1.58 | 0.91 | 0.74 | 0.81 | 1.51 | 0.44 | 0.70 |
| 20 | 1.10 | 0.32 | 0.64 | 0.42 | 0.79 | 0.66 | 1.52 | 0.79 | 1.01 | 0.89 | 1.76 | 0.58 | 1.70 |
| 21 | 1.29 | 0.32 | 0.60 | 0.62 | 0.67 | 0.62 | 1.70 | 1.01 | 0.87 | 0.89 | 1.66 | 0.88 | 1.70 |
| 22 | 1.32 | 0.39 | 0.64 | 0.46 | 0.75 | 0.68 | 1.81 | 1.08 | 1.18 | 0.89 | 1.40 | 0.76 | 1.81 |
| 23 | 4.83 | 0.37 | 0.68 | 0.41 | 0.76 | 0.68 | 1.76 | 1.05 | 0.93 | 0.87 | 1.58 | 0.87 | 1.87 |

5.6. Chlorophylle *a* « active »

| Station | sep 95 $\mu\text{g.l}^{-1}$ | oct 95 $\mu\text{g.l}^{-1}$ | nov 95 $\mu\text{g.l}^{-1}$ | déc 95 $\mu\text{g.l}^{-1}$ | jan 96 $\mu\text{g.l}^{-1}$ | fév 96 $\mu\text{g.l}^{-1}$ | mar 96 $\mu\text{g.l}^{-1}$ | avr 96 $\mu\text{g.l}^{-1}$ | mai 96 $\mu\text{g.l}^{-1}$ | jun 96 $\mu\text{g.l}^{-1}$ | juil 96 $\mu\text{g.l}^{-1}$ | août 96 $\mu\text{g.l}^{-1}$ | sep 96 $\mu\text{g.l}^{-1}$ |
|---------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 0.28 | 0.17 | 0.25 | 0.27 | 0.13 | 0.31 | 1.79 | nd | 0.40 | 0.37 | 0.21 | 0.18 | 0.20 |
| 2 | 0.40 | 0.63 | 0.34 | 0.53 | 0.63 | 0.40 | 1.51 | nd | 0.26 | 0.53 | 1.79 | 0.60 | 1.23 |
| 3 | 1.82 | 0.46 | 0.34 | 0.40 | 0.56 | 0.40 | 1.65 | 0.298 | 0.24 | 0.31 | 0.46 | 0.50 | 0.93 |
| 4 | 0.52 | 0.99 | 0.30 | 0.40 | 0.66 | 0.63 | 1.65 | 0.596 | 0.30 | 0.79 | 1.23 | 0.99 | 1.60 |
| 5 | 0.72 | 1.16 | 0.69 | 1.06 | 1.12 | 0.73 | 1.54 | 1.158 | 0.43 | 1.32 | 1.60 | 1.06 | 1.70 |
| 6 | 0.77 | 0.99 | 0.73 | 0.93 | 1.32 | 0.93 | 2.83 | 0.993 | 0.60 | 1.19 | 1.60 | 1.06 | 1.27 |
| 7 | 0.62 | 1.26 | 0.73 | 1.19 | 1.51 | 0.79 | 1.77 | 0.869 | 0.63 | 1.19 | 1.89 | 1.03 | 1.38 |
| 8 | 0.62 | 1.22 | 0.79 | 1.19 | 1.41 | 0.86 | 1.03 | 0.898 | 0.66 | 0.93 | 1.98 | 0.83 | 1.54 |
| 9 | 1.15 | 1.19 | 0.73 | 1.16 | 1.12 | 0.93 | 0.93 | 0.86 | 0.55 | 0.93 | 1.38 | 0.79 | 1.19 |
| 10 | 0.75 | 0.50 | 0.99 | 1.16 | 0.86 | 0.73 | 0.42 | 0.728 | 0.73 | 0.86 | 1.10 | 0.79 | 0.99 |
| 11 | 0.61 | 0.93 | 0.99 | 1.10 | 0.99 | 0.86 | 1.32 | 0.528 | 0.62 | 0.99 | 1.93 | 0.86 | 0.93 |
| 12 | 0.48 | 0.43 | 0.77 | 0.83 | 1.06 | 0.66 | 1.26 | 0.418 | 0.77 | 0.86 | 1.93 | 0.73 | 1.06 |
| 13 | 0.44 | 0.53 | 0.28 | 0.29 | 0.79 | 0.30 | 0.93 | 0.308 | 1.12 | 0.51 | 0.66 | 0.73 | 0.61 |
| 14 | 0.93 | 0.50 | 0.54 | 0.50 | 0.73 | 0.35 | 0.93 | 0.528 | 0.66 | 0.53 | 1.10 | 0.48 | 0.83 |
| 15 | 0.42 | 0.43 | 0.56 | 0.77 | 0.73 | 0.43 | 0.75 | 1.125 | 0.59 | 0.62 | 1.21 | 0.70 | 0.83 |
| 16 | 0.93 | 0.50 | 0.21 | 1.32 | 0.93 | 0.40 | 1.12 | 0.616 | 0.81 | 0.77 | 1.10 | 0.75 | 1.10 |
| 17 | 0.94 | 0.16 | 0.31 | 0.14 | 0.23 | 0.35 | 0.86 | 0.374 | 0.24 | 0.35 | 0.39 | 0.60 | 0.93 |
| 18 | 0.46 | 0.26 | 0.26 | 0.15 | 0.23 | 0.42 | 0.77 | 0.396 | 0.31 | 0.37 | 0.68 | 0.19 | 0.29 |
| 19 | 0.38 | 0.17 | 0.29 | 0.17 | 0.25 | 0.33 | 1.12 | 0.352 | 0.33 | 0.33 | 0.88 | 0.19 | 0.37 |
| 20 | 0.58 | 0.19 | 0.31 | 0.21 | 0.54 | 0.37 | 1.19 | 0.418 | 0.53 | 0.48 | 1.05 | 0.39 | 1.12 |
| 21 | 0.63 | 0.18 | 0.31 | 0.31 | 0.43 | 0.35 | 0.99 | 0.468 | 0.48 | 0.51 | 0.99 | 0.56 | 0.86 |
| 22 | 0.59 | 0.26 | 0.37 | 0.19 | 0.40 | 0.31 | 1.26 | 0.433 | 0.73 | 0.48 | 0.86 | 0.42 | 1.12 |
| 23 | 1.93 | 0.22 | 0.44 | 0.28 | 0.52 | 0.40 | 1.26 | 0.528 | 0.55 | 0.51 | 1.06 | 0.48 | 1.19 |

5.7. Proportion en Chlorophylle *a* « active »

| Station | sep 95 % | oct 95 % | nov 95 % | déc 95 % | jan 96 % | fév 96 % | mar 96 % | avr 96 % | mai 96 % | jun 96 % | juil 96 % | aoû 96 % | sep 96 % |
|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| 1 | 51 | 72 | 64 | 70 | 44 | 63 | 78 | nd | 67 | 56 | 56 | 61 | 68 |
| 2 | 56 | 58 | 57 | 57 | 57 | 54 | 79 | nd | 50 | 53 | 98 | 51 | 65 |
| 3 | 42 | 61 | 56 | 57 | 62 | 59 | 72 | 38 | 49 | 40 | 49 | 48 | 61 |
| 4 | 46 | 68 | 57 | 48 | 61 | 58 | 74 | 57 | 56 | 65 | 57 | 66 | 67 |
| 5 | 40 | 73 | 64 | 68 | 70 | 54 | 69 | 69 | 51 | 54 | 67 | 68 | 71 |
| 6 | 57 | 65 | 61 | 63 | 77 | 59 | 54 | 63 | 62 | 52 | 61 | 66 | 60 |
| 7 | 46 | 73 | 61 | 70 | 73 | 60 | 81 | 57 | 63 | 52 | 64 | 67 | 63 |
| 8 | 65 | 71 | 60 | 70 | 66 | 60 | 63 | 60 | 55 | 51 | 68 | 59 | 66 |
| 9 | 49 | 68 | 67 | 59 | 55 | 61 | 61 | 54 | 57 | 51 | 58 | 48 | 62 |
| 10 | 64 | 50 | 63 | 62 | 57 | 54 | 53 | 54 | 67 | 52 | 55 | 54 | 58 |
| 11 | 57 | 69 | 68 | 69 | 58 | 59 | 71 | 57 | 57 | 57 | 67 | 54 | 69 |
| 12 | 60 | 49 | 70 | 53 | 65 | 58 | 72 | 51 | 64 | 52 | 69 | 46 | 62 |
| 13 | 58 | 62 | 48 | 41 | 68 | 44 | 61 | 42 | 48 | 49 | 41 | 43 | 62 |
| 14 | 40 | 58 | 68 | 60 | 57 | 50 | 66 | 51 | 34 | 53 | 57 | 48 | 58 |
| 15 | 50 | 57 | 62 | 53 | 57 | 51 | 70 | 58 | 58 | 60 | 59 | 60 | 63 |
| 16 | 48 | 61 | 60 | 68 | 61 | 57 | 60 | 58 | 66 | 63 | 59 | 62 | 61 |
| 17 | 46 | 42 | 55 | 36 | 37 | 48 | 64 | 47 | 37 | 47 | 45 | 60 | 69 |
| 18 | 42 | 65 | 49 | 51 | 41 | 51 | 72 | 58 | 39 | 52 | 67 | 41 | 51 |
| 19 | 50 | 49 | 57 | 57 | 48 | 49 | 71 | 39 | 45 | 41 | 58 | 43 | 54 |
| 20 | 53 | 61 | 48 | 50 | 68 | 57 | 78 | 53 | 52 | 54 | 60 | 66 | 66 |
| 21 | 49 | 58 | 51 | 50 | 64 | 57 | 58 | 46 | 56 | 57 | 60 | 64 | 51 |
| 22 | 45 | 66 | 59 | 41 | 53 | 45 | 69 | 40 | 61 | 54 | 61 | 55 | 62 |
| 23 | 40 | 58 | 65 | 68 | 69 | 58 | 72 | 50 | 59 | 58 | 67 | 56 | 64 |

5.8. Production primaire

| station | Prof. (m) | janvier 96 mgC/m ² /jour | février 96 mgC/m ² /jour | mars 96 mgC/m ² /jour | avril 96 mgC/m ² /jour | août 96 mgC/m ² /jour | moyenne mgC/m ² /jour | Erreur-Standard mgC/m ² /jour |
|-----------------|--------------|--|--|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|
| 1 | 20 | 200 | 272 | 323 | nd | 327 | 281 | 26 |
| 4 | 23 | 344 | 436 | 116 | 286 | 559 | 348 | 66 |
| 9 | 20 | 385 | 308 | 295 | 314 | 476 | 356 | 30 |
| 11 | 20 | 350 | 165 | 315 | 230 | 476 | 307 | 48 |
| 18 | 22 | 143 | 194 | 426 | 168 | 372 | 261 | 52 |
| 23 | 15 | 326 | 282 | 250 | 245 | 517 | 324 | 45 |
| moyenne | | 292 | 276 | 288 | 249 | 455 | | |
| Erreur-Standard | | 36 | 36 | 38 | 22 | 33 | | |

5.9. Paramètres bactériens le 24-01-96

| Station | Bactéries totales | Bactéries fixées | Particules | Bactéries fixées | Bactéries fixées | Production de biomasse bactérienne | Temps de génération bactérien | Activité ecto-protéolytique | Cyano-bactéries | Nano-flagellés autotrophes | Nano-flagellés hétérotrophes |
|---------|-------------------|------------------|-------------|------------------|------------------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------|----------------------------|------------------------------|
| | $10^6 / ml$ | $10^3 / ml$ | $10^3 / ml$ | % total | /particule | $ng C.T^{-1}.h^{-1}$ | jours | $nM.h^{-1}$ | $10^6 / ml$ | $10^3 / ml$ | $10^3 / ml$ |
| 1 | 0.641 | 1.5 | 4.9 | 0.2 | 0.3 | 19 | 21.4 | | 0.016 | 0.8 | 13.1 |
| 2 | 0.802 | 9.9 | 9.9 | 1.2 | 1.0 | 435 | 1.2 | | 0.026 | 2.9 | 16.4 |
| 3 | 0.618 | 20.4 | 7.8 | 3.3 | 2.6 | 583 | 0.7 | | 0.028 | 1.0 | 14.6 |
| 4 | 0.840 | 6.3 | 8.0 | 0.8 | 0.8 | 603 | 0.9 | | 0.032 | 0.9 | 11.4 |
| 5 | 0.846 | 3.9 | 10.9 | 0.5 | 0.4 | 651 | 0.8 | | 0.051 | 1.2 | 22.3 |
| 6 | 0.997 | 7.4 | 12.0 | 0.7 | 0.6 | 1009 | 0.6 | | 0.074 | 1.1 | 17.8 |
| 7 | 0.830 | 5.0 | 11.6 | 0.6 | 0.4 | 1066 | 0.5 | | 0.024 | 2.3 | 17.0 |
| 8 | 0.932 | 2.6 | 5.5 | 0.3 | 0.5 | 1156 | 0.5 | | 0.055 | 2.0 | 11.7 |
| 9 | 0.927 | 2.1 | 13.4 | 0.2 | 0.2 | 676 | 0.9 | | 0.046 | 3.8 | 23.9 |
| 10 | 0.605 | 5.4 | 9.3 | 0.9 | 0.6 | 326 | 1.2 | | 0.020 | 2.4 | 14.9 |
| 11 | 0.874 | 5.0 | 19.4 | 0.6 | 0.3 | 353 | 1.6 | | 0.048 | 1.2 | 18.6 |
| 12 | 0.889 | 24.8 | 14.8 | 2.8 | 1.7 | 241 | 2.3 | | 0.042 | 2.7 | 16.9 |
| 13 | 0.821 | 36.9 | 10.7 | 4.5 | 3.5 | 251 | 2.1 | | 0.022 | 1.0 | 15.2 |
| 14 | 0.786 | 17.2 | 7.2 | 2.2 | 2.4 | 487 | 1.0 | | 0.023 | 4.8 | 22.0 |
| 15 | 0.445 | 1.2 | 9.6 | 0.3 | 0.1 | 211 | 1.3 | | 0.018 | 1.1 | 5.5 |
| 16 | 0.464 | 3.9 | 9.7 | 0.8 | 0.4 | 383 | 0.8 | | 0.018 | 1.9 | 11.3 |
| 17 | 0.318 | 0.6 | 8.6 | 0.2 | 0.1 | 298 | 0.7 | | 0.009 | 2.2 | 10.1 |
| 18 | 0.356 | 0.0 | 5.8 | 0.0 | 0.0 | 133 | 1.7 | | 0.005 | 1.0 | 7.5 |
| 19 | 0.272 | 0.1 | 4.5 | 0.1 | 0.0 | 141 | 1.2 | | 0.005 | 1.2 | 7.5 |
| 20 | 0.449 | 0.9 | 6.9 | 0.2 | 0.1 | 134 | 2.1 | | 0.012 | 1.4 | 13.5 |
| 21 | 0.551 | 1.9 | 8.3 | 0.4 | 0.2 | 338 | 1.0 | | 0.012 | 1.6 | 13.1 |
| 22 | 0.437 | 1.1 | 5.5 | 0.3 | 0.2 | 702 | 0.4 | | 0.014 | 1.0 | 5.8 |
| 23 | 0.540 | 2.1 | 11.3 | 0.4 | 0.2 | 1994 | 0.2 | | 0.023 | 1.2 | 10.5 |

