Laboratoire de Physique des Océans

Unité mixte de Recherche
CNRS/IFREMER/Université de Bretagne Occidentale

Campagne CITHER-3
N/O L'ATALANTE (11 janvier - 2 avril 1995)

Recueil de données
Volume 3 : Traceurs Géochimiques

par

Le Groupe CITHER-3

Organismes et laboratoires maîtres d'oeuvre:

LPO (CNRS-IFREMER-UBO)
LODYC (CNRS-ORSTOM-UPMC)
LOC (UBO)
IIM/Vigo
Univ. Brême
BPNL/Sequim
Univ. Las Palmas

Rapport Interne LPO (98-03)

Résumé

De mi-janvier à début avril 1995 s'est déroulée la campagne CITHER 3 du programme WOCE-France, dans le but d'étudier les écoulements aux frontières méridiennes du bassin Atlantique Sud-Est : à l'ouest, les échanges avec les Bassins d'Argentine et du Brésil, et à l'est, les écoulements le long du talus continental Africain. Les paramètres hydrologiques et géochimiques requis par le Programme Hydrologique de WOCE (WHP) ont été mesurés de la surface au fond à 242 stations situées le long de deux radiales, l'une à 9°W entre le talus continental Ivoirien et la latitude 45°S, l'autre de Cape Town à la position 40°S-10°E, puis au talus continental Ghanéen. Ce rapport, qui est le troisième volume de la série des recueils de données CITHER 3, présente les mesures des paramètres géochimiques mesurés sur prélèvements d'eau (salinité, oxygène dissous, sels nutritifs, chlorofluorométhanes, paramètres du système carbonique). Les mesures des autres paramètres (paramètres "en route" et paramètres de la bathysonde) seront trouvées dans les deux autres volumes. Le volume 1 décrit également les objectifs du programme CITHER et de ses trois campagnes.

Summary

From mid-January to the beginning of April 1995 the cruise CITHER 3 from the WOCE-France programme took place with the purpose of studying the flows at the meridional boundaries of the Southeastern Atlantic Basin, in the west the exchanges with the Argentine and Brazil Basins, and in the east the flows along the African continental slope. The hydrographic and geochemical parameters of the WOCE Hydrographic Programme (WHP) were measured at 242 surface to bottom stations along two lines, one at 9°W from the continental slope of the Ivory Coast to latitude 45°S, the other one from Cape Town to the location 40°S-10°E, then northward to the Ghanaian continental slope. This report, which constitutes volume 3 of the CITHER 3 data report, presents the geo-chemical parameters measured from the water samples (salinity, dissolved oxygen, nutrients, freons, parameters of the carbonic system). The other parameters (underway and CTD-O_2 parameters) may be found in the two other volumes. Volume 1 also describes the general objectives of the CITHER programme and its three cruises.

TABLE DES MATIERES

I - Le Groupe CITHER 3 .... **1**

II - Contributions à l'acquisition des données géochimiques et à la rédaction de ce rapport **3**

III - Mesures de salinité et oxygène dissous **5**

IV - Analyse des éléments nutritifs sur la radiale A13 : silicates, phosphates, nitrates, nitrites **29**

V - Nutrients measurements. Section WOCE A14 .... **41**

VI - Mesures de chlorofluorométhanes F11 et F12 .... **57**

VII - Carbon system **67**

VIII - Listings et tracés par station des paramètres chimiques et géochimiques **101**

I - Le Groupe CITHER 3

Le programme CITHER* est l'une des contributions Françaises du programme international WOCE (World Ocean Circulation Experiment). Son objectif est de réaliser cinq radiales d'hydrologie/géochimie légère du réseau WHP (WOCE Hydrographic Programme) dans l'Atlantique Sud, et d'en analyser les résultats, indépendamment, puis en association avec les données recueillies par d'autres pays.

L'objet de la campagne CITHER 3 (figure I-1) était de réaliser les radiales A13 et A14 du WHP, deux lignes méridiennes dans le Bassin Atlantique Sud-Est, l'une à la longitude nominale 9°W, l'autre le long du continent Africain à une distance du talus continental voisine de 600 km. Une radiale transverse reliant l'extrémité sud de A13 au talus continental au large de Cape Town a également été réalisée. Cette campagne, qui s'est déroulée sur le Navire Océanographique L'ATALANTE, a bénéficié d'une coopération étroite entre plusieurs laboratoires. La coordination en a été assurée par Michel Arhan (IFREMER/LPO), également Chef de Mission de la deuxième partie de la campagne (ligne A13), Herlé Mercier (CNRS/LPO) étant Chef de Mission de la première partie (ligne A14). Les mesures des divers paramètres étaient sous la responsabilité scientifique des chercheurs dont les noms sont indiqués dans le tableau I-1 ci-dessous.

	1ère partie (A14)	**2ème partie (A13)**
Mesures d'hydrologie (bathysonde et prélèvements)	Herlé Mercier (CNRS/LPO)	Michel Arhan (IFREMER/LPO)
Analyses des sels nutritifs	Xosé Alvarez Salgado (IIM/Vigo)	Pascal Morin (LOC/UBO)
Analyses des chlorofluorométhanes	Laurent Mémery (CNRS/LODYC)	Laurent Mémery (CNRS/LODYC)
Prélèvements Hélium 3/Tritium	Wolfgang Roether (Univ. Brême)	Wolfgang Roether (Univ. Brême)
CO_2 total	Linda Bingler (BPNL/Sequim)	Linda Bingler (BPNL/Sequim)
pH, Alcalinité	Aida Fernández Ríos (IIM/Vigo)	Melchor Gonzalez (Univ. Las Palmas)

Tableau I-1 : Chercheurs du groupe CITHER 3 responsables des divers types de mesures.

La campagne CITHER 3 a été financée par l'IFREMER et le CNRS à travers le Programme National d'Etudes de la Dynamique du Climat (PNEDC). L'IIM/Vigo, l'Université de Bretagne Occidentale, l'Université de Brême, l'Université de Las Palmas, et le BPNL/Sequim y ont également contribué. Nous remercions le Commandant Gourmelon et l'équipage de l'ATALANTE pour leur concours précieux au cours de cette campagne.

* La signification des acronymes utilisés dans le texte est donnée dans la partie II de ce rapport.

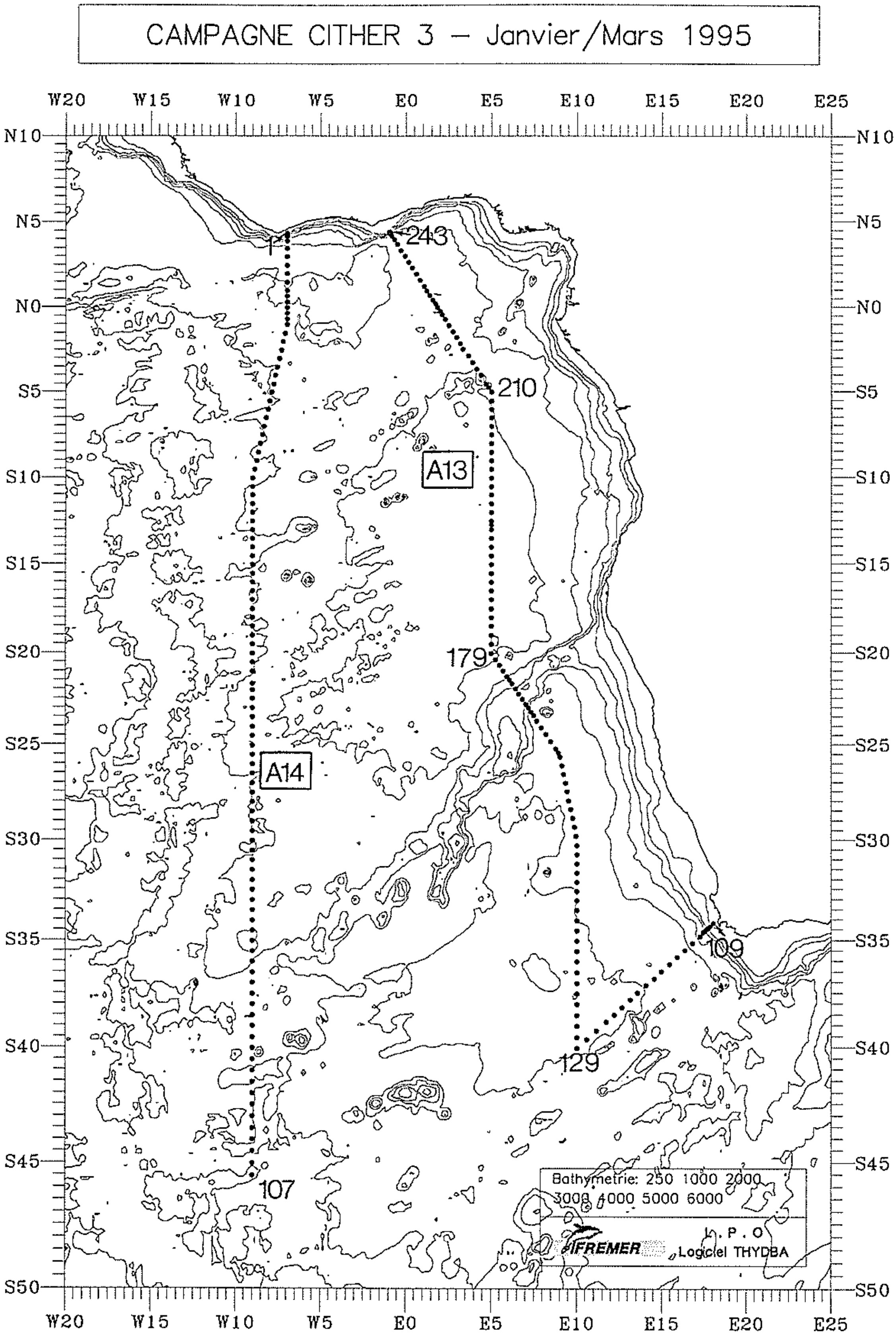


Figure I-1 : Carte des stations d'hydrologie/géochimie légère réalisées pendant la campagne CITHER 3.

II - Contributions à l'acquisition des données géochimiques et à la rédaction de ce rapport

Ce troisième volume du recueil de données de CITHER 3 est consacré aux paramètres hydrologiques (salinité et oxygène) et aux traceurs géochimiques (sels nutritifs, chlorofluorométhanes, paramètres du système carbonique) mesurés sur les prélèvements à la rosette. Le premier volume contient une présentation d'ensemble de la campagne et les résultats des mesures « en route » des paramètres météorologiques, de la bathymétrie, et du courant par courantométrie Doppler de coque. Le deuxième volume présente les mesures de la sonde CTD-O_2.

Les noms et affiliations des scientifiques embarqués ayant contribué à l'acquisition des données du volume 3 au cours de la campagne ou à leur traitement (calibration, validation) à terre à l'issue de la campagne, sont listés dans le tableau II-1 ci-dessous.

PRENOM	*NOM*	*CONTRIBUTION*	*LABORATOIRE*	*A13*	*A14*
Jean-Pierre	GOUILLOU	Electr. Rosette	IFREMER/LPO		x
François	BAURAND	O_2	ORSTOM/Cayenne		x
Muriel	LUX	S	IFREMER/LPO		x
André	BILLANT	S, O_2	IFREMER/LPO		x
Xose Anton	ALVAREZ SALGADO	Sels Nutritifs	IIM/Vigo		x
Maria Jose	PAZO FERNANDEZ	Sels Nutritifs	IIM/Vigo		x
Aida	RIOS	Alcalinité/pH	IIM/Vigo		x
Trinidad	RELLAN	Alcalinité/pH	IIM/Vigo		x
Laurent	MEMERY	Fréons	LODYC/CNRS		x
Marie-José	MESSIAS	Fréons	LODYC/CNRS	x	x
Ann	LAIME	Fréons	LODYC/CNRS		x
Eric	GUILYARDI	Fréons	CERFACS/Toulouse		x
Joachim	WEYLAND	Helium, Tritium	Univ. Brême		x
Linda	BINGLER	TCO_2	BPNL/Sequim	x	x
Javier	ARISTEGUI	TCO_2	Univ. Las Palmas		x
Muriel	DECK	O_2	LPO/CNRS	x	
Thierry	REYNAUD	S	UBO/LPO	x	
Pierre	BRANELLEC	S, O_2	IFREMER/LPO	x	
Pascal	MORIN	Sels nutritifs	LOC/UBO	x	
Mohideen	WAFAR	Sels nutritifs	LOC/UBO	x	
Annick	MASSON	Sels nutritifs	LOC/UBO	x	
Gilles	SARAGONI	Fréons	LODYC/CNRS	x	
Rémi	TAILLEUX	Fréons	LODYC/CNRS	x	
Gilles	GARRIC	Fréons	CERFACS/Toulouse	x	
Hendrick	LAUE	Helium, Tritium	Univ. Breme	x	
Melchor	GONZALEZ	TCO_2	Univ. Las Palmas	x	

Tableau II-1

Les significations des acronymes utilisés dans le tableau et dans le texte sont indiquées ci-dessous :

CITHER : CIrculation THERmohaline
ORSTOM : Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération
IFREMER : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique
PNEDC : Programme National d'Etude de la Dynamique du Climat
LPO : Laboratoire de Physique des Océans
LODYC : Laboratoire d'Océanographie Dynamique et de Climatologie
UBO : Université de Bretagne Occidentale
IIM/Vigo : Instituto de Investigaciones Marinas/Vigo (Espagne)
BPNL/Sequim : Battelle Pacific Northwest Laboratories/Sequim (USA)

Des copies de ce rapport ainsi que des volumes 1 et 2 peuvent être obtenues auprès de :

André Billant
Laboratoire de Physique des Océans
IFREMER/Centre de Brest
B.P. 70
29280 Plouzané
France
e-mail : andre.Billant@ifremer.fr

III - MESURES DE SALINITE ET OXYGENE DISSOUS

André Billant et Pierre Branellec
Laboratoire de Physique des Océans (IFREMER-Brest)

De manière générale, à chaque station, les 30 ou 32 bouteilles de la rosette de prélèvement sont fermées au cours de la remontée de la sonde après arrêt au niveau du prélèvement. Ces niveaux sont choisis de manière à être séparés au maximum de 300 mètres. Dans la mesure du possible, à chaque station, deux bouteilles étaient fermées à un ou plusieurs niveaux. La figure III-1 présente une vue synoptique des niveaux prélevés pendant la campagne CITHER 3.

