

ARCHIVES

SCIENCES DE LA MER

OCEANOGRAPHIE

N° 9

2008

Suivi de l'abondance
de *Trichodesmium* spp.
(cyanobactéries filamenteuses)
et des paramètres du milieu
lagonaire en baie de Ouinné,
Nouvelle-Calédonie

2 janvier - 3 février 2007

Robert LE BORGNE
Martine RODIER
Catherine ROUCHON



ARCHIVES
SCIENCES DE LA MER
OCEANOGRAPHIE

N° 9

2008

Suivi de l'abondance
de *Trichodesmium* spp. (cyanobactéries filamenteuses)
et des paramètres du milieu lagonaire en baie de
Ouinné, Nouvelle-Calédonie

2 janvier - 3 février 2007

Robert LE BORGNE*
Martine RODIER**
Catherine ROUCHON*

en collaboration avec
Miguel CLARQUE
Philippe GERARD

* UR 103 Camélia, Centre IRD, BP A5, 98848 Nouméa CEDEX, Nouvelle-Calédonie
** UR 167, Cyrocco, Laboratoire d'Océanographie et de Biogéochimie (LOB), campus de Luminy,
13288 Marseille CEDEX 09, France



**Institut de recherche
pour le développement**

© IRD, Nouméa, 2008

/Le Borgne, R.
/Rodier, M.
/Rouchon, C.

Suivi de l'abondance de *Trichodesmium* spp. (cyanobactéries filamenteuses) et des paramètres du milieu lagunaire en baie de Ouinné, Nouvelle-Calédonie
2 janvier -3 février 2007

Nouméa : IRD. Mai 2008. 50 p.
Archives : Sci. Mer ; Océanographie. ; 9

PHYTOPLANCTON ; FIXATION BIOLOGIQUE DE L'AZOTE ; PRODUCTION PRIMAIRE ; SEL NUTRITIF ; HYDROLOGIE MARINE ; CYANOBACTERIE ; TRICHODESMIUM DYNAMIQUE DE POPULATION / NOUVELLE CALEDONIE ; QUINNE BAIE

ARCHIVES
SCIENCES DE LA MER
OCEANOGRAPHIE
N° 9
2008

Suivi de l'abondance de *Trichodesmium spp.* (cyanobactéries filamenteuses) et
des paramètres du milieu lagunaire en baie de Ouinné (Nouvelle-Calédonie)
2 janvier – 3 février 2007

* **Robert LE BORGNE**
** **Martine RODIER**
* **Catherine ROUCHON**



avec la collaboration de :

IRD
Institut de recherche
pour le développement
Centre de Nouméa

Miguel Clarque
Philippe Gérard

* UR 103, Centre IRD, B.P. A5, 98848 Nouméa Cédex, Nouvelle-Calédonie

** UR 167, Laboratoire d'Océanographie et de biogéochimie,
campus de Luminy, 13288 Marseille Cédex 09, France

RESUME

La dynamique de la population de la cyanobactérie filamenteuse du genre *Trichodesmium* a été étudiée lors d'un suivi d'un mois dans la région de Ouinné (sud-ouest de la Nouvelle-Calédonie). Ce site permettait de considérer l'espèce *T. thiebautii* de façon à pouvoir en comparer la dynamique à celle de *T. erythraeum*, étudiée précédemment en baie de Sainte-Marie (Nouméa, sud-ouest de la Nouvelle-Calédonie). Ces observations sur *Trichodesmium* ont été accompagnées de mesures des conditions du milieu lagonaire : météorologie, hydrologie, teneurs en sels nutritifs et pigments photosynthétiques ($> 20\mu\text{m}$ et $< 20\mu\text{m}$) et composition de la population microplanctonique prélevée à la bouteille de 5.7L. En outre, des mesures de composition élémentaire des deux classes de tailles citées avant, ainsi que des mesures d'incorporation de carbone et d'azote (NO_3 , NH_4 et N_2) ont été faites.

Une efflorescence de *T. thiebautii* a pu être observée à la fois dans le milieu et lors d'une expérience menée simultanément en mésocosme (4m^3), sans enrichissement. Dans les deux cas, l'efflorescence a été marquée par un pic unique, de 1146 trichomes/L à 0 et 5m dans le milieu naturel et 13355 trichomes/L dans le mésocosme. Ces valeurs sont très supérieures à celles de *T. erythraeum* en baie de Sainte Marie (244 trichomes/L).

ABSTRACT

Survey of Trichodesmium spp. (filamentous cyanobacteria) and environmental parameters in the lagoon of Ouinné (New-Caledonia) : January 2 – February 3, 2007

The population dynamics of *Trichodesmium*, a filamentous cyanobacteria, was studied in the region of Ouinné (South east of New Caledonia) during a one-month survey. *T. thiebautii* is the dominant species at this site and his population dynamics may be compared to that of *T. erythraeum*, studied before in the Bay of Sainte Marie (Noumea, South west of New Caledonia). In addition to observations on *Trichodesmium* population, measurements of meteorological and lagoonal parameters were achieved: hydrology, nutrients, photosynthetical pigments ($<20\mu\text{m}$ and $>20\mu\text{m}$) and microplanktonic population composition. Besides, elemental composition and Carbon and Nitrogen (NO_3 , NH_4 and N_2) uptake measurements were made on both size classes of the phytoplankton.

One *T. thiebautii* bloom was monitored both in the natural environment and during a mesocosm (4m^3) experiment, using no nutrient addition. In both cases, only one peak occurred, with a maximum concentration of 1146 trichomes/L at 0 and 5m in the environment and 13355 trichomes/L in the mesocosm. Such concentrations are a lot higher than those met at Sainte-Marie with *T. erythraeum*.

OBJECTIFS DE L'ETUDE

Les cyanobactéries filamenteuses du genre *Trichodesmium* sont connues pour leur aptitude à former des nappes à la surface de la mer, que ce soit au large ou dans les lagons néo-calédoniens. En raison de l'impact de ces proliférations sur le milieu, voire sur les populations humaines, une étude a été entreprise dans le cadre du Chantier calédonien du Programme National Environnement Côtier (PNEC), d'une part et des activités côtières du Centre IRD de Nouméa (UR 99 puis 103 et 167), d'autre part. Après un suivi quotidien en baie de Ouinné (Le Borgne *et al.*, 2002 et Tenorio *et al.*, 2005), le projet de recherche s'est porté sur la baie de Sainte-Marie avec un suivi réalisé au printemps austral 2003 (Le Borgne *et al.*, 2004) puis de novembre 2004 à avril 2005 (Le Borgne *et al.*, 2006). De ces études il ressort que l'espèce fortement dominante en baie de Sainte Marie, *Trichodesmium erythraeum*, présente : des taux de diazotrophie très bas, une migration verticale ascendante au fur et à mesure de la croissance de sa population, une destruction une fois arrivée en surface, une augmentation du taux de croissance en réponse à des apports liés aux précipitations et dépendant à la fois de la température de l'eau et de son agitation (Rodier et Le Borgne, 2008). Cependant se pose la question de l'application de ces conclusions à l'autre espèce, *Trichodesmium thiebautii*, dominante dans les lagons de la côte est et dans le chenal des Loyautés. Or les résultats publiés dans la littérature scientifique indiquent des différences sensibles par rapport à *T. erythraeum*, notamment en ce qui concerne la diazotrophie et la distribution verticale, le déterminisme de ses développements restant inconnu. Par ailleurs, il semble au vu des résultats de la littérature que *T. erythraeum* présenterait un potentiel toxique faible ou nul, à l'inverse de *T. thiebautii*.

L'existence de ces différences entre les deux espèces demandait la réalisation d'un nouveau suivi sur *T. thiebautii* et des échantillonnages destinés à la détermination du potentiel toxique des deux espèces de cyanobactéries filamenteuses. Le site de Ouinné fut de nouveau choisi pour les raisons déjà retenues en 2002 et du fait de la dominance de *T. thiebautii*.

Comme pour les opérations précédentes, les questions que l'on se posait étaient les suivantes et ont déterminé le choix de la stratégie et des paramètres mesurés:

(1) quelles sont les modalités du développement des *Trichodesmium* à la fois dans leurs caractéristiques morphométriques, la distribution verticale, et d'éventuelles variations du taux de diazotrophie ?

(2) quels sont les facteurs du milieu responsables des variations de l'abondance des cyanobactéries filamenteuses? Y-a-t-il concurrence ou inhibition de leur développement par le reste du phytoplancton, variations du taux de croissance, mort « brutale » comme le laissent penser les variations rapides de l'abondance?

(3) Quel est leur potentiel toxique ?

STRATEGIE DE L'ETUDE

Comme dans le cas des deux études antérieures réalisées à Ouinné et Sainte-Marie, l'interprétation des variations de l'abondance des *Trichodesmium* est basée sur celles du milieu, observées dans la période qui précède leur observation. Cela implique donc un suivi du milieu marin aussi régulier que possible et suppose que les échanges avec le reste du lagon soient faibles. Sans cette dernière condition satisfaite, il serait en effet impossible d'assimiler les variations observées à des variations temporelles.

Pour le contrôler, une expérience a été faite en mésocosme. D'un volume de 4 m³ environ, avec un diamètre de 1.30 m, le mésocosme a été rempli d'eau du milieu environnant

contenant les concentrations naturelles de plancton, incluant la population de *Trichodesmium*. L'abondance de cette dernière, ses taux de fixation d'azote et de carbone ainsi que les concentrations en chlorophylle « a » et en sels nutritifs ont été suivies du 17 au 25 janvier.

La prise en compte de la distribution verticale des différents paramètres est également un point important dans notre cas car les observations sur les *Trichodesmium* sont faites en général en surface et peuvent donc donner une vue biaisée de la situation.

SITE DE L'ETUDE

La baie de Ouinné a une longueur d'environ 5 km (Figure 1). Sa profondeur est d'une trentaine de mètres au fond de la baie et d'une cinquantaine à l'entrée. La rivière Ouinné débouche au fond de la baie, longeant au préalable un cordon sur lequel est installé le village minier de la Société Minière Georges Montagnat (SMGM). Le site est entouré de reliefs aux pentes abruptes, tombant directement à la mer. Enfin, la présence de montagnes élevées à la côte et l'exposition de cette dernière aux vents de SE dominants, fait de cette région côtière, la plus arrosée de Nouvelle-Calédonie. Le village minier, qui n'était plus en activité au moment de l'étude, ne comptait qu'une dizaine d'habitants permanents. En conséquence, on peut considérer comme négligeables les rejets en eaux usées.

La station O se trouve à l'extérieur de la baie, protégée du vent dominant de SE par le Cap Tonnerre. Sa position est : 21° 59' 137 S et 166° 45' 074 E. L'expérience en mésocosme a été faite dans la baie (Figure 1).

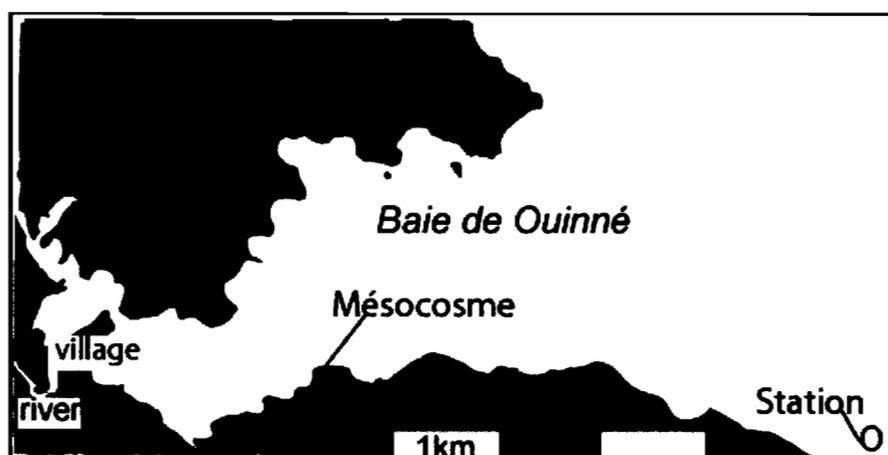


Figure 1. Site de Ouinné avec la position de la station O, visitée tous les deux jours et celle du mésocosme.

ECHANTILLONNAGE, METHODES ANALYTIQUES ET COMPTAGES

La station O a été visitée du 3 janvier au 3 février 2007, tous les deux jours, entre 8h00 et 9h00 (Tableau 1) et s'est faite navire en dérive avec recalage régulier de l'*Aldric*, embarcation de 5.4 m en aluminium. La station O comportait un trait de sonde CTD fond (42 à 48 m) surface et des prélèvements à 0, 5, 10, 20 et 30 m avec des bouteilles Niskin de 5.74 litres. A noter que le niveau superficiel a été échantillonné, bouteille à l'horizontal de façon à prélever dans les 20 premiers centimètres. Les prélèvements bi-quotidiens dans le mésocosme se sont faits en surface, de la même façon qu'à la Station O.

Tableau 1. Dates et conditions de mer à la station O, située à l'extérieur de la baie (position 21°59'14 S ; 166°45'07 E) et de profondeur moyenne 44m.

Date	Heure	Vent (dir)	Vent (knts)	Mer (état)	Nébul.	Pluie	Observations
03/01/07	10:56	SE	10	agité	8	continue	houle
04/01/07	8h35	SE	15	forte	8		forte houle
05/01/07	8h30	SE	20-25	forte	8	grains	forte houle d'E
07/01/07	8h30	NW	10	peu agitée	8	continue	petite houle NW
09/01/07	8h30	NW	10	peu agitée	8	grains	
11/01/07	8h10	W	10	calme	0		grand beau temps
13/01/07	7h56	W	<5	calme	0		gd beau temps
15/01/07	7h55	S	10	peu agitée	0		
17/01/07	8h35	SE	10	agité	5	grains	vent se lève, houle
19/01/07	9h00	SE	15	agitée	5		bon vent
21/01/07	9h20	SE	15	agitée	8		vent et houle
23/01/07	9h15	SE	15	agitée	4		vent et houle
25/01/07	8h45	SE	10	calme	5		houle, mer calme
27/01/07	7h50	NO	5	calme	2		
29/01/07	8h20		0	calme	2		gd beau temps
31/01/07	8h10		0	calme	7	grains	temps couvert avec grains
01/02/07	8h15		0	houle	7	grains	temps couvert avec grains
03/02/07	8h20	SE	15	houle	8	grains	temps couvert avec grains

Météorologie et marées

Les relevés météo quotidiens (Annexe 1) sont ceux d'André Puech, observateur bénévole de Météo-France. Les heures de marée sont celles du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM) pour Thio. (Annexe 2)

Sonde

La sonde à enregistrement utilisée, est une SBE 19+ de SeaBird®. Elle comprend des capteurs de pression, température, conductivité, lumière incidente (Biospherical® QSP 2300), fluorescence (Wetlab® Wetstar Ws3S) et turbidité (turbidimètre Seapoint®). Les données traitées sont celles de la descente, réalisée à faible vitesse de façon à acquérir le maximum d'informations. La profondeur minimum est toujours égale ou supérieure à 1m, en raison de la dimension de l'appareil. Le logiciel de décodage et de calcul est celui de SeaBirdDataProcessing, en utilisant les coefficients d'étalonnage d'août 2005.

La comparaison des données de fluorescence de la sonde, converties en concentrations de chlorophylle "a" avec celles du milieu, mesurées après filtration et extraction à quatre profondeurs, avait montré en 2003 (Le Borgne et al., 2004) que la sonde ne donnait qu'une image de la distribution verticale de la chlorophylle "a", qui pouvait renseigner sur les variations temporelles à une profondeur donnée mais que l'estimation de la biomasse chlorophyllienne à partir de ces données aurait demandé une calibration niveau par niveau.

Sels nutritifs et carbone organique total (COT)

Les échantillons d'eau ont été conservés en glacière et à l'abri de la lumière jusqu'au retour au laboratoire, une à deux heures après le prélèvement. L'analyse de l'ammonium (NH₄⁺) a été faite immédiatement à Ouinné, tandis que les concentrations de phosphate soluble réactif (PSR ou PO₄ sur les tableaux et figures), nitrate (NO₃⁻), nitrite (NO₂⁻) et silicate

(Si(OH)₄) ont été mesurées ultérieurement au laboratoire IRD de Nouméa, sur des échantillons conservés au froid après ajout de HgCl₂ (Kattner, 1999).

L'analyse de NH₄⁺ a été réalisée manuellement par fluorimétrie à l'aide d'un Turner Design TD-700 selon la méthode décrite par Holmes *et al.* (1999). Les concentrations des autres sels nutritifs ont été déterminées par dosage colorimétrique automatisé à flux continu sur un Autoanalyzer III (Bran+Luebbe) avec acquisition automatique et informatique des données sur PC, par le logiciel "ACE". Pour les nitrates et nitrites, l'analyse a été réalisée selon la méthode "haute sensibilité" décrite dans Raimbault *et al.* (1990). La limite de détection pour le NO₃⁻ et NO₂⁻ est de 0.002 μM. Dans le cas du phosphate et du silicate, le protocole analytique est adapté de celui décrit dans Strickland et Parsons (1972). La limite de détection de l'analyse est de 0.010 μM pour le PSR et de 0,05 μM pour le Si(OH)₄.

Enfin, le COT a été mesuré à l'aide d'un analyseur "TOC-V_{CSM} Total organic Carbon" Shimadzu®. Les échantillons ont été prélevés dans des ampoules en verre de 10 ml, préalablement calcinées à 450°C pendant quatre heures. Après ajout de 12 μl de H₃PO₄ concentré (85%), les ampoules ont été scellées à l'aide d'un chalumeau, puis conservées à 4°C jusqu'à l'analyse. La gamme d'étalonnage utilisée comprenait 4 concentrations de phthalate de potassium comprises entre 0 et 200 μM.

Pigments

Les concentrations de chlorophylle "a" (Chl_a) et de phéophytine "a" (Pheo) ont été mesurées avec un fluorimètre Turner® Design TD-400, doté de filtres d'excitation de 340-500 nm et d'émission de >665nm. La chlorophylle des échantillons filtrés sur GF/F, a été extraite dans le méthanol par la méthode de Le Bouteiller *et al.* (1992). Deux classes de taille ont été considérées : <20 μm et >20 μm. A cet effet, 200ml d'eau de mer tamisée sur une soie de 20 μm, ont été filtrés sur Whatman GF/F de 25mm de diamètre pour la première classe de taille. Pour la seconde (>20 μm), la totalité de l'eau de la bouteille de 5L était tamisée sur une soie de 20 μm puis le contenu de la soie était transféré à l'aide d'une pissette sur un filtre GF/F. Le volume d'eau tamisé a été mesuré dans tous les cas de façon à rapporter la concentration à l'unité de volume (litre). Le transfert de la soie sur le filtre a été opéré de façon aussi complète que possible, un contrôle visuel de la soie étant fait à la fin de l'opération.

Production primaire, fixation azotée et composition élémentaire et pigmentaire des *Trichodesmium*

Les taux de fixation de carbone et d'azote ont été estimés à la fois pour la fraction phytoplanctonique totale et pour les fractions >20 μm et <20 μm.