5.10. Paramètres bactériens le 10-04-96

| Station | Bactéries totales | Bactéries fixées | Particules | Bactéries fixées | Bactéries fixées | Production de biomasse bactérienne | Temps de génération bactérien | Activité ecto-protéolytique | Cyano-bactéries | Nano-flagellés autotrophes | Nano-flagellés hétérotrophes |
|---------|-------------------|------------------|-------------|------------------|------------------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------|----------------------------|------------------------------|
| | $10^6 / ml$ | $10^3 / ml$ | $10^3 / ml$ | % total | /particule | $ng C.T^{-1}.h^{-1}$ | jours | $nM.h^{-1}$ | $10^6 / ml$ | $10^3 / ml$ | $10^3 / ml$ |
| 1 | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | |
| 3 | 0.851 | 13 | 14 | 1.5 | 0.9 | 351 | 1.5 | 47 | 0.029 | 1.6 | 13.3 |
| 4 | 0.951 | 13 | 15 | 1.3 | 0.8 | 1161 | 0.5 | 75 | 0.057 | 6.6 | 20.6 |
| 5 | 1.071 | 20 | 29 | 1.9 | 0.7 | 2306 | 0.3 | 188 | 0.082 | 6.3 | 11.7 |
| 6 | 0.885 | 26 | 27 | 3.0 | 1.0 | 1021 | 0.5 | 74 | 0.072 | 4.3 | 18.0 |
| 7 | 0.878 | 35 | 22 | 4.0 | 1.6 | 764 | 0.7 | 71 | 0.062 | 6.6 | 15.1 |
| 8 | 0.984 | 39 | 28 | 4.0 | 1.4 | 655 | 0.9 | 50 | 0.074 | 5.8 | 17.7 |
| 9 | 0.910 | 13 | 19 | 1.4 | 0.7 | 526 | 1.1 | 51 | 0.057 | 3.1 | 22.7 |
| 10 | 0.801 | 42 | 20 | 5.3 | 2.1 | 2979 | 0.2 | 350 | 0.037 | 2.8 | 16.5 |
| 11 | 0.821 | 12 | 12 | 1.4 | 1.0 | 213 | 2.4 | 45 | 0.043 | 1.6 | 15.9 |
| 12 | 0.697 | 15 | 10 | 2.2 | 1.5 | 202 | 2.2 | 31 | 0.045 | 1.7 | 17.0 |
| 13 | 0.665 | 10 | 6 | 1.5 | 1.6 | 66 | 6.3 | 26 | 0.020 | 0.7 | 25.0 |
| 14 | 0.545 | 31 | 23 | 5.6 | 1.3 | 617 | 0.6 | 75 | 0.036 | 2.3 | 21.8 |
| 15 | 0.901 | 29 | 14 | 3.3 | 2.1 | 380 | 1.5 | 59 | 0.051 | 4.9 | 18.4 |
| 16 | 0.778 | 33 | 19 | 4.3 | 1.7 | 717 | 0.7 | 137 | 0.037 | 6.1 | 17.2 |
| 17 | 0.697 | | | | | 737 | 0.6 | 107 | | | |
| 18 | 0.840 | | | | | 102 | 5.2 | 30 | | | |
| 19 | 1.047 | | | | | 94 | 7.0 | 38 | | | |
| 20 | 0.785 | | | | | 322 | 1.5 | 70 | | | |
| 21 | 0.919 | | | | | 201 | 2.9 | 41 | | | |
| 22 | 0.524 | | | | | 137 | 2.4 | 44 | | | |
| 23 | 0.877 | | | | | 250 | 2.2 | 77 | | | |

5.11. Paramètres bactériens le 12-08-96

| Station | Bactéries totales | Bactéries fixées | Particules | Bactéries fixées | Bactéries fixées | Production de biomasse bactérienne | Temps de génération bactérien | Activité ecto-protéolytique | Cyano-bactéries | Nano-flagellés autotrophes | Nano-flagellés hétérotrophes |
|---------|-------------------|------------------|-------------|------------------|------------------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------|----------------------------|------------------------------|
| | $10^6 / ml$ | $10^3 / ml$ | $10^3 / ml$ | % total | /particule | $ng C.T^{-1}.h^{-1}$ | jours | $nM.h^{-1}$ | $10^6 / ml$ | $10^3 / ml$ | $10^3 / ml$ |
| 1 | 0.72 | 2 | 3.64 | 0.3 | 0.7 | 21 | 21.5 | 10 | 0.010 | 0.1 | 15.3 |
| 2 | 0.80 | 25 | 17 | 3.2 | 1.5 | 267 | 1.9 | 25 | 0.010 | 3.8 | 18.8 |
| 3 | 0.77 | 20 | 13 | 2.6 | 1.6 | 533 | 0.9 | 39 | 0.006 | 1.5 | 18.4 |
| 4 | 0.75 | 46 | 27 | 6.1 | 1.7 | 255 | 1.9 | 31 | 0.009 | 2.8 | 19.1 |
| 5 | 0.79 | 35 | 22 | 4.5 | 1.6 | 360 | 1.4 | 32 | 0.011 | 7.8 | 12.0 |
| 6 | 0.81 | 40 | 23 | 4.9 | 1.7 | 330 | 1.5 | 30 | 0.009 | 9.9 | 16.5 |
| 7 | 0.67 | 30 | 13 | 4.4 | 2.2 | 456 | 0.9 | 40 | 0.010 | 1.8 | 16.4 |
| 8 | 0.68 | 42 | 18 | 6.2 | 2.4 | 191 | 2.2 | 22 | 0.013 | 3.3 | 12.4 |
| 9 | 0.72 | 32 | 16 | 4.4 | 2.0 | 242 | 1.9 | 26 | 0.010 | 6.0 | 19.3 |
| 10 | 0.81 | 76 | 26 | 9.4 | 2.9 | 293 | 1.7 | 28 | 0.018 | 4.2 | 17.2 |
| 11 | 0.76 | 18 | 8 | 2.4 | 2.2 | 267 | 1.8 | 27 | 0.013 | 7.4 | 13.1 |
| 12 | 0.71 | 23 | 11 | 3.2 | 2.1 | 247 | 1.8 | 26 | 0.012 | 5.5 | 10.8 |
| 13 | 0.29 | 24 | 8 | 8.4 | 3.0 | 421 | 0.4 | 32 | 0.006 | 1.7 | 10.6 |
| 14 | 0.52 | 20 | 10 | 3.8 | 2.0 | 304 | 1.1 | 26 | 0.011 | 2.5 | 10.6 |
| 15 | 0.47 | 19 | 7 | 4.0 | 2.7 | 358 | 0.8 | 30 | 0.008 | 1.5 | 10.0 |
| 16 | 0.47 | 24 | 11 | 5.1 | 2.1 | 251 | 1.2 | 29 | 0.011 | 2.9 | 10.4 |
| 17 | 0.50 | 18 | 13 | 3.7 | 1.4 | 208 | 1.5 | 24 | 0.016 | 1.5 | 15.3 |
| 18 | 0.29 | 5 | 4 | 1.5 | 1.0 | 221 | 0.8 | 30 | 0.005 | 0.3 | 14.7 |
| 19 | 0.41 | 2 | 2 | 0.5 | 0.8 | 349 | 0.7 | 28 | 0.004 | 0.3 | 11.1 |
| 20 | 0.59 | 10 | 5 | 1.6 | 2.1 | 694 | 0.5 | 48 | 0.013 | 0.0 | 12.4 |
| 21 | 0.72 | 11 | 7 | 1.5 | 1.6 | 956 | 0.5 | 66 | 0.017 | 0.9 | 10.4 |
| 22 | 0.78 | 19 | 10 | 2.5 | 2.0 | 1186 | 0.4 | 69 | 0.013 | 0.5 | 10.6 |
| 23 | 0.71 | 18 | 9 | 2.6 | 2.1 | 647 | 0.7 | 42 | 0.017 | 1.9 | 13.3 |

5.12. Paramètres bactériens le 11-09-96

| Station | Bactéries totales | Bactéries fixées | Particules | Bactéries fixées | Bactéries fixées | Production de biomasse bactérienne | Temps de génération bactérien | Activité ecto-protéolytique | Cyano-bactéries | Nano-flagellés autotrophes | Nano-flagellés hétérotrophes |
|---------|-------------------|------------------|-------------|------------------|------------------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------|----------------------------|------------------------------|
| | $10^6 / ml$ | $10^3 / ml$ | $10^3 / ml$ | % total | /particule | $ng C.T^{-1}.h^{-1}$ | jours | $nM.h^{-1}$ | $10^6 / ml$ | $10^3 / ml$ | $10^3 / ml$ |
| 1 | 0.51 | | | | | 18 | 18.3 | 14 | 0.011 | | |
| 2 | 0.62 | | | | | 745 | 0.5 | 36 | 0.013 | | |
| 3 | 0.90 | | | | | 974 | 0.6 | 52 | 0.019 | | |
| 4 | 0.75 | | | | | 861 | 0.5 | 45 | 0.014 | | |
| 5 | 0.59 | | | | | 1258 | 0.3 | 51 | 0.017 | | |
| 6 | 0.55 | | | | | 888 | 0.4 | 36 | 0.013 | | |
| 7 | 1.08 | | | | | 1597 | 0.4 | 58 | 0.038 | | |
| 8 | 0.65 | | | | | 1199 | 0.3 | 45 | 0.009 | | |
| 9 | 0.77 | | | | | 894 | 0.5 | 54 | 0.024 | | |
| 10 | 0.38 | | | | | 699 | 0.3 | 43 | 0.008 | | |
| 11 | 0.42 | | | | | 635 | 0.4 | 32 | 0.010 | | |
| 12 | 0.43 | | | | | 502 | 0.5 | 32 | 0.010 | | |
| 13 | 0.47 | | | | | 729 | 0.4 | 36 | 0.011 | | |
| 14 | 0.47 | | | | | 467 | 0.6 | 36 | 0.007 | | |
| 15 | 0.44 | | | | | 676 | 0.4 | 34 | 0.009 | | |
| 16 | 0.48 | | | | | 735 | 0.4 | 41 | 0.012 | | |
| 17 | 0.40 | | | | | 606 | 0.4 | 39 | 0.008 | | |
| 18 | 0.34 | | | | | 199 | 1.1 | 25 | 0.004 | | |
| 19 | 0.56 | | | | | 321 | 1.1 | 29 | 0.013 | | |
| 20 | 0.32 | | | | | 886 | 0.2 | 54 | 0.005 | | |
| 21 | 0.63 | | | | | 577 | 0.7 | 45 | 0.010 | | |
| 22 | 0.73 | | | | | 1718 | 0.3 | 74 | 0.020 | | |
| 23 | 0.70 | | | | | 742 | 0.6 | | 0.025 | | |

5.13. Somme des nitrates + nitrites

| Station | SNO3 μM sep-95 | SNO3 μM oct-95 | SNO3 μM nov-95 | SNO3 μM déc-95 | SNO3 μM jan-96 | SNO3 μM fév-96 | SNO3 μM mar-96 | SNO3 μM avr-96 | SNO3 μM mai-96 | SNO3 μM jun-96 | SNO3 μM jul-96 | SNO3 μM aoû-96 | SNO3 μM sep-96 |
|---------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 1 | 0.15 | 0.10 | 0.13 | 0.19 | 0.10 | 0.47 | 0.47 | n.d. | 0.15 | 0.34 | 0.08 | 0.08 | 0.06 |
| 2 | 0.39 | 0.31 | 0.28 | 0.55 | 0.32 | 0.37 | 0.32 | n.d. | 0.36 | 0.66 | 0.52 | 0.25 | 0.21 |
| 3 | 6.98 | 0.85 | 0.24 | 0.36 | 0.20 | 0.33 | 0.57 | 1.26 | 0.77 | 1.36 | 1.08 | 0.80 | 2.47 |
| 4 | 1.35 | 0.47 | 0.33 | 0.90 | 1.06 | 0.65 | 0.24 | 0.43 | 0.35 | 0.70 | 0.50 | 0.33 | 0.23 |
| 5 | 1.77 | 0.57 | 0.50 | 0.60 | 0.48 | 0.55 | 0.88 | 0.65 | 0.87 | 0.72 | 0.41 | 0.41 | 0.31 |
| 6 | 2.34 | 0.34 | 0.42 | 0.53 | 0.33 | 0.41 | 0.65 | 0.42 | 0.38 | 0.65 | 0.06 | 0.36 | 0.16 |
| 7 | 1.76 | 0.71 | 0.31 | 0.63 | 0.28 | 0.48 | 0.25 | 0.40 | 0.38 | 0.68 | 0.30 | 0.56 | 0.32 |
| 8 | 0.41 | 0.93 | 0.35 | 0.49 | 0.32 | 0.39 | 0.34 | 0.43 | 0.49 | 0.68 | 0.43 | 0.26 | 0.27 |
| 9 | 1.34 | 0.38 | 0.53 | 0.75 | 0.29 | 0.47 | 0.74 | 0.53 | 0.45 | 0.80 | 0.81 | 0.30 | 0.32 |
| 10 | 5.04 | 0.47 | 0.25 | 1.00 | 0.42 | 0.76 | 0.71 | 1.67 | 0.50 | 0.76 | 0.52 | 0.43 | 0.53 |
| 11 | 1.91 | 0.64 | 0.59 | 0.51 | 0.32 | 0.53 | 0.21 | 0.14 | 0.43 | 0.80 | 0.48 | 0.34 | 0.23 |
| 12 | 1.06 | 0.37 | 0.37 | 0.45 | 0.31 | 0.26 | 0.24 | 0.27 | 0.45 | 0.70 | 0.59 | 0.33 | 0.20 |
| 13 | 0.87 | 0.45 | 0.33 | 0.43 | 0.31 | 0.42 | 0.34 | 0.30 | 0.48 | 1.65 | 0.99 | 0.54 | 0.58 |
| 14 | 2.53 | 0.55 | 0.41 | 0.85 | 0.56 | 0.55 | 0.94 | 0.83 | 0.52 | 1.04 | 0.79 | 0.48 | 0.63 |
| 15 | 0.64 | 0.53 | 0.28 | 0.46 | 0.50 | 0.43 | 0.53 | 0.42 | 0.56 | 0.69 | 0.46 | 0.65 | 0.55 |
| 16 | 0.54 | 0.40 | 0.23 | 1.00 | 0.29 | 0.31 | 0.32 | 1.20 | 0.58 | 0.74 | 0.87 | 0.51 | 0.70 |
| 17 | 1.40 | 0.44 | 0.30 | 0.42 | 0.35 | 0.26 | 0.28 | 1.70 | 0.57 | 0.92 | 0.74 | 0.34 | 0.42 |
| 18 | 2.83 | 0.64 | 0.19 | 0.24 | 0.67 | 0.23 | 0.21 | 0.30 | 0.34 | 0.69 | 0.45 | 0.93 | 0.59 |
| 19 | 0.27 | 0.55 | 0.15 | 0.27 | 0.31 | 0.21 | 0.22 | 0.29 | 0.29 | 0.50 | 0.37 | 0.67 | 0.39 |
| 20 | 2.70 | 0.38 | 0.24 | 0.60 | 0.52 | 0.34 | 0.32 | 0.97 | 0.47 | 0.68 | 0.40 | 0.42 | 0.65 |
| 21 | 1.28 | 0.45 | 0.22 | 0.47 | 0.40 | 0.57 | 0.43 | 0.43 | 0.43 | 0.73 | 1.05 | 0.66 | 0.53 |
| 22 | 1.18 | 0.73 | 0.63 | 0.47 | 0.93 | 0.88 | 0.44 | 0.52 | 3.12 | 2.19 | 2.85 | 0.78 | 1.87 |
| 23 | 4.01 | 0.42 | 0.56 | 0.39 | 1.46 | 4.72 | 1.73 | 2.19 | 0.71 | 1.40 | 1.60 | 0.42 | 2.75 |