1 - SALINITE

1.1 - Précautions de prélèvement

Les échantillons sont recueillis dans des flacons de 125 ml dont l'étanchéité est assurée par un joint de caoutchouc. Trois rinçages des flacons sont effectués. Dès que toutes les bouteilles de la station sont prélevées, le col des flacons est rincé à l'eau douce pour éviter la formation de cristaux de sel sur l'extérieur du joint après évaporation pendant la durée du stockage. Les échantillons sont entreposés dans le conteneur-laboratoire dont la température est contrôlée et fixée à 20° ± 1°C puis analysés dans un délai de 20 à 30 heures après leur prélèvement.

1.2 - Analyse des échantillons

La salinité des échantillons est déterminée d'après l'équation PSS 78 (UNESCO, 1981). Le salinomètre, de type Guildline, est standardisé comparativement à des ampoules d'eau normale du lot P125 ($K_{15} = 0.99982$) fabriquées à Wormley le 1er août 1994. Les 7007 échantillons de la campagne ont été analysés par un salinomètre PORTASAL. La température du bain thermostaté est fixée à une température supérieure à celle du laboratoire afin d'avoir les meilleures conditions pour l'analyse des échantillons. Cette température était fixée à 21°C pendant toute la durée de la campagne. Le salinomètre est équipé d'une pompe péristatique pour accélérer le passage de l'eau des échantillons dans la cellule de mesure.

1.2.1 - Mode opératoire pour la standardisation du salinomètre

Initialement le salinomètre est standardisé en utilisant au moins deux ampoules d'eau normale. Ensuite, tous les jours, avant de commencer la série d'analyses, la standardisation est vérifiée puis ajustée si la valeur de la salinité de l'ampoule d'eau standard affichée, s'écarte de plus de 0.0010 de celle de la veille. Deux ampoules, au moins, sont utilisées dans le cas où il est nécessaire de refaire la standardisation.

Au cours de la journée, après l'analyse des échantillons de chaque station, la stabilité du salinomètre est contrôlée en vérifiant la standardisation avec une nouvelle ampoule d'eau normale. La nouvelle valeur lue est notée sur la fiche d'analyse de la station. En cas de dérive du salinomètre, les valeurs de salinité notées lors de l'analyse des échantillons sont corrigées en admettant une dérive linéaire.

1.2.2 - Mode opératoire pour l'analyse des échantillons

L'opération de remplissage de la cellule de mesure du salinomètre avec l'eau de l'échantillon, puis vidage, est répétée trois fois avant de faire une première lecture. Après une nouvelle évacuation et remplissage de la cellule, une deuxième lecture est effectuée. Si l'écart de salinité entre ces deux lectures est supérieur à 0.0003, une troisième lecture est nécessaire.

La mesure retenue est la moyenne de ces deux ou trois lectures.

Après l'analyse de tous les échantillons de la station et contrôle de la stabilité du salinomètre, cette mesure est corrigée de la dérive si nécessaire pour donner la salinité de l'échantillon.

1.2.3 - Déroulement des séries d'analyse pendant la campagne

Le même salinomètre PORTASAL a été utilisé pendant toute la campagne. La stabilité a été remarquable : il a été rarement nécessaire d'ajuster la standardisation. La dérive maximum observée après une journée d'analyses était de 0.0009 en salinité. Le plus souvent, le contrôle de standardisation du matin montrait que l'appareil avait retrouvé son niveau de la veille avant la série d'analyses journalières.

1.3 - Répétabilité des mesures

La répétabilité des prélèvements et analyses a été vérifiée à trois stations en cours de campagne en fermant un grand nombre de bouteilles au même niveau. Les mesures de salinité faites sur les échantillons prélevés dans chacune des bouteilles donnent les résultats suivants :

STATION	45	160	211
Niveau de fermeture des bouteilles	3000	3200	3000
Nombre de bouteilles	30	16	15
Valeur moyenne de la salinité	34.8898	34.8695	34.9087
Ecart maximum à la moyenne	0.004	0.004	0.004
Ecart-type	0.0015	0.0016	0.0015

On peut en déduire que la répétabilité des mesures de salinité est systématiquement inférieure à 0.002.

Des doublets ont été réalisés pendant toute la campagne en fermant deux bouteilles au même niveau. Les écarts obtenus à chacun de ces doublets sont présentés sur la figure III-2, ils ont été réalisés à une grande majorité de stations et à tous les niveaux de prélèvement entre le fond et la surface : l'écart maximum observé est de 0.0090. La figure III-3 représente l'histogramme des écarts pour les 308 doublets considérés. Le pourcentage par classe est identique en considérant, d'une part, la totalité des doublets et, d'autre part, ceux réalisés à une pression supérieure à 980 dbars : 52 % des écarts sont inférieurs à 0.0010 et 88 % inférieurs à 0.0030. **L'écart-type obtenu pour ces 308 doublets est de 0.00199** (il est de 0.00192 pour ceux prélevés à pression supérieure à 980 dbars).

2 - OXYGENE DISSOUS

2.1 - Technique d'échantillonnage

Les échantillons sont recueillis dans des flacons à bouchon plongeur de 120 ml. Après remplissage du flacon, une prise de température est effectuée avant de laisser déborder 3 fois l'équivalent de volume.

Après addition successive de 1 ml de chaque réactif de fixation, puis bouchage, l'agitation est pratiquée pendant 30 secondes. Lorsque toutes les bouteilles ont été prélevées, les flacons sont retournés un à un pour remise en suspension du précipité, puis entreposés dans le conteneur laboratoire à la température de 20 ± 1°C. Les analyses sont effectuées dans un délai de 4 à 24 heures.

2.2 - Analyse des échantillons

2.2.1 - Mode opératoire

Les conditions opératoires et la méthode d'analyse mise au point au L.P.O. (Laboratoire de Physique des Océans) sont conformes aux recommandations WOCE (Operations Manual, 1991).

Les 7033 échantillons prélevés pendant la campagne ont été analysés dans le conteneur-laboratoire dont la température est contrôlée et fixée à 20 ± 1°C.

La totalité de l'échantillon est acidifiée dans le flacon de prélèvement et l'iode libéré est dosé par une solution de thiosulfate de sodium dont la normalité est de l'ordre de 0.02 N. Une burette à piston délivre le thiosulfate. Elle est pilotée par un titroprocesseur Methrom associé à une électrode de platine qui contrôle le potentiel de la réaction chimique. La vitesse d'injection du thiosulfate est maximale jusqu'à détection du début de saut de potentiel, puis ralentie et se fait par pas de 0.002 cm^3 autour de l'équivalence. La stabilisation du potentiel, après dépassement de l'équivalence, provoque l'arrêt d'injection du thiosulfate et le titroprocesseur détermine automatiquement le point d'inflexion sur la courbe de potentiel et le volume de thiosulfate associé. La valeur d'oxygène est calculée, et automatiquement imprimée, à partir des informations mémorisées dans le titroprocesseur et du volume du flacon introduit avant de démarrer le dosage.

La méthode de dosage présente une très bonne répétabilité des résultats car entièrement automatisée. La qualité des mesures en valeur absolue est néanmoins aussi dépendante des précautions dans le prélèvement des échantillons que des vérifications de volumétrie et de concentration des réactifs. Le paragraphe suivant précise les contrôles et vérifications qui ont entouré les mesures d'oxygène effectuées lors de la campagne.

2.2.2 - *Précautions particulières*

2.2.2.1. Volumétrie

La verrerie utilisée (flacons de prélèvement, dispensettes pour les réactifs, pipette automatique, ...) est calibrée suivant le principe de la double pesée et les indications de la balance vérifiées puis corrigées par comparaison avec deux séries de poids étalons. Toutes les corrections recommandées par WOCE (température, poussée de l'air, ...). ont été appliquées aux pesées.

- Le volume des flacons de prélèvements est déterminé à $\pm$ 0.003 cm^3 en répétant trois fois l'opération de double pesée. Le volume moyen des flacons utilisés est de 120 $\pm$ 2 cm^3.

- Le volume des 2 dispensettes (introduction des réactifs de fixation dans les prélèvements) est déterminé à 1.000 $\pm$ 0.003 cm^3 et 0.997 $\pm$ 0.003 cm^3.

- Le volume de la pipette automatique (prise d'essai d'iodate de potassium pour détermination de la normalité du thiosulfate de sodium) est : 5.0087 $\pm$ 0.0004 cm^3.

- L'indication de volume de la burette à piston qui délivre le thiosulfate de sodium pour le dosage a été vérifiée en 3 points dans la gamme utile comprise entre 2 et 8 cm^3. L'indication de la burette sous-estime le volume réel de 0.004 $\pm$ 0.0005 cm^3. La résolution de l'affichage étant de 0.001 cm^3, la correction de volume de thiosulfate est prise en compte dans les calculs.

2.2.2.2 - Concentration des réactifs

- La concentration des réactifs de fixation de l'oxygène est celle indiquée par Carpenter (1965). Ils sont préparés avec des produits de pureté garantie "pour analyse".

- La solution d'iodate de potassium qui sert de référence pour les mesures est préparée à partir d'une pesée de cristaux dont le degré de pureté (99.983 %) est garanti par un certificat d'analyse du fournisseur. La dissolution de 3.56768 g de KIO_3 dans une fiole jaugée de 5000 cm^3 fournit la solution référence de la campagne CITHER 3 : sa normalité est de 0.020002 $\pm$ 0.000005 N. L'incertitude admise dans la valeur de la normalité provient, d'une part, de la correction de pesée (décalage de 0.02 mg d'après les poids étalons) et, d'autre part, de l'incertitude sur le volume de la fiole jaugée indiquée par le fournisseur (1.2 cm^3). Cette solution référence, divisée en 5 parties, est conservée en flacons étanches en attente d'utilisation pendant la campagne.

2.2.2.3. Contrôles des réactifs pendant la campagne

a) Détermination du blanc d'analyse

Quotidiennement, avant la série d'analyses des échantillons et à chaque changement de réactifs, trois dosages successifs permettent de déterminer le blanc des réactifs en mélangeant 1 cm^3 de chacun des trois réactifs à 100 cm^3 d'eau distillée. La valeur moyenne du blanc est de 0.017 ml pendant la première partie de la campagne et de 0.019 ml pendant la seconde partie : il a été tenu compte de la "valeur journalière" dans le calcul du taux d'oxygène.

b) Détermination de la normalité du thiosulfate

Deux solutions de 25 litres de thiosulfate ont été préparées au début de chacune des deux parties de la campagne : la préparation donne une normalité de l'ordre de 0.02 N. Un litre de cette solution mère est extrait quotidiennement pour les analyses du jour. La normalité du thiosulfate est obtenue par dosage de cinq prises d'essai (5.0087 cm^3) d'iodate de potassium référence. La moyenne de ces cinq dosages permet de déterminer la "valeur journalière" de la normalité si l'écart-type est jugé acceptable. Dans le cas contraire, une nouvelle série est effectuée. Le suivi quotidien de l'évolution de la normalité du thiosulfate permet de détecter toute anomalie et de procéder à toutes les vérifications avant d'admettre cette valeur comme applicable aux analyses du jour.

Le contrôle journalier a permis de constater que la normalité a varié entre 0.020010 N et 0.019938 N pour la première préparation puis entre 0.020044 et 0.019910 N pour la seconde. Ceci indique que la normalité du thiosulfate a évolué en 34 jours de 0.36 % de sa valeur pendant la première partie de la campagne et de 0.66 % en 30 jours au cours de la seconde partie.

2.2.3 - Détermination du taux d'oxygène dans les échantillons

Les dosages sont effectués à la température de 20°C ce qui permet de s'affranchir de la correction de température sur la volumétrie des réactifs iodate et thiosulfate. La totalité du volume prélevé étant dosée directement dans le flacon, la concentration d'oxygène est obtenue en utilisant la formule recommandée dans le document WOCE Operations Manual (1991).

$$0_2\ (ml/l) = \frac{\dfrac{(V_x - V_{blk,dw})\,.V_{IO_3}\,.N_{IO_3}\,.5598}{(V_{std} - V_{blk,dw})} - 1000.DO_{reg}}{(V_{bot} - V_{reg})}$$

avec : V_x = volume de thiosulfate pour dosage de l'échantillon (cm^3)

$V_{blk,dw}$ = volume de thiosulfate pour le blanc avec eau distillée (cm^3)

V_{std} = volume de thiosulfate pour détermination de la normalité (cm^3)

V_{bot} = volume du flacon de prélèvement (cm^3)

V_{reg} = volume des réactifs introduits dans l'échantillon (cm^3)

V_{IO_3} = volume de la prise d'essai d'iodate référence (cm^3)

N_{IO_3} = normalité de l'iodate

DO_{reg} = 0.0017

Dans le cas de CITHER 3, nous avons les valeurs suivantes :

$V_{blk,dw}$ = "valeur journalière".

V_{std} = "valeur journalière"

V_{reg} = 2.000

V_{IO_3} = 5.0087

N_{IO_3} = 0.020002

2.3 - Unités d'expression de l'oxygène

Le résultat des analyses est exprimé en millilitres par litre (ml/l) : tous les contrôles sont effectués dans cette unité.

La température des échantillons étant prise au prélèvement, la densité au moment de la fixation de l'oxygène est connue. Un calcul a permis de transformer toutes les valeurs pour les passer dans l'unité micromoles par kilogramme (µmol/kg) en utilisant la formule :

$$O_2(\mu mol/kg) = \frac{44.660 \text{ x } O_2(ml/l)}{\rho_{sw}}$$

dans laquelle ρ_{sw} = densité de l'échantillon à la température du prélèvement (Millero and Poisson, 1981).

2.4 - Répétabilité des mesures

La répétabilité des prélèvements et analyses a été vérifiée au cours de la campagne, à trois stations "test", en fermant plusieurs bouteilles au même niveau. Les résultats obtenus à ces trois stations sont regroupés dans le tableau suivant :

STATION	45	160	211
Niveau de fermeture des bouteilles	3000	3200	3000
Nombre de bouteilles prélevées	30	16	15
Valeur moyenne d'oxygène	5.518	5.354	5.430
Ecart maximum à la moyenne	0.008	0.014	0.015
Ecart-type	0.004	0.006	0.007

Ces résultats permettent de considérer que les mesures de la campagne sont reproductibles à 0.010 ml/l près.

La figure III-4 montre les écarts obtenus sur les deux bouteilles fermées au même niveau : ces niveaux étaient répartis entre le fond et la surface et échantillonnaient toute la gamme de mesure : l'écart maximum observé est de 0.08 ml/l. La figure III-5 présente les histogrammes d'écarts obtenus pour les 331 doublets considérés.

Pour l'ensemble des 331 doublets, 52 % des écarts sont inférieurs à 0.005 ml/l et 86 % sont inférieurs à 0.015 ml/l : **l'écart-type est de 0.014 ml/l.** En ne considérant que les doublets effectués à une pression supérieure à 980 dbar, le pourcentage dans chaque classe est amélioré : 56 % sont inférieurs à 0.005 ml/l et 90 % inférieurs à 0.015 ml/l. Pour ceux-ci l'écart-type est de 0.012 ml/l.