Dans le cas de la fraction > 20 μm, les mesures nécessitent généralement une concentration d'organismes (et en particulier de *Trichodesmium*) mis en flacon, supérieure à celle du milieu, ce qui nous a conduits à utiliser un dispositif de concentration du plancton permettant le maintien des organismes dans l'eau pendant l'opération (Figure 2). On arrive ainsi à concentrer l'eau d'une à trois bouteilles de 5L dans 0.25 ou 0.6 litre.

Production primaire particulière et d'azote minéral par marquage isotopique ¹⁵N/¹³C

Les taux d'assimilation de carbone et d'azote minéral (NO₃, NH₄) ont été estimés par la technique du double marquage utilisant les traceurs isotopiques stables ¹³C et ¹⁵N (Slawyk *et al.*, 1977 ; Slawyk *et al.*, 1984).

Les mesures ont été faites sur des organismes concentrés ou non (Figure 2), placés dans des flacons en polycarbonate (0,6 L) préalablement nettoyés à l'acide dilué et rincés à l'eau déionisée. L'absorption de nitrate («production nouvelle») et d'ammonium («production régénérée») est estimée par l'ajout de Na¹⁵NO₃ et de ¹⁵NH₄Cl, de façon à obtenir dans les deux cas un enrichissement initial de l'ordre de 10%. A chaque flacon, est

également ajouté 0,5ml d'une solution de $H^{13}CO_3$ afin d'estimer la fixation de carbone («production primaire particulaire», PP_P). L'ajout des traceurs s'est faite dans l'heure qui a suivi le prélèvement et les échantillons ont ensuite été replacés *in situ* sur une ligne de mouillage et mis en incubation pendant 20-22h. Ce protocole expérimental prenant en compte l'assimilation de jour et de nuit, fournit une estimation de l'assimilation nette d'azote et de carbone. Notons qu'à plusieurs reprises, des incubations de plus courte durée (~8 h) ont également été réalisées pendant la journée.

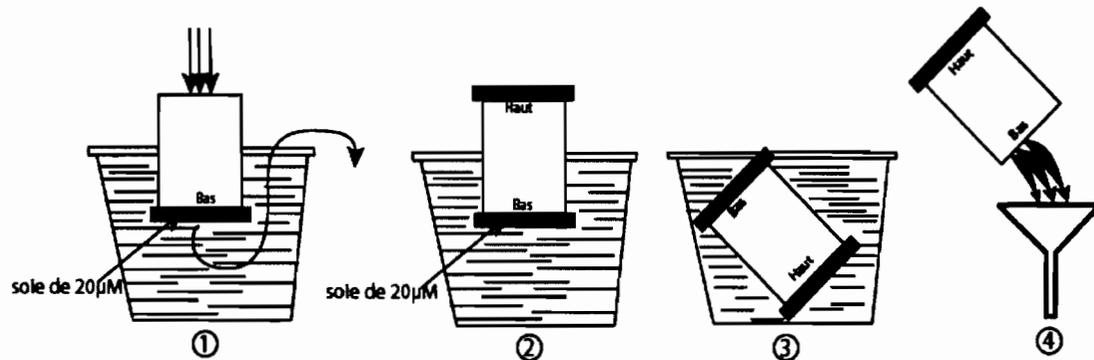


Figure 2. Dispositif de concentration des organismes $>20\mu m$. (1) L'eau d'une ou plusieurs bouteilles de 5L est tamisée sur une soie de $20\mu m$ maintenue immergée. (2) Une fois le tamisage terminé, on ferme le couvercle (Haut), le bas muni de la soie restant dans l'eau. (3) On retourne le dispositif de concentration dans l'eau, la soie se trouvant à présent en haut. (4) On ouvre le couvercle du bas et l'on verse l'eau et les organismes $>20\mu m$ dans un flacon d'incubation. A aucun moment, il n'y a eu de contact entre les organismes et l'air

A la fin des incubations, les échantillons sont filtrés sur GF/F calcinés (diamètre 25 mm). Les filtres sont ensuite conservés à sec après séchage à l'étuve ($60^{\circ}C$) jusqu'à la détermination des enrichissements isotopiques. Les analyses de $^{15}N/^{13}C$ ont été réalisées à l'université de Montpellier (Laboratoire «Efflorescences Toxiques et Diversité Algale - UMR 5119) sur un spectromètre de masse Integra-CN PDZ EUROPA.

On obtient ainsi (1) la biomasse retenue sur un filtre GF/F en termes de carbone et d'azote et (2) les quantités de carbone et d'azote fixées durant la période d'incubation.

Fixation d'azote moléculaire (diazotrophie) par la méthode à l'acétylène

Le taux de fixation de N_2 (diazotrophie) a été estimé par la mesure du taux de réduction de l'acétylène (TRA) selon la méthode décrite par (Stewart et al. 1967).

Les échantillons d'eau de mer 125ml (ou 400ml) sont prélevés dans des flacons en polycarbonate de 175ml (ou 610ml), bouchés par un septum. Cinq ml (ou 20ml) d'air prélevés dans les flacons à l'aide d'une seringue sont remplacés par le même volume d'acétylène C_2H_2 produit à l'aide d'une lampe à acétylène de spéléologue utilisant du carbure. Les flacons sont ensuite mis en incubation *in situ* pendant 20 - 22h, comme pour les autres mesures par marquages.

Un prélèvement du mélange gazeux est effectué à la tombée de la nuit et au levé du jour à l'aide d'une seringue et après agitation du flacon pour équilibrer les pressions partielles. En fin d'incubation, l'échantillon est filtré sur filtre 25mm GF/F et conservé dans l'azote liquide. L'analyse ultérieure de la chlorophylle sur chaque filtre, permet de rapporter le taux de réduction d'acétylène (TRA) à l'unité de biomasse chlorophyllienne.

Les taux de réduction d'acétylène (TRA) sont convertis en taux de fixation d'azote moléculaire en utilisant la valeur du rapport théorique $C_2H_2 : N_2$ (mol : mol) = 4 (Mulholland et al. 2004).

Production primaire particulaire et dissoute par marquage radioactif ^{14}C (au cours de l'expérience en mésocosme, seulement)

La production primaire particulaire (PP_P) et la production primaire dissoute (PP_D) ont été mesurées par la méthode au ^{14}C . Les mesures ont été faites en suivant la méthode de Rochelle-Newall et al (2008). Brièvement, 550 kBq de ^{14}C bicarbonate (Perkin Elmer®) ont été ajoutés dans chaque sous échantillons de 60ml, ces concentrations assez élevées assurant suffisamment de sensibilité aux mesures. Après incubations d'une vingtaine d'heures *in situ*, les échantillons ont été filtrés sur membranes en polycarbonate de $0.2\mu\text{m}$ et le filtrat, récupéré. Après acidification, la radioactivité incorporée dans la fraction particulaire, PP_P (sur le filtre) et dans la fraction dissoute PP_D (dans le filtrat), a été mesurée par compteur à scintillation liquide TriCarb 1600 (Canberra Instruments). La production primaire totale (PP_T) est la somme $\text{PP}_\text{P} + \text{PP}_\text{D}$ et le pourcentage de relargage extracellulaire, le rapport $\text{PP}_\text{D}/\text{PP}_\text{T}$.

Abondance des *Trichodesmium* et des autres constituants du plancton

Elle a été déterminée sur tout ou partie (1 litre minimum) de l'eau de la bouteille de prélèvement. Le tamisage était fait à bord sur une soie de $20\mu\text{m}$ et les échantillons restaient sur la soie baignant dans de l'eau de mer jusqu'au retour au laboratoire. Ils étaient alors transférés soit dans une cuve à sédimentation à l'aide d'une pissette contenant de l'eau formolée à 5% puis laissés à sédimenter pendant 24h et comptés, soit conservés en pilulier en vue de comptages ultérieurs qui ont eu lieu en juillet-août 2007. Ces comptages ont été effectués sur la totalité ou la moitié (un demi-champ du microscope) de l'échantillon à l'aide d'un microscope inversé Leitz Fluovert dont l'oculaire était muni d'un micromètre. En fonction de l'objectif utilisé, l'équivalence entre une division du micromètre et la dimension mesurée était de 11.28, 5.51 ou $2.727\mu\text{m}$. Les cyanobactéries filamenteuses ont été identifiées en se basant sur les descriptions fournies par Carpenter et Carmichael (1995) et la thèse de doctorat de Barboza Tenorio (2006). On a distingué les filaments (trichomes) isolés de ceux constituant les colonies, ces dernières pouvant être sphériques ("touffes" ou "puffs", en anglais) ou fusiformes ("fagots" ou "tufts", en anglais). Les deux espèces identifiées étaient *Trichodesmium erythraeum* et *T. thiebautii* en plus d'un nombre limité de *Katagnymene spp.* et, peut-être, de *T. tenue*. La différence la plus évidente entre *Trichodesmium erythraeum* et *T. thiebautii*, les deux espèces dominantes, est basée sur une largeur des cellules supérieure à leur hauteur pour la première et l'inverse pour la seconde. Outre le nom de l'espèce, ont été notés la longueur des trichomes et leur nombre par colonie pour une centaine ou plus de filaments. Le volume des trichomes a été assimilé à un cylindre et calculé à partir des deux dimensions mesurées.

Un certain nombre d'échantillons ont subi le même traitement mais ont servi aux comptages et au dénombrement de l'ensemble des taxons, qu'ils soient phyto- ou zooplanctoniques. On a distingué le genre *Macrosetella* du reste des copépodes, puisqu'il semble inféodé aux *Trichodesmium*. La liste des taxons dénombrés est indiquée sur l'Annexe 9.

STOCKAGE DES DONNEES

Toutes les données sont disponibles sous forme de fichiers EXCEL et peuvent être obtenues auprès de l'un des auteurs du présent rapport.

PARTICIPANTS

Mission de terrain

Clarque Miguel, navigant IRD/Nouméa

Le Borgne Robert, chercheur biologiste, UR 103, IRD/Nouméa

Rodier Martine, chercheur chimiste, UR 167, IRD/Nouméa

Traitements au laboratoire

Gérard Philippe, technicien chimiste, IRD/Nouméa

Rouchon Catherine, technicienne, IRD/Nouméa

RESULTATS PRELIMINAIRES

Conditions météorologiques (Annexe 1)

Le début du suivi a été marqué par des précipitations régulières et relativement importantes jusqu'au 9 janvier, avec un vent faible. Lui a succédé une période plus sèche et d'alizé qui a duré jusqu'au 24 janvier. La dernière période a été caractérisée par un temps variable avec peu de vent.

Conditions hydrologiques (Figure 3)

L'effet des précipitations et de la forte nébulosité au début du suivi, se traduit par une température et une salinité plus faibles, cette dernière atteignant un minimum (32.2 ups à 1m) le 10/1. Un changement brutal de la structure hydrologique se passe le 18/1 avec l'homogénéisation de la colonne d'eau. Puis s'installe progressivement une stratification, surtout visible en température.

Concentrations en sels nutritifs (Figures 4 et 5, Annexe 3)

En relation avec la structure thermohaline, les concentrations en NO_3 , PSR (PO_4 sur la figure 5), $\text{Si}(\text{OH})_4$ et COT sont plus élevées au début du suivi, tandis que les indicateurs de régénération (NH_4 et NO_2) présentent les valeurs les plus fortes à la fin.

Les concentrations en $\text{Si}(\text{OH})_4$ sont presque toujours (16 cas sur 17) les plus fortes à 0 et 5m, en association avec les valeurs de salinité les plus faibles. Un schéma semblable s'observe pour NO_3 et NH_4 dans un peu plus de la moitié des stations (11 cas sur 17). Enfin, les concentrations les plus fortes de PO_4 se trouvent à 30 et 20m dans 13 cas sur 17, en association avec les eaux de fond plus salées et moins chaudes. Cette présence en profondeur peut indiquer, soit un apport en provenance des eaux situées plus au large, soit une consommation plus importante dans le haut de la couche euphotique, ce que l'on ne semble pas retrouver pour les autres éléments nutritifs.

Notons enfin, la faiblesse des concentrations de sels nutritifs « nouveaux », qui ne dépassent pas 0.088 et 0.688 μM , respectivement pour PO_4 et NO_3 . En revanche, les valeurs de celles des composés « régénérés » sont notables : 0.297 et 0.113 μM pour NH_4 et NO_2 , respectivement.

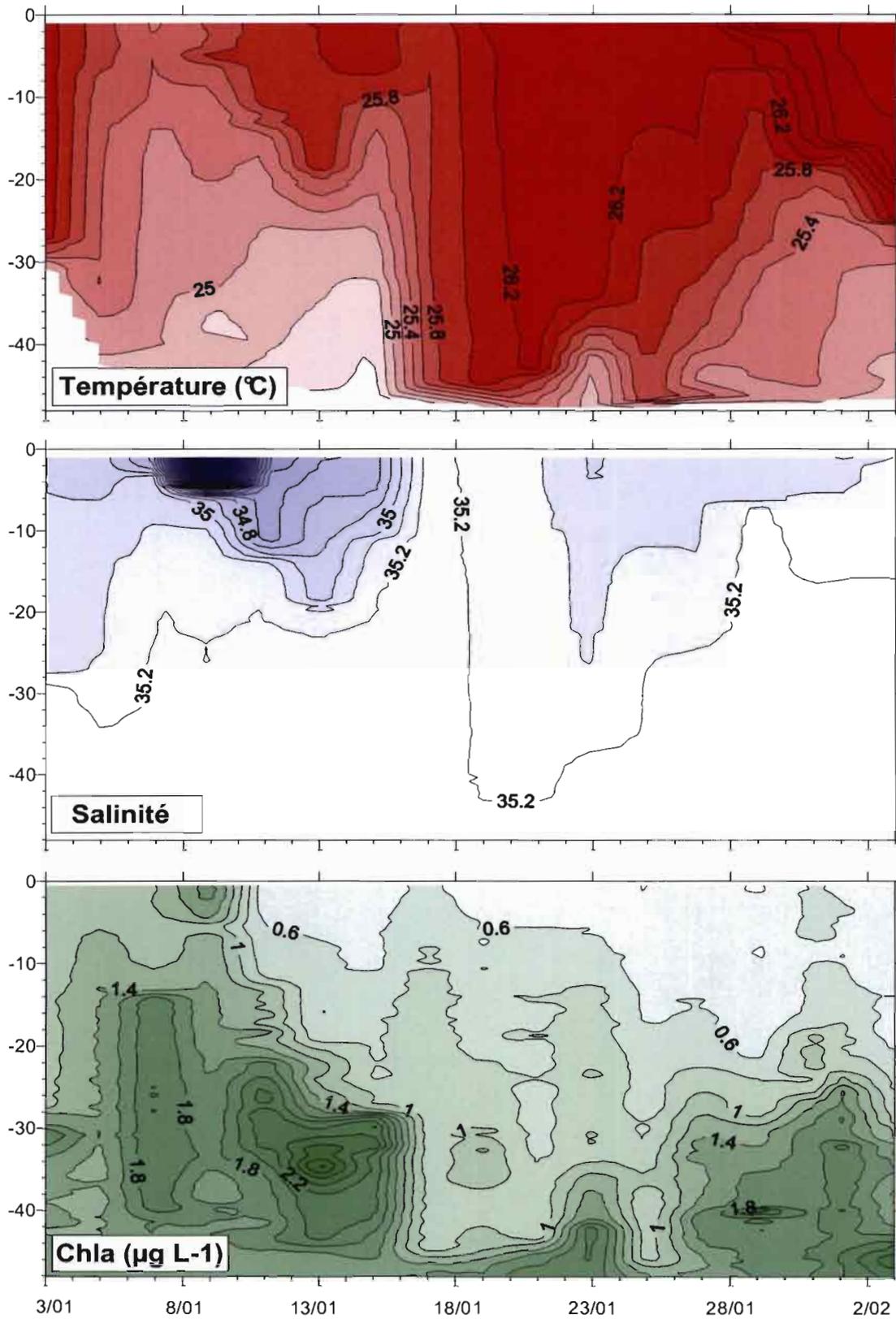


Figure 3. Evolution temporelle à la station O, de la distribution verticale des paramètres mesurés par la sonde CTD : température, salinité et fluorescence convertie en chlorophylle « a ».

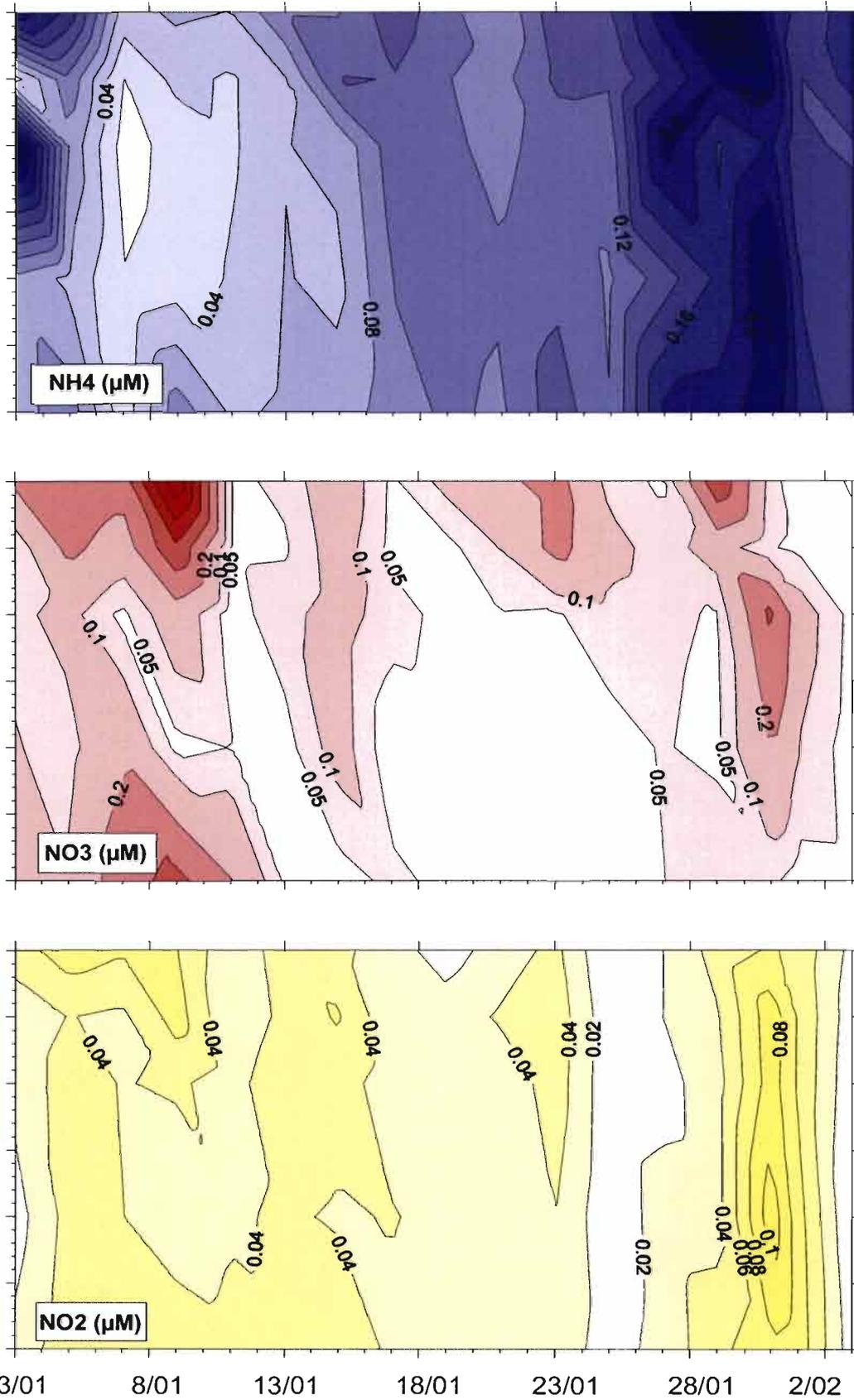


Figure 4. Evolution temporelle à la station O, de la distribution verticale des concentrations en NH_4 , NO_3 et NO_2 .

