

Stations VALHYBIO
Cécile DUPOUY, Jacques NEVEUX, Philippe Gérard et Rüdiger
Röttgers, Mars 2011

Données CTD

Les profils CTD comprennent chronologiquement 5 opérations :

- 1) un 1er réseau 1 de 52 stations en 7 jours (22-31 mars 2008)
- 2) un point fixe de 24-25 heures : station T29 le 1-2 avril 2008)
- 3) un point fixe de 24-25 heures : station T4 (les 3-4 avril 2008)
- 4) une station très au large (OC5)
- 5) le même réseau reprenant les mêmes stations que le 1^{er} mais sans refaire les stations au sud du Chenal (en tout 43 stations) en 2 jours et demi (les 5-7 avril 2008)
- 6) un point fixe de 24-25 heures : station A11 (8-9 avril 2008)

Remarque sur le fichier CTD déjà envoyé, le PAR n'est pas à la bonne unité (facteur 10)

Il faudrait multiplier toutes les valeurs par 10 dans le fichier des CTD. Je les ai corrigées dans le fichier Bouteilles.

Données bouteilles (ValhySISMER.xls) :

Données par ordre chronologique des stations avec le nom de l'opération, les dates et heures locales, les latitudes et longitudes, le nom de la station ou l'heure (pour les points fixes), la profondeur de prélèvements puis les paramètres mesurés à savoir :

Numero de la CTD

Station

Nom fichier CTD

Latitude (en 1/100)

Longitude (en 1/100)

Date locale

Heure locale

Z (mètres)

Température

Salinité

Densité (= « densité00 »-1000)

Oxygène (ml/L)

Xmiss (transmission C-star)

Bat: Beam attenuation (m-1) : je ne me sers pas de cette valeur

PAR (éclairage descendant QSP-200) : valeur multipliée par 10 par rapport au fichier précédent)

SPAR

C (m-1) calculée par Dupouy à partir de Xmiss

Les sels nutritifs (NH₄, PO₄; NO₃+NO₂, SiO₄) colonnes R, S, T, U

Carbone particulaire ($\mu\text{g/L}$) et Azote particulaire ($\mu\text{g/L}$) colonnes V, W, (rapport C/N col X)

La fluorescence chlorophyllienne in vivo sur capteur CTD (colonne Y)

Pigments chlorophylliens mesurés par spectrofluorimétrie (J. Neveux, CNRS, Banyuls): col. Z à AF)

Tchl a = chl a +dv-chl a

Chl a = chlorophylle a

Chl b = chlorophylle b

Chl c1+2 = chlorophylle c₁+ chlorophylle c₂

Phe a = phaeopigments a

dv-chl a = divinyle chlorophylle a

dv-chl b = divinyle chlorophylle b

La concentration en phycoerythrine (PE) (J. Neveux) (colonne AG)

Les pigments mesurés par HPLC (Rüdiger Röttgers et Kerstin Heymann, GKSS, Hambourg) : (colonnes AH à BJ) :

Chl c3 = chlorophylle c₃

Phyllide a = Chlorophyllide a

Chl c2 = Chlorophylle c₂

Chl c1 = chlorophylle c₁

4k-hex-fucoxanthine = 4 ceto hexanoyloxyfucoxanthine

But Fuco = butanoyoxyfucoxanthine

Fuco = Fucoxanthine

Neoxan = Neoxanthine

Prasino = Prasincoxanthine

Viola = Violaxanthine

hex fuco = hexanoyloxyfucoxanthine

unk-car7 = Carotenoïde N°7 inconnu

Diadino = Diadinoxanthine

Anthera = Antheraxanthine

Alloxan = Alloxanthine

Diato = Diatoxanthine

Zeaxan = Zexanthine

Luteine = Luteine

DV chl b = divinyle chlorophylle b

Chl b = chlorophylle b

Allo chl a = allomère de chl a

Allo chl a1 = autre allomère chl a

DV chl a = divinyle chlorophylle a

Chl a = chlorophylle a

Chl c2-MGDG = Chlorophyll c₂ monogalactosyldiacylglyceride ester

a caro = Alpha carotène

b-b caro = Beta carotène

T chl a = Chl a + DV chl a + Allo chl a + Allo chla1

T chl b = Chl b + DV chl b

Comptages et propriétés du phytoplancton mesurés par cytométrie en flux (Neveux Jacques, Banyuls): colonnes BK à BZ