5.14. Ammonium

| Station | sep 95 NH4 μM | oct 95 NH4 μM | nov 95 NH4 μM | déc 95 NH4 μM | jan 96 NH4 μM | fév 96 NH4 μM | mar 96 NH4 μM | avr 96 NH4 μM | mai 96 NH4 μM | jun 96 NH4 μM | jul 96 NH4 μM | aoû 96 NH4 μM | sep 96 NH4 μM |
|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1 | 0.13 | 0.12 | 0.17 | 0.19 | 0.60 | 0.53 | 0.25 | | 0.31 | 1.10 | 0.26 | 0.20 | 0.55 |
| 2 | 0.31 | 0.09 | 0.20 | 0.22 | 0.28 | 0.38 | 0.22 | | 0.28 | 0.69 | 0.24 | 0.18 | 0.24 |
| 3 | 3.90 | 0.56 | 0.19 | 0.23 | 0.24 | 0.32 | 0.45 | 0.59 | 0.53 | 0.81 | 0.50 | 0.25 | 0.57 |
| 4 | 0.99 | 0.21 | 0.21 | 0.27 | 0.29 | 0.44 | 0.28 | 0.27 | 0.32 | 0.28 | 0.26 | 0.20 | 0.13 |
| 5 | 0.95 | 0.32 | 0.33 | 0.26 | 0.32 | 0.74 | 0.26 | 0.41 | 0.29 | 0.26 | 0.39 | 0.18 | 0.10 |
| 6 | 1.58 | 0.29 | 0.60 | 0.47 | 0.60 | 0.36 | 0.24 | 0.30 | 0.46 | 0.25 | 0.26 | 0.20 | 0.11 |
| 7 | 1.06 | 0.76 | 0.48 | 0.43 | 0.22 | 0.61 | 0.22 | 0.25 | 0.34 | 0.41 | 0.21 | 0.23 | 0.21 |
| 8 | 0.26 | 0.66 | 0.29 | 0.41 | 0.34 | 0.44 | 0.30 | 0.43 | 0.32 | 0.31 | 0.23 | 0.15 | 0.14 |
| 9 | 5.57 | 0.32 | 1.87 | 0.46 | 0.34 | 0.54 | 1.51 | 0.26 | 0.36 | 0.71 | 0.45 | 0.19 | 0.27 |
| 10 | 2.39 | 0.17 | 0.21 | 0.44 | 0.25 | 0.41 | 0.76 | 2.68 | 0.33 | 0.36 | 0.31 | 0.26 | 0.27 |
| 11 | 1.32 | 0.57 | 0.22 | 0.26 | 0.30 | 0.58 | 0.19 | 0.20 | 0.34 | 0.30 | 0.25 | 0.17 | 0.09 |
| 12 | 0.68 | 0.20 | 0.21 | 0.23 | 0.30 | 0.53 | 0.23 | 0.20 | 0.33 | 0.26 | 0.25 | 0.15 | 0.09 |
| 13 | 0.60 | 0.13 | 0.21 | 0.25 | 0.21 | 0.26 | 0.22 | 0.25 | 0.30 | 0.24 | 0.28 | 0.15 | 0.09 |
| 14 | 0.74 | 0.16 | 0.23 | 0.28 | 0.18 | 0.39 | 0.25 | 0.25 | 0.24 | 0.24 | 0.25 | 0.16 | 0.09 |
| 15 | 0.40 | 0.12 | 0.18 | 0.22 | 0.23 | 0.19 | 0.17 | 0.24 | 0.24 | 0.17 | 0.22 | 0.16 | 0.09 |
| 16 | 0.34 | 0.20 | 0.12 | 0.64 | 0.17 | 0.23 | 0.18 | 0.23 | 0.21 | 0.18 | 0.26 | 0.15 | 0.13 |
| 17 | 0.55 | 0.18 | 0.15 | 0.25 | 0.24 | 0.25 | 0.21 | 0.36 | 0.36 | 0.24 | 0.29 | 0.13 | 0.09 |
| 18 | 0.90 | 0.10 | 0.11 | 0.18 | 0.30 | 0.21 | 0.18 | 0.23 | 0.25 | 0.16 | 0.22 | 0.20 | 0.10 |
| 19 | 0.08 | 0.14 | 0.20 | 0.20 | 0.22 | 0.19 | 0.18 | 0.22 | 0.26 | 0.19 | 0.19 | 0.17 | 0.06 |
| 20 | 1.39 | 0.14 | 0.13 | 0.28 | 0.24 | 0.21 | 0.18 | 0.31 | 0.25 | 0.18 | 0.22 | 0.16 | 0.07 |
| 21 | 0.44 | 0.09 | 0.13 | 0.22 | 0.18 | 0.21 | 0.19 | 0.21 | 0.23 | 0.29 | 0.29 | 0.17 | 0.07 |
| 22 | 0.78 | 0.14 | 0.20 | 0.41 | 0.32 | 0.55 | 0.46 | 0.25 | 0.84 | 0.73 | 0.55 | 0.24 | 0.33 |
| 23 | 1.15 | 0.14 | 0.19 | 0.25 | 1.65 | 2.28 | 0.51 | 0.54 | 0.79 | 0.47 | 0.80 | 0.17 | 0.24 |

5.15. Phosphore minéral dissous

| Station | PO4 μM sep-95 | PO4 μM oct-95 | PO4 μM nov-95 | PO4 μM déc-95 | PO4 μM jan-96 | PO4 μM fév-96 | PO4 μM mar-96 | PO4 μM avr-96 | PO4 μM mai-96 | PO4 μM jun-96 | PO4 μM jul-96 | PO4 μM août-96 | PO4 μM sep-96 |
|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| 1 | 0.18 | 0.22 | 0.15 | 0.23 | 0.30 | 0.20 | 0.16 | n.d. | 0.18 | 0.19 | 0.17 | 0.22 | 0.26 |
| 2 | 0.22 | 0.14 | 0.12 | 0.23 | 0.39 | 0.25 | 0.17 | n.d. | 0.20 | 0.21 | 0.21 | 0.23 | 0.30 |
| 3 | 1.55 | 0.30 | 0.15 | 0.23 | 0.33 | 0.25 | 0.24 | 0.19 | 0.24 | 0.26 | 0.26 | 0.27 | 0.47 |
| 4 | 1.01 | 0.32 | 0.16 | 0.27 | 0.54 | 0.36 | 0.26 | 0.16 | 0.22 | 0.24 | 0.26 | 0.28 | 0.33 |
| 5 | 0.96 | 0.30 | 0.21 | 0.30 | 0.35 | 0.40 | 0.26 | 0.25 | 0.23 | 0.25 | 0.26 | 0.29 | 0.32 |
| 6 | 1.26 | 0.62 | 0.25 | 0.31 | 0.43 | 0.35 | 0.22 | 0.19 | 0.26 | 0.25 | 0.25 | 0.28 | 0.32 |
| 7 | 1.06 | 0.42 | 0.21 | 0.30 | 0.39 | 0.30 | 0.23 | 0.17 | 0.20 | 0.28 | 0.23 | 0.30 | 0.36 |
| 8 | 0.33 | 0.43 | 0.19 | 0.37 | 0.39 | 0.30 | 0.24 | 0.19 | 0.24 | 0.30 | 0.26 | 0.27 | 0.32 |
| 9 | 1.24 | 0.34 | 0.48 | 0.35 | 0.41 | 0.33 | 0.50 | 0.21 | 0.26 | 0.36 | 0.37 | 0.30 | 0.41 |
| 10 | 1.05 | 0.29 | 0.18 | 0.38 | 0.43 | 0.40 | 0.35 | 0.75 | 0.27 | 0.29 | 0.26 | 0.34 | 0.41 |
| 11 | 0.79 | 0.41 | 0.21 | 0.30 | 0.40 | 0.34 | 0.20 | 0.14 | 0.27 | 0.26 | 0.26 | 0.27 | 0.34 |
| 12 | 0.48 | 0.31 | 0.20 | 0.29 | 0.39 | 0.30 | 0.20 | 0.14 | 0.26 | 0.27 | 0.26 | 0.27 | 0.32 |
| 13 | 0.40 | 0.28 | 0.18 | 0.30 | 0.38 | 0.29 | 0.24 | 0.14 | 0.22 | 0.27 | 0.30 | 0.27 | 0.34 |
| 14 | 0.83 | 0.30 | 0.25 | 0.41 | 0.38 | 0.55 | 0.41 | 0.26 | 0.24 | 0.29 | 0.30 | 0.31 | 0.33 |
| 15 | 0.34 | 0.30 | 0.20 | 0.30 | 0.58 | 0.30 | 0.27 | 0.19 | 0.23 | 0.23 | 0.26 | 0.30 | 0.32 |
| 16 | 0.52 | 0.37 | 0.21 | 0.82 | 0.37 | 0.29 | 0.29 | 0.31 | 0.24 | 0.25 | 0.31 | 0.29 | 0.35 |
| 17 | 0.70 | 0.28 | 0.15 | 0.26 | 0.35 | 0.26 | 0.19 | 0.42 | 0.23 | 0.28 | 0.30 | 0.26 | 0.32 |
| 18 | 0.90 | 0.46 | 0.13 | 0.23 | 0.40 | 0.25 | 0.20 | 0.15 | 0.19 | 0.22 | 0.23 | 0.34 | 0.35 |
| 19 | 0.25 | 0.26 | 0.14 | 0.24 | 0.34 | 0.26 | 0.20 | 0.14 | 0.19 | 0.21 | 0.22 | 0.31 | 0.33 |
| 20 | 0.99 | 0.26 | 0.16 | 0.31 | 0.42 | 0.25 | 0.29 | 0.25 | 0.22 | 0.24 | 0.24 | 0.27 | 0.34 |
| 21 | 0.65 | 0.17 | 0.24 | 0.29 | 0.39 | 0.28 | 0.28 | 0.16 | 0.22 | 0.23 | 0.35 | 0.33 | 0.34 |
| 22 | 0.93 | 0.31 | 0.22 | 0.31 | 0.46 | 0.34 | 0.26 | 0.30 | 0.63 | 0.54 | 0.51 | 0.37 | 0.56 |
| 23 | 1.29 | 0.28 | 0.22 | 0.35 | 0.64 | 1.32 | 0.57 | 0.36 | 0.28 | 0.39 | 0.73 | 0.29 | 0.66 |

5.16. Phosphore organique dissous

| Station | POD μM sep-95 | POD μM oct-95 | POD μM nov-95 | POD μM déc-95 | POD μM jan-96 | POD μM fév-96 | POD μM mar-96 | POD μM avr-96 | POD μM mai-96 | POD μM jun-96 | POD μM jul-96 | POD μM août-96 | POD μM sep-96 |
|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| 1 | 0.21 | 0.34 | 0.14 | 0.24 | 0.22 | 0.26 | 0.24 | n.d. | 0.21 | 0.24 | 0.22 | 0.17 | 0.20 |
| 2 | 0.20 | 0.25 | 0.15 | 0.24 | 0.18 | 0.22 | 0.23 | n.d. | 0.21 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 |
| 3 | 3.88 | 0.23 | 0.16 | 0.26 | 0.23 | 0.23 | 0.19 | 0.28 | 0.19 | 0.20 | 0.19 | 0.21 | 0.18 |
| 4 | 0.45 | 0.15 | 0.19 | 0.21 | 0.10 | 0.26 | 0.26 | 0.20 | 0.20 | 0.24 | 0.20 | 0.22 | 0.20 |
| 5 | 0.57 | 0.21 | 0.34 | 0.28 | 0.41 | 0.17 | 0.16 | 0.24 | 0.26 | 0.26 | 0.20 | 0.17 | 0.22 |
| 6 | 0.27 | -0.12 | 0.30 | 0.26 | 0.33 | 0.20 | 0.20 | 0.22 | 0.23 | 0.26 | 0.21 | 0.18 | 0.22 |
| 7 | 0.18 | 0.24 | 0.20 | 0.28 | 0.34 | 0.27 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.24 | 0.28 | 0.20 | 0.26 |
| 8 | 0.16 | 0.19 | 0.18 | 0.13 | 0.28 | 0.29 | 0.21 | 0.23 | 0.21 | 0.20 | 0.22 | 0.16 | 0.27 |
| 9 | 0.32 | 0.20 | 0.23 | 0.25 | 0.25 | 0.28 | 0.20 | 0.21 | 0.19 | 0.17 | 0.20 | 0.14 | 0.28 |
| 10 | 0.08 | 0.17 | 0.27 | 0.28 | 0.19 | 0.23 | 0.18 | 0.25 | 0.19 | 0.21 | 0.23 | 0.17 | 0.18 |
| 11 | 0.10 | 0.15 | 0.22 | 0.26 | 0.17 | 0.32 | 0.19 | 0.22 | 0.17 | 0.23 | 0.20 | 0.14 | 0.18 |
| 12 | 0.19 | 0.15 | 0.22 | 0.20 | 0.22 | 0.13 | 0.21 | 0.21 | 0.19 | 0.18 | 0.23 | 0.23 | 0.19 |
| 13 | -0.01 | 0.17 | 0.15 | 0.10 | 0.17 | 0.14 | 0.20 | 0.22 | 0.21 | nd | 0.13 | 0.13 | 0.13 |
| 14 | -0.40 | 0.15 | 0.16 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.27 | 0.19 | 0.21 | nd | 0.14 | 0.12 | 0.20 |
| 15 | 5.08 | 0.19 | 0.20 | 0.17 | -0.03 | 0.16 | 0.18 | 0.06 | 0.23 | nd | 0.15 | 0.10 | 0.19 |
| 16 | 0.94 | 0.24 | 0.22 | 0.43 | 0.17 | 0.17 | 0.13 | 0.16 | 0.19 | nd | 0.20 | 0.12 | 0.21 |
| 17 | 0.82 | 0.16 | 0.20 | 0.23 | 0.20 | 0.13 | 0.19 | 0.23 | 0.18 | nd | 0.09 | 0.13 | 0.18 |
| 18 | 0.63 | -0.01 | 0.21 | 0.20 | 0.13 | 0.17 | 0.18 | 0.18 | 0.20 | nd | 0.14 | 0.10 | 0.13 |
| 19 | 0.99 | 0.15 | 0.19 | 0.16 | 0.17 | 0.12 | 0.19 | 0.18 | 0.20 | nd | 0.19 | 0.20 | 0.19 |
| 20 | -0.51 | 0.21 | 0.21 | 0.15 | 0.16 | 0.16 | 0.13 | 0.19 | 0.18 | nd | 0.12 | 0.13 | 0.22 |
| 21 | 0.91 | 0.27 | 0.13 | 0.15 | 0.19 | 0.13 | 0.14 | 0.13 | 0.20 | nd | 0.23 | 0.11 | 0.45 |
| 22 | 0.20 | 0.23 | 0.24 | 0.15 | 0.13 | 0.13 | 0.15 | 0.07 | 0.25 | nd | 0.16 | 0.13 | 0.21 |
| 23 | -0.40 | 0.19 | 0.26 | 0.10 | -0.01 | 0.21 | 0.17 | 0.21 | 0.25 | nd | 0.24 | 0.12 | 0.23 |