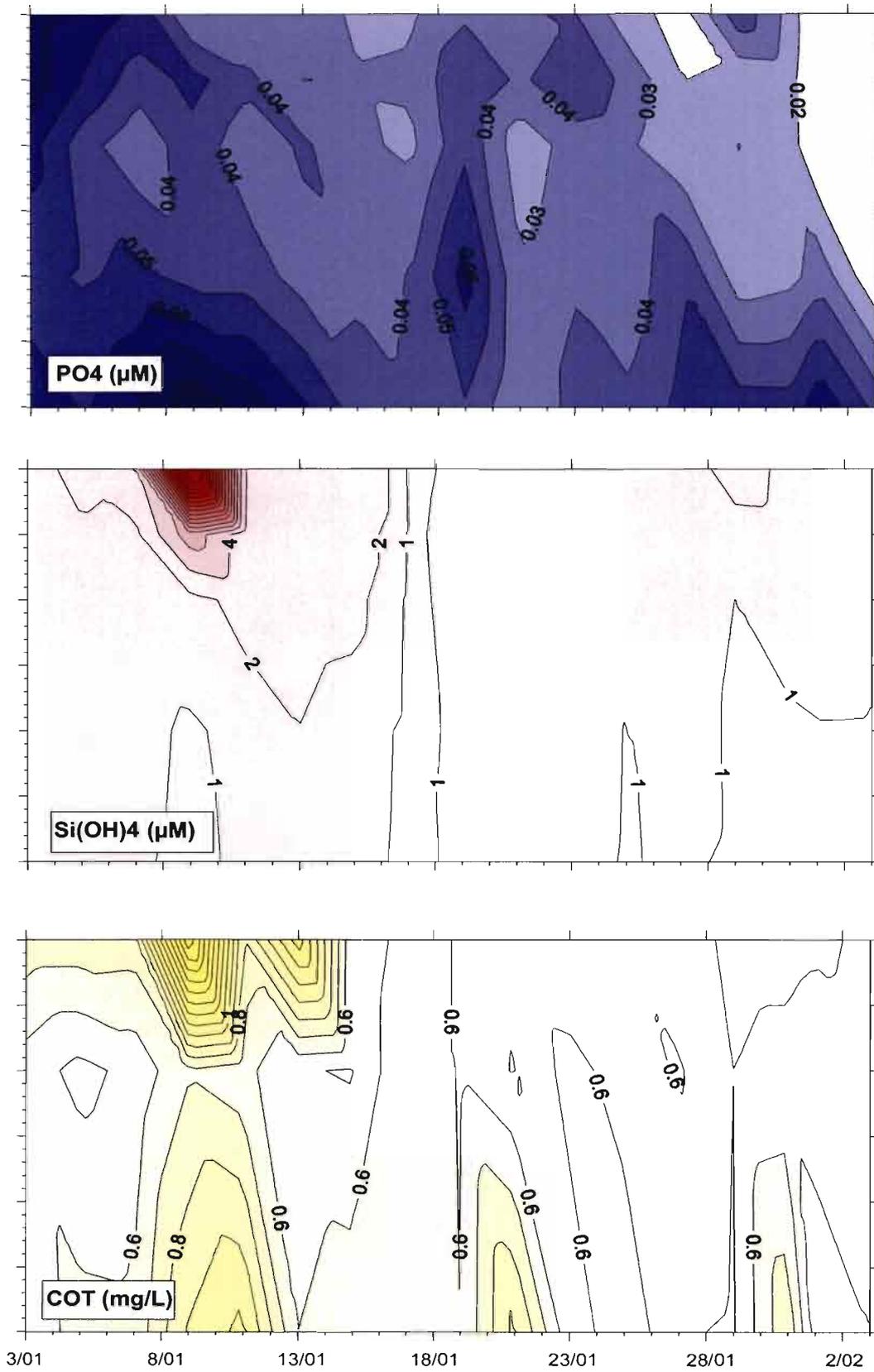


Figure 5. Evolution temporelle à la station O, de la distribution verticale des concentrations en PO_4 , Si(OH)_4 et COT (carbone organique total).

Concentrations en pigments photosynthétiques (Annexe 4 et Figures 3 et 6)

A l'instar des concentrations en sels nutritifs, celles de Chl a sont plus élevées au début du suivi et à la fin. Les valeurs les plus élevées sont toujours en profondeur et dépassent exceptionnellement 1 $\mu\text{g/L}$ dans le cas des mesures faites après extraction dans le méthanol (les estimations faites à partir de la sonde, Figure 3, dépassant 2.8). L'essentiel (>90%) de la Chl a est fournie par le pico- et le nanoplancton, organismes passant au travers du tamis de 20 μm . Cependant, la période du 17 au 23/1 est caractérisée par une proportion plus importante de Chl a > 20 μm , qui peut dépasser 30% du total. Cette période est celle de l'efflorescence de *Trichodesmium*.

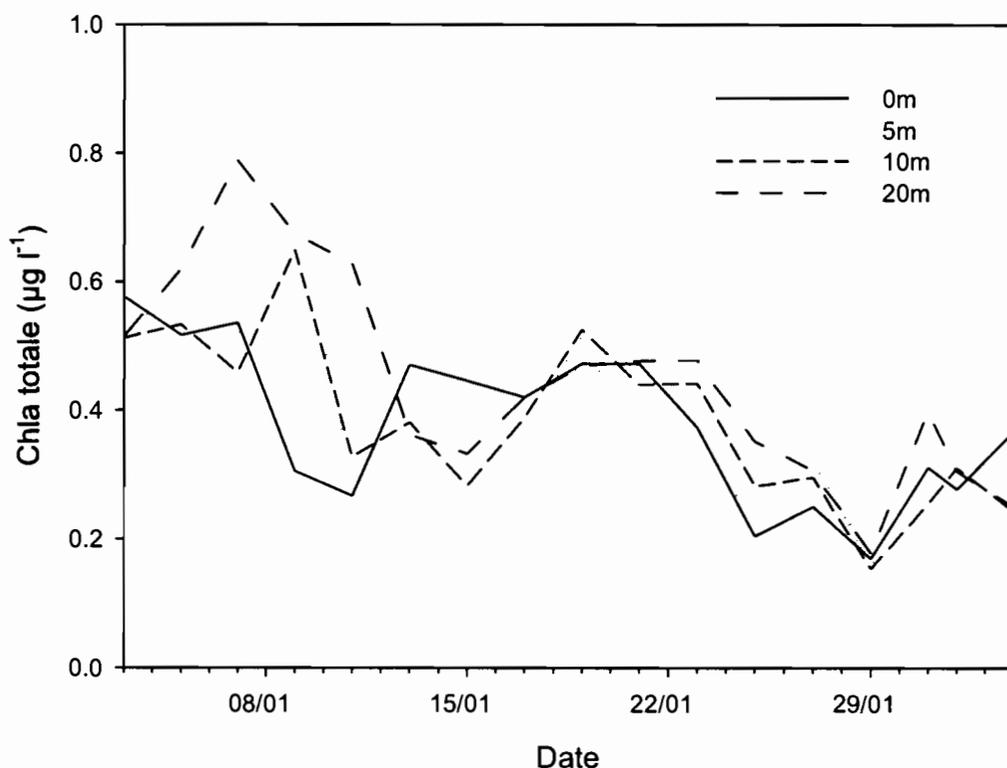


Figure 6 : Evolution temporelle de la chlorophylle « a » (Chl a) totale (fractions <20 μm et > 20 μm réunies) à la station O

Variations temporelles de l'abondance des *Trichodesmium* (Annexe 5 et Figure 7)

Le fait marquant du suivi est le développement d'une efflorescence qui a débuté entre le 15 et le 17 janvier, culminé le 19 et décliné après. Les concentrations maximums de l'ensemble des trichomes (libres et en colonies et pour les deux espèces) sont souvent, mais pas systématiquement, à 0m tandis que les plus faibles sont toujours à 30m. Mais d'une façon générale, les abondances diminuent avec la profondeur. Le pic d'abondance est de 1146 trichomes/L, valeur très supérieure au maximum de 244.6 trichomes/l observé en baie de Sainte Marie (Rodier et Le Borgne, 2008).

Il est à signaler que, si les concentrations sont généralement faibles avant l'efflorescence, elles restent supérieures à 10 trichomes/L dans les 5 premiers mètres après le pic, observation différente de celle faite en baie de Sainte Marie où les valeurs redevaient quasiment nulles.

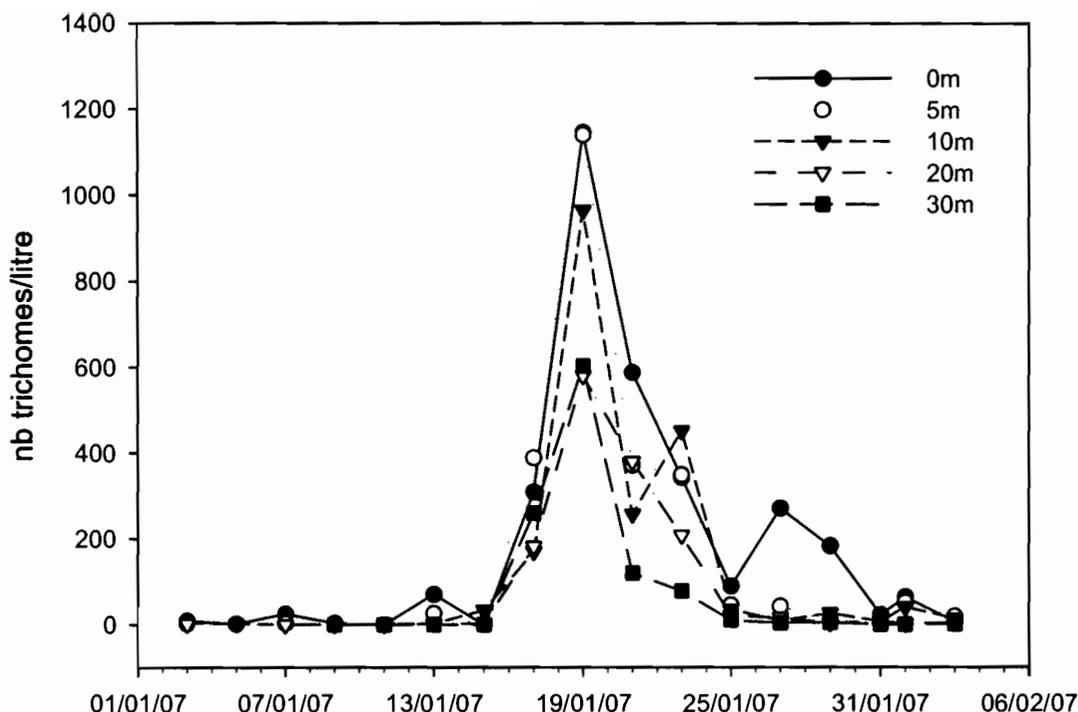


Figure 7. Evolution temporelle des densités de trichomes aux différentes profondeurs échantillonnées à la station O.

Caractéristiques de la population de *Trichodesmium* (Annexes 5 et 6)

Composition spécifique.

Hormis quelques *Katagnymene pelagica* dont l'abondance ne dépasse pas 2.4 trichomes/L, la quasi-totalité des cyanobactéries filamenteuses appartiennent au genre *Trichodesmium*. S'il a été facile de distinguer *T. erythraeum* de *T. thiebautii*, il n'est pas exclu que certains filaments de *T. tenue* aient été confondus avec cette dernière espèce. Le critère qui a été utilisé est celui du Tableau IV.5 de Barboza Tenorio (2006) où *T. thiebautii* a des cellules carrées ou deux fois plus longues que larges tandis que *T. tenue* a des cellules 3 à 4 fois plus longues que large et une largeur cellulaire (4-5 μ m) inférieure à elle de l'autre espèce (6-14 μ m).

Contrairement aux suivis effectués en baie de Sainte Marie (Rodier et Le Borgne, 2008), l'espèce dominante est *T. thiebautii* à Ouinné. A quelques exceptions près, plus de 95% des trichomes dénombrés appartiennent à cette espèce et souvent 100%. Cette dominance explique sans doute la différence de comportement de la population, *T. erythraeum* terminant son développement en surface où elle est détruite par les radiations solaires tandis que *T. thiebautii* reste en sub-surface où elle se maintient un certain temps. C'est ce qui pourrait expliquer les concentrations non nulles observées après le pic à Ouinné.

Volume moyen des trichomes (Annexe 6).

Le volume moyen des trichomes libres de *T. thiebautii* est 3 fois plus faible que celui de *T. erythraeum*, la différence n'apparaissant pas pour les trichomes en colonies. Par ailleurs, le volume moyen des trichomes de *T. erythraeum* (44.426 μ m³/trichome) est proche de celui calculé lors des suivis de Sainte Marie (entre 40 et 43.000 μ m³/trichome).

Trichomes libres vs trichomes en colonie (Annexe 5).

Les trichomes libres sont pratiquement toujours présents dans les prélèvements, ceux en colonies, quand ils le sont, coexistant toujours avec les trichomes libres. Le pourcentage de trichomes en colonie ne semble pas différent au moment du pic (Annexe 5). Cependant, quand on considère l'ensemble des données, le nombre de trichomes en colonies augmente avec celui des trichomes libres (Figure 8) selon une loi différente de celle de la baie de Sainte Marie, où elle était exponentielle.

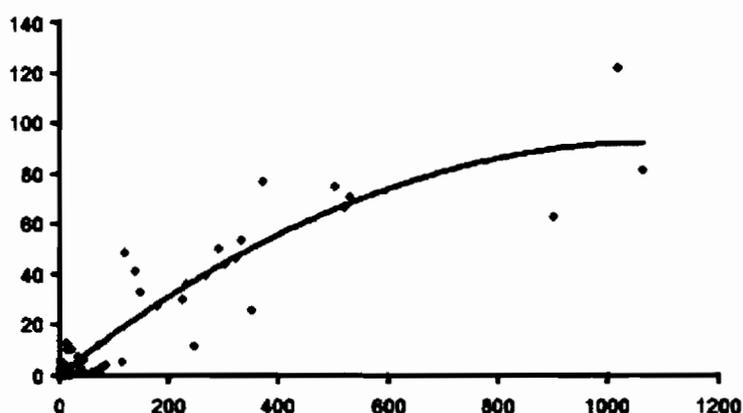


Figure 8. Relation entre la concentration de trichomes en colonies (ordonnées) et celle des libres (abscisse). L'ajustement à une loi polynomiale donne l'équation suivante : $y = 0.00008 x^2 + 0.1697 x + 0.1912$ ($r = 0.94$).

Composition élémentaire et pigmentaire (Annexe 7)

La quantité de carbone et d'azote particulaire de la fraction $>20\mu\text{m}$ (C_p et $N_p >20\mu\text{m}$) est maximale le 19 janvier (Annexe 7), ce qui coïncide avec le maximum d'abondance des *Trichodesmium*. Le pourcentage de $C_p >20\mu\text{m}$ par rapport au carbone total varie de 4 à 27%.

A la station O comme dans le mésocosme (voir plus loin), les rapports C_p/N_p sont nettement supérieurs à la valeur de 6.6 donnée par Redfield pour les organismes vivants. Cet écart est probablement lié à la présence de matériel particulaire d'origine terrigène dans les échantillons.

La composition élémentaire et pigmentaire de *Trichodesmium* peut être estimée à partir des données de C_p , N_p et $Chl a > 20\mu\text{m}$, en supposant que la fraction $>20\mu\text{m}$ ne renferme que des *Trichodesmium*. (Tableau 3).

Tableau 3. Estimation de la composition élémentaire et pigmentaire des *Trichodesmium* à la station O et dans le mésocosme à partir des données de carbone (C_p) et azote (N_p) particulaires et de $Chl a$ mesurées dans la fraction $>20\mu\text{m}$.

		C par trichome		N par trichome		Chl a par trichome
		nmol trich ⁻¹	ng trich ⁻¹	nmol trich ⁻¹	ng trich ⁻¹	pg trich ⁻¹
St. O	Min.	3,0	35,5	0,2	3,3	126,0
	Max.	37,5	450,1	2,4	34,2	507,7
Mésocosme	Min.	0,7	8,9	0,1	1,1	94,0
	Max.	5,5	66,1	0,6	8,4	498,4

Cette estimation n'est, bien sûr, que grossière et surestime certainement les valeurs car la fraction $>20\mu\text{m}$ renferme aussi des organismes microplanctoniques autres que

Trichodesmium, ainsi que du matériel particulaire d'origine terrigène. Les valeurs calculées peuvent être comparées à celles obtenues sur des trichomes isolés, à Ste Marie (Rodier et Le Borgne, 2008) à savoir : C/trich = 61.5 - 191 ng C trich⁻¹ ; N/trich = 10.7-28.0 ng N trich⁻¹ ; Chl/trich = 170-920 pg trich⁻¹.

Taux de fixation du ¹³C (Annexe 7 et Figure 9)

A la station O, le taux de fixation du Carbone par le phytoplancton (production primaire, ρ_{DI}^{13C}) n'a été mesuré que par marquage au ¹³C (Annexe 7). Les temps d'incubation (T) variant entre 20-22h, les valeurs de production primaire mesurée (mgC m⁻³ T⁻¹) sont donc proches des valeurs journalières (mgC m⁻³ j⁻¹).

La production primaire totale (PP_T) diminue entre 0 et 10m. En surface, elle présente trois maxima au cours du temps (Figure 7), qui ne correspondent pas toujours à la biomasse chlorophyllienne (Figure 6). Le premier maximum de PP_T coïncide avec celui de PP > 20μm et le maximum d'abondance de *Trichodesmium*. Pour les deux autres maxima, l'absence de données sur le fractionnement ne nous permet pas de conclure. Les valeurs de PP > 20μm ainsi que le rapport PP > 20μm / PP_T (%) restent relativement faibles à cette station (5.3mgC m³ j⁻¹ et 15-37%, respectivement).