Proc = nombre de Prochlorococcus

Syn = nombre de Synechococcus

Picoeuk = picoeukaryotes

Nano1 = nombre de nanoeukaryotes 1

Nano2 = nombre de nanoeukaryotes 2

SSC = diffusion à 90 °C pour chaque catégorie de cellule

FlRouge = fluorescence rouge

Florange = fluorescence orange

Comptages et propriétés des bactéries (colonne CA à CI)

Total Bactéries (colonne CA)

HNA = nombre de bactéries actives (colonne CD)

LNA = nombre de bactéries inactives, mortes ou dormantes (colonne CG)

SSC et Fl. Verte associées aux différents types de bactéries

MES : poids sec ou matière en suspension (g/L) : Cécile Dupouy, IRD Nouméa : col. CJ

Méthode de calcul de C (C. Dupouy, IRD)

L'atténuation totale (c à 660 nm) est mesurée à l'aide d'un transmissiomètre C-star (Wetlabs) installé sur la sonde SeaBird ($L= 0.1$ m). Le coefficient d'atténuation est calculé à partir du coefficient de transmission ($T\% = X_{miss}$, colonne N) en faisant l'hypothèse qu'à 150 m l'eau de mer est optiquement pure ($c=0.364$ m⁻¹, correspondant à $T =96,4\%$ pour notre instrument). Pour réduire les dérives instrumentales, nous avons calculé le coefficient C par :

$$c_{tot} = -10 \times \ln (0.964 \times T / T_{moy}(150)) \text{ (colonne V),}$$

ce qui revient à normaliser les profils sur une valeur fixe à 150 m ($c_p = 0,02$ m⁻¹ et $c = 0,384$ m⁻¹ comme dans Claustre *et al.* (1999)). Le coefficient d'atténuation des particules est obtenu par $c_p = c - 0.364$ m⁻¹.

Pour une raison inconnue, à partir de la station numéro 100, le transmissiomètre n'a plus fonctionné en descente, aussi pour ne pas perdre l'information de la station (voir traitement de données), nous avons remplacé les valeurs de transmission mesurées à la remontée.

Méthode sels nutritifs (P. Gérard, Laboratoire Chimie Marine, Centre IRD de Nouméa)

Tous les sels nutritifs ont été prélevés en triplicats. L'eau est prélevée à bord avec des gants au robinet des Niskin en évitant toute contamination. Les échantillons pour les mesures d'ammonium ont été traités immédiatement à bord. Pour les nitrates, phosphates et Silicates, l'eau est stockée dans 3 flacons en polypropylène et mise à congeler immédiatement jusqu'à l'analyse au laboratoire de chimie de l'UR Camélia 6 mois après le prélèvement. Les résultats sont exprimés en μM (micromoles par litre).

Tous les sels nutritifs ont été prélevés en triplicats. Les échantillons pour les mesures d'ammonium ont été traités immédiatement à bord. Les analyses ont été réalisées par Philippe Gérard (IRD-Nouméa) 6 mois après le prélèvement.

1) Phosphate (PO₄)

Les concentrations en phosphate sont déterminées d'après Grasshoff et al. (1983) au moyen d'un autoanalyseur (*Bran+Luebbe III*).

2) Nitrate et Nitrite (NO₃+NO₂)

Les nitrates sont réduits en nitrites suivant la méthode de Wood et al. (1967), et la somme des concentrations de nitrates et nitrites (NO₃+NO₂) est déterminée d'après Raimbault et al. (1990) au moyen d'un autoanalyseur (*Bran+Luebbe III*).

3) Silicates (SiO₄)

Dosage du complexe silicomolybdique par colorimétrie à l'autoanalyseur Bran+Luebbe III (Mullin & Riley 1955, modifiée par Fanning & Pilson 1973).