5.16. Silicates

| Station | Si(OH) ₄ μM sep-95 | Si(OH) ₄ μM oct-95 | Si(OH) ₄ μM nov-95 | Si(OH) ₄ μM déc-95 | Si(OH) ₄ μM jan-96 | Si(OH) ₄ μM fév-96 | Si(OH) ₄ μM mar-96 | Si(OH) ₄ μM avr-96 | Si(OH) ₄ μM mai-96 | Si(OH) ₄ μM jun-96 | Si(OH) ₄ μM jul-96 | Si(OH) ₄ μM août-96 | Si(OH) ₄ μM sep-96 |
|---------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 1.22 | 3.07 | 1.61 | 1.43 | 1.98 | 1.33 | 1.85 | n.d. | 1.10 | 2.01 | 0.75 | 0.94 | 1.22 |
| 2 | 1.88 | 2.45 | 1.98 | 2.07 | 2.67 | 0.17 | 2.30 | n.d. | 1.41 | 1.56 | 1.84 | 1.56 | 2.53 |
| 3 | 9.30 | 5.46 | 1.66 | 1.64 | 2.34 | 1.55 | 3.70 | 6.37 | 3.82 | 3.37 | 4.86 | 5.99 | 18.53 |
| 4 | 4.28 | 4.73 | 2.05 | 7.59 | 8.37 | 4.55 | 6.08 | 1.70 | 1.61 | 3.55 | 2.32 | 3.62 | 5.18 |
| 5 | 4.36 | 5.46 | 4.17 | 4.90 | 5.18 | 4.47 | 7.98 | 4.50 | 4.35 | 3.34 | 3.71 | 2.55 | 5.05 |
| 6 | 6.47 | 6.87 | 4.26 | 4.07 | 5.07 | 3.13 | 3.52 | 2.27 | 2.25 | 3.27 | 2.15 | 2.56 | 3.92 |
| 7 | 5.15 | 4.10 | 3.75 | 5.23 | 4.36 | 3.52 | 3.80 | 2.09 | 1.96 | 5.10 | 2.29 | 4.13 | 6.05 |
| 8 | 2.76 | 9.24 | 3.10 | 4.59 | 5.01 | 3.18 | 3.76 | 2.06 | 2.36 | 3.35 | 2.15 | 1.85 | 4.00 |
| 9 | 10.60 | 5.48 | 9.99 | 5.13 | 4.31 | 4.31 | 10.25 | 2.16 | 2.16 | 5.10 | 4.16 | 2.33 | 5.68 |
| 10 | 7.18 | 4.64 | 3.23 | 6.60 | 4.28 | 4.52 | 7.27 | 15.24 | 2.42 | 4.16 | 2.98 | 3.98 | 7.15 |
| 11 | 4.30 | 7.15 | 3.42 | 3.65 | 4.23 | 4.60 | 2.70 | 0.88 | 2.22 | 3.06 | 2.35 | 2.19 | 3.92 |
| 12 | 3.04 | 3.99 | 2.97 | 2.57 | 3.68 | 2.39 | 2.65 | 0.87 | 1.87 | 2.83 | 2.46 | 2.05 | 3.93 |
| 13 | 2.92 | 4.93 | 3.23 | 2.84 | 2.81 | 3.46 | 3.33 | 0.63 | 1.67 | 8.15 | 6.91 | 2.69 | 6.05 |
| 14 | 9.21 | 5.77 | 5.56 | 13.02 | 6.44 | 9.90 | 18.03 | 10.30 | 3.02 | 4.80 | 7.23 | 4.35 | 6.23 |
| 15 | 2.55 | 6.11 | 3.65 | 4.56 | 6.30 | 5.16 | 9.32 | 2.36 | 2.88 | 3.11 | 4.05 | 5.54 | 5.05 |
| 16 | 6.68 | 8.29 | 3.76 | 22.48 | 4.09 | 2.81 | 6.02 | 19.04 | 2.80 | 3.41 | 12.68 | 4.18 | 9.30 |
| 17 | 10.03 | 3.26 | 1.85 | 1.59 | 2.13 | 1.96 | 2.30 | 25.67 | 1.44 | 6.20 | 10.66 | 2.91 | 4.78 |
| 18 | 5.80 | 6.39 | 1.88 | 1.23 | 8.37 | 1.94 | 2.57 | 1.03 | 1.21 | 3.42 | 2.94 | 11.21 | 10.77 |
| 19 | 1.37 | 3.85 | 1.64 | 1.26 | 2.45 | 1.74 | 2.51 | 0.79 | 1.10 | 1.59 | 1.34 | 11.13 | 5.69 |
| 20 | 8.28 | 4.44 | 2.47 | 9.85 | 6.63 | 2.59 | 5.29 | 13.66 | 2.77 | 3.53 | 3.64 | 5.73 | 11.96 |
| 21 | 6.13 | 4.42 | 3.81 | 7.49 | 5.72 | 8.62 | 7.64 | 1.35 | 3.42 | 3.06 | 12.76 | 10.35 | 11.18 |
| 22 | 4.36 | 9.04 | 13.66 | 3.84 | 13.92 | 12.37 | 9.59 | 1.98 | 56.14 | 34.86 | 42.10 | 9.17 | 26.16 |
| 23 | 24.53 | 5.52 | 14.47 | 3.46 | 25.75 | 79.15 | 35.54 | 32.98 | 10.83 | 22.72 | 41.30 | 4.61 | 53.98 |

5.17. Salinité

| Station | Sal. psu sep 95 | Sal. psu oct 95 | Sal. psu nov 95 | Sal. psu déc 95 | Sal. psu jan 96 | Sal. psu fév 96 | Sal. psu mar 96 | Sal. psu avr 96 | Sal. psu mai 96 | Sal. psu jun 96 | Sal. psu jul 96 | Sal. psu août 96 | Sal. psu sep 96 |
|---------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| 1 | nd | nd | 35.657 | 35.782 | 35.601 | 35.467 | 35.458 | nd | 36.220 | 35.742 | 36.006 | 35.594 | 35.712 |
| 2 | nd | nd | 35.687 | 35.770 | 35.578 | 35.377 | 35.579 | nd | 35.796 | 35.718 | 35.957 | 35.676 | 35.747 |
| 3 | nd | nd | 35.452 | 35.807 | 35.599 | 35.426 | 35.343 | 35.337 | 35.778 | 35.443 | 35.709 | 35.301 | 34.626 |
| 4 | nd | nd | 35.381 | 35.238 | 35.146 | 35.259 | 35.129 | 35.650 | 35.793 | 35.481 | 35.872 | 35.474 | 35.543 |
| 5 | nd | nd | 35.457 | 35.545 | 35.400 | 35.232 | 35.221 | 35.489 | 35.805 | 35.733 | 35.740 | 35.512 | 35.476 |
| 6 | nd | nd | 35.429 | 35.575 | 35.320 | 35.292 | 35.375 | 35.620 | 35.826 | 35.586 | 35.860 | 35.545 | 35.554 |
| 7 | nd | nd | 34.840 | 35.448 | 35.425 | 35.373 | 35.411 | 35.639 | 35.961 | 35.531 | 35.867 | 35.428 | 35.480 |
| 8 | nd | nd | 35.135 | 35.519 | 35.338 | 35.297 | 35.393 | 35.647 | 35.789 | 35.556 | 35.887 | 35.541 | 35.582 |
| 9 | nd | nd | 35.256 | 35.417 | 35.330 | 35.272 | 34.908 | 35.612 | 35.951 | 35.549 | 35.730 | 35.474 | 35.457 |
| 10 | nd | nd | 35.484 | 35.326 | 35.319 | 35.237 | 35.204 | 34.663 | 35.921 | 35.520 | 35.777 | 35.351 | 35.346 |
| 11 | nd | nd | 35.238 | 35.603 | 35.267 | 35.401 | 35.510 | 35.651 | 35.753 | 35.609 | 35.770 | 35.706 | 35.619 |
| 12 | nd | nd | 35.522 | 35.718 | 35.390 | 35.333 | 35.378 | 35.648 | 35.789 | 35.826 | 35.805 | 35.522 | 35.517 |
| 13 | nd | nd | 35.491 | 35.712 | 35.516 | 35.322 | 35.338 | 35.661 | 35.805 | 35.269 | 35.489 | 35.494 | 35.341 |
| 14 | nd | nd | 35.398 | nd | 35.210 | 35.008 | 34.171 | 34.920 | 35.751 | 35.502 | 35.426 | 35.445 | 35.505 |
| 15 | nd | nd | 35.371 | 35.642 | 35.250 | 35.254 | 34.914 | 35.558 | 35.829 | 35.785 | 35.753 | 35.398 | 35.431 |
| 16 | nd | nd | 35.307 | 34.596 | 35.394 | 35.446 | 35.203 | 34.247 | 35.904 | 35.702 | 35.188 | 35.642 | 35.155 |
| 17 | nd | nd | 35.770 | 35.885 | 35.582 | 35.454 | 35.405 | 33.775 | 35.764 | 35.470 | 35.378 | 35.482 | 35.486 |
| 18 | nd | nd | 35.489 | 35.910 | 35.071 | 35.446 | 35.369 | 35.645 | 35.757 | 35.797 | 35.838 | 35.120 | 35.135 |
| 19 | nd | nd | 35.659 | 35.929 | 35.259 | 35.480 | 35.394 | 35.658 | 35.946 | 35.783 | 35.903 | 34.958 | 35.388 |
| 20 | nd | nd | 35.552 | 35.254 | 35.065 | 35.449 | 35.223 | 34.802 | 35.625 | 36.160 | 35.817 | 35.337 | 34.998 |
| 21 | nd | nd | 35.555 | 35.364 | 35.324 | 35.010 | 35.064 | 35.646 | 35.743 | 35.709 | 35.233 | 35.000 | 34.911 |
| 22 | nd | nd | 35.186 | 35.794 | 34.536 | 34.681 | 34.802 | 35.609 | 31.691 | 33.716 | 33.184 | 35.120 | 34.164 |
| 23 | nd | nd | 35.686 | 35.761 | 33.671 | 30.144 | 33.302 | 34.119 | 35.206 | 34.607 | 33.125 | 35.507 | 32.155 |

5.18. Absorbance à 254 nm

| station | A ₂₅₄ (10 cm ⁻¹) sep-95 | A ₂₅₄ (10 cm ⁻¹) oct-95 | A ₂₅₄ (10 cm ⁻¹) nov-95 | A ₂₅₄ (10 cm ⁻¹) déc-95 | A ₂₅₄ (10 cm ⁻¹) jan-96 | A ₂₅₄ (10 cm ⁻¹) fév-96 | A ₂₅₄ (10 cm ⁻¹) mar-96 | A ₂₅₄ (10 cm ⁻¹) avr-96 | A ₂₅₄ (10 cm ⁻¹) mai-96 | A ₂₅₄ (10 cm ⁻¹) jun-96 | A ₂₅₄ (10 cm ⁻¹) jul-96 | A ₂₅₄ (10 cm ⁻¹) aoû-96 | A ₂₅₄ (10 cm ⁻¹) sep-96 |
|---------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 1 | | 0.056 | | 0.056 | 0.051 | 0.051 | 0.066 | | | 0.043 | 0.051 | 0.048 | 0.048 |
| 2 | | 0.056 | | 0.056 | 0.061 | 0.056 | 0.071 | | | 0.051 | 0.066 | 0.055 | 0.066 |
| 3 | 0.169 | 0.059 | | 0.059 | 0.062 | 0.058 | 0.080 | 0.065 | | 0.061 | 0.067 | 0.062 | 0.078 |
| 4 | 0.249 | 0.060 | | 0.060 | 0.067 | 0.101 | 0.080 | 0.066 | | 0.064 | 0.071 | 0.066 | 0.078 |
| 5 | 0.316 | 0.071 | | 0.071 | 0.070 | 0.094 | 0.090 | 0.089 | | 0.074 | 0.072 | 0.069 | 0.077 |
| 6 | 0.271 | 0.070 | | 0.070 | 0.078 | 0.079 | 0.084 | 0.076 | | 0.068 | 0.072 | 0.065 | 0.073 |
| 7 | 0.236 | 0.075 | | 0.075 | 0.075 | 0.084 | 0.087 | 0.073 | | 0.069 | 0.073 | 0.065 | 0.079 |
| 8 | 0.051 | 0.072 | | 0.072 | 0.079 | 0.084 | 0.072 | 0.078 | | 0.067 | 0.069 | 0.062 | 0.072 |
| 9 | 0.351 | 0.072 | | 0.072 | 0.068 | 0.086 | 0.090 | 0.077 | | 0.071 | 0.078 | 0.064 | 0.077 |
| 10 | 0.181 | 0.072 | | 0.072 | 0.064 | 0.079 | 0.082 | 0.105 | | 0.062 | 0.075 | 0.078 | 0.076 |
| 11 | 0.169 | 0.069 | | 0.069 | 0.070 | 0.081 | 0.067 | 0.055 | | 0.066 | 0.070 | 0.061 | 0.065 |
| 12 | 0.078 | 0.058 | | 0.058 | 0.065 | 0.060 | 0.091 | 0.057 | | 0.060 | 0.071 | 0.063 | 0.065 |
| 13 | 0.066 | 0.052 | | 0.052 | 0.057 | 0.054 | 0.062 | 0.057 | | 0.055 | 0.062 | 0.057 | 0.061 |
| 14 | 0.209 | 0.070 | | 0.070 | 0.059 | 0.128 | 0.085 | 0.074 | | 0.055 | 0.068 | 0.058 | 0.063 |
| 15 | 0.043 | 0.060 | | 0.060 | 0.058 | 0.063 | 0.084 | 0.066 | | 0.050 | 0.065 | 0.058 | 0.059 |
| 16 | 0.082 | 0.134 | | 0.134 | 0.060 | 0.059 | 0.077 | 0.076 | | 0.055 | 0.072 | 0.058 | 0.060 |
| 17 | 0.104 | 0.050 | | 0.050 | 0.049 | 0.049 | 0.065 | 0.094 | | 0.047 | 0.056 | 0.053 | 0.058 |
| 18 | 0.260 | 0.045 | | 0.045 | 0.047 | 0.047 | 0.063 | 0.054 | | 0.044 | 0.054 | 0.049 | 0.046 |
| 19 | | 0.047 | | 0.047 | 0.049 | 0.049 | 0.062 | 0.055 | | 0.043 | 0.056 | 0.047 | 0.044 |
| 20 | 0.226 | 0.055 | | | 0.052 | 0.052 | 0.062 | 0.064 | | 0.047 | 0.060 | 0.053 | 0.061 |
| 21 | 0.103 | 0.053 | | 0.053 | 0.054 | 0.054 | 0.072 | 0.056 | | 0.048 | 0.070 | 0.058 | 0.059 |
| 22 | 0.207 | 0.055 | | 0.055 | 0.066 | 0.066 | 0.084 | 0.060 | | 0.068 | 0.077 | 0.064 | 0.078 |
| 23 | 0.213 | 0.053 | | 0.053 | 0.091 | 0.091 | 0.094 | 0.079 | | 0.060 | 0.073 | 0.055 | 0.079 |