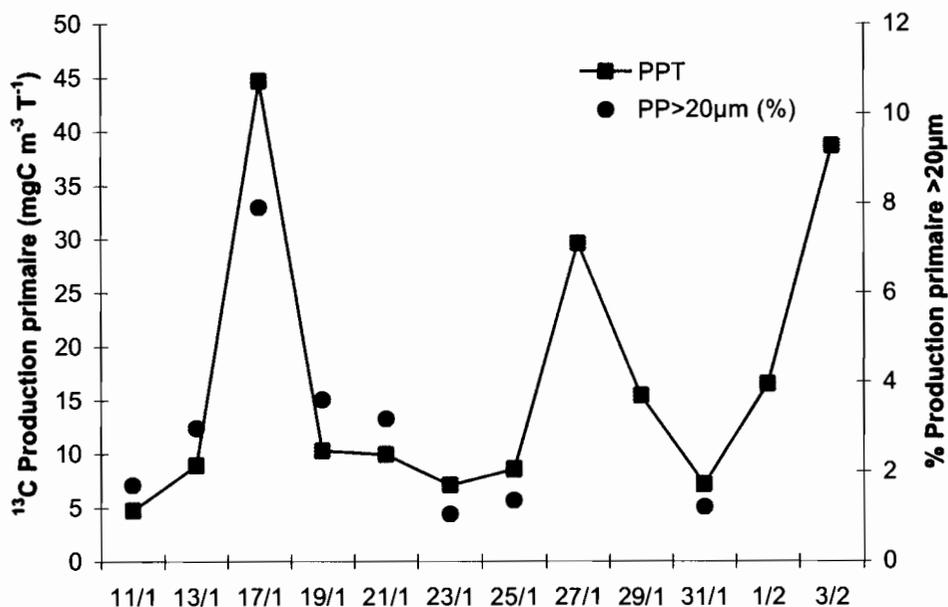


Figure 9 : Evolution temporelle du taux de fixation de carbone (¹³C) à la station O.

La PP_T liée à la diazotrophie n'excède pas 7%. Par contre, la diazotrophie peut représenter jusqu'à 55 % de la PP > 20μm. Ces estimations sont faites en utilisant le rapport C/N de Redfield, de 6.6.

Enfin, il est à noter que les valeurs de production varient en fonction des conditions d'incubation, à savoir du type de sel nutritif ajouté (¹⁵NO₃ ou ¹⁵NH₄), les valeurs de production après ajout de ¹⁵NH₄ étant généralement plus faibles.

Taux de fixation d'azote (inorganique et diazote) par la population de *Trichodesmium* (Annexe 8)

Les données du taux de réduction d'acétylène (TRA) des Annexes 8 et 15 montrent que la méthode à l'acétylène n'est pas suffisamment sensible pour détecter une fixation dans

la fraction < 20µm non concentrée, les TRA mesurés étant généralement nuls. A l'inverse, cette méthode a permis de mesurer des taux de fixation d'azote dans la fraction > 20µm après concentration des organismes. Cette fixation d'azote a lieu principalement pendant le jour, la quantité d'éthylène produite à la tombée de la nuit étant sensiblement la même que celle mesurée en fin de nuit.

A la station O, les taux de fixation d'azote en surface varient entre 0 et 14.23 nmol N₂ L⁻¹ j⁻¹, le maximum étant observé le 27/01 en surface. A 5m, la fixation d'azote n'est pas mesurable. Dans les slicks, les valeurs de taux de réduction d'acétylène, TRA, par unité de chlorophylle sont très élevés, bien supérieurs à ceux observés en dehors des slicks. Mais en l'absence de données de chlorophylle ou de comptages dans les slicks, il n'est pas possible de calculer de valeur de fixation d'azote rapportée au litre ou au nombre de trichomes.

La fixation d'azote dans la fraction > 20µm est probablement due essentiellement aux *Trichodesmium*, ce qui permet de calculer un taux de fixation d'azote par trichome. A la station O ce taux varie entre 0.54 et 52.6 pmol N₂ trichome⁻¹ j⁻¹ (maximum le 27 janvier).

Composition de la population de microplancton (>20µm) (Annexe 9)

La population de cette classe de taille est dominée par les diatomées, au sein desquels les genres *Chaetoceros*, *Rhizosolenia* et *Nitzschia* sont les plus importants. Le genre *Ceratium* domine chez les Dinoflagellés et la majeure partie du zooplancton est constitué de *nauplii* de copépodes et de Tintinnides. Aucune tendance d'ensemble ne semble se dégager : les *Chaetoceros* sont abondants à la fin du suivi, tandis que *Rhizosolenia* et les *nauplii* le sont au début. Les densités de larves d'animaux benthiques (Mollusques, Echinodermes ou Annélides) sont faibles, l'une des raisons venant peut-être de la période de l'échantillonnage et l'autre, d'une profondeur (44m en moyenne) supérieure à celle de la station de Sainte Marie (12 m).

Expérience en mésocosme

Le suivi des paramètres du milieu et de la population de *Trichodesmium* contenue dans le mésocosme de 4 m³, a duré 8 jours. A la fin de l'expérience, 9% seulement du volume initial d'eau avait été prélevé. Les pluies, d'une hauteur totale de 27.4 mm à Ouinné (19-25 janvier), n'ont représenté qu'un apport de 0.9% du volume du mésocosme .

Evolution des paramètres du milieu. Les concentrations de sels nutritifs au début de l'expérience sont très voisines de celles de la station O (Tableau 2, Figure 10), à l'exception de celles des silicates, bien supérieures dans la baie de Ouinné en raison des apports par la rivière. Les deux classes de tailles du phytoplancton ont des concentrations en Chla supérieures à celles de la station O (Tableau 2). L'évolution temporelle des différents sels (Annexe 10) montre une diminution du PSR (PO₄) entre le 18 janvier au soir et le 19 au matin, une augmentation sensible de Si(OH)₄ et NO₃ entre le 20 au soir et le 21 au matin et peu de variations pour NO₂. Ces variations ne semblent pas liées à des précipitations enregistrées au village de Ouinné (Tableau 2), situé à 1km, environ. Enfin, les deux classes de tailles de la Chla présentent des valeurs plus fortes les 21 et 22 janvier (Annexe 10, Figure 10), moment du pic de *Trichodesmium*.

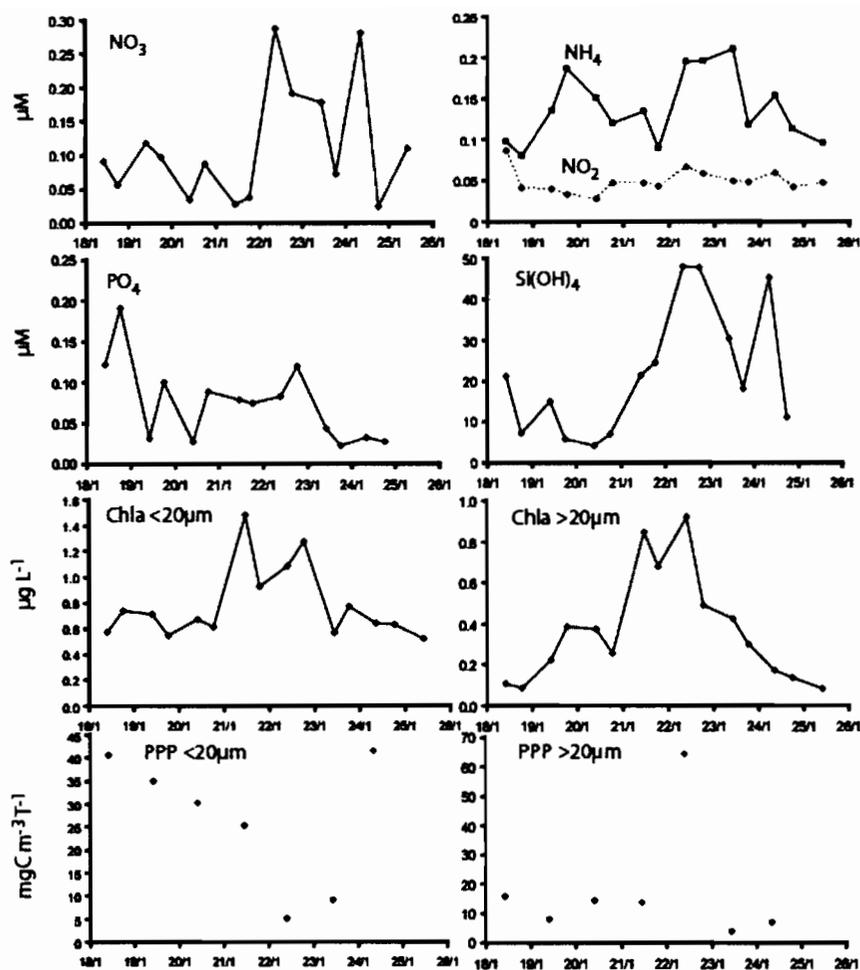


Figure 10. Evolution temporelle des sels nutritifs, de la Chlorophylle a et de l'assimilation de ^{14}C (PPP) des deux classes de tailles de phytoplancton.

Tableau 2. Comparaison des concentrations en sels nutritifs et chlorophylle « a » dans le mésocosme (Méso) et à la station O, en surface.

Date	Heure	NO_2	NO_3	PSR	$\text{Si}(\text{OH})_4$	Chla<20µm	Chla>20µm
19/01/07	10 :00	0.040	0.118	0.031	15.01	0.710	0.223
<i>Méso</i>							
19/01/07 O	09 :00	0.011	0.121	0.038	1.14	0.329	0.144
21/01/07	11 :00	0.047	0.027	0.078	21.37	0.848	1.485
<i>Méso</i>							
21/01/07 O	09 :20	0.043	0.102	0.038	1.20	0.384	0.089
23/01/07	10 :20	0.049	0.178	0.044	30.38	0.567	0.423
<i>Méso</i>							
23/01/07 O	09 :15	0.046	0.236	0.041	1.73	0.308	0.065
25/01/07	10 :00	0.047	0.109	-	-	0.524	0.084
<i>Méso</i>							
25/01/07 O	08 :45	0.000	0.077	0.044	1.30	0.191	0.014

Evolution de l'abondance des *Trichodesmium*.

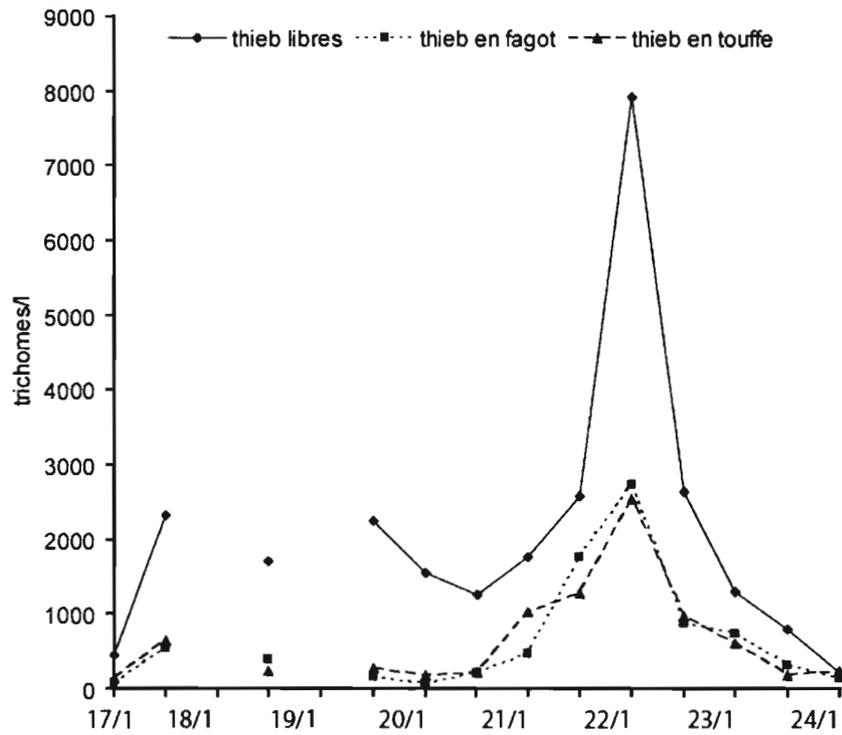


Figure 11. Evolution temporelle du nombre de trichomes de *T. thiebautii* dans le mésocosme.

La population de *Trichodesmium* du mésocosme suit une évolution différente de celle de la station O (Figure 11) : le pic est observé le 22 janvier au soir au lieu du 19 à la station O et les concentrations sont beaucoup plus élevées dans le mésocosme, avec un maximum de 13355 trichomes/L (au lieu de 1146 à la station O). Dès le début de l'expérience, la concentra-

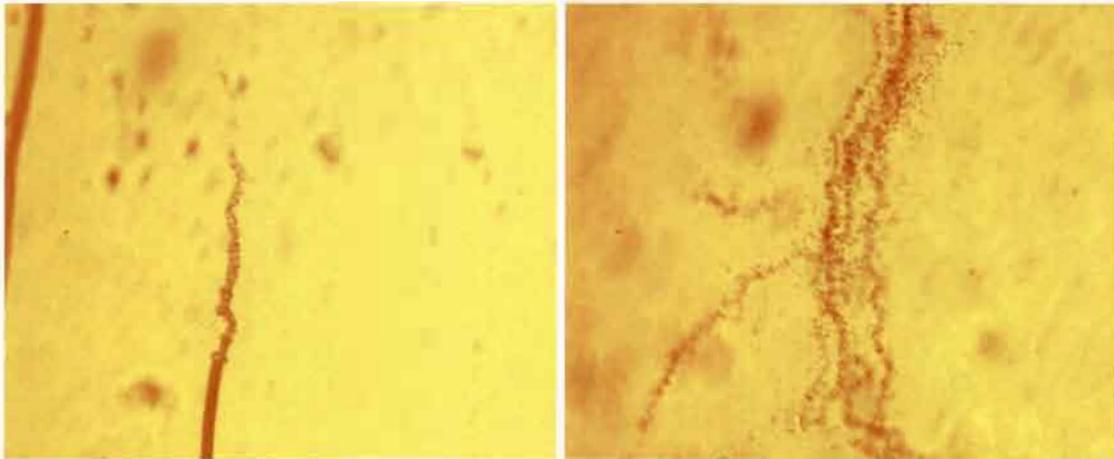


Figure 12. Trichomes en cours de dégénérescence. A gauche, la partie inférieure du trichome est encore normalement constituée tandis que les cellules se séparent dans la partie supérieure. A droite, les cellules sont séparées mais restent encore en chapelet.

tion est de 655 trich./L (Annexe 11) au lieu de 308 à la St O et passe à 3497 le lendemain matin, ce qui peut indiquer un problème d'échantillonnage lié au remplissage du mésocosme et à l'homogénéisation consécutive et à une distribution verticale superficielle le lendemain et par la suite. Le pic du 22 janvier, défini par un seul prélèvement, est précédé d'une phase de croissance de 36 heures et suivi d'une phase de décroissance marquée. Cette dernière est attribuée à la désintégration des trichomes, phénomène observé sous microscope inversé et qui se traduit par le départ des cellules à chaque extrémité des trichomes (Figure 12).

Caractéristiques de la population de *Trichodesmium*.

La quasi-totalité de la population est constituée de *T. thiebautii* (Annexe 11), dont le volume moyen (Annexe 12) est très proche de celui de la station O. Le pourcentage de trichomes en colonies varie de 13 à 63% sans qu'il soit possible de montrer de variation significative au cours du temps (Annexe 12).

Composition en C, N et Chla (Annexe 13).

Dans le mésocosme, le maximum de Cp et Np >20µm s'observe entre le 20 et 21 janvier (M8-M10, Annexe 13) Le pourcentage de Cp >20µm varie entre 12-28%, pourcentage voisin de celui observé à la st. O.

Evolution de la production primaire mesurée au ¹³C et ¹⁴C (Annexes 13 et 14).

Les données d'incorporation de ¹⁴C dans le mésocosme montrent un maximum très marqué de la PP >20µm à M10 entre le 22 et le 23 janvier (Figure 13-A). Ce maximum (64 mg m⁻³ j⁻¹) correspond au pic d'abondance de *Trichodesmium* dans le mésocosme (13355 trich L⁻¹) et représente jusqu'à 90% de la PP_{totale}. En dehors de ce maximum, les valeurs fluctuent en dessous de 16 mg m⁻³ j⁻¹, avec une légère chute en fin d'expérience.

La production primaire dans la fraction < 20µm (PP <20µm) varie en sens inverse de la PP >20µm avec une décroissance progressive des valeurs du début jusqu'à M10 puis une remontée pour atteindre des valeurs proches de celles mesurées en début d'expérience. Le pourcentage de production primaire excrétée par rapport à la PP_T varie entre 12 et 47% et il est toujours inférieur dans la fraction < 20µm par rapport à la fraction >20µm. Par contre, l'absence de données à M10 ne permet pas de dire si l'abondance de *Trichodesmium* influe sur ce pourcentage.

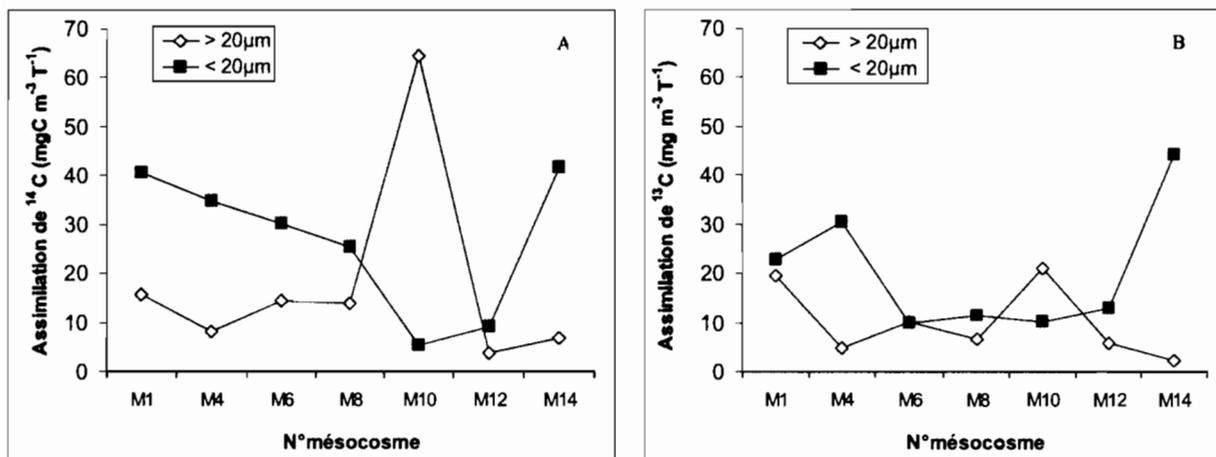


Figure 13 : Evolution temporelle du taux de fixation de carbone dans le mésocosme. A) marquage au ¹⁴Carbone, B) marquage au ¹³Carbone.