4) Ammonium(NH₄)

La concentration en ammonium est déterminée par fluorimétrie, selon la méthode utilisant l'*o*-phtaldialdéhyde (Holmes et al. 1999). Prélèvement de trois répliqués de 40 ml d'échantillon d'eau de mer et ajout immédiat de 2 ml de réactif d'*o*-phtaldialdéhyde dans chaque répliquat. Les échantillons sont placés dans le noir à température ambiante. Les mesures de fluorescence du complexe formé sont effectuées entre 6 et 12 h après l'ajout du réactif à l'aide d'un fluorimètre Turner TD-700 équipé d'un filtre d'excitation à 365 nm et d'un filtre de réception entre 410 et 600 nm. La concentration est déterminée à l'aide d'une courbe étalon à partir d'une solution Mère fraîche à bord de l'Alis.

Carbone Organique Particulaire et azote organique particulaire (P. Gérard, Laboratoire Chimie Marine Nouméa)

Les échantillons (1L au large, 500 ml dans le lagon selon la charge en particules) ont été filtrés sur des filtres Whatman GF/F 25 mm prépesés et précalcinés par passage au four 4h à 450°C, stockés après filtration au dessiccateur et séchage à l'étuve (50°C). Les filtres ont été ensuite décarbonatés par vapeurs d'HCl. Ils ont été analysés au CHN Perkin Elmer 2400 (IRD Nouméa).

Méthode de mesure des pigments par spectrofluorimétrie (J. Neveux, CNRS, Banyuls sur Mer)

1) Chlorophylles

Les cellules sont récupérées par filtration de 0.5 litre d'eau de mer sur des filtres en fibre de verre GF/F de 25 mm de diamètre. Les filtres sont immédiatement placés dans des cryotubes de 1.2 ml et congelés dans l'azote liquide. Au laboratoire, les pigments ont été dosés environ 1 mois après les prélèvements. Pour cela les filtres sont broyés dans l'acétone à 93%

à l'aide d'une baguette de verre à l'embout fraîchement coupé. Les concentrations sont déterminées par la technique spectrofluorimétrique de Neveux et Lantoine (1993) selon le protocole d'acquisition des données de fluorescence décrit dans Tenório et al. (2005). La fluorescence a été mesurée à l'aide d'un spectrofluorimètre HITACHI 4500.

2) Phycoérythrine

Filtration de 1 à 3 litres d'eau de mer sur des membranes en polycarbonate de 47 mm de diamètre et de 0.4 µm de porosité. Les membranes sont immédiatement placées dans des cryotubes de 1.2 ml et congelées dans l'azote liquide. Environ 2 mois après les prélèvements, les filtres sont plongés dans un tube contenant un mélange 50:50 glycérol:tampon phosphate 0.1M, pH=6.5 (Wyman, 1992). Chaque tube est vigoureusement agité afin de remettre en suspension les cellules (et les particules en général récupérées sur le filtre). Sur la suspension obtenue, le spectre d'excitation de fluorescence de la phycoérythrine est enregistré entre 450 et 580 nm (avec une émission fixée à 605 nm) à l'aide d'un spectrofluorimètre HITACHI 4500. La concentration en phycoérythrine est déterminée à partir de l'aire sous la courbe d'excitation selon le protocole et la calibration décrits dans Lantoine et Neveux (1997).

Comptages du phytoplancton et des bactéries hétérotrophes par cytométrie en flux (Neveux Jacques, CNRS Banyuls sur Mer)

Environ 1 ml d'eau de mer est versé dans un cryotube Nunc de 1.2 ml et additionné de 20 µl d'une solution de paraformaldéhyde à 10% (Campbell et Vaultot, 1993). L'échantillon est agité doucement et laissé 5 minutes à température ambiante avant d'être congelé dans l'azote liquide. Les analyses ont été réalisées à l'Observatoire Océanologique de Banyuls par Claude Courties environ 2 mois après les prélèvements.

1) Phytoplancton

Mesure des abondances et des propriétés cellulaires du phytoplancton (diffusion à 90°, fluorescence orange liée à la phycoérythrine et rouge liée à la chlorophylle) sur un cytomètre FACSCAN de Becton-Dickinson. Les propriétés cellulaires sont normalisées par rapport à des billes Polysciences 1 µm.