5.19. Pente spectrale

| station | S* (nm ⁻¹) sep-95 | S* (nm ⁻¹) oct-95 | S* (nm ⁻¹) nov-95 | S* (nm ⁻¹) déc-95 | S* (nm ⁻¹) jan-96 | S* (nm ⁻¹) fév-96 | S* (nm ⁻¹) mar-96 | S* (nm ⁻¹) avr-96 | S* (nm ⁻¹) mai-96 | S* (nm ⁻¹) jun-96 | S* (nm ⁻¹) jul-96 | S* (nm ⁻¹) aoû-96 | S* (nm ⁻¹) sep-96 |
|---------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | | 0.019 | | 0.027 | 0.026 | 0.024 | 0.017 | | | 0.024 | 0.026 | 0.031 | 0.032 |
| 2 | | 0.018 | | 0.025 | 0.020 | 0.020 | 0.015 | | | 0.019 | 0.016 | 0.024 | 0.018 |
| 3 | 0.014 | 0.015 | | 0.023 | 0.019 | 0.018 | 0.014 | 0.018 | | 0.016 | 0.016 | 0.020 | 0.016 |
| 4 | 0.007 | 0.013 | | 0.023 | 0.019 | 0.011 | 0.014 | 0.017 | | 0.013 | 0.015 | 0.019 | 0.017 |
| 5 | 0.005 | 0.014 | | 0.019 | 0.018 | 0.012 | 0.013 | 0.013 | | 0.013 | 0.016 | 0.019 | 0.017 |
| 6 | 0.006 | 0.013 | | 0.020 | 0.016 | 0.014 | 0.013 | 0.014 | | 0.012 | 0.015 | 0.020 | 0.017 |
| 7 | 0.006 | 0.013 | | 0.019 | 0.017 | 0.013 | 0.014 | 0.015 | | 0.014 | 0.017 | 0.020 | 0.016 |
| 8 | 0.014 | 0.013 | | 0.019 | 0.016 | 0.013 | 0.016 | 0.015 | | 0.015 | 0.016 | 0.020 | 0.017 |
| 9 | 0.007 | 0.017 | | 0.019 | 0.017 | 0.013 | 0.014 | 0.014 | | 0.013 | 0.013 | 0.020 | 0.017 |
| 10 | 0.008 | 0.017 | | 0.018 | 0.019 | 0.013 | 0.014 | 0.011 | | 0.015 | 0.016 | 0.016 | 0.016 |
| 11 | 0.007 | 0.014 | | 0.020 | 0.017 | 0.014 | 0.016 | 0.022 | | 0.015 | 0.016 | 0.022 | 0.020 |
| 12 | 0.011 | 0.019 | | 0.024 | 0.018 | 0.018 | 0.013 | 0.021 | | 0.015 | 0.016 | 0.019 | 0.020 |
| 13 | 0.012 | 0.023 | | 0.025 | 0.020 | 0.018 | 0.017 | 0.019 | | 0.016 | 0.015 | 0.021 | 0.019 |
| 14 | 0.007 | 0.016 | | 0.018 | 0.018 | 0.010 | 0.012 | 0.013 | | 0.016 | 0.016 | 0.021 | 0.019 |
| 15 | 0.015 | 0.016 | | 0.022 | 0.019 | 0.016 | 0.013 | 0.016 | | 0.019 | 0.018 | 0.020 | 0.021 |
| 16 | 0.010 | 0.010 | | 0.010 | 0.017 | 0.018 | 0.013 | 0.014 | | 0.016 | 0.015 | 0.020 | 0.020 |
| 17 | 0.009 | 0.019 | | 0.028 | 0.022 | 0.022 | 0.016 | 0.010 | | 0.020 | 0.018 | 0.024 | 0.020 |
| 18 | 0.006 | 0.026 | | 0.033 | 0.023 | 0.023 | 0.017 | 0.021 | | 0.022 | 0.023 | 0.026 | 0.025 |
| 19 | | 0.020 | | 0.031 | 0.022 | 0.022 | 0.017 | 0.021 | | 0.025 | 0.022 | 0.027 | 0.027 |
| 20 | 0.006 | 0.020 | | | 0.021 | 0.021 | 0.017 | 0.017 | | 0.019 | 0.020 | 0.024 | 0.019 |
| 21 | 0.011 | 0.018 | | 0.027 | 0.020 | 0.020 | 0.014 | 0.021 | | 0.020 | 0.017 | 0.022 | 0.020 |
| 22 | 0.005 | 0.015 | | 0.025 | 0.016 | 0.016 | 0.013 | 0.017 | | 0.015 | 0.015 | 0.020 | 0.015 |
| 23 | 0.007 | 0.016 | | 0.027 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.014 | | 0.017 | 0.016 | 0.022 | 0.014 |

5.20. Indice optique de la matière organique

| station | IOsp | IOsp | IOsp | IOsp | IOsp | IOsp | IOsp | IOsp | IOsp | IOsp | IOsp | IOsp | IOsp |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|
| | sep-95 | oct-95 | nov-95 | déc-95 | jan-96 | fév-96 | mar-96 | avr-96 | mai-96 | jun-96 | juil-96 | août-96 | sep-96 |
| 1 | | 0.039 | | 0.040 | 0.035 | 0.034 | 0.050 | | | 0.025 | 0.035 | 0.031 | 0.031 |
| 2 | | 0.039 | | 0.040 | 0.045 | 0.040 | 0.055 | | | 0.034 | 0.050 | 0.039 | 0.050 |
| 3 | 0.153 | 0.042 | | 0.043 | 0.046 | 0.042 | 0.064 | 0.049 | | 0.045 | 0.051 | 0.046 | 0.062 |
| 4 | 0.233 | 0.043 | | 0.044 | 0.051 | 0.085 | 0.064 | 0.050 | | 0.048 | 0.055 | 0.050 | 0.062 |
| 5 | 0.300 | 0.055 | | 0.055 | 0.054 | 0.078 | 0.074 | 0.073 | | 0.058 | 0.056 | 0.053 | 0.061 |
| 6 | 0.255 | 0.054 | | 0.054 | 0.062 | 0.063 | 0.068 | 0.060 | | 0.052 | 0.056 | 0.049 | 0.057 |
| 7 | 0.220 | 0.059 | | 0.059 | 0.059 | 0.068 | 0.071 | 0.057 | | 0.053 | 0.057 | 0.049 | 0.063 |
| 8 | 0.034 | 0.056 | | 0.056 | 0.063 | 0.068 | 0.056 | 0.062 | | 0.051 | 0.053 | 0.046 | 0.056 |
| 9 | 0.335 | 0.056 | | 0.056 | 0.052 | 0.070 | 0.074 | 0.061 | | 0.055 | 0.062 | 0.048 | 0.061 |
| 10 | 0.165 | 0.056 | | 0.056 | 0.048 | 0.063 | 0.066 | 0.089 | | 0.046 | 0.059 | 0.062 | 0.060 |
| 11 | 0.153 | 0.053 | | 0.053 | 0.054 | 0.065 | 0.051 | 0.039 | | 0.050 | 0.054 | 0.045 | 0.049 |
| 12 | 0.062 | 0.042 | | 0.042 | 0.049 | 0.044 | 0.075 | 0.041 | | 0.044 | 0.055 | 0.047 | 0.049 |
| 13 | 0.050 | 0.035 | | 0.036 | 0.041 | 0.037 | 0.046 | 0.041 | | 0.038 | 0.046 | 0.041 | 0.045 |
| 14 | 0.193 | 0.054 | | 0.054 | 0.043 | 0.112 | 0.069 | 0.058 | | 0.038 | 0.052 | 0.042 | 0.047 |
| 15 | 0.025 | 0.044 | | 0.044 | 0.042 | 0.047 | 0.068 | 0.050 | | 0.033 | 0.049 | 0.042 | 0.043 |
| 16 | 0.066 | 0.118 | | 0.118 | 0.044 | 0.043 | 0.061 | 0.060 | | 0.038 | 0.056 | 0.042 | 0.044 |
| 17 | 0.088 | 0.033 | | 0.033 | 0.032 | 0.032 | 0.049 | 0.078 | | 0.030 | 0.039 | 0.036 | 0.042 |
| 18 | 0.244 | 0.028 | | 0.028 | 0.030 | 0.030 | 0.047 | 0.037 | | 0.026 | 0.038 | 0.032 | 0.029 |
| 19 | | 0.030 | | 0.030 | 0.032 | 0.032 | 0.046 | 0.039 | | 0.025 | 0.040 | 0.030 | 0.026 |
| 20 | 0.210 | 0.039 | | | 0.035 | 0.035 | 0.046 | 0.048 | | 0.030 | 0.044 | 0.036 | 0.045 |
| 21 | 0.087 | 0.036 | | 0.037 | 0.037 | 0.037 | 0.056 | 0.040 | | 0.031 | 0.054 | 0.042 | 0.043 |
| 22 | 0.191 | 0.038 | | 0.039 | 0.050 | 0.050 | 0.068 | 0.044 | | 0.052 | 0.061 | 0.048 | 0.062 |
| 23 | 0.197 | 0.036 | | 0.037 | 0.075 | 0.075 | 0.078 | 0.063 | | 0.044 | 0.057 | 0.039 | 0.063 |

5.21. Phosphore particulaire en suspension

| Station | POP | POP | POP | POP | POP | POP | POP | POP | POP | POP | POP | POP | POP |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| | μM sep 95 | μM oct 95 | μM nov 95 | μM déc 95 | μM jan 96 | μM fév 96 | μM mar 96 | μM avr 96 | μM mai 96 | μM jun 96 | μM jul 96 | μM août 96 | μM sep 96 |
| 1 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.06 | nd | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.02 |
| 2 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.03 | nd | 0.04 | 0.06 | nd | 0.02 | 0.04 | 0.05 | 0.03 | 0.05 |
| 3 | nd | 0.06 | 0.04 | 0.03 | 0.06 | 0.03 | 0.07 | 0.03 | 0.02 | 0.04 | 0.05 | 0.03 | 0.08 |
| 4 | 0.29 | 0.10 | 0.03 | 0.04 | 0.16 | 0.11 | 0.07 | 0.04 | 0.03 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.08 |
| 5 | 0.21 | 0.11 | 0.09 | 0.10 | 0.12 | 0.10 | 0.11 | 0.10 | 0.03 | 0.07 | 0.09 | 0.05 | 0.09 |
| 6 | 0.23 | 0.10 | 0.07 | 0.11 | 0.11 | 0.09 | 0.11 | 0.07 | 0.04 | 0.07 | 0.09 | 0.05 | 0.08 |
| 7 | 0.29 | 0.17 | 0.08 | 0.10 | 0.11 | 0.07 | 0.10 | 0.06 | 0.04 | 0.08 | 0.11 | 0.06 | 0.10 |
| 8 | 0.09 | 0.12 | 0.06 | 0.10 | 0.15 | 0.08 | 0.08 | 0.05 | 0.04 | 0.08 | 0.07 | 0.04 | 0.09 |
| 9 | nd | 0.11 | 0.15 | 0.10 | 0.08 | 0.12 | 0.08 | 0.06 | 0.03 | 0.08 | 0.08 | 0.04 | 0.07 |
| 10 | 0.27 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.06 | 0.09 | 0.06 | 0.13 | 0.04 | 0.05 | 0.07 | 0.06 | 0.07 |
| 11 | 0.14 | 0.10 | 0.08 | 0.18 | 0.08 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.06 | nd | 0.04 | 0.07 |
| 12 | 0.17 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.06 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.07 | 0.04 | 0.07 |
| 13 | 0.10 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | nd | 0.05 | 0.06 | 0.03 | 0.05 |
| 14 | 0.26 | 0.06 | 0.06 | 0.10 | 0.09 | 0.13 | 0.10 | 0.06 | 0.04 | 0.04 | 0.11 | 0.05 | 0.05 |
| 15 | 0.07 | 0.06 | 0.05 | 0.06 | 0.06 | 0.04 | 0.07 | 0.05 | 0.03 | 0.04 | 0.10 | 0.03 | 0.06 |
| 16 | 0.17 | 0.07 | 0.04 | 0.25 | nd | 0.03 | 0.04 | 0.06 | 0.04 | 0.05 | 0.09 | 0.04 | 0.06 |
| 17 | 0.13 | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.04 | 0.02 | 0.03 | 0.09 | 0.02 | 0.03 | 0.08 | 0.02 | 0.05 |
| 18 | 0.15 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.04 | 0.02 | 0.03 |
| 19 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | nd | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.04 | 0.03 | 0.03 |
| 20 | 0.12 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.07 |
| 21 | 0.18 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.07 | 0.05 | 0.05 |
| 22 | 0.24 | 0.05 | 0.05 | 0.03 | 0.05 | 0.03 | 0.05 | 0.03 | 0.14 | 0.10 | 0.07 | 0.05 | 0.09 |
| 23 | 0.15 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.08 | 0.08 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.08 | 0.04 | 0.10 |

5.22. Flux de sédimentation en Phosphore particulaire

| station | POP (μM) sep 95 | POP (μM) oct 95 | POP (μM) nov 95 | POP (μM) déc 95 | POP (μM) jan 96 | POP (μM) fév 96 | POP (μM) mar 96 | POP (μM) avr 96 | POP (μM) mai 96 | POP (μM) jun 96 | POP (μM) jul 96 | POP (μM) aoû 96 | POP (μM) sep 96 |
|---------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 4 | nd | nd | 1.63 | 1.45 | 0.86 | 2.38 | 2.54 | 1.55 | 1.21 | 0.52 | 5.64 | 0.52 | 0.29 |
| 9 | nd | nd | 1.79 | 1.99 | 2.76 | 0.65 | 2.68 | 3.00 | 2.42 | 2.33 | 3.09 | 1.74 | 1.26 |
| 11 | nd | nd | 1.06 | 1.22 | 1.54 | 3.77 | 1.25 | 1.56 | 1.33 | 0.71 | 2.28 | 0.98 | 0.65 |
| 14 | nd | nd | 2.40 | 7.47 | 1.04 | 1.41 | 4.35 | 1.11 | 0.71 | 0.62 | 0.89 | 0.31 | 0.07 |
| 18 | nd | 0.28 | 0.52 | 0.32 | 0.20 | 2.31 | 0.77 | 0.39 | 0.25 | 0.20 | 0.19 | 0.23 | 0.23 |
| 23 | nd | 0.99 | 1.66 | 2.01 | 1.22 | 2.75 | 1.63 | 1.58 | 0.72 | 0.87 | 0.61 | 0.50 | 0.35 |

5.23. Flux de sédimentation minérale et organique

| | Station | sep 95 g/m2/j | oct 95 g/m2/j | nov 95 g/m2/j | déc 95 g/m2/j | jan 96 g/m2/j | fév 96 g/m2/j | mar 96 g/m2/j | avr 96 g/m2/j | mai 96 g/m2/j | jun 96 g/m2/j | jul 96 g/m2/j | aoû 96 g/m2/j | sep 96 g/m2/j |
|-------|---------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| total | 4 | 1051.3 | 37.9 | 90.3 | 76.5 | 48.4 | 81.8 | 155.2 | 67.0 | 62.3 | 27.7 | 628.2 | 25.5 | 15.5 |
| total | 9 | 3157.4 | 40.1 | 59.0 | 60.1 | 92.1 | 29.8 | 83.9 | 105.2 | 90.7 | 87.7 | 111.9 | 63.0 | 39.5 |
| total | 11 | 141.1 | 50.0 | 43.9 | 54.6 | 55.8 | 155.9 | 52.4 | 67.5 | 53.8 | 29.2 | 96.3 | 36.7 | 21.5 |
| total | 14 | 212.3 | 34.2 | 86.4 | 274.7 | 37.3 | 57.9 | 191.9 | 48.1 | 29.1 | 26.9 | 36.0 | 10.3 | 7.4 |
| total | 18 | 29.7 | 11.4 | 28.6 | 26.8 | 10.6 | 68.1 | 36.7 | 20.5 | 15.3 | 13.0 | 10.7 | 10.0 | 8.8 |
| total | 23 | 149.1 | 43.8 | 62.1 | 67.2 | 37.0 | 171.4 | 62.8 | 63.0 | 28.9 | 31.4 | 23.1 | 14.7 | 9.9 |
| inorg | 4 | 953.6 | 34.2 | 83.5 | 69.8 | 42.0 | 74.6 | 141.0 | 61.0 | 56.3 | 24.5 | 261.9 | 23.3 | 13.6 |
| inorg | 9 | 2863.1 | 36.2 | 54.4 | 54.1 | 81.9 | 26.4 | 73.5 | 96.7 | 81.9 | 79.6 | 101.9 | 57.4 | 35.9 |
| inorg | 11 | 122.8 | 43.8 | 40.6 | 49.8 | 49.6 | 144.9 | 45.9 | 61.4 | 48.0 | 26.8 | 87.3 | 33.5 | 18.8 |
| inorg | 14 | 186.2 | 29.5 | 78.9 | 244.7 | 32.9 | 53.6 | 178.8 | 43.7 | 25.6 | 24.2 | 31.7 | 9.2 | 6.5 |
| inorg | 18 | 25.9 | 10.3 | 26.1 | 22.7 | 9.0 | 61.9 | 32.7 | 18.1 | 13.5 | 11.6 | 9.3 | 9.0 | 7.7 |
| inorg | 23 | 128.8 | 38.6 | 57.1 | 58.7 | 32.5 | 159.3 | 56.1 | 57.5 | 25.8 | 28.3 | 20.8 | 13.4 | 8.7 |
| org | 4 | 97.7 | 3.7 | 6.8 | 6.6 | 6.4 | 7.3 | 14.2 | 6.0 | 6.0 | 3.3 | 45.3 | 2.2 | 1.9 |
| org | 9 | 294.2 | 3.9 | 4.6 | 6.0 | 10.2 | 3.4 | 10.4 | 8.5 | 8.8 | 8.1 | 9.9 | 5.6 | 3.6 |
| org | 11 | 18.3 | 6.2 | 3.4 | 4.8 | 6.2 | 11.0 | 6.5 | 6.1 | 5.8 | 2.5 | 9.0 | 3.3 | 2.7 |
| org | 14 | 26.0 | 4.7 | 7.6 | 30.0 | 4.3 | 4.3 | 13.1 | 4.4 | 3.5 | 2.6 | 4.3 | 1.1 | 1.0 |
| org | 18 | 3.8 | 1.1 | 2.5 | 4.1 | 1.7 | 6.2 | 3.9 | 2.4 | 1.7 | 1.4 | 1.4 | 0.9 | 1.0 |
| org | 23 | 20.3 | 5.2 | 4.9 | 8.5 | 4.4 | 12.1 | 6.7 | 5.6 | 3.1 | 3.2 | 2.4 | 1.3 | 1.2 |
| %org | 4 | 9.3 | 9.7 | 7.6 | 8.7 | 13.3 | 8.9 | 9.1 | 9.0 | 9.6 | 11.8 | 7.2 | 8.6 | 12.2 |
| %org | 9 | 9.3 | 9.6 | 7.8 | 10.0 | 11.0 | 11.3 | 12.4 | 8.1 | 9.7 | 9.3 | 8.9 | 8.9 | 9.0 |
| %org | 11 | 13.0 | 12.3 | 7.6 | 8.8 | 11.1 | 7.1 | 12.5 | 9.1 | 10.8 | 8.4 | 9.3 | 8.9 | 12.3 |
| %org | 14 | 12.3 | 13.7 | 8.7 | 10.9 | 11.6 | 7.5 | 6.8 | 9.1 | 11.9 | 9.7 | 12.0 | 10.8 | 13.2 |
| %org | 18 | 12.8 | 9.5 | 8.8 | 15.3 | 15.7 | 9.0 | 10.7 | 11.5 | 11.4 | 10.9 | 13.0 | 9.3 | 11.9 |
| %org | 23 | 13.6 | 11.8 | 8.0 | 12.7 | 12.0 | 7.1 | 10.7 | 8.8 | 10.9 | 10.1 | 10.3 | 8.7 | 11.9 |