La comparaison des données d'incorporation de ¹⁴C et de ¹³C montre une faible corrélation ($r = 0.64$, $n=14$; Figure 14)

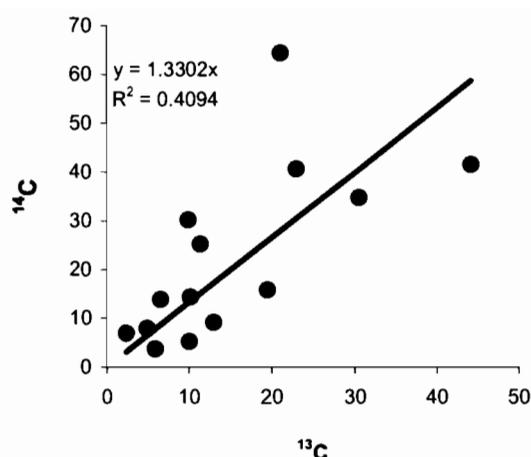


Figure 14 : Corrélation entre les deux méthodes de marquage isotopique ^{13}C ($\rho_{\text{DI}}^{13}\text{C}$) et ^{14}C (PP_p , annexe 14). Taux de fixation de carbone obtenus lors de l'expérience en mésocosme.

Il en résulte une évolution temporelle des valeurs d'assimilation de ^{13}C (Figure 13-B) différente de celle obtenue par la méthode au ^{14}C (Figure 13-A). Notons en particulier, que le maximum de $\text{PP}_{>20\mu\text{m}}$ obtenu par marquage au ^{14}C à M10 est nettement moins fort dans le cas du ^{13}C . Ces différences sont probablement dues à des conditions d'incubation différentes utilisées dans chacune des deux méthodes.

Dans le mésocosme, la diazotrophie est associée au maximum à 16% de l'assimilation de carbone totale (PP_T) et à 57% de l'assimilation de carbone par la fraction $>20\mu\text{m}$ ($\text{PP}_{>20\mu\text{m}}$), valeurs légèrement plus fortes que celles mesurées à la St. O.

Taux de fixation d'azote (inorganique et diazote) par la population de Trichodesmium (Annexes 13 à 15).

Les taux de fixation d'azote de la fraction $>20\mu\text{m}$ varient entre 1.45 et 13.07 $\text{nmol N}_2 \text{L}^{-1} \text{j}^{-1}$ dans le mésocosme, valeurs proches de celles observées à la st O. Les plus fortes valeurs sont observées entre le 20 et le 23 janvier (c.a.d., M6 et M12). Les taux de fixation d'azote par trichome sont plus faibles que ceux mesurés à la station O et fluctuent entre 0.46 et 7.78 $\text{pmol N}_2 \text{j}^{-1} \text{trich}^{-1}$ (maximum le 21/01, M8).

REMERCIEMENTS

Remerciements : cette étude de plus d'un mois a été rendue possible grâce à l'appui de la Société Minière Georges Montagnat (SMGM) qui a mis gracieusement à notre disposition l'hébergement, un laboratoire et le transport du matériel de Nouméa à Ouinné. Nous remercions tout particulièrement le directeur de la SMGM, Xavier Gravelat, le chef de village, André Puech, qui nous a aussi communiqué les relevés météo et Liam Mulqueen, qui a assuré toute la logistique. Le suivi en baie de Sainte-Marie a bénéficié d'un financement de l'IRD (UR 99 et 103) et du Programme National Environnement Côtier (PNEC). Les auteurs remercient enfin leur collègue Xavier Mari qui leur a fait don du mésocosme.

REFERENCES CITEES

- Barboza Tenorio M.M. (2006) Les cyanobactéries pélagiques en milieu tropical oligotrophe : occurrence, distribution et dynamique. Thèse Doctorat Univ. Paris VI : 359 p.
- Carpenter E.J., Carmichael W.W. (1995) Taxonomy of cyanobacteria. In: Hallegraeff *et al.* (eds) "Manual on harmful marine microalgae", IOC Manuals and Guides N°33, 373-380.
- Holmes M.R., Aminot A., Kérouel R., Hooker B.A., Peterson B.J. (1999) A simple and precise method for measuring ammonium in marine and freshwater ecosystems. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 56, 1801-1808.
- Kattner G. (1999) Storage of dissolved inorganic nutrients in seawater: poisoning with mercuric chloride. *Marine Chemistry*, 67, 61-66.
- Le Borgne R., Neveux J., Rodier M., Tenorio M. (2002) Suivi du milieu marin en baie de Ouinné (Nouvelle-Calédonie) du 3 janvier au 14 mars 2002. *Doc. multigr. Centre IRD-Nouméa, sér. Archives (Sciences de la Mer, Océanographie) n° 5*, 63 p.
- Le Borgne R., Faure V., Raimbault P., Rodier M. (2004) Suivi de l'abondance de *Trichodesmium* spp. (cyanobactéries filamenteuses) et des paramètres du milieu lagunaire en Baie de Sainte-Marie (Nouméa, Nouvelle-Calédonie), 7 octobre - 19 décembre 2003. *Doc. multigr. Centre IRD-Nouméa, sér. Archives (Sciences de la Mer, Océanographie) n° 6*, 50 p.
- Le Borgne, R., Mazzeo, I., Raimbault, P., Rodier, M., Rouchon, C. (2006) Suivi de *Trichodesmium* spp. (cyanobactéries filamenteuses) et des paramètres du milieu lagunaire en baie de Sainte-Marie, Nouméa, Nouvelle-Calédonie. 3 novembre 2004 - 12 avril 2005. *Arch. Sc. Mer IRD/Nouméa* 8, 1-55.
- Le Bouteiller A., Blanchot J., Rodier M. (1992) Size distribution patterns of phytoplankton in the western Pacific : towards a generalization for the tropical ocean. *Deep-Sea Research*, 39, 803-823.
- Mulholland M.R., Bronk D.A., Capone D.G. (2004) Dinitrogen fixation and release of ammonium and dissolved organic nitrogen by *Trichodesmium* IMS101. *Aquatic Microbial Ecology*, 37, 85-94.
- Raimbault P., Slawyk G., Coste B., Fry J. (1990) Feasibility of using an automated colorimetric procedure for the determination of seawater nitrate in the 0 to 100 nM range: examples from field and culture. *Marine Biology*, 104, 347-351.
- Rochelle Newall EJ, Torrétou J-P, Mari X, Pringault O (2008) Phytoplankton-bacterioplankton coupling in a sub-tropical South Pacific coral reef lagoon. *Aquatic Microbial Ecology*, 50, 221-229.
- Rodier M., Le Borgne R. (2008) Population dynamics and environmental conditions affecting *Trichodesmium* spp. (filamentous cyanobacteria) blooms in the south-west lagoon of New Caledonia. *Journal Experimental Marine Biology and Ecology*, 358, 20-32.
- Slawyk G., Collos Y., Auclair J-C. (1977) The use of the ^{13}C and ^{15}N isotopes for the simultaneous measurement of carbon and nitrogen turnover rates in marine phytoplankton. *Limnology Oceanography*, 22, 925-932.
- Slawyk G., Minas M., Collos Y., Legendre L., Roy S. (1984) Comparison of radioactive and stable isotope tracer techniques for measuring photosynthesis: ^{13}C and ^{14}C uptake by marine phytoplankton. *Journal Plankton Research*, 6, 249-257.
- Stewart W.D.P., Fitzgerald G.P., Burris R.H. (1967) *In situ* studies on N_2 fixation using the acetylene reduction technique. *Proceedings National Academy Sciences USA*, 58, 2071-2078.

Strickland J., Parsons T. (1972) A practical handbook of seawater analysis. *Fisheries Research Board Canada Bulletin*, 167, 310p.

Tenorio M.M.B., Le Borgne R., Rodier M., Neveux J. (2005) The impact of terrigenous inputs on the Bay of Ouinné (New Caledonia) phytoplankton communities : a spectrofluorometric and microscopic approach. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 64, 531-545.

Annexe 1. Météorologie à la station de Ouinné (C : calme).

Date	T min °C	T max °C	pluie mm	Pression hP	Vent	HU %
01/01/07	22.4	26.9	20.6	1012.2	C	84
02/01/07	22.0	27.2	6.0	1013.0	C	85
03/01/07	22.3	26.0	15.1	1013.8	C	92
04/01/07	21.4	24.2	11.3	1013.8	C	88
05/01/07	21.4	28.0	24.3	1010.0	SE	80
06/01/07	21.0	30.5	37.0	1006.6	N	77
07/01/07	22.7	24.4	11.1		NW	85
08/01/07	21.0	30.4	0.3	1008.0	N	68
09/01/07	22.5	27.2	40.0	1009.0	W	84
10/01/07	21.6	29.4	0.3	1007.8	C	74
11/01/07	20.9	31.0	(rosée)	1006.0	NW	52
12/01/07	19.3	30.5	4.1 (rosée)	1005.0	SE	55
13/01/07	19.6	29.2	0.4 (rosée)	1006.0	C	65
14/01/07	21.2	28.9	5.1	1007.6	SE	67
15/01/07	20.3	31.7	(rosée)	1008.0	SE	51
16/01/07	22.0	31.6	2.0	1009.4	SE	72
17/01/07	22.0	31.7	2.4	1011.0	SE	74
18/01/07	20.7	30.0	2.5	1012.0	SE, 25 nds	66
19/01/07	20.9	31.7	0.8	1012.0	SE, 25 nds	69
20/01/07	21.4	32.1	(rosée)	1012.0	SE, 25 nds	69
21/01/07	22.8	29.4	5.7	1012.0	SE, 20 nds	72
22/01/07	23.0	28.9	15.6	1013.8	SE, 10 nds	69
23/01/07	21.2	30.3	2.6	1013.0	SE, 25 nds	62
24/01/07	21.4	29.5	2.1	1011.0	E, 15 nds	70
25/01/07	21.3	29.4	(rosée)	1008.8	E, 10 nds	68
26/01/07	21.6	30.0	(rosée)	1008.0	SE, 10 nds	66
27/01/07	21.0	30.4	(rosée)	1007.9	SE, 5 nds	67
28/01/07	22.2	32.0	0.0	1008.0	SE, calme	59
29/01/07	22.9	32.0	0.9 (rosée)	1009.2	calme	60
30/01/07	23.4	30.0	21.5	1011.2	SE, 15 nds	74
31/01/07	22.5	30.8	(rosée)	1011.2	calme	78
01/02/07	23.0	31.1	5.6	1011.4	E	72
02/02/07	23.2	31.2	7.3	1009.7	SE	78
03/02/07	23.0	29.6	5.5	1008.5	SE	78
04/02/07	23.0	32.6	1.8	1007.0	SE	52

Annexe 2. Marées à Thio (h : heure ; m : amplitude ; origine : SHOM).

Date	marée basse		marée haute		Date	marée basse		marée haute	
	h	m	h	m		h	m	h	m
01/01/07	9h55	0.70	4h37	1.10	19/01/07			6h42	1.30
	22h37	0.15	15h45	1.30		12h02	0.70	17h36	1.35
02/01/07	10h54	0.70	5h32	1.25	20/01/07	0h22	0.10	7h22	1.35
	23h24	0.10	16h31	1.30		12h47	0.60	18h21	1.35
03/01/07	11h47	0.70	6h23	1.30	21/01/07	1h04	0.10	8h02	1.40
			17h15	1.30				13h36	0.60
04/01/07	0h12	0.15	7h11	1.30	22/01/07	1h48	0.10	8h43	1.40
	12h35	0.70	17h59	1.25		14h30	0.60	20h02	1.25
05/01/07	0h57	0.15	7h57	1.30	23/01/07	2h33	0.20	9h25	1.40
	13h21	0.70	18h42	1.25		15h27	0.55	21h04	1.20
06/01/07	1h42	0.20	8h40	1.30	24/01/07	3h21	0.30	10h07	1.40
	14h08	0.70	19h27	1.20		16h27	0.50	22h16	1.10
07/01/07	2h24	0.25	9h20	1.30	25/01/07	4h14	0.45	10h53	1.35
	14h56	0.70	20h15	1.15		17h29	0.40	23h38	1.05
08/01/07	3h05	0.30	9h56	1.30	26/01/07	5h13	0.55	11h41	1.30
	15h46	0.70	21h10	1.05		18h33	0.30		
09/01/07	3h46	0.35	10h31	1.30	27/01/07	6h19	0.65	1h10	1.05
	16h39	0.65	22h12	1.00		19h36	0.30	12h35	1.25
10/01/07	4h27	0.45	11h05	1.20	28/01/07	7h31	0.70	2h31	1.10
	17h33	0.60	23h21	0.95		20h38	0.20	13h33	1.20
11/01/07	5h10	0.55	11h41	1.25	29/01/07	8h46	0.70	3h39	1.10
	18h28	0.50				21h35	0.20	14h32	1.20
12/01/07	5h58	0.65	0h33	0.95	30/01/07	9h52	0.70	4h35	1.20
	19h20	0.50	12h30	1.25		22h28	0.20	15h28	1.20
13/01/07	6h54	0.70	1h44	0.95	31/01/07	10h47	0.70	5h23	1.25
	20h09	0.45	13h03	1.20		23h16	0.20	16h20	1.25
14/01/07	7h57	0.75	2h50	1.00	01/02/07	11h35	0.70	6h07	1.25
	20h54	0.35	13h49	1.20		23h59	0.20	17h07	1.25
15/01/07	9h00	0.75	3h48	1.05	02/02/07			6h47	1.25
	21h37	0.30	14h37	1.20		12h18	0.70	17h07	1.25
16/01/07	9h53	0.75	4h37	1.10	03/02/07	0h39	0.20	7h24	1.30
	22h18	0.25	15h24	1.20		13h00	0.70	18h32	1.25
17/01/07	10h38	0.70	5h20	1.20	04/02/07	1h15	0.20	7h58	1.30
	22h59	0.20	16h09	1.25		13h41	0.60	19h13	1.20
18/01/07	11h19	0.70	6h01	1.25					
	23h40	0.15	16h53	1.30					

Annexe 3. Concentrations des sels nutritifs et du carbone organique total (COT)
à la station O.

Date	Z (m)	NH ₄ (μ M)	NO ₂ (μ M)	NO ₃ (μ M)	PSR (μ M)	Si(OH) ₄ (μ M)	COT (mg L ⁻¹)
03/01/07	0	0.193	0.050	0.220	0.075	1.58	0.76
03/01/07	5	0.032	0.027	0.050	0.078	1.69	
03/01/07	10	0.248	0.027	0.084	0.064	1.60	0.55
03/01/07	20	0.073	0.011	0.104	0.053	1.68	
03/01/07	30	0.072	0.026	0.192	0.068	1.57	0.53
05/01/07	0	0.154	0.072	0.297	0.067	2.34	0.76
05/01/07	5	0.095	0.041	0.225	0.059	1.87	
05/01/07	10	0.076	0.049	0.122	0.044	1.75	0.47
05/01/07	20	0.056	0.047	0.078	0.049	1.61	
05/01/07	30	0.091	0.053	0.102	0.059	1.42	0.64
07/01/07	0	0.051	0.062	0.238	0.057	3.75	0.75
07/01/07	5	0.019	0.036	0.145	0.044	1.56	
07/01/07	10	0.013	0.039	0.036	0.032	1.38	0.53
07/01/07	20	0.021	0.041	0.180	0.053	1.17	
07/01/07	30	0.028	0.050	0.264	0.070	1.07	0.63
09/01/07	0	0.064	0.062	0.688	0.030	38.06	1.91
09/01/07	5	0.046	0.070	0.387	0.053	7.27	
09/01/07	10	0.027	0.044	0.153	0.047	1.46	0.69
09/01/07	20	0.029	0.021	0.036	0.046	0.91	
09/01/07	30	0.092	0.060	0.330	0.088	0.87	0.91
11/01/07	0	0.060	0.023	0.038	0.031	3.02	0.79
11/01/07	5	0.037	0.021	0.039	0.043	2.71	
11/01/07	10	0.037	0.030	0.026	0.033	2.57	0.63
11/01/07	20	0.042	0.037	0.051	0.046	1.20	
11/01/07	30	0.056	0.049	0.207	0.077	1.10	1.03
13/01/07	0	0.099	0.052	0.062	0.038	3.26	1.26
13/01/07	5	0.058	0.046	0.042	0.030	2.98	
13/01/07	10	0.059	0.058	0.083	0.042	2.49	0.51
13/01/07	20	0.061	0.044	0.027	0.035	1.98	
13/01/07	30	0.063	0.044	0.039	0.062	1.24	0.60
15/01/07	0	0.098	0.045	0.158	0.028	4.01	0.50
15/01/07	5	0.121	0.063	0.136	0.031	2.94	
15/01/07	10	0.065	0.049	0.128	0.032	2.36	0.49
15/01/07	20	0.056	0.037	0.133	0.038	1.47	
15/01/07	30	0.067	0.057	0.024	0.045	1.37	0.67
17/01/07	0	0.133	0.028	0.039	0.028	0.85	0.65
17/01/07	5	0.119	0.024	0.037	0.032	0.89	
17/01/07	10	0.111	0.030	0.071	0.028	0.86	0.70
17/01/07	20	0.101	0.041	0.013	0.040	0.82	
17/01/07	30	0.092	0.036	0.064	0.041	0.78	
19/01/07	0	0.107	0.011	0.121	0.038	1.14	0.59
19/01/07	5	0.101	0.029	0.031	0.050	1.21	
19/01/07	10	0.103	0.035	0.035	0.048	1.19	0.59
19/01/07	20	0.105	0.033	0.022	0.064	1.12	
19/01/07	30	0.103	0.026	0.035	0.049	1.17	0.60

Annexe 3 (suite)

Date	Z (m)	NH ₄ (μM)	NO ₂ (μM)	NO ₃ (μM)	PSR (μM)	Si(OH) ₄ (μM)	COT mg L ⁻¹
21/01/07	0	0.081				1.20	0.52
21/01/07	5	0.094	0.043	0.102	0.038	1.23	
21/01/07	10	0.095	0.025	0.048	0.024	1.35	0.49
21/01/07	20	0.102	0.028	0.025	0.031	1.36	
21/01/07	30	0.097	0.023	0.032	0.030	1.23	0.93
23/01/07	0	0.135	0.046	0.236	0.041	1.73	0.50
23/01/07	5	0.124	0.052	0.230	0.050	1.79	
23/01/07	10	0.108	0.050	0.045	0.035	1.55	0.64
23/01/07	20	0.115	0.040	0.032	0.039	1.46	
23/01/07	30	0.132	0.033	0.047	0.044	1.30	0.53
25/01/07	0	0.138	0.000	0.077	0.023	1.47	0.59
25/01/07	5	0.122	0.007	0.128	0.036	1.57	
25/01/07	10	0.111	0.006	0.078	0.032	1.29	0.55
25/01/07	20	0.097	0.005	0.030	0.034	0.97	
25/01/07	30	0.100	0.010	0.039	0.042	0.94	0.68
27/01/07	0	0.192	0.020	0.039	0.016	1.52	0.54
27/01/07	5		0.020	0.069	0.020	1.58	
27/01/07	10	0.208	0.012	0.060	0.021	1.47	0.61
27/01/07	20		0.030	0.054	0.049	1.46	
27/01/07	30	0.185	0.028	0.048	0.054	1.14	0.51
29/01/07	0	0.297	0.048	0.379	0.047	2.38	0.48
29/01/07	5	0.203	0.038	0.136	0.021	1.68	
29/01/07	10	0.158	0.033	0.046	0.030	0.99	0.50
29/01/07	20	0.164	0.032	0.036	0.025	0.83	
29/01/07	30	0.188	0.054	0.090	0.055	0.87	0.49
31/01/07	0	0.179	0.063	0.071	0.025	1.78	0.48
31/01/07	5	0.210	0.093	0.053	0.023	1.73	
31/01/07	10	0.184	0.091	0.328	0.023	1.47	0.52
31/01/07	20	0.231	0.113	0.209	0.027	0.84	
31/01/07	30	0.218	0.077	0.061	0.054	0.85	0.78
01/02/07	0	0.152	0.053	0.016	0.000	1.77	0.49
01/02/07	5	0.139	0.057	0.042	0.004	1.77	
01/02/07	10	0.142	0.056	0.140	0.008	1.71	0.54
01/02/07	20	0.158	0.068	0.099	0.036	0.94	
01/02/07	30	0.173	0.071	0.028	0.068	0.83	0.45
03/02/07	0	0.167	0.014	0.056	0.019	1.42	0.51
03/02/07	5	0.169	0.008	0.033	0.017	1.42	
03/02/07	10	0.138	0.005	0.032	0.010	1.28	0.52
03/02/07	20	0.150	0.000	0.024	0.011	0.92	
03/02/07	30	0.142	0.009	0.031	0.047	0.94	0.50

Annexe 4. Concentrations ($\mu\text{g L}^{-1}$) en chlorophylle "a" à la station O dans les deux classes de tailles du phytoplancton et dans le total. Importance de la classe de taille >20 μm par rapport au total.