2.5 - Contrôle de la normalité de la solution KIO_3 de référence

Avant la campagne CITHER 3, une intercomparaison a été effectuée au Laboratoire entre les trois préparations d'iodate de potassium utilisées comme référence à chacune des trois campagnes CITHER. La valeur de normalité, obtenue par pesée des cristaux, et adoptée pour chacune des préparations, était :

- préparation CITHER 1 : normalité = 0.020001
- préparation CITHER 2 : normalité = 0.019993
- préparation CITHER 3 : normalité = 0.020002

Une solution de thiosulfate est dosée successivement par une série de 10 prises d'essai sur chacune de ces solutions d'iodate. Les conditions opératoires sont les mêmes que celles appliquées en mer pendant les campagnes. De cette manière, la série de 10 dosages permet de déduire une valeur moyenne pour la normalité du thiosulfate :

préparation CITHER 1 → normalité du thiosulfate = 0.019761
préparation CITHER 2 → normalité du thiosulfate = 0.019795
préparation CITHER 3 → normalité du thiosulfate = 0.019792

En admettant que les préparations de CITHER 1 et CITHER 2 sont restées stables et que donc leur normalité n'a pas évolué dans le temps, ce qui est probablement le cas, on constate une erreur de 0.15 % entre la référence de CITHER 1 et celle de CITHER 3.

Cette erreur conduit à une différence maximale de 0.008 ml/l dans la détermination du taux d'oxygène dissous sur les échantillons à un niveau de 5.8 ml/l.

3 - VERIFICATIONS DES RESULTATS

La figure III-6 présente la carte avec la position géographique des stations effectuées pendant la campagne CITHER 3. Quelques stations extraites des campagnes CITHER 1 et SAVE y sont indiquées afin de comparer les résultats obtenus à des positions géographiques proches. Ces stations de comparaison sont choisies dans des zones géographiques réparties le long des deux radiales de la campagne dans des masses d'eau dont les caractéristiques ne sont pas nécessairement conservatives.

3.1 - Mesures de salinité

Les mesures de salinité sont comparées à l'aide des diagrammes θ-S des couches d'eau profonde dont la température potentielle est déduite de la température mesurée par la sonde CTD O_2 au niveau des prélèvements.

Des exemples sont présentés sur les figures III-7 à III-10 : il s'agit de diagrammes, aux allures différentes, dans une gamme de salinité comprise entre 34.71 et 34.96. On observe que, dans chaque cas, la superposition des diagrammes est tout à fait satisfaisante et ne montre pas de décalage systématique entre les séries de mesures. Il en résulte que les valeurs de salinité de la campagne CITHER 3 sont d'une qualité comparable à celles de la campagne CITHER 1 effectuées par notre Laboratoire et à celles des campagnes SAVE organisées par un autre Laboratoire (Scripps Institution of Oceanography).

3.2 - Mesures d'oxygène dissous

Les mesures d'oxygène de la campagne CITHER 3 sont comparées aux mesures de CITHER 1 (figure III-11) et à celles de SAVE (figures III-12 à III-14) aux mêmes stations que pour le contrôle de la salinité.

La figure III-11 met en évidence un décalage de l'ordre de 0.1 ml/l entre les valeurs de CITHER 1 et celles de CITHER 3 dans les deux cas considérés. Ce décalage ne peut être attribué à des erreurs analytiques (estimées au maximum à 0.0087 ml/l au paragraphe 2.5) mais plutôt à la variabilité de l'oxygène dans le bassin équatorial. En effet, dans ce bassin, les mesures de CITHER 1 mettaient en évidence une variabilité est-ouest de 0.6 ml/l et nord-sud de 0.20 ml/l sur une distance de 360 milles. Les mesures de CITHER 3 confirment une variabilité nord-sud de 0.20 ml/l. Il n'est donc pas surprenant d'observer un décalage de l'ordre de 0.1 ml/l, à la même position géographique, entre deux campagnes séparées dans le temps par deux années.

Les figures III-12 à III-14, montrent que, dans d'autres zones géographiques, les mesures d'oxygène de CITHER 3 sont proches de celles de SAVE. Il faut rappeler que les mesures de CITHER 1 comparées à celles de SAVE montraient également un très bon accord entre les deux séries.

Ces comparaisons prouvent que les valeurs d'oxygène obtenues au cours des différentes campagnes CITHER et SAVE sont de qualité comparables et fournissent des ensembles de données homogènes : les écarts observés correspondent à des modifications de la masse d'eau.

4 - REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Carpenter, J.H., 1965. The Chesapeake Bay Institute technique for the Winkler dissolved oxygen method. *Limnol. Oceanogr.*, 10, 141-143.

Le Groupe CITHER 1, 1994. Campagne CITHER 1 (2 janvier - 19 mars 1993). Recueil de données, volume 3/4, documents scientifiques du Centre ORSTOM de Cayenne, O.P. 15, pp. 7-30.

Le Groupe CITHER 2, 1996. Campagne CITHER 2 (4 janvier - 21 mars 1994). Recueil de données, volume 3, Rapport Interne L.P.O. 96-02, pp. 5-27.

Millero, F.J., and A. Poisson, 1981. International one-atmosphere equation of state of Sea Water. *Deep Sea Res.*, 28, 625-629.

UNESCO, 1981. Background papers and supporting data on the Practical Salinity Scale, 1978. *UNESCO Technical Papers in Marine Science*, n° 37, 144.

WOCE Operations Manual, 1991. Volume 3 : The Observational Program Section 3.1 WOCE Hydrographic Program Part 3.1.3 : *WHP Operations and Methods*. WOCE Report n°68/91. July 1991.

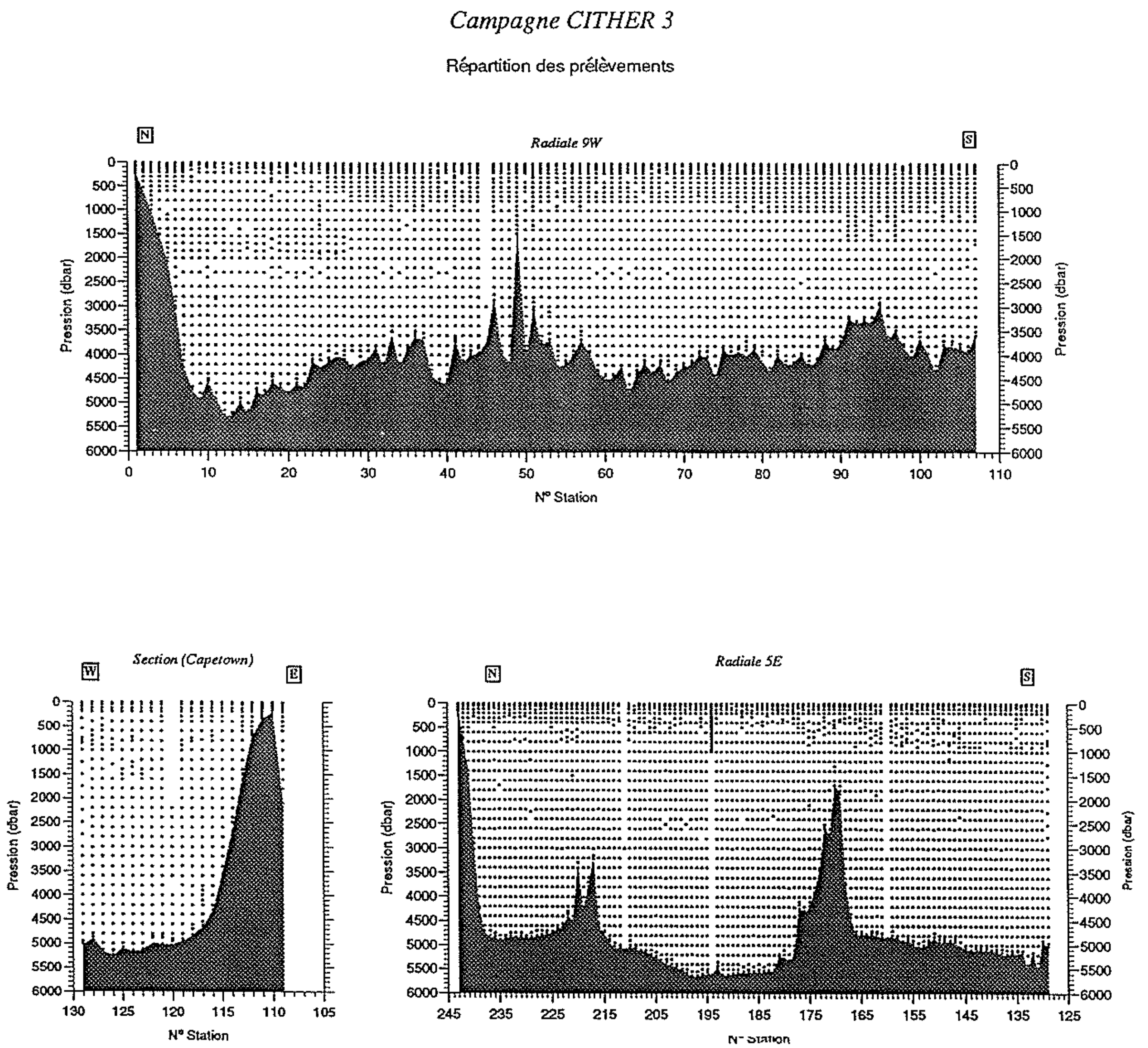
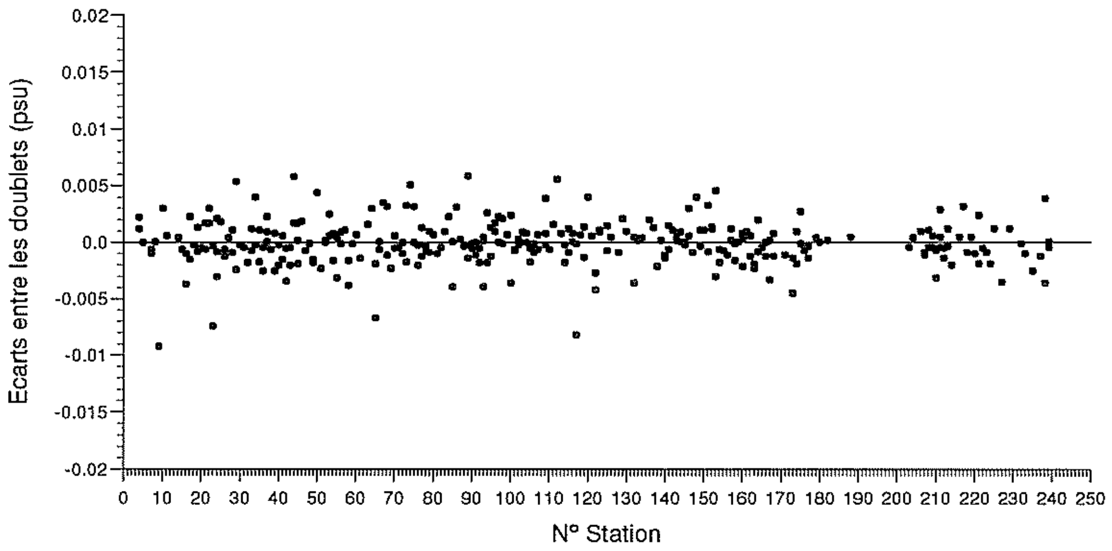


Figure III-1 : Coupes synoptiques indiquant le niveau des prélèvements à chaque station de la campagne CITHER 3.

Campagne CITHER 3

Répartition des écarts entre les doublets pour la Salinité



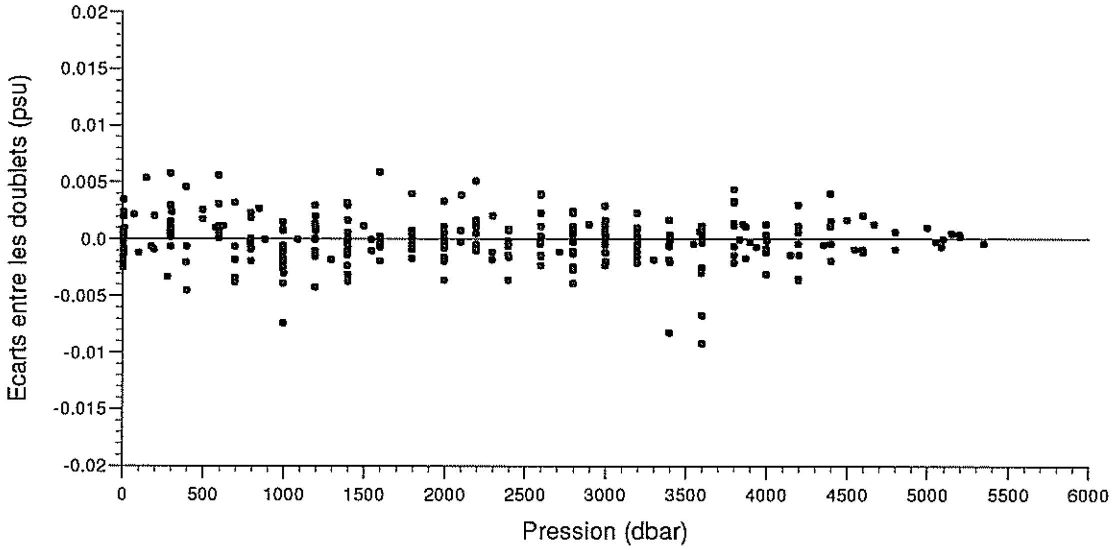
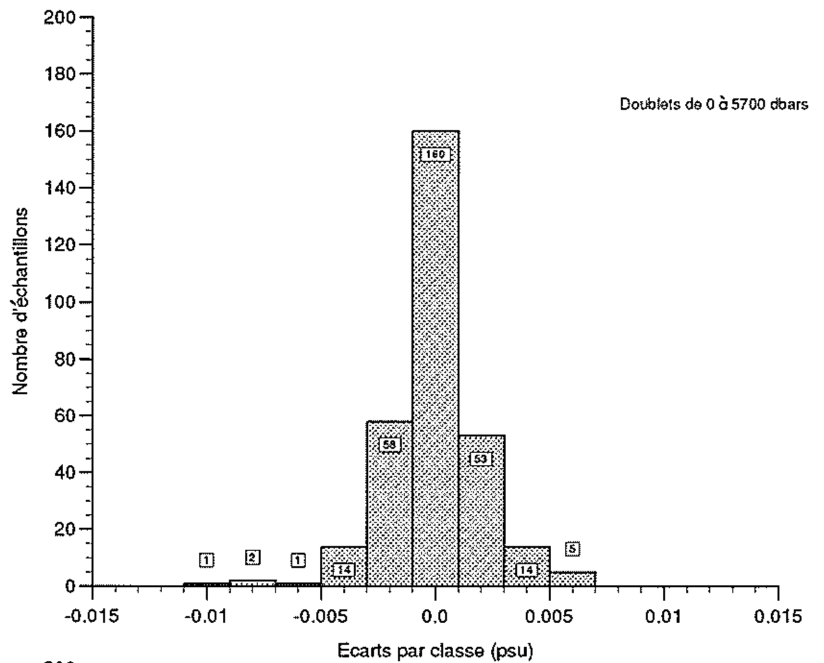


Figure III-2 : Ecarts de salinité entre deux bouteilles fermées au même niveau :
a) en fonction du numéro de station à laquelle est réalisé le doublet,
b) en fonction de la pression à laquelle est réalisé le doublet.