2) Bactéries

Les bactéries hétérotrophes ont été dénombrées après marquage des cellules au Sybr green et décomposées en bactéries actives (HNA) et non actives (LNA).

Pigments HPLC (K. Heyman et R. Röttgers, GKSS, Geesthacht)

Entre 1 et 2.23 L d'échantillon ont été filtrés à bord. Les échantillons ont été congelés dans l'azote liquide puis stockés à -80°C jusqu'à analyse. Les pigments ont été analysés sur un Système JASCO, équipé d'un détecteur de photodiodes, une pompe HPLC, mélangeur automatique de solvant et un système de dégazage, un autoéchantillonneur et un réchauffeur de colonne

MES (C. Dupouy)

Les prélèvements ont été faits systématiquement sur la bouteille de prélèvements réservée aux pigments. Un volume de 1L a été filtré sur des filtres Nucléopore de diamètre 47 mm, de porosité 0.4 µm, pré-pesés. Après filtration, les filtres ont été rincés avec 20 ml d'une solution de formiate d'ammonium (1.08 M). Les filtres ont été stockés dans un dessiccateur à bord de l'Alis. Au retour au laboratoire, ils ont été passés à l'étuve 24h, remis au dessiccateur une journée, puis re-pesés sur une microbalance de précision Perkin Elmer AD4 autobalance, précision 0.001 mg (Laboratoire de Chimie Marine Nouméa).

Références:

Campbell, L. et Vaultot, D., 1993. Photosynthetic picoplankton community structure in the Subtropical North Pacific Ocean Near Hawaii (Station Aloha). **Deep-Sea Research Part I** 40: 2043-2060.

Fanning K. A and M. E. Q. Pilson, 1973. On the spectrophotometric determination of dissolved silica in natural waters. **Anal. Chem.**, 45;136-140.

Grasshoff K., M. Ehrhardt and K. Kremling, *Methods of Seawater Analysis: Second Revised and Extended Edition*, Verlag Chemie, Weinheim (1983) 419 pp.

Holmes, R.M., A. Aminot, R. Kérouel, B.A. Hooker and B.J. Peterson, A simple and precise method for measuring ammonium in marine and freshwater ecosystems, **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 56 (1999), pp. 1801–1808.

Lantoine F. et J. Neveux., 1997. Spatial and seasonal variations in abundance and spectral characteristics of phycoerythrins in the tropical Northeastern Atlantic Ocean. **Deep-Sea Research, Part I** 44, 223-246.

Mullin J.B. and J.P. Riley, The colorimetric determination of silicate with special reference to sea and natural waters, **Anal. Chim. Acta** 12 (1955), pp. 162–176.

Neveux J. et F. Lantoine, 1993. Spectrofluorometric assay of chlorophylls and pheophytins using the least squares approximation technique. **Deep-Sea Research**, 40: 1747-1765.

Raimbault P., Slawyk G., Coste B. et 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, 375-351.

Röttgers R., Schönfeld W., Kipp P.-R., Doerffer R. Practical test of a point-source integrating cavity absorption meter: the performance of different collector assemblies. *Applied Optics* 44(26): 5549-5560 (2005).

Röttgers, R., Häse, C. & Doerffer, R. Determination of the particulate absorption of microalgae using a point-source integrating-cavity absorption meter: verification with a photometric technique. **Limnol. Oceanogr.**: Methods 5, 1-12 (2007a).

Röttgers, R., & Doerffer, R. Measurements of optical absorption by chromophoric dissolved organic matter using a point-source integrating-cavity absorption meter. **Limnol. Oceanogr.**: Methods 5, 126-135 (2007b).

Tenório, M. M. B., Le Borgne R., Rodier M. and J. Neveux, 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.

Wood E.D., Armstrong, F.A.J. and Richards, F.A., 1967. Determination of nitrate in sea water by

cadmium copper reduction to nitrite, **J. Mar. Biol. Ass. U.K.**, 47, 23-31.

Wyman, M., 1992. An *in vivo* method for the estimation of phycoerythrin concentrations in marine cyanobacteria (*Synechococcus* spp.). **Limnology and Oceanography** 37:1300-1306.