Date	Heure	Z	<20 μm	>20 μm	Total	%>20 μm /total
03/01/07	10:56	0	0.550	0.027	0.577	4.6
03/01/07	10:56	5	0.527	0.025	0.551	4.4
03/01/07	10:56	10	0.503	0.009	0.512	1.7
03/01/07	10:56	20	0.499	0.016	0.515	3.2
03/01/07	10:56	30	0.575	0.019	0.594	3.1
05/01/07	08:30	0	0.501	0.016	0.517	3.0
05/01/07	08:30	5	0.519	0.027	0.545	4.9
05/01/07	08:30	10	0.516	0.018	0.533	3.3
05/01/07	08:30	20	0.597	0.023	0.619	3.6
05/01/07	08:30	30	0.628	0.022	0.650	3.3
07/01/07	08:30	0	0.518	0.019	0.536	3.5
07/01/07	08:30	5	0.503	0.011	0.515	2.2
07/01/07	08:30	10	0.449	0.011	0.459	2.3
07/01/07	08:30	20	0.770	0.018	0.789	2.3
07/01/07	08:30	30	0.875	0.016	0.891	1.8
09/01/07	08:30	0	0.291	0.015	0.306	4.9
09/01/07	08:30	5	0.718	0.011	0.729	1.6
09/01/07	08:30	10	0.641	0.008	0.649	1.3
09/01/07	08:30	20	0.666	0.008	0.674	1.2
09/01/07	08:30	30	0.813	0.013	0.826	1.5
11/01/07	08:10	0	0.239	0.028	0.267	10.4
11/01/07	08:10	5	0.282	0.008	0.291	2.8
11/01/07	08:10	10	0.318	0.010	0.328	3.0
11/01/07	08:10	20	0.619	0.008	0.627	1.3
11/01/07	08:10	30	1.057	0.017	1.074	1.6
13/01/07	07:56	0	0.430	0.041	0.471	8.8
13/01/07	07:56	5	0.168	0.014	0.182	7.8
13/01/07	07:56	10	0.373	0.008	0.382	2.2
13/01/07	07:56	20	0.356	0.007	0.362	1.8
19/01/07	07:56	30	0.834	0.012	0.846	1.4
15/01/07	07:55	0	0.437	0.009	0.446	2.0
15/01/07	07:55	5	0.246	0.011	0.257	4.4
15/01/07	07:55	10	0.267	0.015	0.282	5.3
15/01/07	07:55	20	0.321	0.011	0.333	3.4
15/01/07	07:55	30	0.545	0.008	0.554	1.5
17/01/07	08:35	0	0.328	0.092	0.420	21.9
17/01/07	08:35	5	0.292	0.081	0.373	21.7
17/01/07	08:35	10	0.311	0.078	0.389	20.0
17/01/07	08:35	20	0.337	0.083	0.420	19.8
17/01/07	08:35	30	0.357	0.056	0.412	13.5
19/01/07	09:00	0	0.329	0.144	0.473	30.5
19/01/07	09:00	5	0.371	0.144	0.515	28.0
19/01/07	09:00	10	0.440	0.085	0.525	16.2
19/01/07	09:00	20	0.376	0.093	0.469	19.9

Annexe 4 (suite)

Date	Heure	Z	<20µm	>20µm	Total	%>20µm/total
21/01/07	09:20	0	0.384	0.089	0.473	18.9
21/01/07	09:20	5	0.281	0.053	0.334	15.8
21/01/07	09:20	10	0.348	0.091	0.440	20.8
21/01/07	09:20	20	0.364	0.113	0.477	23.7
21/01/07	09:20	30	0.312	0.105	0.417	25.2
23/01/07	09:15	0	0.308	0.065	0.374	17.5
23/01/07	09:15	5	0.284	0.032	0.317	10.2
23/01/07	09:15	10	0.383	0.059	0.442	13.3
23/01/07	09:15	20	0.388	0.090	0.478	18.8
23/01/07	09:15	30		0.033	0.033	
25/01/07	08:45	0	0.191	0.014	0.205	7.0
25/01/07	08:45	5	0.235	0.010	0.245	3.9
25/01/07	08:45	10	0.271	0.011	0.282	4.0
25/01/07	08:45	20	0.334	0.017	0.352	4.9
25/01/07	08:45	30	0.338	0.010	0.349	2.9
27/01/07	07:50	0	0.182	0.068	0.251	27.2
27/01/07	07:50	5	0.313	0.010	0.323	3.2
27/01/07	07:50	10	0.280	0.016	0.296	5.3
27/01/07	07:50	20	0.300	0.007	0.307	2.3
27/01/07	07:50	30	0.449	0.006	0.454	1.3
29/01/07	08:20	0	0.156	0.014	0.169	8.1
29/01/07	08:20	5	0.152	0.007	0.159	4.5
29/01/07	08:20	10	0.148	0.006	0.154	3.8
29/01/07	08:20	20	0.174	0.004	0.178	2.1
29/01/07	08:20	30	0.392	0.010	0.402	2.5
31/01/07	08:10	0	0.300	0.012	0.312	3.8
31/01/07	08:10	5	0.275	0.024	0.299	8.0
31/01/07	08:10	10	0.244	0.011	0.255	4.4
31/01/07	08:10	20	0.388	0.010	0.399	2.6
31/01/07	08:10	30	0.516	0.010	0.527	1.9
01/02/07	08:15	0	0.252	0.025	0.277	9.1
01/02/07	08:15	5	0.221	0.020	0.240	8.1
01/02/07	08:15	10	0.293	0.018	0.311	5.7
01/02/07	08:15	20	0.293	0.013	0.305	4.2
01/02/07	08:15	30	0.595	0.011	0.605	1.8
03/02/07	08:20	0	0.332	0.037	0.369	10.0
03/02/07	08:20	5	0.299	0.012	0.311	3.8
03/02/07	08:20	10	0.233	0.010	0.243	4.1
03/02/07	08:20	20	0.241	0.009	0.250	3.7
03/02/07	08:20	30	0.345	0.011	0.356	3.2

Annexe 5. Concentrations de *Trichodesmium spp.* et pourcentages des trichomes en colonies par rapport au total. Résultats obtenus par comptages en microscopie inversée sur un volume moyen échantillonné de 5.74 L.

Date	Heure	Z	trichomes libres L ⁻¹		nombre de colonies L ⁻¹				Total trichomes L ⁻¹			trich en colo/ total (%)
			<i>T. eryt</i>	<i>T. thieb</i>	fagot	touffe	fagot	touffe	libres	en colo	lib et colo	
					<i>T. erythraeum</i>		<i>T. thiebautii</i>					
04/01/07	10:55	0	0.17	5.6	0.0	0.0	0.9	0.0	5.7	3.8	9.6	40.0
04/01/07	10:55	5	2.96	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0
04/01/07	10:55	10	1.39	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	4.5	0.0
04/01/07	10:55	20	0.17	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	1.4	0.0
05/01/07	08:30	0	0.52	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	2.1	0.0
05/01/07	08:30	5	0.87	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	1.0	1.2	2.3	53.8
05/01/07	08:30	10	0.00	0.7	0.0	0.0	0.2	0.0	0.7	1.9	2.6	73.3
07/01/07	08:30	0	0.00	15.3	0.0	0.0	1.6	0.0	15.3	10.1	25.4	39.7
07/01/07	08:30	5	0.00	1.7	0.0	0.0	0.3	0.0	1.7	2.1	3.8	54.5
07/01/07	08:30	10	0.00	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0
07/01/07	08:30	20	0.00	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0
09/01/07	08:30	0	0.00	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0	3.8	0.0
09/01/07	08:30	5	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
09/01/07	08:30	10	0.00	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0
09/01/07	08:30	20	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
09/01/07	08:30	30	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
11/01/07	08:10	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
11/01/07	08:10	5	0.00	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0
11/01/07	08:10	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.7	0.7	100.0
11/01/07	08:10	20	0.00	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.3	0.0
11/01/07	08:10	30	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
13/01/07	08:00	0	0.17	71.1	0.0	0.0	3.3	0.0	71.3	11.8	83.1	14.3
13/01/07	08:00	5	0.17	13.6	0.0	0.0	2.4	0.0	13.8	12.7	26.5	48.0
13/01/07	08:00	10	0.00	1.2	0.0	0.0	0.3	0.0	1.2	0.9	2.1	41.7

Annexe 5 (suite)

Date	Heure	Z	trichomes libres L ⁻¹		nombre de colonies L ⁻¹				Total trichomes L ⁻¹			trich en colo/ total (%)
			<i>T. eryt</i>	<i>T. thieb</i>	fagot	touffe	fagot	touffe	libres	en colo	lib et colo	
					<i>T. erythraeum</i>		<i>T. thiebautii</i>					
13/01/07	08:00	20	0.00	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	2.1	2.1	100.0
13/01/07	08:00	30	0.00	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
15/01/07	07:55	0	0.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0
15/01/07	07:55	5	0.17	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.0
15/01/07	07:55	10	0.00	23.5	0.0	0.0	0.3	0.5	23.5	10.5	34.0	30.8
15/01/07	07:55	20	0.00	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	2.8	0.0
15/01/07	07:55	30	0.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0
17/01/07	08:35	0	0.35	268.6	0.2	0.2	1.2	0.9	269.0	39.5	308.5	12.8
17/01/07	08:35	5	0.87	334.5	0.9	0.0	1.6	1.2	335.4	53.5	388.9	13.8
17/01/07	08:35	10	1.57	120.0	0.0	0.0	1.7	0.7	121.6	48.6	170.2	28.6
17/01/07	08:35	20	1.22	139.0	0.0	0.0	1.4	1.0	140.2	41.1	181.4	22.7
17/01/07	08:35	30	1.39	246.7	0.0	0.0	0.2	0.7	248.1	11.3	259.4	4.4
19/01/07	09:00	0	10.28	1053.8	0.2	0.0	1.2	1.6	1064.1	81.7	1145.8	7.1
19/01/07	09:00	5	0.17	1018.1	0.0	0.0	1.7	1.7	1018.3	122.0	1140.2	10.7
19/01/07	09:00	10	0.35	901.6	0.0	0.0	0.9	1.7	901.9	62.9	964.8	6.5
19/01/07	09:00	20	2.26	503.0	0.3	0.0	1.0	1.7	505.2	75.1	580.3	12.9
19/01/07	09:00	30	4.18	527.4	0.3	0.2	3.0	1.6	531.5	70.9	602.4	11.8
21/01/07	09:20	0	1.22	519.5	0.0	0.0	1.6	2.4	520.7	66.9	587.6	11.4
21/01/07	09:20	5	1.05	323.7	0.0	0.2	1.4	0.9	324.7	46.7	371.4	12.6
21/01/07	09:20	10	0.35	226.7	0.0	0.0	2.4	2.1	227.0	30.1	257.1	11.7
21/01/07	09:20	20	1.22	352.6	0.2	0.0	1.0	0.9	353.8	26.0	379.8	6.8
21/01/07	09:20	30	1.05	114.3	0.0	0.0	0.7	0.2	115.3	5.2	120.6	4.3
23/01/07	09:15	0	0.52	291.5	0.0	0.0	5.4	1.2	292.0	50.2	342.2	14.7
23/01/07	09:15	5	1.57	302.8	0.0	0.0	1.6	1.2	304.4	44.1	348.4	12.7

Annexe 5 (suite)

Date	Heure	Z	trichomes libres L ⁻¹		nombre de colonies L ⁻¹				Total trichomes L ⁻¹			trich en colo/ total (%)
			<i>T. eryt</i>	<i>T. thieb</i>	fagot	touffe	fagot	touffe	libres	en colo	lib et colo	
					<i>T. erythraeum</i>	<i>T. thiebautii</i>						
23/01/07	09:15	10	1.39	373.0	0.0	0.3	4.5	2.6	374.4	76.8	451.2	17.0
23/01/07	09:15	20	0.17	179.8	0.2	0.0	2.4	0.3	180.0	27.7	207.7	13.3
23/01/07	09:15	30	0.35	75.4	0.0	0.0	0.2	0.0	75.8	2.8	78.6	3.5
25/01/07	08:45	0	0.00	85.9	0.0	0.0	0.2	0.0	85.9	4.2	90.1	4.6
25/01/07	08:45	5	0.35	44.4	0.0	0.0	0.3	0.0	44.8	1.4	46.2	3.0
25/01/07	08:45	10	0.52	34.0	0.0	0.0	0.3	0.0	34.5	0.9	35.4	2.5
25/01/07	08:45	20	0.00	21.8	0.0	0.0	0.0	0.0	21.8	0.0	21.8	0.0
25/01/07	08:45	30	0.00	10.8	0.0	0.0	0.0	0.0	10.8	0.0	10.8	0.0
27/01/07	07:50	0	3.14	231.2	0.3	0.0	1.4	0.7	234.3	36.2	270.6	13.4
27/01/07	07:50	5	0.00	39.9	0.0	0.0	0.2	0.0	39.9	2.8	42.7	6.5
27/01/07	07:50	10	0.35	9.2	0.0	0.0	0.0	0.0	9.6	0.0	9.6	0.0
27/01/07	07:50	20	0.52	15.7	0.0	0.0	0.0	0.0	16.2	0.0	16.2	0.0
27/01/07	07:50	30	0.35	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0	3.8	0.0
29/01/07	08:20	0	0.35	149.8	0.0	0.0	0.0	1.4	150.2	32.8	182.9	17.9
29/01/07	08:20	5	0.17	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	0.0	7.1	0.0
29/01/07	08:20	10	1.05	16.2	0.0	0.0	0.3	0.0	17.2	10.1	27.4	36.9
29/01/07	08:20	20	0.00	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	3.1	0.0
29/01/07	08:20	30	0.17	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	0.0	4.2	0.0
31/01/07	08:10	0	0.52	19.7	0.2	0.0	0.0	0.2	20.2	3.1	23.3	13.4
31/01/07	08:10	5	0.35	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	2.3	0.0
31/01/07	08:10	10	0.87	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8	0.0	7.8	0.0
31/01/07	08:10	20	0.00	1.9	0.0	0.0	0.0	0.2	1.9	5.9	7.8	75.6
31/01/07	08:10	30	0.00	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0
01/02/07	08:15	0	0.52	62.7	0.0	0.0	0.2	0.0	63.2	1.6	64.8	2.4
01/02/07	08:15	5	0.35	45.3	0.2	0.0	1.0	0.0	45.6	6.3	51.9	12.1

Annexe 5 (suite)

Date	Heure	Z	trichomes libres L ⁻¹		nombre de colonies L ⁻¹				Total trichomes L ⁻¹			trich en colo/ total (%)
			<i>T. eryt</i>	<i>T. thieb</i>	fagot	touffe	fagot	touffe	libres	en colo	lib et colo	
					<i>T. erythraeum</i>	<i>T. thiebautii</i>						
01/02/07	08:15	10	0.00	33.6	0.0	0.0	0.2	0.5	33.6	7.5	41.1	18.2
01/02/07	08:15	20	0.00	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	2.1	0.0
01/02/07	08:15	30	0.17	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0
03/02/07	08:20	0	1.39	3.8	0.0	0.0	0.2	0.0	5.2	0.5	5.7	9.1
03/02/07	08:20	5	0.52	18.8	0.0	0.0	0.0	0.0	19.3	0.0	19.3	0.0
03/02/07	08:20	10	0.00	9.9	0.0	0.0	0.0	0.2	9.9	4.7	14.6	32.1
03/02/07	08:20	20	0.35	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0	3.8	0.0
03/02/07	08:20	30	0.52	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	1.4	0.0

Annexe 6. Volumes moyens (en μm^3) des trichomes libres et en colonies (touffes et fagots) à la station O. Le volume moyen de la dernière colonne s'applique à l'ensemble des trichomes libres et en colonies d'une même espèce.