Campagne CITHER 3

Répartition des doublets en Salinité



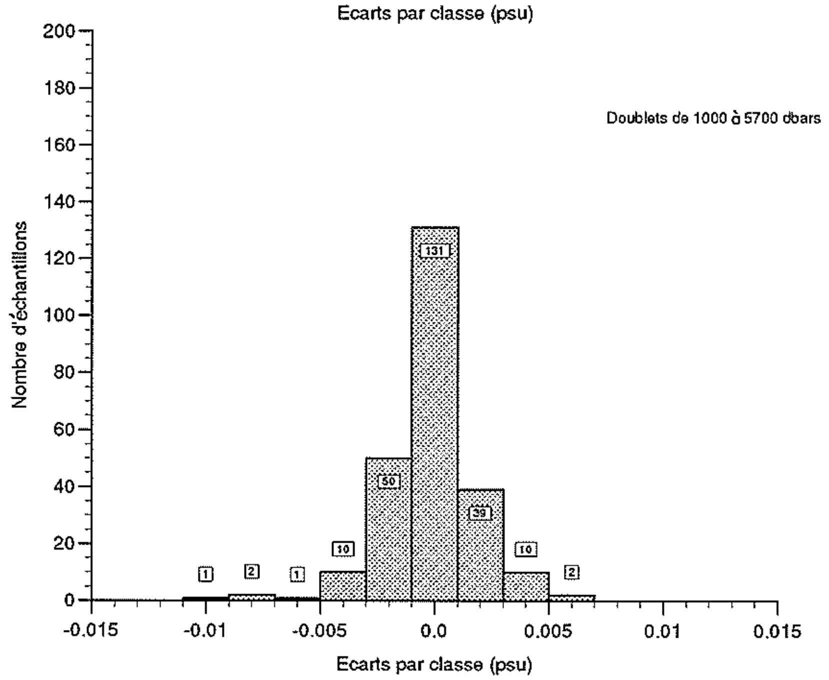
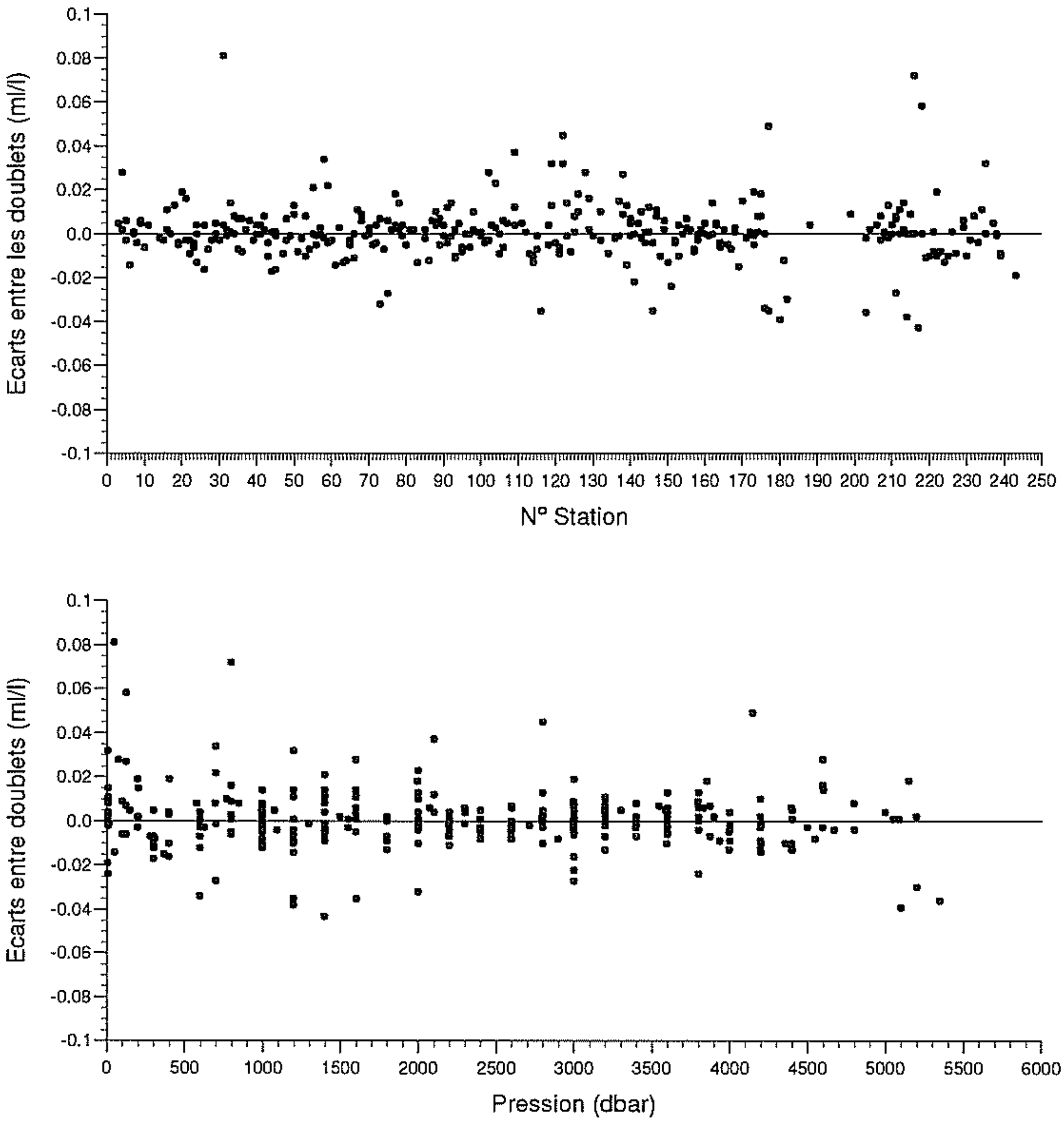


Figure III- 3 : Histogramme de salinité entre deux bouteilles fermées au même niveau :
a) pour l'ensemble des 308 doublets de la campagne,
b) pour les 246 doublets réalisés à pression supérieure à 980 dbars.

Campagne CITHER 3

Répartition des écarts entre les doublets pour l'Oxygène



<u>Figure III-4</u> : Ecarts en oxygène entre deux bouteilles fermées au même niveau :
a) en fonction du numéro de station à laquelle est réalisé le doublet,
b) en fonction de la pression à laquelle est réalisé le doublet.

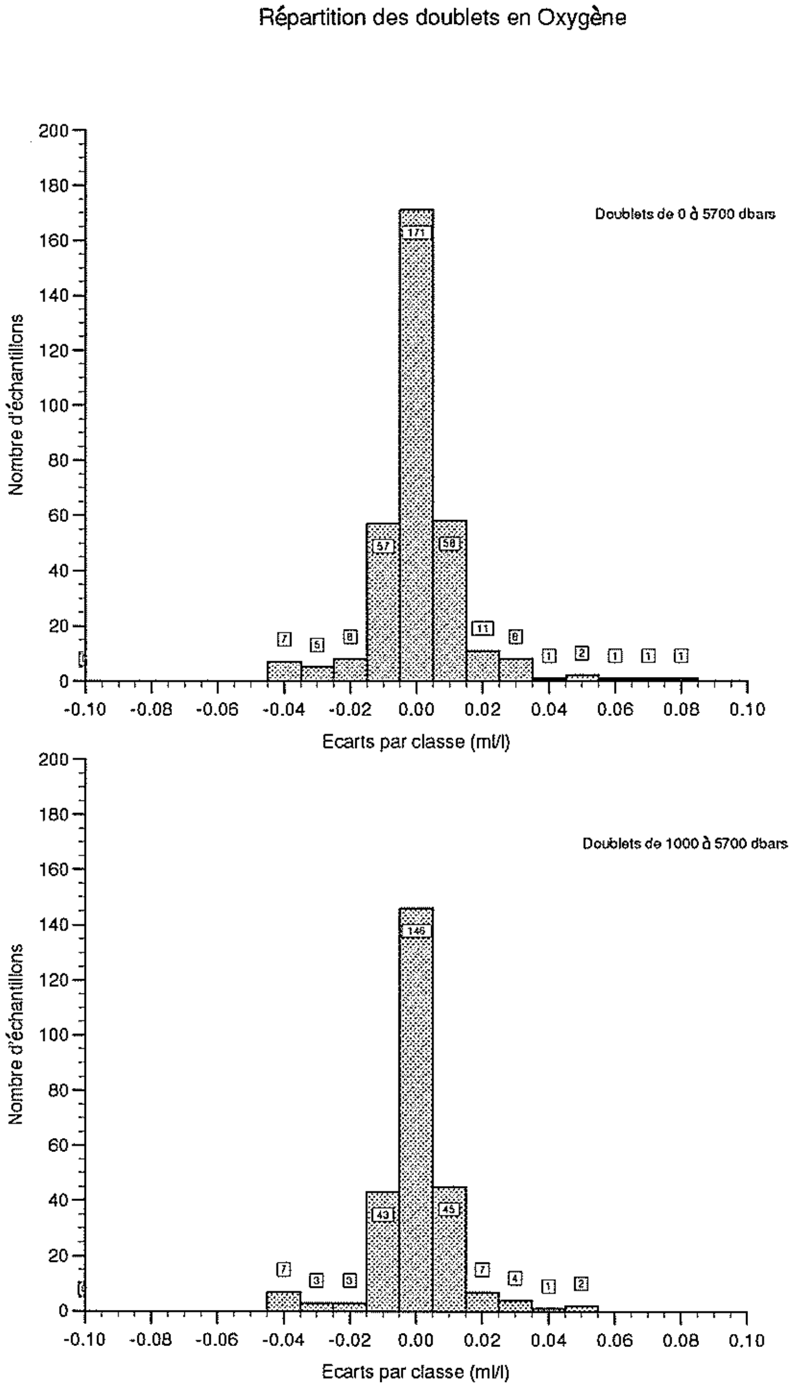


Figure III-5 : Histogramme des écarts en oxygène entre deux bouteilles fermées au même niveau :
a) pour les 331 doublets de la campagne,
b) pour les 261 doublets réalisés à pression supérieure à 980 dbars.

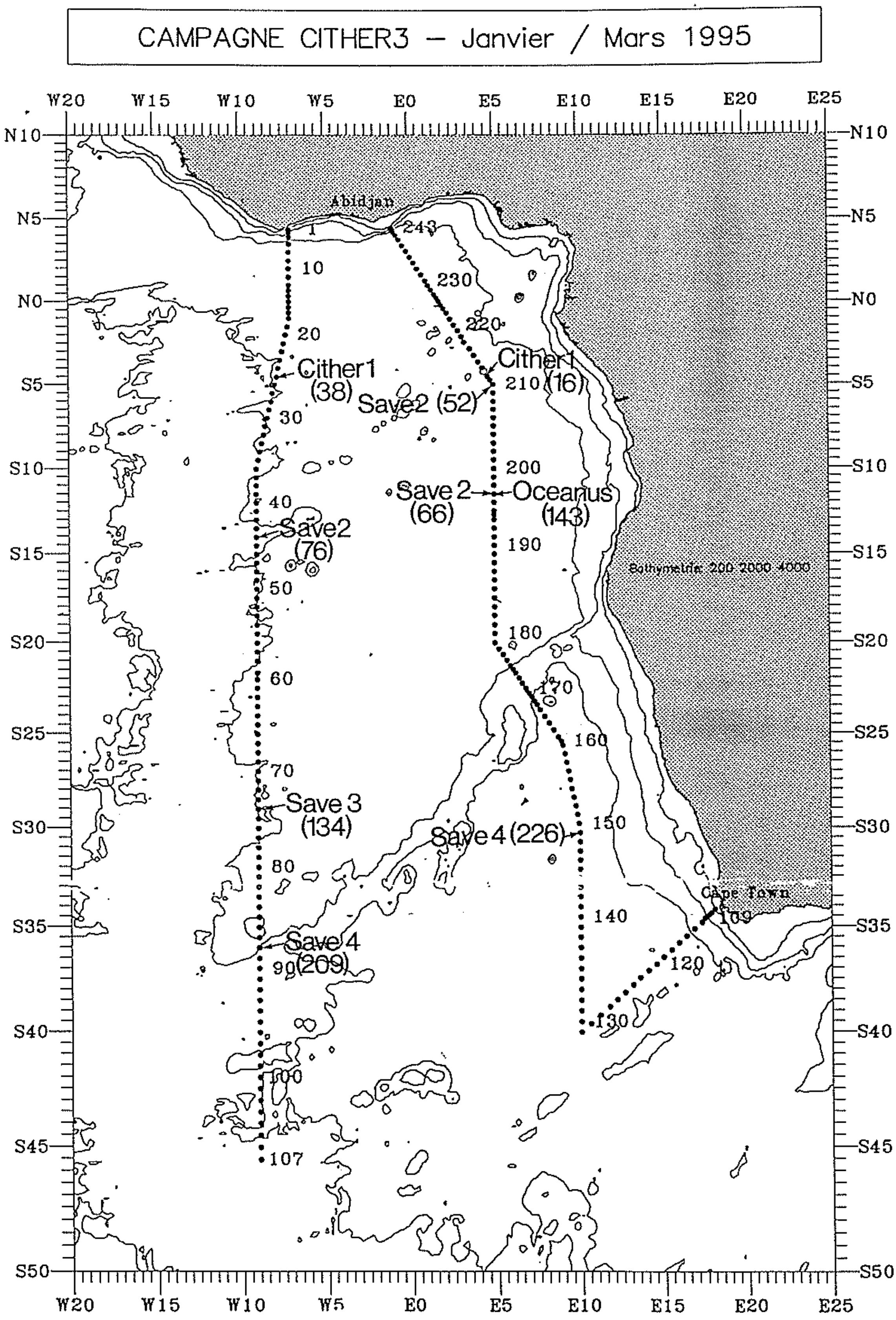
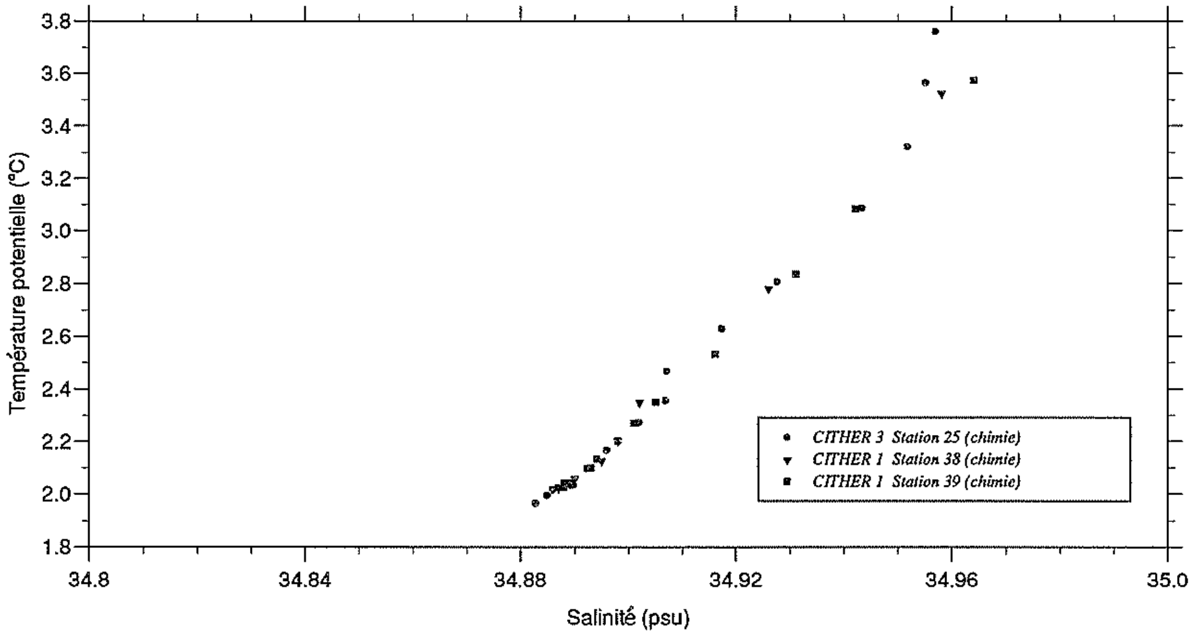