5.24. Flux de sédimentation en terme de chloropigments

| station | chla mg/m ² /j sep 95 | chla mg/m ² /j oct 95 | chla mg/m ² /j nov 95 | chla mg/m ² /j déc 95 | chla mg/m ² /j jan 96 | chla mg/m ² /j fév 96 | chla mg/m ² /j mar 96 | chla mg/m ² /j avr 96 | chla mg/m ² /j mai 96 | chla mg/m ² /j jun 96 | chla mg/m ² /j jul 96 | chla mg/m ² /j aoû 96 | chla mg/m ² /j sep 96 |
|-----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 4 | 20.23 | 1.66 | 3.75 | 2.69 | 2.60 | 3.65 | 7.36 | 2.33 | 3.07 | 1.76 | 7.94 | 1.59 | 1.94 |
| 9 | 28.13 | 2.48 | 1.70 | 1.89 | 2.94 | 2.32 | 7.19 | 2.10 | 1.93 | 2.38 | 10.33 | 2.85 | 3.33 |
| 11 | 2.85 | 2.27 | 3.04 | 2.33 | 2.57 | 4.24 | 12.06 | 2.81 | 1.87 | 1.83 | 7.40 | 2.63 | 2.58 |
| 14 | 17.38 | 1.56 | 3.81 | 8.21 | 1.93 | 2.55 | 8.03 | 2.78 | 2.01 | 2.29 | 4.98 | 2.05 | 0.87 |
| 18 | 4.05 | 1.38 | 2.11 | 1.22 | 0.96 | 1.74 | 6.99 | 2.38 | 1.44 | 1.23 | 2.67 | 1.81 | 1.13 |
| 23 | 3.24 | 1.82 | 3.16 | 2.58 | 1.89 | 3.51 | 6.21 | 3.76 | 1.87 | 2.20 | 3.61 | 1.73 | 0.79 |

| station | pheo mg/m ² /j sep 95 | pheo mg/m ² /j oct 95 | pheo mg/m ² /j nov 95 | pheo mg/m ² /j déc 95 | pheo mg/m ² /j jan 96 | pheo mg/m ² /j fév 96 | pheo mg/m ² /j mar 96 | pheo mg/m ² /j avr 96 | pheo mg/m ² /j mai 96 | pheo mg/m ² /j jun 96 | pheo mg/m ² /j jul 96 | pheo mg/m ² /j aoû 96 | pheo mg/m ² /j sep 96 |
|-----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 4 | 27.49 | 2.88 | 5.02 | 4.38 | 5.14 | 5.04 | 9.26 | 3.29 | 3.22 | 3.32 | 8.32 | 1.63 | 2.22 |
| 9 | 31.20 | 6.67 | 3.63 | 2.95 | 7.05 | 4.38 | 9.89 | 4.41 | 3.04 | 4.43 | 17.26 | 3.42 | 6.57 |
| 11 | 9.58 | 5.18 | 5.39 | 4.59 | 5.50 | 7.05 | 5.93 | 5.34 | 4.12 | 3.23 | 15.33 | 3.23 | 5.06 |
| 14 | 24.78 | 3.00 | 5.48 | 14.81 | 2.81 | 6.55 | 6.69 | 4.50 | 3.66 | 3.52 | 8.74 | 1.83 | 0.65 |
| 18 | 6.13 | 2.29 | 4.41 | 2.70 | 1.33 | 4.31 | 6.09 | 4.65 | 2.28 | 1.77 | 2.79 | 2.75 | 0.95 |
| 23 | 6.07 | 2.59 | 3.82 | 3.37 | 1.95 | 5.72 | 5.34 | 4.40 | 2.11 | 2.01 | 2.73 | 1.79 | 0.87 |

| station | chl tot mg/m ² /j sep 95 | chl tot mg/m ² /j oct 95 | chl tot mg/m ² /j nov 95 | chl tot mg/m ² /j déc 95 | chl tot mg/m ² /j jan 96 | chl tot mg/m ² /j fév 96 | chl tot mg/m ² /j mar 96 | chl tot mg/m ² /j avr 96 | chl tot mg/m ² /j mai 96 | chl tot mg/m ² /j jun 96 | chl tot mg/m ² /j jul 96 | chl tot mg/m ² /j aoû 96 | chl tot mg/m ² /j sep 96 |
|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 47.71 | 4.53 | 8.77 | 7.07 | 7.73 | 8.69 | 16.61 | 5.62 | 6.29 | 5.08 | 16.27 | 3.22 | 4.16 |
| 9 | 59.33 | 9.15 | 5.34 | 4.84 | 9.99 | 6.69 | 17.08 | 6.51 | 4.97 | 6.81 | 27.59 | 6.27 | 9.90 |
| 11 | 12.43 | 7.45 | 8.42 | 6.92 | 8.07 | 11.30 | 17.99 | 8.15 | 5.99 | 5.06 | 22.72 | 5.86 | 7.64 |
| 14 | 42.16 | 4.56 | 9.29 | 23.02 | 4.74 | 9.09 | 14.72 | 7.28 | 5.66 | 5.81 | 13.72 | 3.89 | 1.52 |
| 18 | 10.18 | 3.67 | 6.52 | 3.92 | 2.30 | 6.06 | 13.08 | 7.04 | 3.72 | 3.00 | 5.46 | 4.56 | 2.07 |
| 23 | 9.31 | 4.41 | 6.98 | 5.95 | 3.84 | 9.23 | 11.55 | 8.16 | 3.98 | 4.21 | 6.35 | 3.52 | 1.67 |

| station | Chla act % Chl sep 95 | Chla act % Chl oct 95 | Chla act % Chl nov 95 | Chla act % Chl déc 95 | Chla act % Chl jan 96 | Chla act % Chl fév 96 | Chla act % Chl mar 96 | Chla act % Chl avr 96 | Chla act % Chl mai 96 | Chla act % Chl jun 96 | Chla act % Chl jul 96 | Chla act % Chl aoû 96 | Chla act % Chl sep 96 |
|-----------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 4 | 42.4 | 36.6 | 42.8 | 38.1 | 33.6 | 42.0 | 44.3 | 41.5 | 48.8 | 34.6 | 48.8 | 49.4 | 46.5 |
| 9 | 47.4 | 27.1 | 31.9 | 39.0 | 29.4 | 34.6 | 42.1 | 32.2 | 38.9 | 34.9 | 37.5 | 45.5 | 33.6 |
| 11 | 22.9 | 30.5 | 36.1 | 33.6 | 31.8 | 37.6 | 67.1 | 34.5 | 31.2 | 36.2 | 32.5 | 44.8 | 33.8 |
| 14 | 41.2 | 34.2 | 41.0 | 35.7 | 40.7 | 28.0 | 54.5 | 38.2 | 35.4 | 39.5 | 36.3 | 52.8 | 57.1 |
| 18 | 39.8 | 37.7 | 32.4 | 31.2 | 42.0 | 28.8 | 53.4 | 33.9 | 38.6 | 41.0 | 48.9 | 39.6 | 54.3 |
| 23 | 34.8 | 41.2 | 45.3 | 43.3 | 49.2 | 38.1 | 53.8 | 46.1 | 47.0 | 52.2 | 56.9 | 49.1 | 47.6 |

6. REFERENCES

- Aminot A, Chaussepied M (1983) Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Cnexo (eds.), Brest, 395 p.
- Amon RMW, Benner R (1996) Bacterial utilization of different size classes of dissolved organic matter. *Limnol Oceanogr* 41:41-51
- Aspila KI, Agemian H, Chau A (1976) A semi-automated method for the determination of inorganic, organic and total phosphate in sediments. *Analyst*, 101: 187-197.
- Ayukai (1995) Retention of phytoplankton and planktonic microbes on coral reefs within the great barrier T reef, Australia. *Coral Reefs* 14: 3 : 141-147
- Babin M, Therriault JC, Legendre L, Condal A (1993) Variations in the specific absorption coefficient for natural phytoplankton assemblages: impact on estimates of primary production. *Limnol. Oceanogr.* 38: 154-177
- Balch W, Evans R, Brown J, Feldman G, McClain C, Esaias W (1992) The remote sensing of ocean primary productivity: Use of a new data compilation to test satellite algorithms. *J. geophys. Res.*, 97/C2: 2279-2293
- Bannister TT (1974) A general theory of steady state phytoplankton growth in a nutrient saturated mixed layer. *Limnol. Oceanogr.* 19: 13-30
- Bannister TT (1988) Estimation of absorption coefficients of scattering suspensions using opal glass. *Limnol. Oceanogr.*, 33/4, pt. 1: 607-615.
- Bannister TT (1990) Empirical equations relating scalar irradiance to a, b/a and solar zenith angle. *Limnol. Oceanogr.*, 35/1: 173-177.
- Bannister TT, Weidemann AD (1984)- The maximum quantum yield of phytoplankton photosynthesis in situ. *J. Plankton Res.* 6: 275-294
- Belsher T, Meinesz A, Payri C, Ben Moussa H (1990) Apport du satellite SPOT à la connaissance des écosystèmes récifaux coralliens. La végétation marine de l'île de Moorea, Polynésie française. *Oceanologica Acta*, 13 : 513-524.
- Benner R, Pakulski JD, Mc Carthy M., Hedges JI et Hatcher PG (1992) Bulk chemical characteristics of dissolved organic matter in the ocean, *Science* 255, p. 1561-1564.
- Bern L (1985) Autoradiographic studies of [methyl-³H]thymidine incorporation in a cyanobacterium (*Microcystis wesenbergii*)-Bacterium association and in selected algae and bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.* 49 : 232-233
- Blanchard GF, Montagna PA (1992)- Photosynthetic response of natural assemblages of marine benthic microalgae to short-term and long-term variations of incident irradiance in Baffin Bay, Texas. *J. Phycol.* 28: 7-14
- Blanchot J, Charpy L (1997) Picophytoplanktonic community structure in the subtropical Pacific Ocean: a comparison between the offshore and coastal ocean and the closed and open lagoons, in relation with the nitrogen nutrients availability. *Proc. 8th internatl. Coral Reef Symp.* Panama: sous presse.
- Booth WA, Beardall J (1991)- Effects of salinity on inorganic carbon utilization and carbonic anhydrase activity in the halotolerant alga *Dunaliella salina* (Chlorophyta) *Phycologia*, 30: 220-225
- Boston HL, Hill WR (1991) Photosynthesis-light relations of stream periphyton communities. *Limnol. Oceanogr.* 36: 644-656
- Bricaud A, Morel A, Prieur L (1981) Absorption by dissolved organic matter of the sea (yellow substance) in the UV and visible domains. *Limnol Oceanogr* 26 p 43-53
- Capblancq J (1990) Nutrient dynamics and pelagic food web interactions in oligotrophic and eutrophic environments: an overview. in: Bonin, D.J. & Golterman, H.L. (eds.) *Fluxes Between Trophic Levels and Through the Water-Sediment Interface.* *Hydrobiologia*, 207: 1-14
- Carlson RE (1977)- A trophic state index for lakes. *Limnol. Oceanogr.* 22: 361-369
- Cauwet G., R. Sempere & A. Saliot (1990) Carbone organique dissous dans l'eau de mer : confirmation de la sous-estimation antérieure. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris, (Ser. II)*, 311, 1061-1066.
- Chalup MS, Laws EA (1990) A test of the assumptions of recent microalgal growth models with the marine phytoplankton *Pavlova lutheri*. *Limnol. Oceanogr.* 35: 583-596
- Charpy L, Charpy-Roubaud CJ (1990) A model of the relationship between light and primary production in an atoll lagoon. *J Marine Biology Ass UK* 70:357-369