Date		Vol. moyen libres	Vol. moyen en touffes	Vol. moyen en fagots	volume moyen		Vol. moyen libres	Vol. moyen en touffes	Vol. moyen en fagots	volume moyen
04/01/07	<i>T. erythraeum</i>	40644			40644	21/01/07	<i>T. erythraeum</i>			38739
04/01/07	<i>T. thiebautii</i>	17003		23607	18732	21/01/07	<i>T. thiebautii</i>	56717	26170	34424
05/01/07	<i>T. erythraeum</i>	128743			128743	23/01/07	<i>T. erythraeum</i>		44221	39437
05/01/07	<i>T. thiebautii</i>	32122		16634	23129	23/01/07	<i>T. thiebautii</i>	22454	29706	21585
07/01/07	<i>T. erythraeum</i>					25/01/07	<i>T. erythraeum</i>			62276
07/01/07	<i>T. thiebautii</i>	26108		264063	55331	25/01/07	<i>T. thiebautii</i>		11800	12751
09/01/07	<i>T. erythraeum</i>					27/01/07	<i>T. erythraeum</i>		55194	72327
09/01/07	<i>T. thiebautii</i>	14855			14855	27/01/07	<i>T. thiebautii</i>	26743	20895	24239
11/01/07	<i>T. erythraeum</i>					29/01/07	<i>T. erythraeum</i>			22789
11/01/07	<i>T. thiebautii</i>	36785		10058	21513	29/01/07	<i>T. thiebautii</i>	39680	7204	20732
13/01/07	<i>T. erythraeum</i>					31/01/07	<i>T. erythraeum</i>		15421	23288
13/01/07	<i>T. thiebautii</i>	19146		28185	21892	31/01/07	<i>T. thiebautii</i>	33970		19831
15/01/07	<i>T. erythraeum</i>	44691			44691	01/02/07	<i>T. erythraeum</i>			28056
15/01/07	<i>T. thiebautii</i>	24855	23736	32053	25125	01/02/07	<i>T. thiebautii</i>	14283	23913	14954
17/01/07	<i>T. erythraeum</i>	60933		29267	26882	03/02/07	<i>T. erythraeum</i>			25245
17/01/07	<i>T. thiebautii</i>	18541	35593	20658	26540	03/02/07	<i>T. thiebautii</i>		9362	12096
19/01/07	<i>T. erythraeum</i>	23939		25257	24431					
19/01/07	<i>T. thiebautii</i>	28371	33365	73951	3738					
Moyennes générales	<i>T. erythraeum</i>	61438		34887	44426	Ecart-type	<i>T. erythraeum</i>		14343	29632
	<i>T. thiebautii</i>	20079	31837	39883	21851		<i>T. thiebautii</i>	7485	12192	64017
										11002

Annexe 7 : Composition en carbone (Cp) et azote (Np) du matériel particulaire et taux de fixation de carbone (uptake de ^{13}C) à la station O. Valeurs mesurées en fin d'incubation sur les deux classes de tailles (< et > 20 μm) ou le total. Les taux d'assimilation de carbone correspondent aux taux mesurés pendant la durée d'incubation, T. Méthode par double marquage isotopique $^{13}\text{C}/^{15}\text{N}$. Les données d'assimilation de ^{15}N ne sont malheureusement pas exploitables.

Date	Z (m)	Fraction	T (h)	forme de ^{15}N ajouté	Np (μM)	Cp (μM)	Cp/Np (mol/mol)	$\rho_{\text{DI}}^{13}\text{C}$ ($\text{mgC m}^{-3}\text{T}^{-1}$)	$\rho_{\text{DI}}^{13}\text{C}$ %>20 μm
11/1/07	0	total	20.75	$^{15}\text{NO}_3, ^{15}\text{NH}_4$	0.88	8.98	10.24	4.75	36
11/1/07	0	>20 μm	20.75	$^{15}\text{NO}_3, ^{15}\text{NH}_4$	0.11	1.54	14.30	1.70	
13/1/07	0	total	21.75	$^{15}\text{NO}_3, ^{15}\text{NH}_4$	1.03	16.11	15.65	8.96	33
13/1/07	0	>20 μm	21.75	$^{15}\text{NO}_3, ^{15}\text{NH}_4$	0.09	0.95	11.13	2.98	
16/1/07	Slick Pourina	total	18.08	$^{15}\text{NO}_3$			9.27		
16/1/07	Slick Pourina	total	18.08	$^{15}\text{NH}_4$			8.05		
16/1/07	Slick Pourina	total	18.08	sans ajout			5.85		
17/1/07	0	>20 μm	20.42	$^{15}\text{NO}_3$	0.26	2.68	10.36	5.31	12
17/1/07	0	<20 μm	20.42	$^{15}\text{NO}_3$	1.08	10.38	9.64	39.39	
17/1/07	5	>20 μm	20.42	$^{15}\text{NO}_3$	0.20	2.32	11.48	2.15	23
17/1/07	5	<20 μm	20.42	$^{15}\text{NO}_3$	0.74	8.47	11.43	7.02	
19/1/07	0	>20 μm	19.45	$^{15}\text{NO}_3$	0.31	3.39	10.81	3.61	35
19/1/07	0	<20 μm	19.45	$^{15}\text{NO}_3$	1.14	11.82	10.37	6.69	

Annexe 7 (suite)

Date	Z (m)	Fraction	T (h)	forme de ¹⁵ N ajouté	Np (μM)	Cp (μM)	Cp/Np (mol/mol)	ρ _{DI} ¹³ _c (mgC m ⁻³ T ⁻¹)	ρ _{DI} ¹³ _c %>20μm
21/1/07	0	>20 μm	19.30	¹⁵ NO ₃	0.25	2.68	10.68	3.19	32
21/1/07	0	<20 μm	19.30	¹⁵ NO ₃	0.65	7.07	10.90	6.77	
21/1/07	slick baie	total	20.25	¹⁵ NO ₃			10.17		
23/1/07	0	>20 μm	19.67	¹⁵ NO ₃	0.08	1.15	14.11	1.06	15
23/1/07	0	<20 μm	19.67	¹⁵ NO ₃	0.61	6.54	10.64	6.02	
23/1/07	0	<20 μm	19.67	¹⁵ NH ₄	1.37	13.62	9.93	7.72	
25/1/07	0	>20 μm	19.42	¹⁵ NO ₃	0.06	1.02	15.94	1.21	13
25/1/07	0	<20 μm	19.42	¹⁵ NO ₃	0.56	4.66	8.31	8.10	
25/1/07	0	>20 μm	19.42	¹⁵ NH ₄	0.06	0.60	9.71	1.46	19
25/1/07	0	<20 μm	19.42	¹⁵ NH ₄	1.40	14.73	10.55	6.40	
27/1/07	0	total	21.50	¹⁵ NO ₃	0.74	6.01	8.07	29.62	
27/1/07	5	total	21.50	¹⁵ NO ₃	1.10	10.71	9.77	9.19	
27/1/07	10	total	21.50	¹⁵ NO ₃	1.63	15.48	9.48	7.78	
29/1/07	0	total	20.75	¹⁵ NH ₄	2.67	25.49	9.56	15.40	
29/1/07	5	total	20.75	¹⁵ NH ₄	0.59	5.97	10.11	2.93	
29/1/07	10	total	20.75	¹⁵ NH ₄	1.09	9.84	9.01	4.09	

Annexe 7 (suite)

Date	Z (m)	Fraction	T (h)	forme de ¹⁵ N ajouté	Np (μM)	Cp (μM)	Cp/Np (mol/mol)	ρ _{DI} ¹³ _C (mgC m ⁻³ T ⁻¹)	ρ _{DI} ¹³ _C %>20μm
31/1/07	0	>20 μm	21.33	¹⁵ NO ₃	0.06	0.88	15.35	1.75	17
31/1/07	0	<20 μm	21.33	¹⁵ NO ₃	0.70	8.10	11.61	8.42	
31/1/07	0	>20 μm	21.33	¹⁵ NH ₄	0.04	0.50	12.04	0.70	17
31/1/07	0	<20 μm	21.33	¹⁵ NH ₄	1.05	11.45	10.94	3.50	
1/2/07	0	total	20.33	¹⁵ NO ₃	2.48	24.64	9.93	16.97	
1/2/07	0	total	20.33	¹⁵ NH ₄	1.02	8.32	8.12	16.05	
3/2/07	0	total	21.30	¹⁵ NO ₃	1.28	18.76	14.63	42.35	
3/2/07	0	total	21,3	¹⁵ NH ₄	1.52	12.18	8.00	34.95	

Annexe 8: Taux de réduction d'acétylène (TRA) et de fixation d'azote (N₂) à la station 0, mesurés par la méthode à l'acétylène. Les taux de fixation d'azote sont calculés à partir des taux TRA en utilisant le rapport théorique C₂H₂/N₂ =4. La fraction > 20µm a été concentrée à l'aide du dispositif décrit Figure 2. Les incubations ont été réalisées dans des flacons de 610 mL les deux premiers jours et dans des flacons de 175 mL, les jours suivants. Chl inc. = concentration en chlorophylle de l'échantillon en fin d'incubation.

Date	Z (m)	Fraction	Vol éch. (L)	t ₀	t _f	dt (h)	Chl inc. (µg)	C ₂ H ₄ (nmole)	TRA (nmolC ₂ H ₄ µgChl ⁻¹)	Chl milieu (µg L ⁻¹)	TRA (nmolC ₂ H ₄ L ⁻¹ j ⁻¹)	Fixation N ₂ (nmolN ₂ L ⁻¹ j ⁻¹)
13/01/07	0	total	0.4	9:45	18:20	8.6	0.291	0.0	0.0			
				9:45	7:30	21.8	0.291	54.3	186.6	0.471	96.97	24.24
	0	>20 µm	11.48	9:45	18:20	8.6	0.683	79.1	115.8			
				9:45	7:30	21.8	0.683	67.0	98.0	0.041	4.47	1.12
	0	>20 µm	11.48	9:45	18:20	8.6	0.828	38.5	46.5			
				9:45	7:30	21.8	0.828	35.7	43.1	0.041	1.97	0.49
				9:45	18:20	8.6	0.756	60.5	80.1			
					7:30	21.8	0.756	63.1	83.5	0.041	3.81	0.95
16/01/07	0	slick pourina		13:25	18:30	5.1	8.535	1434.1	168.0			
				13:25	7:30	18.1	8.535	1332.2	156.1			
	0	slick pourina		13:25	18:30	5.1	1.116	898.2	804.5			
				13:25	7:30	18.1	1.116	762.8	683.2			
17/01/07	0	>20 µm	11.48	10:50	18:30	7.7	0.832	0.0	0.0			
				10:50	7:15	20.4	0.832	26.2	31.5	0.092	3.42	0.85
	0	<20 µm	0.125	10:50	18:30	7.7	0.052	0.0	0.0			
				10:50	7:15	20.4	0.052	0.0	0.0	0.328	0.00	0.00
	5	>20 µm	11.48	10:50	18:30	7.7	0.630	26.1	41.4			
				10:50	7:15	20.4	0.630	0.0	0.0	0.081	0.00	0.00

Annexe 8 (suite).

Date	Z (m)	Fraction	Vol éch. (L)	t ₀	t _f	dt (h)	Chl inc. (µg)	C ₂ H ₄ (nmole)	TRA (nmolC ₂ H ₄ µgChl ⁻¹)	Chl milieu (µg L ⁻¹)	TRA (nmolC ₂ H ₄ L ⁻¹ j ⁻¹)	Fixation N ₂ (nmolN ₂ L ⁻¹ j ⁻¹)
17/01/07	5	<20 µm	0.125	10:50	18:30	7.7	0.049	0.0	0.0	0.292	0.00	0.00
				10:50	7:15	20.4	0.049	0.0	0.0			
19/01/07	0	>20 µm	5.74	11:30	19:15	7.8	1.066	29.7	27.9	0.144	5.54	1.38
				11:30	7:15	19.8	1.066	33.6	31.6			
	0	<20 µm	0.125	11:30	19:15	7.8	0.029	0.0	0.0	0.329	0.00	0.00
				11:30	7:15	19.8	0.029	0.0	0.0			
	5	>20 µm	5.74	11:30	19:15	7.8	0.726	0.0	0.0	0.144	5.59	1.40
				11:30	7:15	19.8	0.726	23.2	31.9			
5	<20 µm	0.125	11:30	19:15	7.8	0.048	0.0	0.0	0.371	0.00	0.00	
			11:30	7:15	19.8	0.048	0.0	0.0				
21/01/07	0	>20 µm	5.74	11:45	19:00	7.3	1.371	13.7	10.0	0.089	1.26	0.32
				11:45	7:15	19.5	1.371	15.7	11.5			
	0	<20 µm	0.125	11:45	19:00	7.3	0.037	0.0	0.0	0.384	0.00	0.00
				11:45	7:15	19.5	0.037	0.0	0.0			
22/01/07	0	slick baie		10:45	19:00	8.3	9.839	204.0	20.7			
				10:45	7:00	20.3	9.839	160.5	16.3			
23/01/07	0	>20 µm	11.48	11:30	18:40	7.2	0.473	12.3*	26.1*	0.065	0.00	0.00
				11:30	7:10	19.7	0.473	0.0	0.0			
	0	<20 µm	0.125	11:30	18:40	7.2	0.052	0.0	0.0	0.788	0.00	0.00
				11:30	7:10	19.7	0.052	0.0	0.0			
25/01/07	0	>20 µm	11.48	10:50	18:45	7.9	0.318	14.6*	46.0*	0.014	0.00	0.00
				10:50	6:15	19.4	0.318	0.0	0.0			
	0	<20 µm	0.125	10:50	18:45	7.9	0.059	0.0	0.0	0.191	0.00	0.00
				10:50	6:15	19.4	0.059	0.0	0.0			

Annexe 8 (suite).

Date	Z	Fraction	Vol éch.	t ₀	t _f	dt	Chl inc.	C ₂ H ₄	TRA	Chl milieu	TRA	Fixation N ₂	
	(m)		(L)			(h)	(µg)	(nmole)	(nmolC ₂ H ₄ µgChl ⁻¹)	(µg L ⁻¹)	(nmolC ₂ H ₄ L ⁻¹ j ⁻¹)	(nmolN ₂ L ⁻¹ j ⁻¹)	
27/01/07	0	>20 µm	11.48	10:00	18:45	8.8	1.115	88.4	79.3	0.182	56.90	14.23	
				10:00	7:30	21.5	1.115	311.6	279.5				
	5	>20 µm	10.87	10:00	18:45	8.8	0.237	13.3	55.9	0.010	0.75	0.19	
				10:00	7:30	21.5	0.237	15.5	65.5				
	0	slick baie			10:00	18:45	8.8	2.948	190.4	64.6			
					10:00	7:30	21.5	2.948	189.0	64.1			
0	slick haut fond			10:00	18:45	8.8	0.338	540.7	1600.7				
				10:00	7:30	21.5	0.338	487.4	1443.1				
29/01/07	0	>20 µm	11.48	10:30	18:50	8.3	0.304	0.0	0.0	0.014	0.00	0.00	
				10:30	7:15	20.8	0.304	0.0	0.0				
	5	>20 µm	11.48	10:30	18:50	8.3	0.104	0.0	0.0	0.007	0.00	0.00	
				10:30	7:15	20.8	0.104	0.0	0.0				
31/01/07	0	>20 µm	11.48	10:10	18:45	8.6	0.303	0.0	0.0	0.012	0.00	0.00	
				10:10	7:20	21.2	0.303	0.0	0.0				
		<20 µm	0.125	10:10	18:45	8.6	0.064	0.0	0.0	0.300	0.00	0.00	
				10:10	7:20	21.2	0.064	0.0	0.0				
01/02/07	0	>20 µm	22.96	10:00	14:00	4.0	0.217	0.0	0.0	0.025	4.99	1.25	
				10:00	18:45	8.8	0.217	38.3	176.6				
				10:00	6:10	20.2	0.217	36.0	165.6				
03/02/07	0	>20 µm	22.96	9:45	14:30	4.8	0.687	0.0	0.0	0.037	0.00	0.00	
				9:45	18:45	9.0	0.687	0.0	0.0				
				9:45	7:30	21.8	0.687	0.0	0.0				

* Valeurs en limite de détection

Annexe 9. Concentrations par litre des principaux taxons dénombrés en microscopie inversée (échantillons prélevés à 5m). Ch.: *Chaetoceros*; Rh. *Rhizosolenia*; Th.: *Thalassiosira*; St. *Stephanopyxis*; Cos.: *Coscinodiscus*; As. *Asterolampra*; Nit.: *Nitzschia*; Ast.: *Asterionella*; Tx.: *Thalassiotrix*; Thal. *Thalassionema*; Fragil.: diverses *Fragilariinae*; Pen.: Pennées; Pro: *Prorocentrum*; Rad/Acant: Radiolaires/Acanthaires; Tint: Tintinnides; Cops: Copépodes; Msetella: *Macro-* et *Microsetella* (Cops); Gastéro: Gastéropodes; l. d'Echino: larves d'Echinodermes; l. Annélid: larves d'Annélides; Append.: Appendiculaires; l. Crust.: larves de crustacés.

date	Diatomées											
	Ch.	Rh.	Th.	St.	Cos.	As.	Nit	Ast.	Tx.	Thal.	Fragil.	Pen
04/01/07	52.61	98.95	2.44	0.00	4.18	2.09	12.20	0.70	7.32	1.74	3.14	5.23
05/01/07	29.97	62.37	0.87	0.00	2.09	0.87	4.01	0.52	1.92	0.17	2.61	3.48
13/01/07	44.77	26.66	1.39	0.35	3.83	0.35	7.49	0.35	45.99	3.66	1.74	2.09
17/01/07	7.67	4.88	1.05	0.35	2.79	0.35	86.76	0.00	1.39	0.35	1.74	5.05
19/01/07	17.77	4.88	1.39	0.00	5.23	0.00	25.44	0.00	0.35	0.35	2.44	5.23
21/01/07	9.93	5.75	1.57	0.70	2.26	0.00	61.85	0.17	0.70	0.17	2.96	7.14
23/01/07	12.54	4.53	5.57	0.52	2.44	0.35	47.39	0.00	0.35	0.17	4.18	5.75
25/01/07	20.91	7.14	1.92	0.17	2.09	0.17	18.64	0.52	0.52	0.35	2.79	5.75
27/01/07	8.54	2.79	0.87	0.00	1.92	0.00	9.23	0.00	0.70	0.00	1.74	3.48
29/01/07	26.48	14.29	0.70	0.17	1.22	0.00	18.64	0.00	0.70	0.00	1.57	4.70
31/01/07	167.25	23.87	2.09	0.35	4.70	0.17	16.90	0.00	2.96	0.70	0.35	2.26
01/02/07	202.09	30.14	1.05	0.00	3.48	0.00	6.27	0.00	3.31	0.35	0.87	1.92
03/02/07	186.41	28.05	2.44	0.52	2.96	0.17	11.32	1.92	2.26	0.00	0.17	3.14

Annexe 9 (suite)

date	Dinoflagellés						zooplancton					
	Ceratium	Pyrocystis	Peridinium	Dinophysis	Pro.	Divers	Rad./Acant.	Tint.	Cops	Msetella	Gastéro	nauplii
04/01/07	4.53	0.70	2.79	0.70	1.39	0.35	1.92	12.54	1.22	0.00	0.17	24.39
05/01/07	4.18	0.70	2.09	1.05	1.05	1.05	1.92	6.10	3.83	0.00	0.17	23.00
13/01/07	28.57	0.35	2.79	0.35	1.05	0.52	0.70	24.04	0.70	0.00	0.52	9.76
17/01/07	14.46	0.87	5.23	0.70	4.36	5.05	1.05	4.36	2.09	0.00	0.17	10.45
19/01/07	10.80	0.17	11.15	0.70	4.53	3.83	0.87	21.60	2.26	0.17	0.35	17.77
21/01/07	9.23	0.35	6.62	0.00	4.36	1.74	0.87	8.54	0.70	0.17	0.17	14.46
23/01/07	11.85	0.70	7.32	0.35	5.57	2.79	0.87	17.77	1.05	0.00	0.35	16.55
25/01/07	8.54	0.52	4.88	0.17	2.09	1.92	1.05	15.68	0.35	0.00	0.35	12.54
27/01/07	14.98	0.35	3.48	0.70	1.92	1.05	0.70	12.54	0.70	0.00	0.00	5.23
29/01/07	8.36	0.00	2.44	0.00	0.52	1.39	0.70	9.93	1.05	0.00	0.70	17.94
31/01/07	7.32	0.17	1.57	0.00	0.52	0.35	0.70	8.36	0.35	0.00	0.00	12.02
01/02/07	4.70	0.17	1.57	0.17	0.35	0.17	0.87	2.79	0.70	0.17	0.17	14.29
03/02/07	4.36	0.00	2.79	0.17	0.35	0.87	1.05	5.23	0.35	0.00	0.00	6.27

date	Zooplancton					
	Cladocères	I. d'Echino	I. Annélid	Append.	I. Crust.	divers
04/01/07	0.00	0.00	0.00	3.14	0.00	0.17
05/01/07	0.00	0.00	0.17	1.57	0.00	0.00
13/01/07	0.00	0.00	0.00	1.05	0.00	0.00
17/01/07	0.00	0.00	0.00	3.14	0.17	0.00
19/01/07	0.00	0.00	0.52	1.05	0.35	0.00
21/01/07	0.00	0.00	0.17	1.92	0.17	0.00
23/01/07	0.00	0.00	0.17	1.92	0.35	0.00
25/01/07	0.00	0.00	0.00	4.01	0.00	0.00
27/01/07	0.00	0.00	0.17	2.61	0.00	0.00
29/01/07	0.00	0.00	0.35	3.31	0.00	0.00
31/01/07	0.00	0.00	0.00	5.05	0.00	0.17
01/02/07	0.00	0.00	0.00	1.39	0.00	0.00
03/02/07	0.00	0.00	0.00	1.05	0.00	0.00

Annexe10. Evolution temporelle des concentrations de sels nutritifs et de Chlorophylle a dans le mésocosme.