Figure III-6 : Position géographique des 242 stations de la campagne CITHER 3. La position des stations CITHER 1 et SAVE utilisées pour comparaison est indiquée.

Diagrammes θ-S



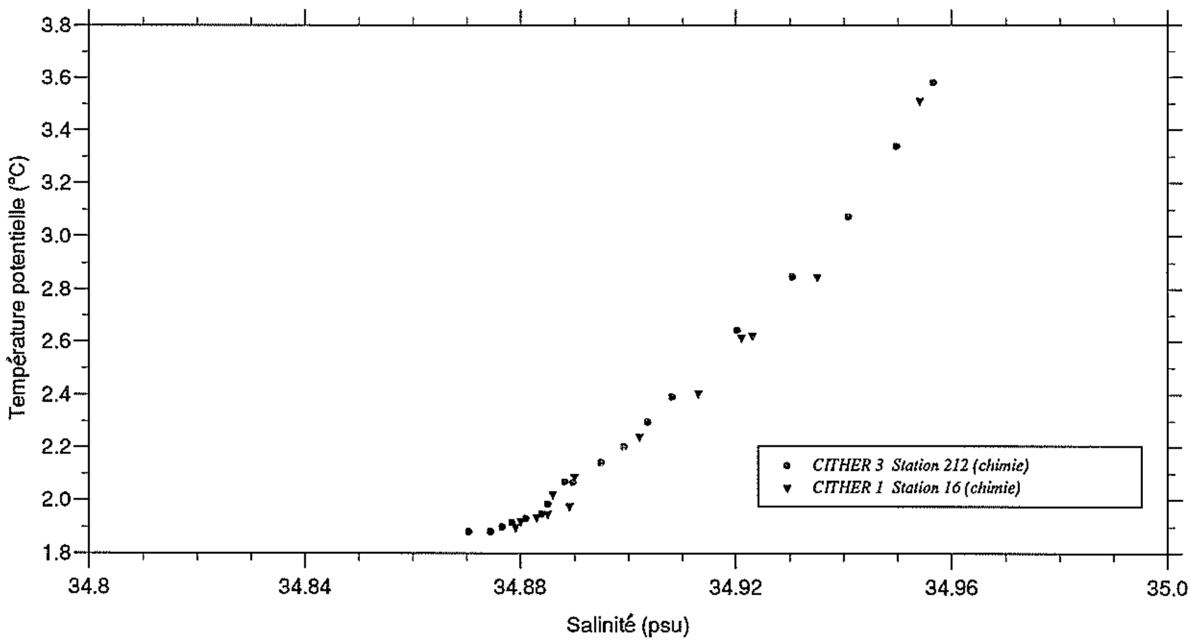
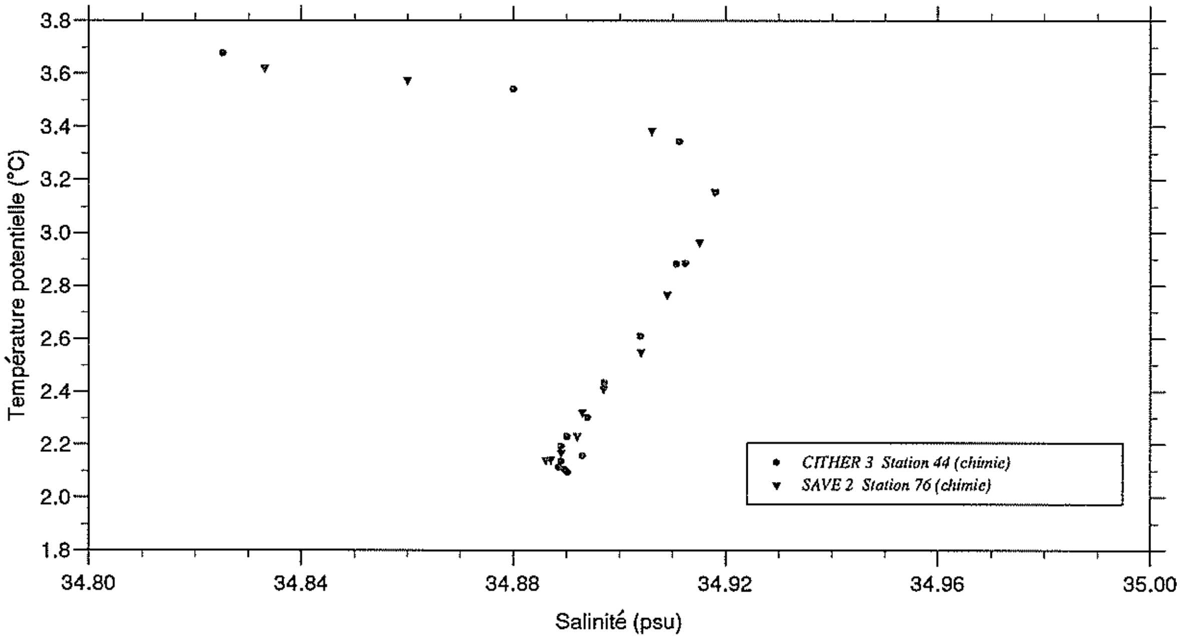


Figure III-7 : Comparaison des diagrammes θ-S à deux stations de CITHER 3 avec ceux obtenus à CITHER 1 à la même position géographique.

Diagrammes θ-S



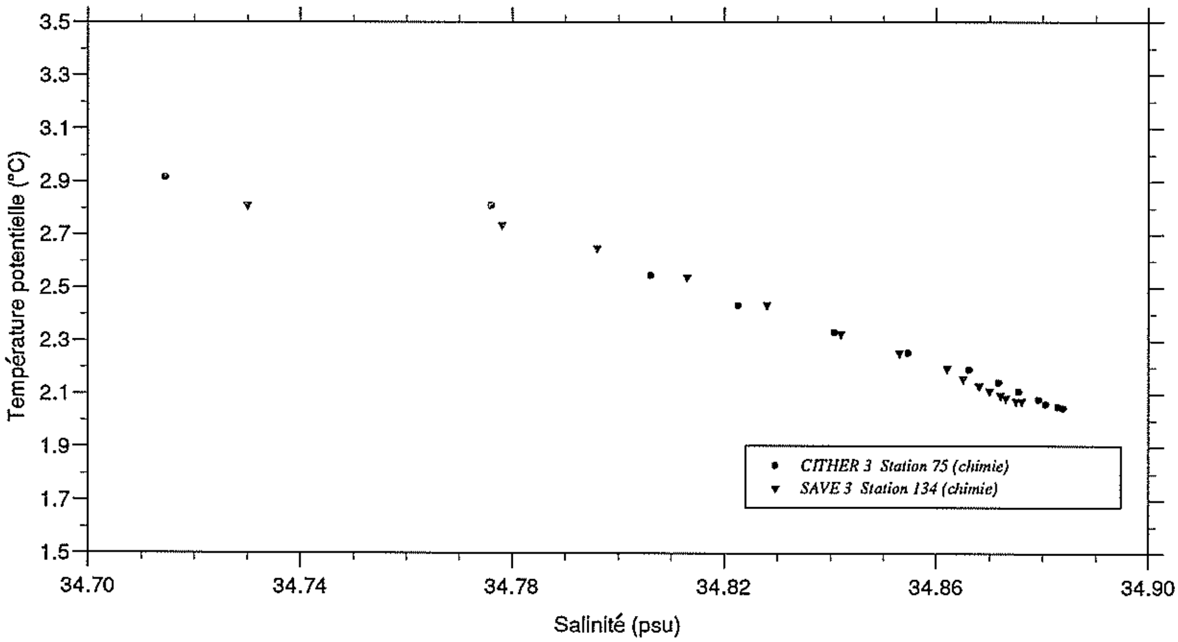
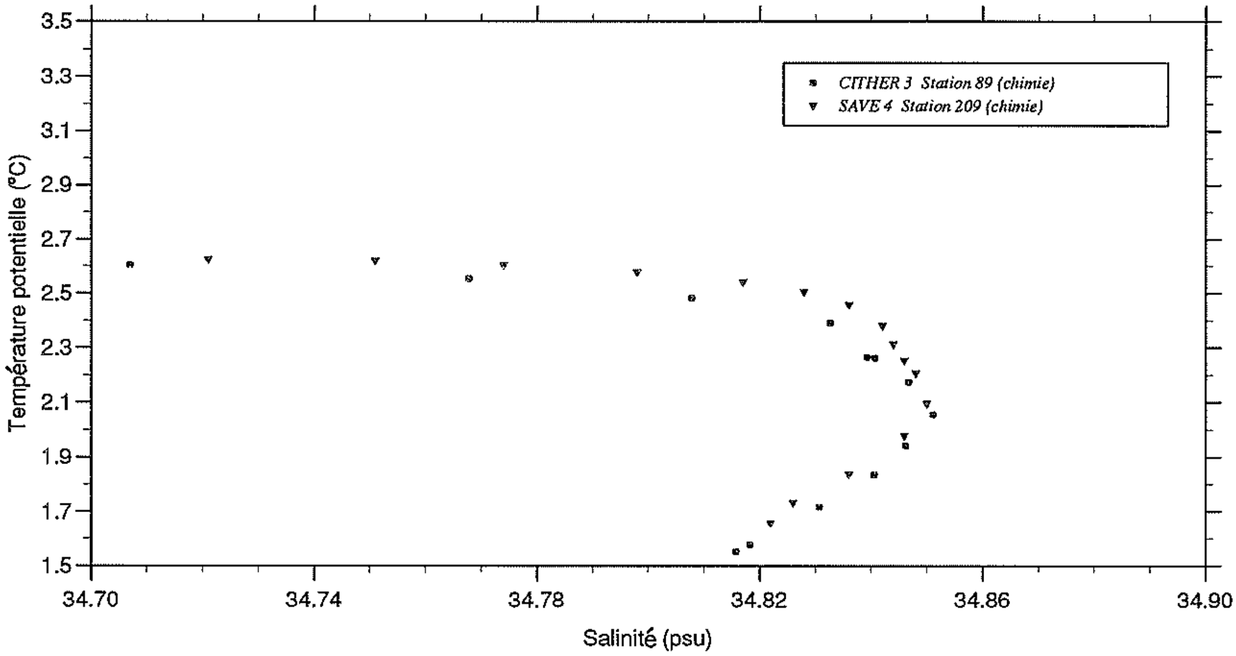
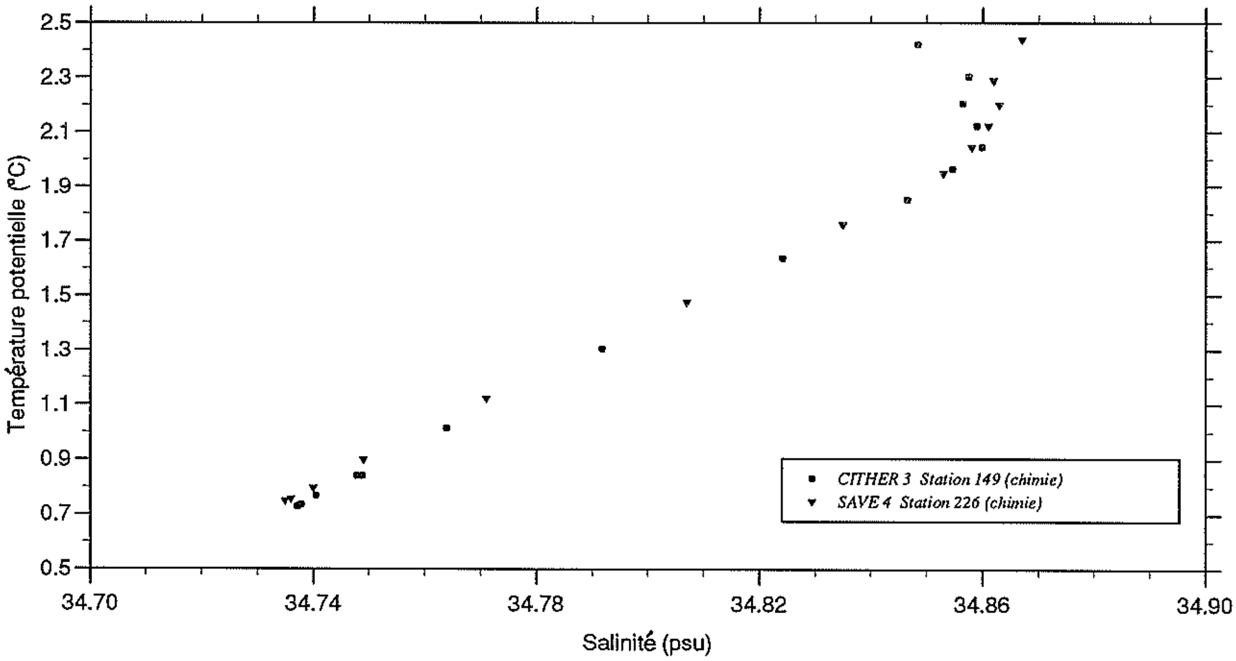


Figure III-8 : Comparaison des diagrammes θ-S à deux stations de CITHER 3 avec ceux obtenus à SAVE à la même position géographique.