- Charpy L, Dufour P, Garcia N (1997) Particulate organic matter in sixteen Tuamotu atoll lagoons (French Polynesia). *Marine Ecology - Progress Series* 151:55-65
- Chen RF, Bada JL (1992) The fluorescence of dissolved organic matter in seawater. *Mar Chem* 37 p 191-221
- Chen Y, Senesi N and Schnitzer M (1977) Information provided on humic substances by E₄/E₆ ratios. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 41: 352-358
- Chrost RJ (1991a) *Microbial Enzymes in Aquatic Environments*, R.J. Chrost (Ed), Springer-Verlag, New York, 317 pp.
- Chrost RJ (1991b) Ectoenzyme in aquatic environments : microbial strategy for substrate supply. *Verh. internat. Verein. Limnol.*,24, 2597-2600.
- Cleveland JS, Perry MJ, Kiefer DA, Talbot MC (1989) Maximal quantum yield of photosynthesis in the northwestern Sargasso Sea. *J. mar. Res.* 47: 869-886
- Cloern JE (1987) Turbidity as a control on phytoplankton biomass and productivity in estuaries. *Cont. Shelf Res.*, 7/11-12: 1367-1382.
- Cloern JE (1991) Tidal stirring and phytoplankton bloom dynamics in an estuary. *J. mar. Res.*, 49: 203-221.
- Cloern JE, Grenz C, Vidergar-Lucas L (1995) An empirical model of the phytoplankton chlorophyll:carbon ratio - the conversion factor between productivity and growth rate. *Limnol. Oceanogr.*, 40/7: 1313-1321.
- Coble PG, Green SA, Blough NV et Gagosian RB (1990) Characterization of dissolved organic matter in the Black Sea by fluorescence spectroscopy *Nature* 348 p 432-435
- Cole JJ, Caraco NF, Peierls BL (1992)- Can phytoplankton maintain a positive carbon balance in a turbid, freshwater, tidal estuary ? *Limnol. Oceanogr.* 37: 1608-1617
- Collins KJ, Williams PJLeB (1977) An automated photochemical method for the determination of dissolved organic carbon in sea and estuarine waters. *Mar Chem* 5 p 123-141
- Couraud M & Salvat B (1995) Bilan du réseau territorial d'observation du lagon de Tahiti (RTO) Propositions de poursuite du réseau. EPHE - Délégation à l'Environnement de Polynésie Française. 96pp
- De Haan H, Hoogveld HL, De Boer T, Voerman J, Moed JR, Kramer HA and Schrottenboer J (1988) Manipulation of chemistry and phytoplankton by hydrological intervention: a whole lake experiment in the northern Netherlands. *Freshw. Biol.* 20: 395-406
- De Nardi JL (1989) Etude sur la pollution des eaux côtières dans la zone urbaine de Tahiti. Rapport CEA-R-5488, 34 p.
- De Nardi JL, Raymond A & Ricard M (1983) Etude des conséquences pour le lagon de Taunua des travaux d'extension du port de Papeete. Rapport CEA-R-5222, 108 p.
- Demers S, JC Therriault, Borget E, Bah A (1987) Resuspension in the shallow sublittoral zone of a macrotidal estuarine environment: Wind influence. *Limnology and Oceanography*, 32(2), 327-339.
- Di Tullio GR, Hutchins DA, Bruland KW (1993) Interaction of iron and major nutrients controls phytoplankton growth and species composition in the tropical North Pacific Ocean. *Limnol. Oceanogr.* 38: 495-508
- Done (1992) Phase shifts in coral reef communities and their ecological significance. *Hydrobiologia*, 247 : 121-132.
- Dower KM, Lucas MI (1993) Photosynthesis - irradiance relationships and production associated with a worm-core ring shed from the Agulhas retroflection south of Africa. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 95: 141-151
- Ewald M, Berger P, Visser SA (1988)- UV-visible absorption and fluorescence properties of fulvic acids of microbial origin as functions of their molecular weight *Geoderma*, 43: 11-20
- Fahnenstiel GL, Chandler JF, Carrick HJ, Scavia D (1989)- Photosynthetic characteristics of phytoplankton communities in Lakes Huron and Michigan: P-I parameters and end-products. *J. Great Lakes Res.* 15: 394-407
- Falkowski PG, Wilson C (1992) Phytoplankton productivity in the North Pacific ocean since 1900 and implications for absorption of anthropogenic CO₂. *Nature*, 358: 741-743
- Fee EJ (1979) A relation between lake morphometry and primary productivity, and its use in interpreting whole-lake eutrophication experiments. *Limnol. Oceanogr.*, 24/3: 401-416.
- Fichez R, Harris P, Pagès J, Talbot V, Torrèton J-P (1996) Caractéristiques du milieu lagonaire autour de Papeete, influence des apports terrigènes et anthropiques. Rapport de Convention - Ministère de l'Environnement de Polynésie - ORSTOM Tahiti Avril 1996 42 pp
- Findenegg I (1965) Relationship between standing crop and primary productivity. *Mem. Ist. ital. Idrobiol.* 18 (suppl.): 271-289

- Fortier L, Legendre L (1979) Le contrôle de la variabilité à court terme du phytoplancton estuarien: stabilité verticale et profondeur critique. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 36: 1325-1335
- Fraizier et al. (1985) Observations sur diverses formes de pollution d'un secteur littoral de Tahiti. Rapport CEA-R.-5307, 56 p.
- Frenette J-J, Demers S, Legendre L, Dodson J (1993) Lack of agreement among models for estimating the photosynthetic parameters. *Limnol. Oceanogr.* 38: 679-687
- Frouin P (1996) Structure et fonctionnement des écosystèmes benthiques dans les lagons soumis aux perturbations anthropiques - Le lagon de Tahiti, Polynésie française - Thèse d'Ecologie Marine. UFP 206 pp
- Furhman JA, Azam F (1980). Bacterioplankton secondary production estimates for coastal waters of British Columbia, Antarctica and California. *Appl Environ. Microbiol.*, **38**, 1085-1095.
- Gabric AJ, Bell PRF (1993) Review of the effects of non-point nutrient loading on coastal ecosystems. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 44: 261-283.
- Ganf GG (1974) Incident solar irradiance and underwater light penetration as factors controlling the chlorophyll a content of a shallow equatorial lake (lake George, Uganda) *J. Ecol.* 62: 593-609
- Garver SA, Siegel DA, Mitchell BG (1994) Variability in near-surface particulate absorption spectra: What can a satellite ocean color imager see ? *Limnol. oceanogr.* 39: 1349-1367
- Glover HE (1980) Assimilation numbers in cultures of marine phytoplankton. *J. Plankton Res.* 20: 69-79
- Goldman JC, Mc Carthy JJ, Peavey DG (1979) Growth rate influence on the chemical composition of phytoplankton in oceanic waters. *Nature*, 279: 210-215
- Gons HJ, Rijkeboer M (1992) The true growth efficiency of phytoplankton as influenced by light attenuation and insolation. Implications of the photosynthesis-light relationship. *Hydrobiologia*, 238: 169-176.
- Gons HJ, Rijkeboer M (1990) Algal growth and loss rates in lake Loosdrecht: first evaluation of the roles of light and wind on a basis of steady state kinetics. *Hydrobiologia*, 191: 129-138
- Grigg RW, Dollar SJ (1990) Natural and anthropogenic disturbance on coral reefs. In *Ecosystems of the world 25, coral reefs*. Dubinsky Z. (ed.), Elsevier, Amsterdam, p. 439-452.
- Grobbelaar JU (1992) Nutrients versus physical factors in determining the primary productivity of waters with high inorganic turbidity. *Hydrobiologia*, 238: 177-182
- Grobbelaar JU, Kroon BMA, Burgerwiersma T, Mur LR (1992)- Influence of medium frequency light dark cycles of equal duration on the photosynthesis and respiration of *Chlorella pyrenoidosa*. *Hydrobiologia*, 238: 53-62
- Hagstrom A, Larsson U, Horstedt P, Normark S (1979). Frequency of Dividing Cells, a new approach to the determination of bacterial growth rates in aquatic environments. *Appl. Environ. Microbiol.*, 37, 805-812.
- Hallock P, Schlager W (1986) Nutrient excess and the demise of coral reefs and carbonate platforms. *Palaios*, 1 : 389-398.
- Harris P, Fichez R (1995) Observations et mécanisme de la crise dystrophique de 1994 dans le lagon de l'atoll d'Hikueru (Archipel des Tuamotu, Polynésie Française). *Notes & Doc Océanogr. ORSTOM Tahiti*. 25p
- Harris P, Fichez R, Golterman HL, Badie C (soumis) Eutrophication process in the Papeete lagoon (Tahiti, French Polynesia) : using sediment geochronology to reconstruct phosphorus cycling evolution during the past century. *Soumis à Aquat Living Res.*
- Hatcher BG, Johannes RE, Robertson AI (1989) Review of research relevant to the conservation of shallow tropical marine ecosystems. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, 27 : 337-414.
- Hecky RE, Campbell P, Hendzell LL (1993) - The stoichiometry of carbon, nitrogen, and phosphorus in particulate matter of lakes and ocean. *Limnol. Oceanogr.*, 38/4: 709-724.
- Heileman LI & Mohammed A (1991) Subsampling errors in active chlorophyll a determination in water samples. *Mar. Chem.*, 33/4: 353-370.
- Hill WR, Boston HL (1991)- Community development alters photosynthesis - irradiance relations in stream periphyton. *Limnol. Oceanogr.* 36: 1375-1389
- Hoepffner N, Sathyendranath S (1992) Bio-optical characteristics of coastal waters: Absorption spectra of phytoplankton and pigment distribution in the western North Atlantic. *Limnol. Oceanogr.* 37: 1660-1679
- Hofmann EE, Ambler JW, (1988)- Plankton dynamics on the outer southeastern U.S. continental shelf. Part II: A time-dependent biological model. *J. mar. Res.* 46: 883-917

- Hood RR (1993) Light response of phytoplankton in the South Atlantic Ocean: Interpretation of observations and application to remote sensing. *Deep Sea Res.*: in press
- Hoppe HG (1983) Significance of exoenzymatic activities in the ecology of brackish water : measurement by means of methylumbelliferyl-substrates. *Marine Ecology Progress Series*, 11, 299-308.
- Hurley JP, Watras CJ (1991) - Identification of bacteriochlorophylls in lakes via reverse-phase HPLC. *Limnol. Oceanogr.*, 36/2: 307-315.
- Iriarte A, Purdie DA, (1993)- Photosynthesis and growth response of the oceanic picoplankter *Pycnococcus provasolii* Guillard (clone Omega 48-23) to variations in irradiance, photoperiod and temperature. *J. exper. mar. Biol. Ecol.* 168: 239-257
- Jellison R, Melack JM (1993)- Algal photosynthetic activity and its response to meromixis in hypersaline Mono Lake, California. *Limnol. Oceanogr.* 38: 818-837
- Karl DM, Tien G, Dore J, Winn CD (1993) Total dissolved nitrogen and phosphorus concentrations at US-JGOFS station Aloha: Redfield reconciliation. *Mar. Chem.* 41: 203-208
- Keller AA (1988) An empirical model of primary productivity (14C) using mesocosm data along a nutrient gradient. *J. Plankton Res.* 10: 813-831
- Kirchman DL, K'nees E, Hodson R (1985) Leucine Incorporation and its Potential as a Measure of Protein Synthesis by Bacteria in Natural Aquatic Systems. *Appl. Environ. Microbiol.*, Vol. 49, n° 3, p. 599-607.
- Kirchman DL, Sigda D, Kapuscinski R, Mitchell R (1982) Statistical analysis of the direct count method for enumerating bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.*, 44, 376-382.
- Kirk JTO (1983) "Light and Photosynthesis in Aquatic Ecosystems". Cambridge Univ. Press: 401 p
- Kirk JTO (1986) Optical properties of picoplankton suspensions. in: in:T. Platt & W.K.W. Li (eds.). *Photosynthetic picoplankton. Can. Bull. Fish. aquat. Sci.*, 214: 501-520.
- Koenings JP, Edmunson JA (1991) Secchi disk and photometer estimates of light regimes in Alaskan lakes: Effects of yellow color and turbidity. *Limnol. Oceanogr.* 36: 91-105
- Koroleff F (1976) Determination of phosphorus p. 117-126, in *Method of Sea water Analysis*, K. Grasshoff (eds.). Verlag Chemie, Weinheim, RFA.
- Kroon BMA, Burgerwiersma T, Visser PM, Mur LR (1992)- The effect of dynamic light regimes on *Chlorella*. 2. Minimum quantum requirement and photosynthesis - irradiance parameters. *Hydrobiologia*, 238: 79-88
- Langdon C (1988) On the causes of interspecific differences in the growth-irradiance relationship for phytoplankton. II: A general review. *J. Plankton Res.* 10: 1291-1312
- Larramendy MT, De Nardi JL (1983) Etude de l'évolution physico-chimique et bactériologique des lagons de Tahiti et Moorea (1975-1982). Rapport CEA-R-5235, 67 p.
- Laws EA, Bannister TT (1980) Nutrient and light-limited growth of *Thalassiosira fluviatilis* in continuous culture, with implications for phytoplankton growth in the ocean. *Limnol. Oceanogr.* 25: 457-473
- Lee C, Henrichs SM (1993) How the nature of dissolved organic matter might affect the analysis of dissolved organic carbon. *Mar Chem* 41 p 105-120
- Lee S, Fuhrman JA (1987) Relationships between biovolume and biomass of naturally derived marine bacterioplankton. *Appl. Environ. Microbiol.*, 53, 1298-1303.
- Lemoalle J (1979) Biomasse et production phytoplanctoniques du lac Tchad (1968-1976) Relations avec les conditions du milieu. ORSTOM, Paris: 311 p
- Lewis MR, Warnock RE, Platt T (1986) Photosynthetic response of marine picoplankton at low photon flux. in:T. Platt & W.K.W. Li (eds.). *Photosynthetic picoplankton. Can. Bull. Fish. aquat. Sci.*, 214: 235-250.
- Lind OT, Doyle R, Vodopich DS, Trotter BG, Limón JG, Dávalos-Lind L (1992) Clay turbidity: Regulation of phytoplankton production in a large, nutrient-rich tropical lake. *Limnol. Oceanogr.*, 37/3: 549-565.
- Lohrenz SE (1993) Estimation of primary production by the simulated in situ method. in: W.K.W. Li & S.Y. Maestrini (eds.) *Measurement of Primary production from the Molecular to the Global Scale. ICES mar. Sci. Symp.* 197: 159-171.
- Lohrenz SE, Redalje DG, Fahnenstiel GL, Lang GA (1991)- Regulation and distribution of primary production in the northern Gulf of Mexico. in: "Nutrient Enhanced Coastal Ocean Productivity", Workshop Proceedings ("NECOP Synthesis"), NOAA Coastal Ocean Program, Texas Sea Grant Pub. n° TAMU-SG-92-109: 95-104
- Longomazino N, Spuig JC, Suchard T & Tavanae M (1993) Surveillance de la qualité du milieu marin de la rade et du port de Papeete. Rapport RT DPHD/LESE 92-5 110 p.