Date	N°	Heure	NH ₄ μM	NO ₂ μM	NO ₃ μM	PSR μM	Si(OH) ₄ μM	Chlorophylle a (μg/L)		
								<20μm	>20μm	totale
17/1/07	0	16:00								
18/1/07	1	10:00	0.097	0.086	0.091	0.122	21.17	0.573	0.374	0.947
	2	14:00	0.101	0.039	0.267	0.286	4.85	0.751	0.220	0.971
	3	18:15	0.080	0.041	0.056	0.191	7.14	0.740	0.085	0.825
19/1/07	4	10:00	0.135	0.040	0.118	0.031	15.01	0.710	0.223	0.934
	5	18:15	0.186	0.033	0.097	0.100	5.81	0.550	0.386	0.937
20/1/07	6	09:45	0.151	0.027	0.034	0.027	4.15	0.673	0.375	1.048
	7	18:20	0.120	0.047	0.088	0.089	6.97	0.611	0.257	0.868
21/1/07	8	11:00	0.134	0.047	0.027	0.078	21.37	1.485	0.848	2.333
	9	18:30	0.089	0.043	0.037	0.074	24.42	0.926	0.680	1.606
22/1/07	10	09:15	0.195	0.066	0.288	0.083	47.90	1.082	0.921	2.003
	11	18:15	0.196	0.058	0.192	0.120	47.83	1.271	0.030	1.301
23/1/07	12	10:20	0.210	0.049	0.178	0.044	30.38	0.567	0.423	0.990
	13	18:15	0.118	0.048	0.072	0.022	18.14	0.772	0.299	1.070
24/1/07	14	08:15	0.154	0.059	0.281	0.032	45.34	0.641	0.171	0.812
	15	18:00	0.113	0.042	0.023	0.027	11.20	0.636	0.137	0.773
25/1/07	16	10:00	0.095	0.047	0.109			0.524	0.084	0.608

Annexe 11: Résultats des comptages de *Trichodesmium* en microscopie inversée pour l'expérience de mésocosme.

Date	Heure	N°	Vol filtré	<i>T. erythraeum</i> (trichomes L ⁻¹)			<i>T. thiebautii</i> (trichomes L ⁻¹)			% en colonies	<i>T. eryt+thieb</i> Total trichomes L ⁻¹
				libres	en fagots	Total trichomes	libres	en touffes	Total trichomes		
17/1/07	16:30	0	5.74	0	0	0	442	128	655	33	655
18/1/07	10:00	1	5.74	2	8	10	2326	637	3497	33	3507
18/1/07	16:00	3	5.74								
19/1/07	10:30	4	5.74	0	7	7	1707	225	2321	26	2328
19/1/07	18:15	5	5.74								
20/1/07	9:45	6	5.74	2	8	10	2252	273	2680	16	2691
20/1/07	18:20	7	5.74	5	1	6	1546	181	1787	13	1793
21/1/07	11:00	8	5.74	3	9	11	1261	218	1690	25	1701
21/1/07	18:30	9	3.43	2	22	24	1764	1034	3269	46	3293
22/1/07	9:15	10	5.74	3	22	25	2567	1274	5608	54	5633
22/1/07	18:15	11	1.01	156	36	192	7909	2528	13163	40	13355
23/1/07	10:20	12	2	25	11	35	2623	965	4467	41	4502
23/1/07	18:15	13	2	69	18	87	1302	602	2639	51	2726
24/1/07	8:15	14	2	18	0	18	791	181	1273	38	1291
24/1/07	18:00	15	2	6	10	16	212	230	570	63	586

Annexe 12. Volumes moyens des trichomes libres et en colonies (touffes et fagots) de certains prélèvements du mésocosme. Les moyennes sont accompagnées du nombre de données (entre parenthèses), ce dernier étant, dans le cas des touffes et des fagots, le nombre de colonies sur lesquelles ont été mesurées les longueurs et largeurs des trichomes.

Date	N°	Heure	Volumes moyens (μm^3)		
			trich. libres	trich. en touffe	trich. en fagots
17/01/07	0	16:30	22533 (100)	20853 (6)	34483 (4)
19/01/07	4	10:30	19863 (100)	27084 (4)	17633 (4)
20/01/07	6	9:45	19093 (100)	26902 (14)	35027 (11)
20/01/07	7	18:20	19345 (58)	42130 (5)	20659 (3)
21/01/07	8	11:00	19036 (100)	26631 (5)	44828 (5)
22/01/07	10	9:15	17938 (100)	29446 (5)	19123 (4)
22/01/07	11	18:15	18044 (106)	26375 (5)	20936 (8)
Moyenne générale \pm écart-type			19159 \pm 11474	24033 \pm 14556	23758 \pm 17010

Annexe 13 : Composition en carbone (Cp) et azote (Np) du matériel particulaire et taux de fixation de carbone (ρ_C) dans le mésocosme. Valeurs mesurées en fin d'incubation sur les deux classes de tailles (< et > 20 μm) ou le total. Les taux d'assimilation de carbone correspondent aux taux mesurés pendant la durée d'incubation, T. Méthode par double marquage isotopique $^{13}\text{C}/^{15}\text{N}$. Les données d'assimilation de ^{15}N ne sont malheureusement pas exploitables.

Date	N°ech.	Fraction	T (h)	forme de ^{15}N ajouté	Np μM	Cp μM	Cp/Np mol/mol	$\rho_{\text{Di}}^{13}\text{C}$ ($\text{mgC m}^{-3}\text{T}^{-1}$)	$\rho_{\text{Di}}^{13}\text{C}$ % >20 μm
18/01/07	M1	>20 μm	20.0	$^{15}\text{NO}_3$	0.53	6.79	12.9	19.46	46
	M1	<20 μm	20.0	$^{15}\text{NO}_3$	2.17	18.24	8.4	22.93	
	M3	>20 μm	12.0	$^{15}\text{NO}_3$	0.44	4.56	10.3	1.62	28
		<20 μm	12.0	$^{15}\text{NO}_3$	2.04	13.50	6.6	4.18	
19/01/07	M4	>20 μm	19.8	$^{15}\text{NO}_3$	0.39	6.15	15.8	4.91	14
	M4	<20 μm	19.8	$^{15}\text{NO}_3$	1.84	16.67	9.1	30.46	
20/01/07	M6	>20 μm	21.0	$^{15}\text{NO}_3$	0.45	3.94	8.7	10.15	51
	M6	<20 μm	21.0	$^{15}\text{NO}_3$	1.27	10.54	8.3	9.94	
	M7	>20 μm	12.5	$^{15}\text{NH}_4$	1.08	9.87	9.2	3.58	
21/01/07	M8	>20 μm	19.5	$^{15}\text{NO}_3$	0.47	3.69	7.8	8.15	38
	M8	<20 μm	19.5	$^{15}\text{NO}_3$	3.15	28.25	9.0	13.04	
	M8	>20 μm	19.5	$^{15}\text{NH}_4$	0.55	5.60	10.3	4.99	34
		<20 μm	19.5	$^{15}\text{NH}_4$	2.97	27.65	9.3	9.63	
M9	>20 μm	12.3	$^{15}\text{NH}_4$	0.74	7.61	10.3	2.11		
22/01/07	M10	>20 μm	20.3	$^{15}\text{NO}_3$	0.78	6.33	8.1	29.66	70
		<20 μm	20.3	$^{15}\text{NO}_3$	2.07	18.29	8.8	12.99	

Annexe 13 (suite)

Date	N°ech.	Fraction	T (h)	forme de ¹⁵ N ajouté	Np μM	Cp μM	Cp/Np mol/mol	ρ _{DI} ¹³ _C (mgC m ⁻³ T ⁻¹)	ρ _{DI} ¹³ _C % >20μm	
22/01/07	M10	>20μm	20.3	¹⁵ NH ₄	1.03	8.96	8.7	12.39	64	
		<20μm	20.3	¹⁵ NH ₄	2.56	23.35	9.1	7.08		
	M11	>20μm	20.3	¹⁵ NH ₄	1.03	9.87	9.6	3.30	53	
		<20μm	20.3	¹⁵ NH ₄	2.98	31.89	10.7	2.95		
		>20μm	20.3	¹⁵ NO ₃	1.24	13.35	10.8	6.03		40
		< 20μm	20.3	¹⁵ NO ₃	5.70	63.38	11.1	9.07		
23/01/07	M12	>20μm	19.7	¹⁵ NO ₃	0.45	3.59	8.0	8.17	59	
		<20μm	19.7	¹⁵ NO ₃	1.80	20.89	11.6	5.58		
		>20μm	19.7	¹⁵ NH ₄	0.47	4.57	9.7	3.61	15	
		<20μm	19.7	¹⁵ NH ₄	3.74	25.54	6.8	20.47		
	M13	>20μm	12.5	¹⁵ NH ₄	0.33	2.81	8.5	2.05	47	
		>20μm	12.5	¹⁵ NO ₃	0.39	3.51	9.1	2.30		
24/01/07	M14	>20μm	21.6	¹⁵ NO ₃	0.23	2.63	11.5	2.64	5	
		<20μm	21.6	¹⁵ NO ₃	1.36	10.06	7.4	48.37		
		>20μm	21.6	¹⁵ NH ₄	0.19	2.14	11.1	2.08	5	
		<20μm	21.6	¹⁵ NH ₄	1.99	15.51	7.8	39.86		
		>20μm	21.6	¹⁵ NH ₄	0.27	2.77	10.2	3.06	6	
		<20μm	21.6	¹⁵ NH ₄	2.64	19.00	7.2	50.73		

Annexe 14 : Evolution temporelle des productions primaires particulaire (PP_P) et dissoute (PP_D ou excrétée), rapportées à la durée d'incubation (T), dans le mésocosme. Mesures réalisées par marquage au ^{14}C sur les deux classes de phytoplancton (< et > 20 μm). PP excrétée (%) = $PP_D/(PP_P+PP_D)$. Les valeurs de chlorophylle a (Chla) sont celles mesurées dans le mésocosme en début d'incubation.

Date	N° ech.	Fraction	T (h) (h)	PP_P $mgC\ m^{-3}\ T^{-1}$	$PP_P > 20\mu m$ % du total	Chla $\mu g\ L^{-1}$	Chla > 20 μm % du total	$PP_P/Chla$ $\mu gC\ (\mu gChl)^{-1}\ T^{-1}$	PP_D $mgC\ m^{-3}\ T^{-1}$	PP excrétée (%)		
18/1/07	M1	>20 μm	20.0	15.79	28.0	0.374	39.5	42.20	5.95	27.4		
		<20 μm		40.60		0.573		70.90			6.05	13.0
		Total		56.39		1.253		45.00			12.00	17.5
19/1/07	M4	>20 μm	19.8	7.99	18.7	0.223	23.9	35.80	6.17	43.6		
		<20 μm		34.85		0.710		49.10			20.28	36.8
		Total		42.84		0.933		45.90			26.45	38.2
20/1/07	M6	>20 μm	21.0	14.40	32.3	0.375	35.8	38.40	3.52	19.6		
		<20 μm		30.16		0.673		44.80			4.89	13.9
		Total		44.56		1.048		42.50			8.41	15.9
21/1/07	M8	>20 μm	19.5	13.88	35.5	1.485	63.7	9.30	10.45	43.0		
		<20 μm		25.24		0.848		29.80			3.32	11.6
		Total		39.12		2.333		16.80			13.76	26.0
22/1/07	M10	>20 μm	20.3	64.31	92.5	0.921	46.0	69.80				
		<20 μm		5.20		1.082		4.80				
		Total		69.51		2.003		34.70				
23/1/07	M12	>20 μm	19.7	3.74	29.1	0.423	42.7	8.80	3.35	47.2		
		<20 μm		9.13		0.567		16.10			4.17	31.4
		Total		12.87		0.990		13.00			7.52	36.9
23/1/07	M14	>20 μm	21.6	6.97	14.4	0.17	21.1	40.70	4.97	41.6		
		<20 μm		41.54		0.64		64.80			17.33	29.4
		Total		48.50		0.812		59.70			22.30	31.5

Annexe 15 : Taux de réduction d'acétylène (TRA) et taux de fixation d'azote mesurés dans le mésocosme par la méthode à l'acétylène. Les taux de fixation d'azote sont calculés à partir des taux TRA en utilisant le rapport théorique C₂H₂/N₂ =4. La fraction > 20µm a été concentrée à l'aide du dispositif de concentration décrit dans les méthodes. Les incubations ont été réalisées dans des flacons de 610 mL les deux premiers jours et dans des flacons de 175 mL les jours suivants. Chl inc. = chlorophylle de l'échantillon en fin d'incubation.

Date	N°ech.	Fraction	Vol éch. (L)	t ₀	t _f	dt (h)	Chl inc. (µg)	C ₂ H ₄ (nmole)	TRA (nmolC ₂ H ₄ Chl ⁻¹)	Chl milieu (µg L ⁻¹)	TRA (nmolC ₂ H ₄ L ⁻¹ j ⁻¹)	Fixation N ₂ (nmolN ₂ L ⁻¹ j ⁻¹)
18/01/07	M1	>20µm	5.74	11:00	18:00	7	5.642	284.1	50.4	0.107	5.80	1.45
				11:00	7:00	20	5.642	254.8	45.2			
	<20µM	0.125	11:00	18:00	7	0.111	0.0	0.0	0.573	0.00	0.00	
			11:00	7:00	20	0.111	0.0	0.0	0.573	0.00	0.00	
		0.125	11:00	18:00	7	0.111	0.0	0.0	0.573	0.00	0.00	
			11:00	7:00	20	0.111	0.0	0.0	0.573	0.00	0.00	
M3	>20µm	5.74	19:00	7:00	12	3.011	0.0	0.0	0.107			
	<20µM	0.125	19:00	7:00	12	0.073	0.0	0.0	0.573			
19/01/07	M4	>20µm	5.74	11:30	19:15	7.75	3.492	68.7	19.7	0.223	5.91	1.48
				11:30	7:15	19.75	3.492	76.2	21.8	0.223		
	M5	>20µm	5.74	19:15	7:15	12	0.900	0.0	0.0	0.223		
		<20µM	0.125	19:15	7:15	12	0.057	0.0	0.0	0.710		
20/01/07	M6	>20µm	5.74	10:30	19:00	8.5	3.060	128.7	42.0	0.375	16.42	4.10
				10:30	7:30	21	3.060	117.2	38.3	0.375		
	<20µM	0.125	10:30	19:00	8.5	0.087	0.0	0.0	0.673	0.00	0.00	
			10:30	7:30	21	0.087	0.0	0.0	0.673	0.00	0.00	
M7	>20µm	5.74	19:00	7:30	12.5	5.660	12.9	2.3	0.375			

Annexe 15 (suite)

Date	N°ech.	Fraction	Vol éch. (L)	t ₀	t _f	dt (h)	Chl inc. (µg)	C ₂ H ₄ (nmole)	TRA (nmolC ₂ H ₄ Chl ⁻¹)	Chl milieu (µg L ⁻¹)	TRA (nmolC ₂ H ₄ L ⁻¹ j ⁻¹)	Fixation N2 (nmolN ₂ L ⁻¹ j ⁻¹)		
21/01/07	M8	>20µm	5.74	11:45	19:00	7.25	4.108	111.2	27.1	1.485	32.44	8.11		
				11:45	7:15	19.5	4.108	72.9	17.7	1.485				
		<20µM	0.125	11:45	19:00	7.25	0.082	0.0	0.0	0.848			0.848	0.00
		M9	>20µm	5.74	19:00	7:15	12.25	0.629	0.0	0.0	1.485			
			<20µM	0.125	19:00	7:15	12.25	0.411	0.0	0.0	0.848			
	22/01/07	M10	>20µm	5.74	10:45	19:00	8.25	6.060	0.0	0.0	0.921	12.43	3.11	
10:45					7:00	20.25	6.060	69.0	11.4	0.921				
<20µM			0.125	10:45	19:00	8.25	0.120	0.0	0.0	1.082	1.082			0.00
10:45			7:00	20.25	0.120	0.0	0.0	1.082	0.00	0.00				
		M11	> 20µm	5.74	19:00	7:00	12	5.482	0.0	0.0	0.921			
23/01/07		M12	>20µm	5.74	11:30	18:40	7.17	0.590	0.0	0.0	0.423	52.28	13.07	
	11:30				7:10	19.66	0.590	59.7	101.2	0.423				
	<20µM		0.125	11:30	18:40	7.17	0.059	0.0	0.0	0.567	0.567			0.00
	11:30		7:10	19.66	0.059	0.0	0.0	0.567	0.00	0.00				
		M13	>20µm	5.74	18:40	7:10	12.5	1.830	0.0	0.0	0.423			
	24/01/07	M14	>20µm	5.74	9:10	18:45	9.58	0.811	36.7	45.3	0.171	10.48	2.62	
9:10					6:45	21.58	0.811	44.7	55.1	0.171				
M15		>20µm	11.48	18:45	6:45	12	0.226	0.0	0.0	0.171				