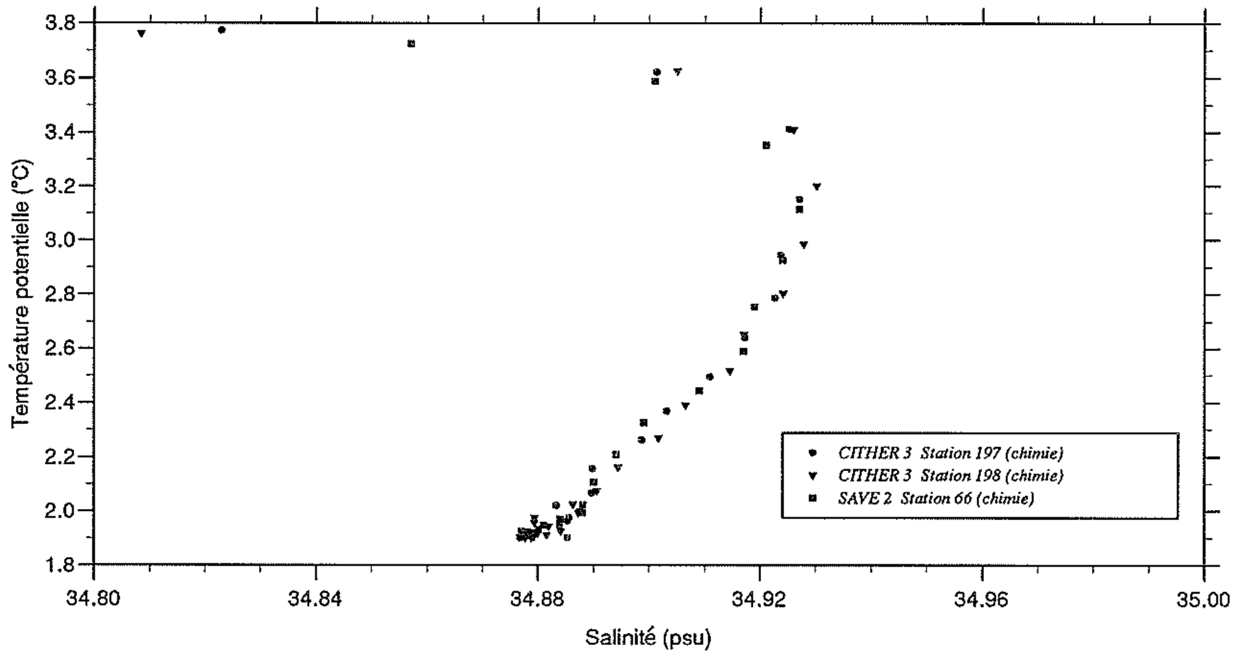
Diagrammes θ-S





<u>**Figure III-9**</u> **:** Comparaison des diagrammes θ-S à deux stations de CITHER 3 avec ceux obtenus à SAVE à la même position géographique.

Diagrammes θ-S



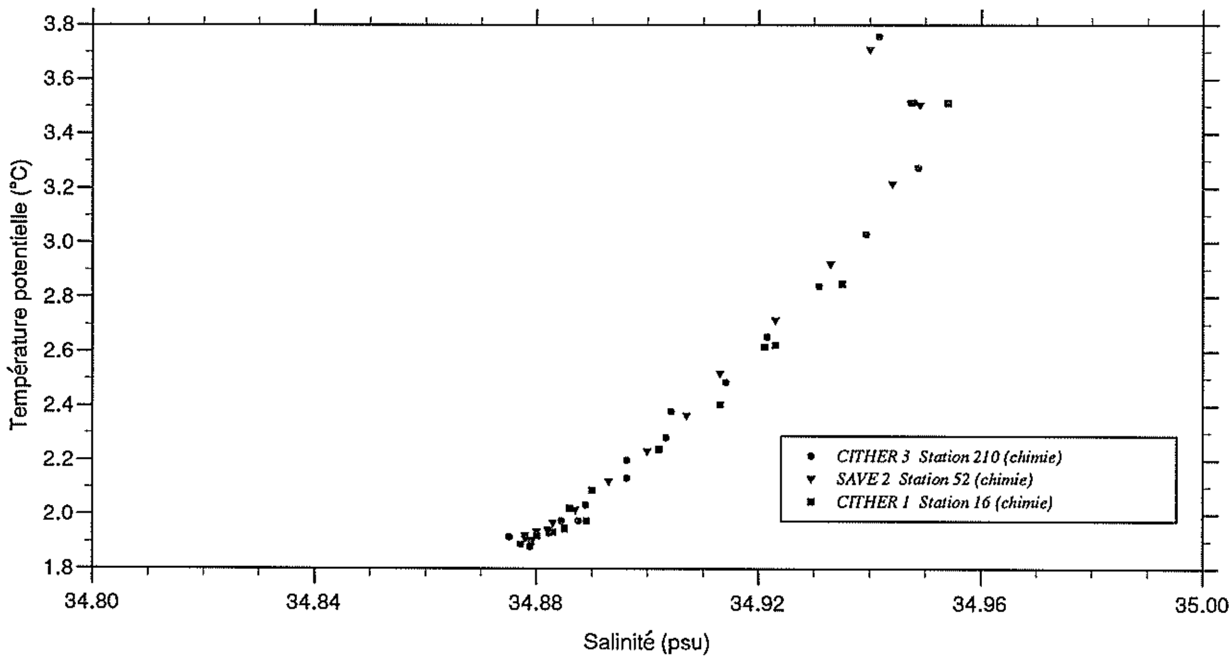
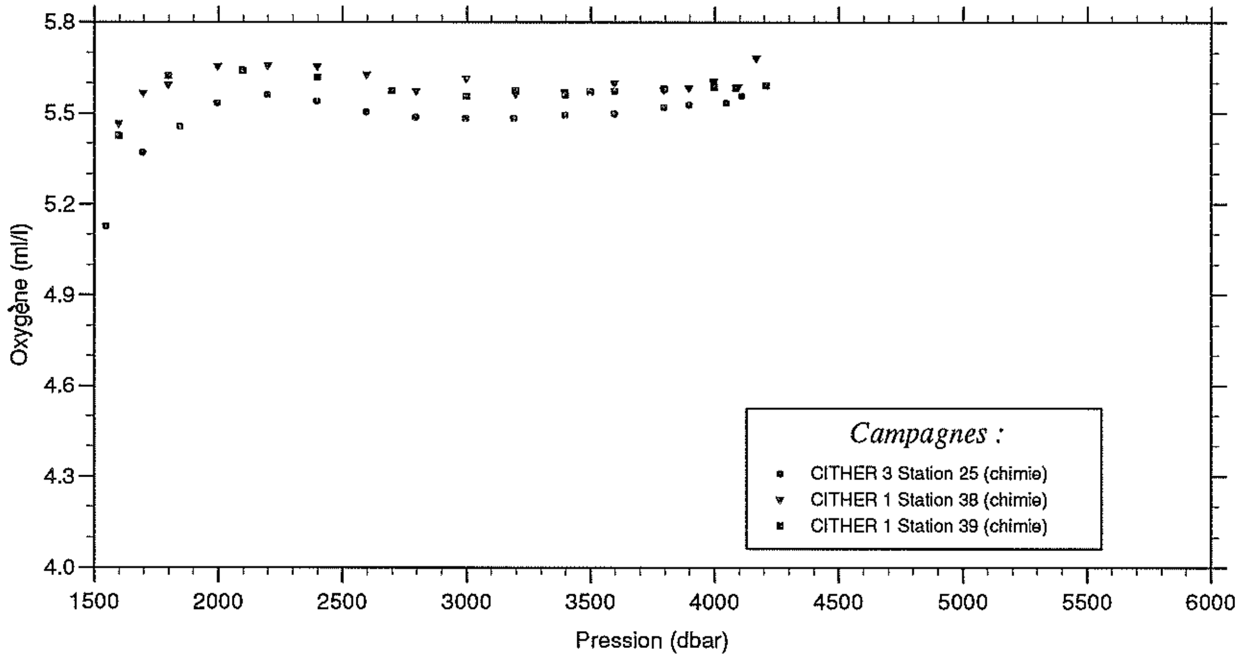


Figure III-10 : Comparaison des diagrammes θ-S à des stations de CITHER 3 avec ceux obtenus à SAVE et CITHER 1 à des positions géographiques proches.



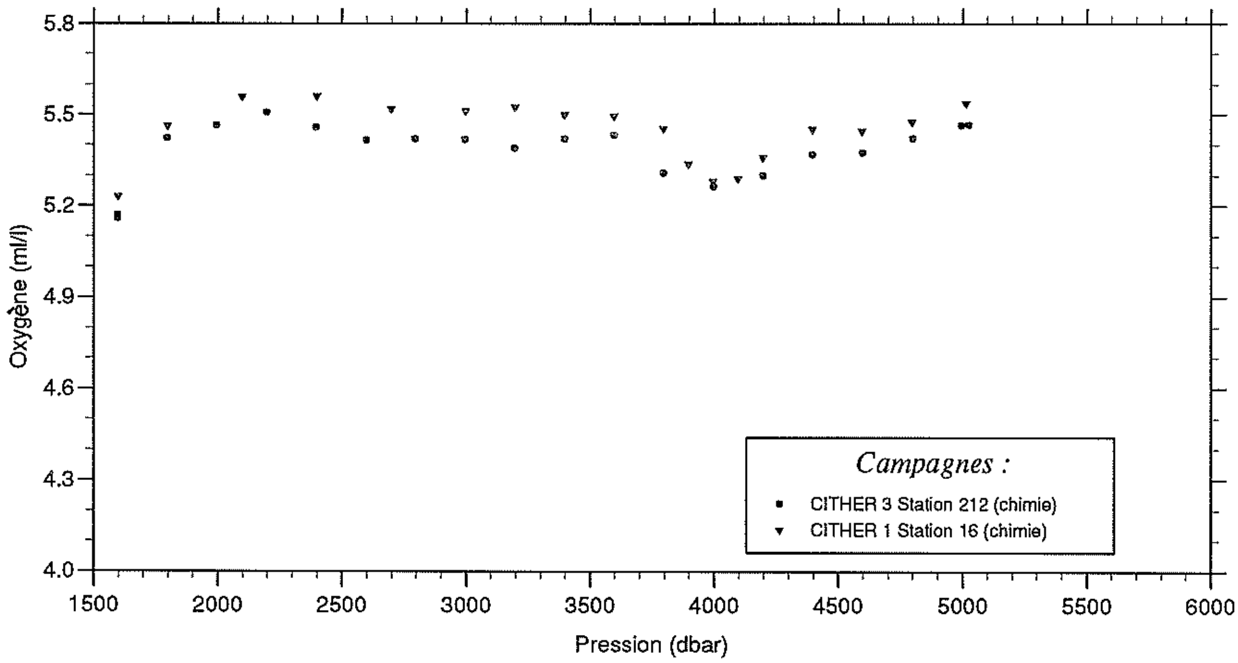
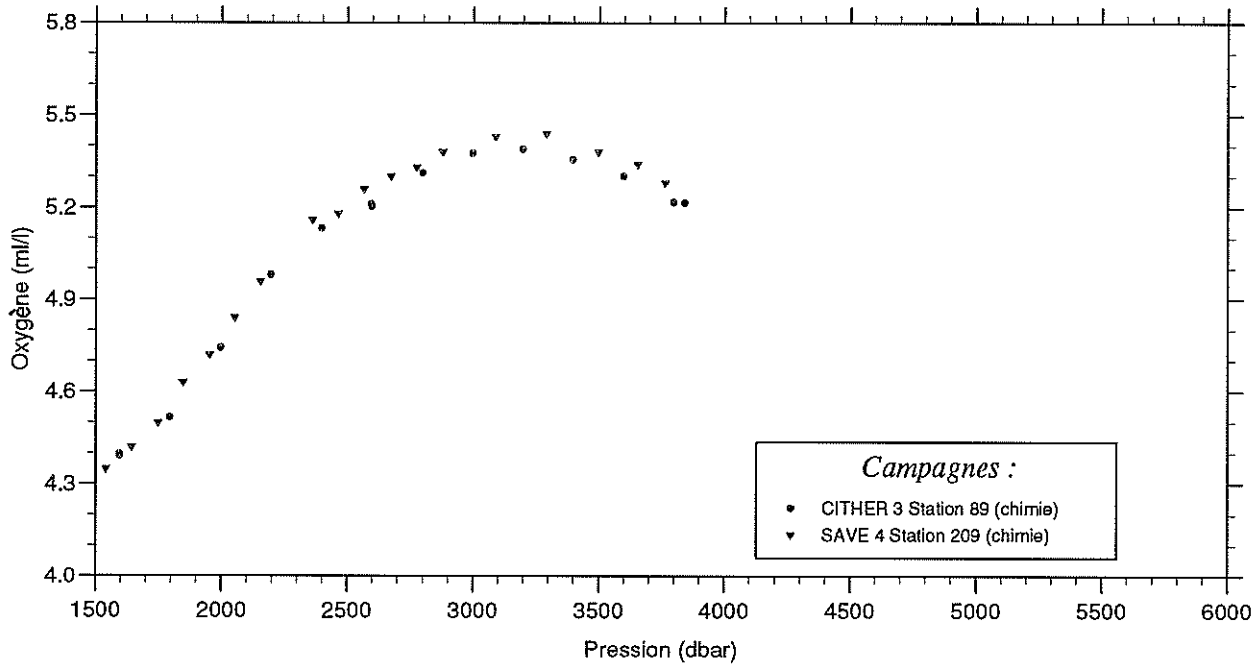


Figure III-11 : Comparaison des mesures d'oxygène dissous obtenues à deux stations de CITHER 3 avec celles de CITHER 1 à la même position géographique.