- Lorenzen CJ (1967) Determination of chlorophyll and pheopigment : spectrophotometric equations. *Limnol. Oceanogr.*, 12, 343-346.
- Lorenzen MW (1980) Use of chlorophyll - Secchi disk relationships. *Limnol. Oceanogr.* 25: 371-372
- Manheim FT, Hathaway JC, Uchupi E (1972) Suspended matter in surface waters of the northern Gulf of Mexico. *Limnol. Oceanogr.*, 17/1: 17-27.
- Maritorea S (1993) Etude spectroradiométrique de la colonne d'eau et des fonds en milieu lagunaire récifal. Implications sur l'imagerie télédéetectée à haute résolution dans le visible. Thèse Univ. franç. Pacif.: 195p
- Maritorea S, Guillocheau N (1996) Optical properties of water and spectral light absorption by living and non-living particles and by yellow substances in coral reef waters of French Polynesia. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 131: 245-255
- Marra J, Bidigare RR, Dickey TD (1990) Nutrients and mixing, chlorophyll and phytoplankton growth. *Deep-Sea Res. A.* 37/1: 127-144.
- Marra J, Chamberlin WS, Knudson C (1993) Proportionality between in situ carbon assimilation and bio-optical measures of primary production in the Gulf of Maine in summer. *Limnol. Oceanogr.* 38: 232-238
- Marszalek DS (1987) Sewage and eutrophication. In, *Human impacts on coral reefs: facts and recommendations*. Salvat B. (ed.), Antenne Muséum EPHE, French Polynesia, p. 77-90.
- McBride GB (1992) Simple calculations of daily photosynthesis by means of five photosynthesis - light equations. *Limnol. Oceanogr.* 37/8: 1796-1808.
- Mee LD (1987) The application of calculation models for estimating primary productivity in 2 tropical mexican coastal lagoons. *Rev. Biol. trop. (Costa Rica)* 35/2: 183-194.
- Megard RO, Berman T (1989) Effects of algae on the Secchi transparency of the southeastern Mediterranean Sea. *Limnol. Oceanogr.* 34: 1640-1655
- Megard RO, Settles JC, Boyer HA, Combs WSJr (1980) Light, Secchi disks and trophic states. *Limnol. Oceanogr.* 25: 373-377
- Moore TR (1987) An assessment of a simple spectrophotometric method for the determination of dissolved organic carbon in freshwaters. *NZ J mar Freshw Res* 21 p 585-589
- Morel A, Berthon J-F (1989) Surface pigments, algal bioùmass profiles, and potential production of the euphotic layer: relationships reinvestigated in view of remote-sensing applications. *Limnol. Oceanogr.* 34: 1545-1562
- Morel A, Bricaud A (1981) Theoretical results concerning light absorption in a discrete medium, and application to specific absorption of phytoplankton. *Deep-Sea res.*, 28A/11: 1375-1393.
- Moriarty DJW (1986) Measurement of bacterial growth rates in aquatic systems from rates of nucleic acid synthesis. *Adv. Microb. Ecol.* 9 : 245-292
- Morrow JH, Chamberlin WS, Kiefer DA (1989) A two-component description of spectral absorption by marine particles. *Limnol. Oceanogr.*, 34/8: 1500-1509.
- Murphy J & Riley JP, 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta.* 27; 31-36.
- Nusch EA (1980) Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.*, 14: 14-36.
- Pagès J (1996) Notes et mesures sur un phénomène d'eaux vertes autour de Tahiti en mars (1996) Centre ORSTOM Tahiti. Note interne: 4 p
- Pagès J, Torrèton J-P, Andrefouët S (1997) Dissolved organic matter in coral-reef lagoons from in vitro UV absorption Preliminary results. *Proc 8th internatl Coral Reef Symp (Panama)*: in press
- Pagès J, Torrèton J-P, Sempéré R (1997) Dissolved organic carbon in coral-reef lagoons by High Temperature Catalytic Oxidation and UV spectrometry. *CR Acad Sci Paris Série II Geochemistry* 324:915-922
- Palumbo AV, Mulholland PJ, Elwood JW (1987) Extraction with DMSO to simultaneously measure periphyton photosynthesis, chlorophyll, and ATP. *Limnol. Oceanogr.*, 32/2: 464-471.
- Payri C, Naim O (1982) Variations entre 1971 et 1980 de la biomasse et de la composition des populations de macroalgues sur le récif corallien de Tiahura (Ile de Moorea, Polynésie Française). *Cryptogamie Algologie*, 3 : 229-240.
- Pilgrim DA (1987) Measurement and estimation of the extinction coefficient in turbid estuarine waters. *Cont. Shelf Res.* 7: 1425-1428

- Platt T (1986) Primary production of the ocean water column as a function of surface light intensity: algorithms for remote sensing. *Deep-Sea Res.*, 33/2: 149-163.
- Platt T, Sathyendranath S, Caverhill CM, Lewis MR (1988) Ocean primary production and available light: further algorithms for remote sensing. *Deep-Sea Res.*, 35/6: 855-880.
- Platt T, Sathyendranath S, Ulloa O, Harrison WG, Hoepffner N, Goes J (1992) Nutrient control of phytoplankton photosynthesis in the western North Atlantic. *Nature*, 356: 229-231
- Poli G, Delesalle B, Gabrié C, Montaggioni L, Monteforte M, Naim O, Payri C, Richard G, Trondle J (1984) Etude de l'environnement lagunaire et secteur urbain - Evolution des pollutions et des dégradations - Convention 81525 Territoire de la Polynésie Française/Naturalia et Biologia 110 pp
- Porter KG, Feig YS (1980) The use of DAPI for identifying and counting aquatic microflora. *Limnol Oceanogr* 25:943-948
- Prasad KS, Hollibaugh JT (1992)- Quantum yield estimates of phytoplankton on the Grand Banks for use in production models. *Limnol. Oceanogr.* 37: 1271-1279
- Preisendorfer RW (1986) Secchi disk science: Visual optics of natural waters. *Limnol. Oceanogr.*, 31/5: 909-926.
- Prézelin BB (1992)- Diel periodicity in phytoplankton productivity. *Hydrobiologia*, 238: 1-35
- Pujo-Pay M. & Raimbault P, (1994). Improvement of wet-oxidation procedure for simultaneous determination of particulate organic nitrogen and phosphorus collected on filters. *Marine Ecology*, 105,203-217.
- Rancher J, Rougerie F (1993) HYDROPOL. Situations océaniques du Pacifique Central Sud (Polynésie Française) Campagnes Hydropol du B.O.C.B. 'Marara' (d'Avril 1986 à Octobre 1989) C.E.A./DIR.C.E.N./ORSTOM. Ed. SMSR (2e éd.) : 91 p
- Raymond A (1982) Observations des caractéristiques de l'eau du lagon dans la zone d'extension du port de Papeete. Note CEA-N-2313, 13 p.
- Redfield AC, Ketchum BH, Richards FA (1963) The influence of organisms on the composition of sea water. in: M.N. Hill (ed.) *The Sea*. vol. 2. Interscience (N.Y.): 26-77
- Ricard M, Badie C, Renon J-P, Simeon C, Sournia A, (1978) - Données sur l'hydrologie, la production primaire et le zooplancton du lagon de l'atoll fermé de Takapoto (Archipel des Tuamotu, polynésie Française). CEA/IPSN/D.P., C.E.N. Fontenay-aux-Roses, Serv. Doc.. Rap. CEA-R-4918: 89 p.
- Roos JC, Pieterse AJH (1992)- Diurnal variations in the Vaal, a turbid south-african river - Primary productivity and community metabolism. *Arch. Hydrobiol.* 124: 459-473
- Sathyendranath S, Lazzara L, Prieur L (1987) Variations in the spectral values of specific absorption of phytoplankton. *Limnol. Oceanogr.* 32: 403-415
- Schofield O, Bidigare RR, Prézelin BB (1990)- Spectral photosynthesis, quantum yield and blue-green light enhancement of productivity rates in the diatom *Chaetoceros gracile* and the prymnesiophyte *Emiliania huxleyi*. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 64: 175-186
- Siegel DA, Dickey TD, Washburn L, Hamilton MK, Mitchell BG (1989) Optical determination of particulate abundance and production variations in the oligotrophic ocean. *Deep-Sea Res.*, 36/2: 211-222.
- Smetacek V, Bathmann U, Nöthig E-M, Scharek R (1991) Coastal eutrophication : causes and consequences. In, *Ocean margin processes in Global Change*. Mantoura R.F.C., Martin J.- M. & Wollast R. (eds.), Wiley & sons, Chichester, p. 251-279.
- Smith RC, Baker KS (1980) Biologically effective dose transmitted by culture bottles in ¹⁴C productivity experiments. *Limnol. Oceanogr.* 25: 364-366
- Smith RC, Prézelin BB, Bidigare RR, Baker KS (1989) Bio-optical modeling of photosynthetic production in coastal waters. *Limnol. Oceanogr.* 34/8: 1524-1544.
- Smith SV, Buddemeier RW (1992) Global change and coral reef ecosystems. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 23 : 89-118.
- Spurgeon JPG (1992) The economic valuation of coral reefs. *Mar. Poll. Bull.*, 24 : 529-536.
- Steenbergen CLM, Korthals HJ, van Passen FJM (1989) Photosynthetic parameters of planktonic populations in Lake Vechten. in: S. Parma & R.D. Gulati (eds.) "*Limnol. Inst. (Vijverhof Lab.) Progr. Rep. (1989)*": p. 37
- Steenbergen CLM, van den Hoven P (1990) A note on the measurement of production of photosynthetic bacteria in deep layers. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* 34: 249-255
- Stewart AJ, Wetzel RG (1980)- Fluorescence : absorbance ratios - a molecular-weight tracer of dissolved organic matter *Limnol Oceanogr*, 25: 559-564

- Sugimura, Y., Suzuki, Y. (1988). A high temperature catalytic oxidation method for the determination of non-volatile dissolved organic carbon in seawater by direct injection of a liquid sample. *Marine Chemistry* 24 : 105-131
- Sukenik A, Falkowski PG, Bennett J (1987)- Potential enhancement of photosynthetic energy conversion in algal mass culture. *Biotechnol. Bioeng.* 30:970-977
- Talling JF (1957) The phytoplankton population as a compound photosynthetic system. *New Phytol.* 56: 133-149
- Talling JF (1965) The photosynthetic activity of phytoplankton in East African lakes. *Int. Revue gesamt. Hydrobiol. Hydrograph.* 50: 1-32
- Tilzer MM (1988) Secchi disk - chlorophyll relationships in a lake with highly variable phytoplankton biomass. *Hydrobiologia* 162/2: 163-172.
- Torréon JP, Bouvy M (1991) Estimating bacterial DNA synthesis from ³H-thymidine incorporation: Discrepancies among macromolecular extraction procedures. *Limnol. Oceanogr.* 36(2): 299-306
- Torréon JP, Dufour P (1996a) Bacterioplankton production determined by DNA synthesis, protein synthesis and frequency of dividing cells in Tuamotu atoll lagoons and surrounding ocean. *Microb. Ecol.* 32(2): 185-202
- Torréon JP, P Dufour (1996) Temporal and spatial stability of bacterioplankton biomass and productivity in an atoll lagoon. *Aquatic Microbial Ecology* 11: 3 : 251-261
- Torréon JP, Talbot V, Garcia N (soumis) Nutrient stimulation of bacterioplankton growth in Tuamotu atoll lagoons
- Verity PG, Yoder JA, Bishop SS, Nelson JR, Craven DB, Blanton JO, Robertson CY, Tronzo CR (1993)- Composition, productivity and nutrient chemistry of a coastal ocean planktonic food web. *Contin. Shelf Res.* 13: 741-773
- Westlake DF (1980) Primary production. in: E.D. Le Cren & R.H. Lowe - McConnell (eds.) "The Functioning of Freshwater Ecosystems". I.B.P. n° 22 (Cambridge Univ. Press): 141-246
- Wicks RJ, Robarts RD (1987) The extraction and purification of DNA labelled with [methyl-³H]thymidine in aquatic bacterial production studies. *J Plankton Res* 9:1159-1166
- Worrest RC, Brooker DL, Van Dyke H (1980) Results of a primary productivity study as affected by the type of glass in the culture bottles. *Limnol. Oceanogr.* 25: 360-364
- Yentsch CS, Phinney DA (1989) A bridge between ocean optics and microbial ecology. *Limnol. Oceanogr.* 34: 1694-1705
- Zypher JP, Rosenfeld JZ, Piedrahita RH, Giovannini P (1992)- Diel cycles of planktonic respiration rates in briefly incubated water samples from a fertile earthen pond. *Limnol. Oceanogr.* 37: 1193-1201

7. LISTE DES FIGURES

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Zone étudiée du lagon de Tahiti..... | 5 |
| Figure 2 : Rapport entre données de sept 95 et moyenne des 12 autres prélèvements..... | 7 |
| Figure 3 : Rapport entre données de sept 95 et moyenne des 12 autres prélèvements pour différentes stations..... | 8 |
| Figure 4 : Pluviométrie cumulée les jours précédents les 13 prélèvements..... | 8 |
| Figure 5 : Rapport entre données de mars 96 et moyenne des 11 autres prélèvements pour différentes variables..... | 9 |
| Figure 6 : Rapport entre données de mars 96 et moyenne des 11 autres prélèvements pour différentes stations..... | 9 |
| Figure 7 : Erreur standard moyenne des variables colonne d'eau en fonction des stations de prélèvement..... | 10 |
| Figure 8 : Erreur standard moyenne pour les différentes variables mesurées..... | 10 |
| Figure 9 : Répartition moyenne de la chlorophylle a totale..... | 12 |
| Figure 10 : Kd dans le lagon de Tahiti. Les barres représentent l'écart entre duplicats..... | 14 |
| Figure 11 : Relation entre coefficient d'atténuation lumineuse (Kd) et chlorophylle a totale..... | 14 |
| Figure 12 : Relation entre profondeur de disparition du disque de Secchi (SD) et chlorophylle a totale..... | 15 |
| Figure 13 : Production primaire ($\mu\text{MC}\cdot\text{h}^{-1}$) en fonction de la profondeur (m)..... | 18 |
| Figure 14 : Relation entre α et P_m | 19 |
| Figure 15 : Production primaire intégrée (moyenne \pm SE) aux 5 stations étudiées..... | 20 |
| Figure 16 : Répartition moyenne de la MES totale..... | 21 |
| Figure 17 : Répartition moyenne de la MOP..... | 22 |
| Figure 18 : Répartition moyenne de la MIP..... | 22 |
| Figure 19 : Répartition moyenne du rapport MOP/MIP..... | 22 |
| Figure 20 : Répartition moyenne de la turbidité..... | 23 |
| Figure 21 : Répartition moyenne des silicates..... | 24 |
| Figure 22 : Coefficients de corrélation des régressions salinité vs silicates en fonction de l'amplitude de variation..... | 25 |
| Figure 23 : Répartition moyenne des nitrates + nitrites..... | 26 |
| Figure 24 : Répartition moyenne de l'ammonium..... | 27 |
| Figure 25 : Répartition moyenne des phosphates..... | 27 |
| Figure 26 : S^* vs A_{254} pour le lagon de Tahiti..... | 31 |
| Figure 27 : Valeurs moyennes de A_{254} | 32 |
| Figure 28 : Valeurs moyennes de S^* pente spectrale..... | 33 |
| Figure 29 : Valeurs moyennes de l'indice optique de la MOD..... | 33 |
| Figure 30 : Répartition moyenne du phosphore organique particulaire (μM)..... | 34 |
| Figure 31 : Variables bactériennes moyennes..... | 36 |
| Figure 32 : Evolution de la chlorophylle en fonction des sels nutritifs (données groupées)..... | 39 |
| Figure 33 : Evolution des coefficients de corrélation logChla-logNutrients en fonction de la chlorophylle a..... | 40 |
| Figure 34 : Schéma général des pièges à particules..... | 42 |
| Figure 35 : Valeurs moyennes (\pm ES) de sédimentation aux 6 stations étudiées de octobre 95 à septembre 96..... | 44 |
| Figure 36 : Flux de sédimentations comparés des différentes variables..... | 46 |
| Figure 37 : Rapport des flux de sédimentation journaliers aux valeurs intégrées dan la colonne d'eau..... | 47 |

8. LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|----|
| Tableau 1 : Descriptif des stations ANTROPIC de Tipaerui à Arue..... | 6 |
| Tableau 2 : Moyennes 1976-1981 (sauf 1977) pour la chlorophylle a d'après Laramendy & De Nardi (1983) : | 12 |
| Tableau 3 : Valeurs de P_m et α publiées | 17 |
| Tableau 4 : Corrélations explicitement mentionnées ou recalculées entre P_m et α | 19 |
| Tableau 5 : Régressions fonctionnelles entre salinité (‰) et silicates (μM) par station et groupes de stations. | 25 |
| Tableau 6 : Régressions fonctionnelles entre nutriments et silicates station par station..... | 29 |
| Tableau 7 : Concentrations moyennes en nutriments estimées dans différentes rivières de zone urbaine. | 29 |
| Tableau 8 : Régressions entre Silicates et Salinité, PO_4 et NO_2+NO_3 d'après les résultats du LESE | 30 |
| Tableau 9 : production primaire et production bactérienne moyennes intégrées par m^2 | 37 |
| Tableau 10 : corrélations (log-log) entre chlorophylle a et sels nutritifs. Toutes les données, $n=297$ | 39 |
| Tableau 11 : corrélations partielles entre log Chl.a et nutriments | 40 |
| Tableau 12 : Corrélations (log-log) entre taux de croissance bactérien et variables nutritives | 41 |
| Tableau 13 : Corrélations partielles entre taux de croissance bactérioplanktonique et richesse nutritive | 41 |
| Tableau 14 : Variabilité (coefficients de variations) entre triplicats de pièges à particules | 43 |
| Tableau 15 : flux particuliers total, inorganique et organique enregistrés en septembre 95..... | 43 |