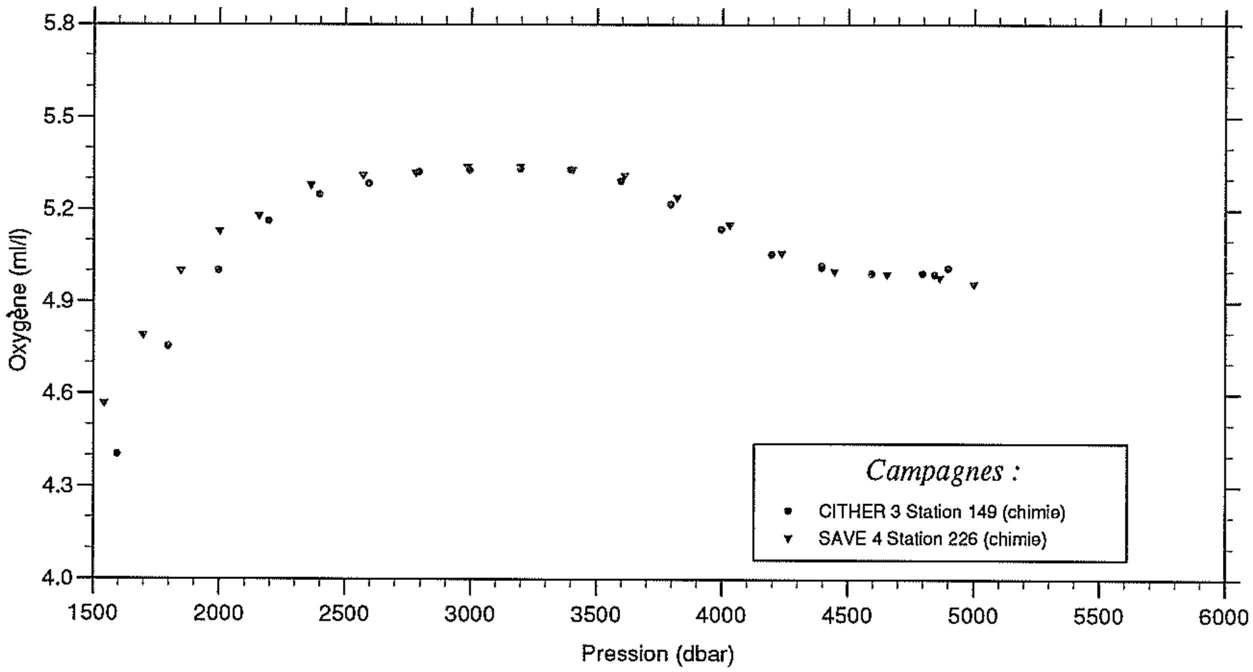
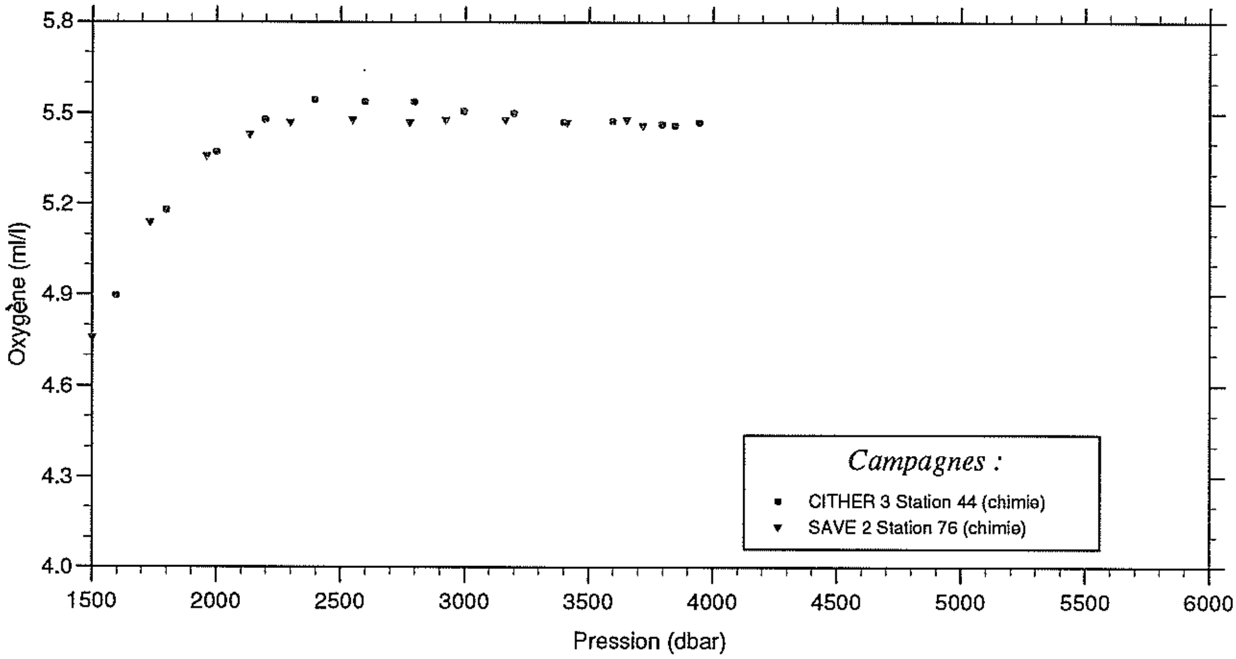


Figure III-12 : Comparaison des mesures d'oxygène dissous obtenues à deux stations de CITHER 3 avec celles de SAVE à la même position géographique.



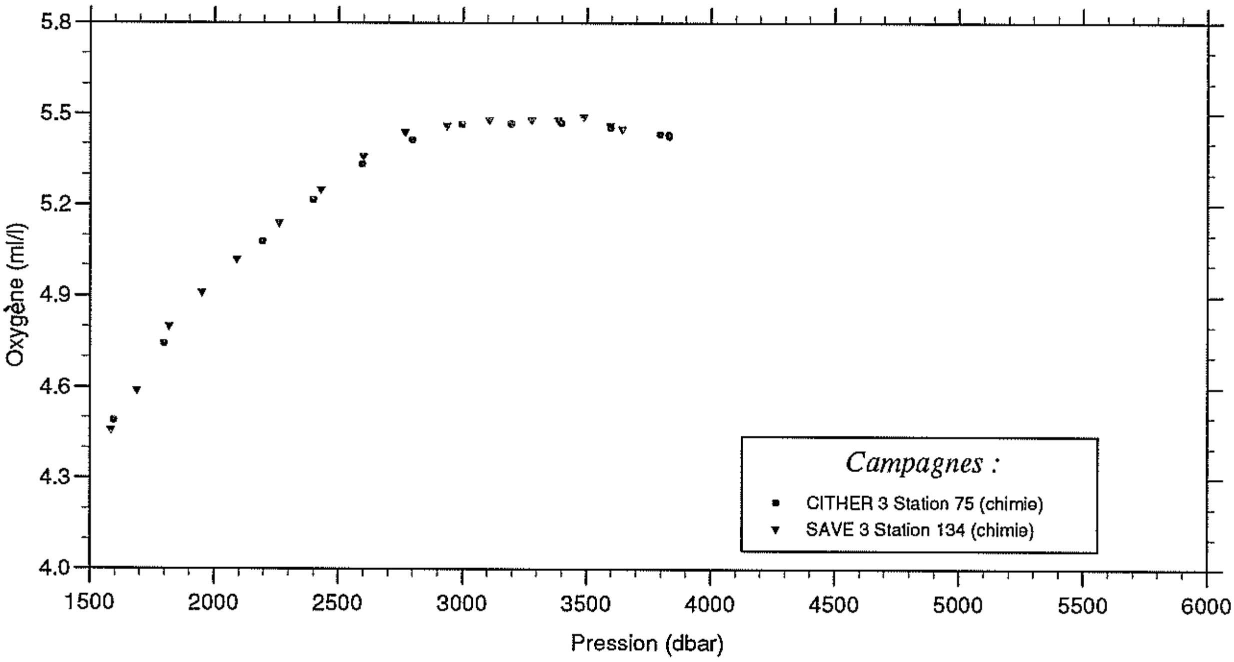


__Figure III-13__ **:** Comparaison des mesures d'oxygène dissous obtenues à deux stations de CITHER 3 avec celles de SAVE à la même position géographique.

Profils d'oxygene dissous

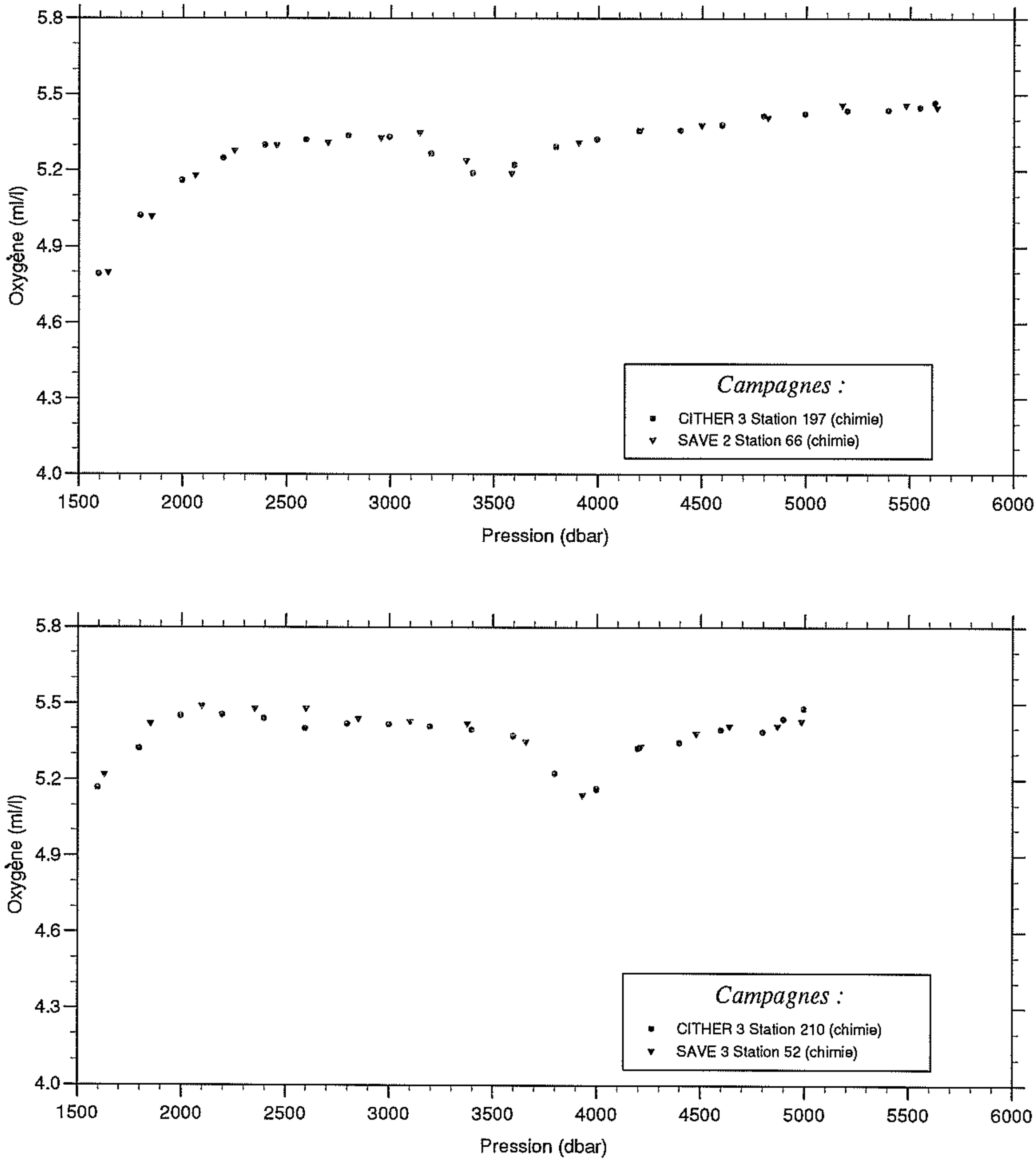


Figure III-14 : Comparaison des mesures d'oxygène dissous obtenues à deux stations de CITHER 3 avec celles de SAVE à la même position géographique.

IV - ANALYSE DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS SUR LA RADIALE A13 :

SILICATES, PHOSPHATES, NITRATES, NITRITES

Pascal MORIN et Mohideen WAFAR

Laboratoire d'Océanographie Chimique, Université de Bretagne Occidentale et UPR CNRS 9042 Roscoff.

Participants :

Les analyses d'éléments nutritifs (silicates, phosphates, nitrates, nitrites) sur la radiale A13 durant la campagne CITHER 3 ont été réalisées par l'équipe du Laboratoire d'Océanographie Chimique (Annick Masson, Pascal Morin et Mohideen Wafar).

1 - Équipement et techniques d'analyse :

Les mesures des quatre sels nutritifs ont été réalisées simultanément sur deux chaînes double-voies d'analyse en flux continu de type AutoAnalyser II Technicon (Bran et Luebbe) suivant les procédures analytiques standards décrites dans le Manuel d'Analyse de Tréguer et Le Corre (1975) :

- Silicates $Si(OH)_4$

Le silicium minéral est dissous dans l'eau de mer essentiellement (95%) sous forme de molécules d'acide orthosilicique $Si(OH)_4$ (5% se trouve sous forme ionisée $SiO(OH)^{3-}$). Dans la zone euphotique, il est consommé par le phytoplancton (essentiellement les diatomées) et peut être un important facteur limitant de sa croissance. Sa régénération dans l'eau de mer provient de la dégradation du silicium organique particulaire mais également de la dissolution des sels minéraux, tels que les alumino-silicates, dans les zones côtières ou proches du fond. Par analogie avec les autres sels nutritifs (nitrates, phosphates), le terme de "silicates" dissous continue à être utilisé improprement.

La méthode qui sert de référence est celle de Mullin & Riley (1955), modifiée par Fanning & Pilson (1973). Les "silicates" dissous dans l'eau de mer sous forme d'acide orthosilicique monomère ou dimère réagissent en milieu acide ($1 < pH < 2$) avec les ions molybdates pour former un hétéropolyacide, l'acide silicomolybdique. Ce complexe jaune est réduit par un mélange de "métol" (sulfate de méthyl-amino-4-phénol) et de sulfite de sodium pour former un "bleu de molybdène". L'interférence avec les phospho- et arséniomolybdates est évitée en opérant à pH convenable et en ajoutant de l'acide oxalique. La réaction est accélérée en chauffant le complexe dans un bain marie à 37°C. La densité optique du complexe formé est mesurée à 660 nm dans des cuves de 5 cm. Pour les échantillons les plus concentrés en silicates dont les concentrations sont supérieures à 60 $\mu mol\ kg^{-1}$ (les concentrations dépassent 110 $\mu mol\ kg^{-1}$ dans le bassin du Cap), une dilution des échantillons a été effectuée en insérant dans le manifold un circuit de dilution de l'échantillon avec de l'eau déionisée. Selon cette procédure, la loi de Beer-Lambert est vérifiée jusqu'à 140 $\mu mol\ kg^{-1}$. La limite de détection est de 0.1 $\mu mol\ kg^{-1}$.

- *Phosphates PO_4^{3-}*

Le phosphore minéral dissous dans l'eau de mer est essentiellement présent sous forme d'ions orthophosphates (surtout sous forme HPO_4^{2-} et PO_4^{3-}). La méthode utilisée pour le dosage des orthophosphates a été mise au point par Murphy & Riley (1962). Les ions orthophosphates sont susceptibles de réagir avec le molybdate d'ammonium en milieu acide pour former un complexe jaune, le phosphomolybdate d'ammonium. Par réduction de ce complexe, on obtient une coloration bleue. L'utilisation de l'acide ascorbique comme agent réducteur donne les résultats les plus reproductibles et il a l'avantage de pouvoir être utilisé dans un réactif unique : molybdate d'ammonium, acide ascorbique, acide sulfurique et antimonyl tartrate de potassium. L'antimoine fourni par l'antimonyl réduit le temps de développement de la coloration de 24 heures à quelques minutes. L'utilisation d'un bain marie à 37°C accélère le développement de la coloration. L'intensité de la coloration est mesurée à 880 nm. La méthode permet de mesurer les concentrations en phosphates dans la gamme des concentrations présentes dans l'eau de mer (entre 0 et 3 μmol kg^{-1}) et la limite de détection est de 0.02 μmol kg^{-1} (elle correspond à une absorbance de 0.005 en cuves de 10 cm de trajet optique).

- *Nitrates NO_3^- et Nitrites NO_2^-*

Lors du dosage, les nitrates dissous dans l'eau de mer sont réduits presque totalement (> 95%) en nitrites par passage sur une colonne de cadmium traité au cuivre (Wood *et al.*, 1967). La colonne réductrice a été préparée en utilisant du cadmium en grains tamisés entre entre 0,25 et 0,315 mm. La méthode a été légèrement modifiée par rapport à la méthode d'origine : le chlorure d'ammonium ajusté à pH = 8.5 est utilisé au lieu de l'EDTA (Grasshof, 1964) conformément aux meilleurs résultats de réduction obtenus (Strickland et Parsons, 1972). Les nitrites sont ensuite dosés selon la méthode basée sur la réaction de Griess appliquée à l'eau de mer par Bendschneider & Robinson (1952). Les nitrites forment un diazoïque avec la sulfanilamide en milieu acide (pH < 2). Le diazoïque est ensuite copulé avec le chlorhydrate de N-naphtyl éthylènediamine pour fournir un colorant azoïque. La mesure de l'absorption s'effectue à 550 nm. La méthode permet de mesurer les concentrations en nitrites dans une gamme de concentrations comprise entre 0 et 20 μmol kg^{-1} et la limite de détection est de 0.01 μmol kg^{-1}. Pour les nitrates, un étage de dilution (rapport 1/2.5) a été utilisé permettant les analyses dans une gamme de concentrations comprise entre 0 et 45 μmol kg^{-1}. La limite de détection est de 0.1 μmol kg^{-1}.

- *Prélèvement des échantillons :*

Les échantillons destinés à l'analyse des sels nutritifs ont été prélevés dans des flacons en polyéthylène de 125 ml immédiatement après la remontée de la bathysonde sur le navire. 32 échantillons ont été prélevés à chacune des stations occupées (sauf dans le cas des stations de faible profondeur). Les échantillons ont été ensuite analysés immédiatement sur les chaînes à flux continu. Pendant la campagne, la cadence d'échantillonnage a été de 20 échantillons par heure avec des temps de prélèvement et de rinçage de 2 et 1 mn respectivement pour les nitrates et silicates et de 1 et 2 mn respectivement pour les phosphates et nitrites.

2- Calibrations :

La calibration des méthodes d'analyse est réalisée à chaque station en début et fin de passage des échantillons avec une gamme de solutions étalons couvrant la gamme de concentrations mesurées. Deux solutions mixtes (nitrates et silicates d'une part, nitrites et phosphates, d'autre part) ont été préparées chaque jour (les solutions étalons préparées quotidiennement ont permis ainsi de calibrer 3 à 4 stations selon les journées). Les concentrations des étalons utilisés sont données dans le tableau 4-1.

Tableau 4-1. Gammes étalons utilisées durant la campagne CITHER 3 pour les calibrations des teneurs en sels nutritifs.

GAMME ÉTALONS (Concentrations en μmol l^{-1})								
N°	1	2	3	4	5	6	7	8
Silicates	0	10	20	40	60	80	100	120
Nitrates	0	10	20	30	40			
Phosphates	0	0.5	1.0	1.5	2.0			
Nitrites	0	0.5	1.0					

Les étalons de sels nutritifs ont été préparés à partir de sels (produits Merck p.a.) séchés à l'étuve à 105°C pendant 3 heures. Les pesées de sels sont faites en tenant compte de la correction de flottabilité de l'air et les volumes de fioles et pipettes ont été contrôlés par pesée (WOCE, 1991). La température dans le conteneur laboratoire est restée proche de 20°C pendant la campagne et aucune correction de volume n'a été appliquée.

3 - Calculs :

Du fait de l'utilisation d'eau déionisée comme référence pour les mesures, la densité optique mesurée à partir des colorimètres doit être corrigée. En effet, lorsque l'eau de mer circule dans la cuve de mesure, une absorption parfois importante par rapport à l'eau déionisée peut être observée. Cette absorption dépend :

- de la turbidité propre à l'eau de mer qui est due aux matières organiques dissoutes et particulaires, dissoutes ou minérales ;

- de la géométrie de la cuve de mesure et du réglage optique du colorimètre ;

- des réactifs tels que les tensio-actifs qui peuvent donner une légère absorbance lors du mélange avec l'eau de mer.

Une correction de ces différents effets définis comme correction de « turbidité » a été appliquée à chaque résultat. Une correction constante a été appliquée pendant la campagne et la valeur de cette correction a été vérifiée à intervalles réguliers durant la campagne. Elle est égale à 0.06 µmol kg^{-1} pour les phosphates et de 0.05 µmol kg^{-1} pour les nitrites. Elle est nulle pour les nitrates et silicates en raison principalement des dilutions appliquées sur ces deux montages.

4 - Précision des mesures :

La précision des mesures a été appréciée comme la répétabilité des résultats obtenue sur des séries d'échantillons prélevés à un même niveau au cours de 3 stations « test ». Les résultats sont donnés dans le tableau 4-2. L'incertitude sur les mesures de silicates est inférieure ou égale à 0.4 µmol kg^{-1} (soit 0.3% pour les concentrations mesurées les plus élevées), celle sur les mesures de phosphates est inférieure ou égale à 0.02 µmol kg^{-1} (soit 0.7% pour les concentrations mesurées les plus élevées) et celle sur les mesures de nitrates est inférieure ou égale à 0.5 µmol kg^{-1} (soit 1.1% pour les concentrations mesurées les plus élevées). Les résultats de la répétabilité en phosphates obtenus à la station 160 n'ont pas été pris en compte du fait de problèmes rencontrés sur le montage phosphates à cette station. Rapportées à la pleine échelle définie par le WHP (1991), les précisions (Tableau 4-2 : C.V. (%) P.E. WHP) sont proches des normes retenues retenues par le WHP : 0.2% pour les silicates, 0.4% pour les phosphates et 0.9% pour les nitrates.

D'autre part, la précision des mesures est contrôlée, en moyenne à chacune des stations et à toutes profondeurs, à partir de l'analyse de doublets obtenus en fermant deux bouteilles au même niveau. La distribution des écarts entre les doublets est représentée en fonction du numéro de station, de la pression et sous forme d'histogramme de fréquence pour chacun des trois sels nutritifs (figures 4-1, 4-2, 4-3). L'écart est généralement indépendant de la station et de la profondeur indiquant que la répétabilité est restée identique aux trois stations « test ». L'analyse des histogrammes montre que 77% des écarts entre doublets sont inférieurs à 0.3 µmol kg^{-1} pour les silicates, 77% sont inférieurs à 0.3 µmol kg^{-1} pour les nitrates et 75% sont inférieurs à 0.02 µmol kg^{-1} pour les phosphates. La répétabillité des mesures, estimée par l'écart-type sur les différences entre les mesures sur chaque doublet est de 0.3 µmol kg^{-1} pour les silicates, 0.3 µmol kg^{-1} pour les nitrates et de 0.03 µmol kg^{-1} pour les phosphates.

La précision des mesures a été également contrôlée régulièrement (à 23 reprises pendant la seconde partie de la campagne) sur des séries de 6 échantillons prélevés dans une même bouteille. Les résultats sont montrés dans le tableau 4-3. L'incertitude sur les mesures de silicates (pris comme l'écart-type moyen sur la durée de la campagne) est de 0.3 µmol kg^{-1}, pour les nitrates de 0.2 µmol kg^{-1} et de 0.02 µmol kg^{-1} pour les phosphates. Rapportées à la pleine échelle définie par le WHP (1991), les précisions sont de 0,12 % pour les silicates, de 0.34 % pour les nitrates et de 0.31% pour les phosphates.

Tableau 4-2. Précision des résultats de sels nutritifs par l'analyse d'échantillons prélevés à un même niveau aux stations « test ». Le coefficient de variation est indiqué par rapport à la pleine échelle (P.E.) définie par le WHP (1991).

SILICATES			
Numéro Station	109	160	211
Profondeur (m)			
Nombre d'échantillons	17	32	32
Concentration moyenne (µmol kg^{-1})	49.16	52.83	42.98
Écart-type (µmol kg^{-1})	0.40	0.22	0.31
C.V. (%)	0.82	0.41	0.71
C.V. (%) P.E. WHP (250 µmol kg^{-1})	0.16	0.09	0.12

NITRATES			
Numéro Station	109	160	211
Profondeur (m)			
Nombre d'échantillons	17	32	32
Concentration moyenne (µmol kg^{-1})	24.59	23.99	21.86
Écart-type (µmol kg^{-1})	0.08	0.42	0.46
C.V. (%)	0.31	1.75	2.12
C.V. (%) P.E. WHP (250 µmol kg^{-1})	0.16	0.89	0.99

PHOSPHATES			
Numéro Station	109	160	211
Profondeur (m)			
Nombre d'échantillons	17	32	32
Concentration moyenne (µmol kg^{-1})	1.65	1.45	1.45
Écart-type (µmol kg^{-1})	0.01	0.12	0.02
C.V. (%)	0.65	8.21	0.71
C.V. (%) P.E. WHP (250 µmol kg^{-1})	0.22	2.37	0.37

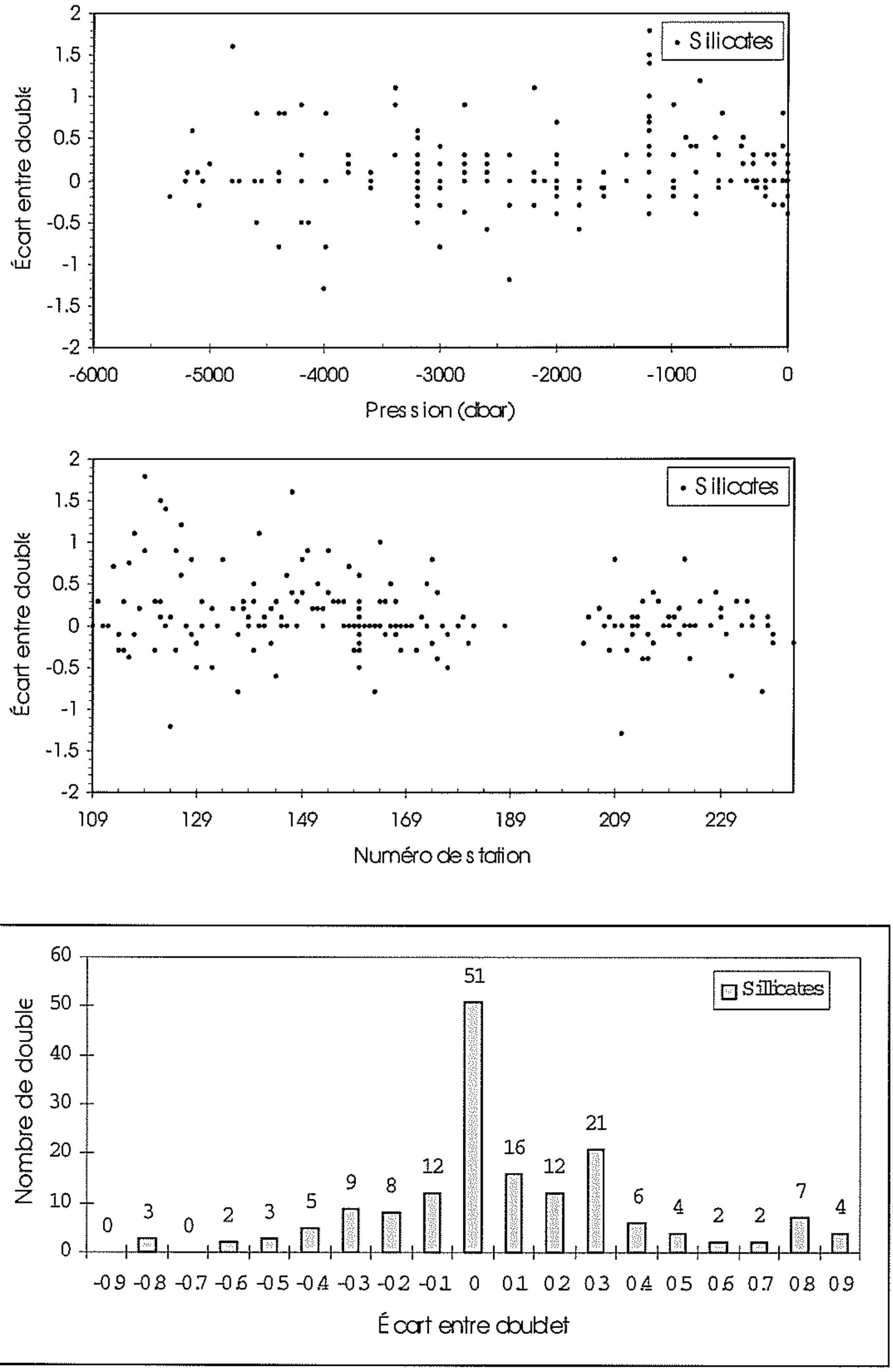


Figure 4-1 : Ecarts entre les concentrations de silicates mesurées sur deux bouteilles fermées au même niveau : en fonction du numéro de station, en fonction de la pression de fermeture des bouteilles, nombre de doublets par classe d'écart.

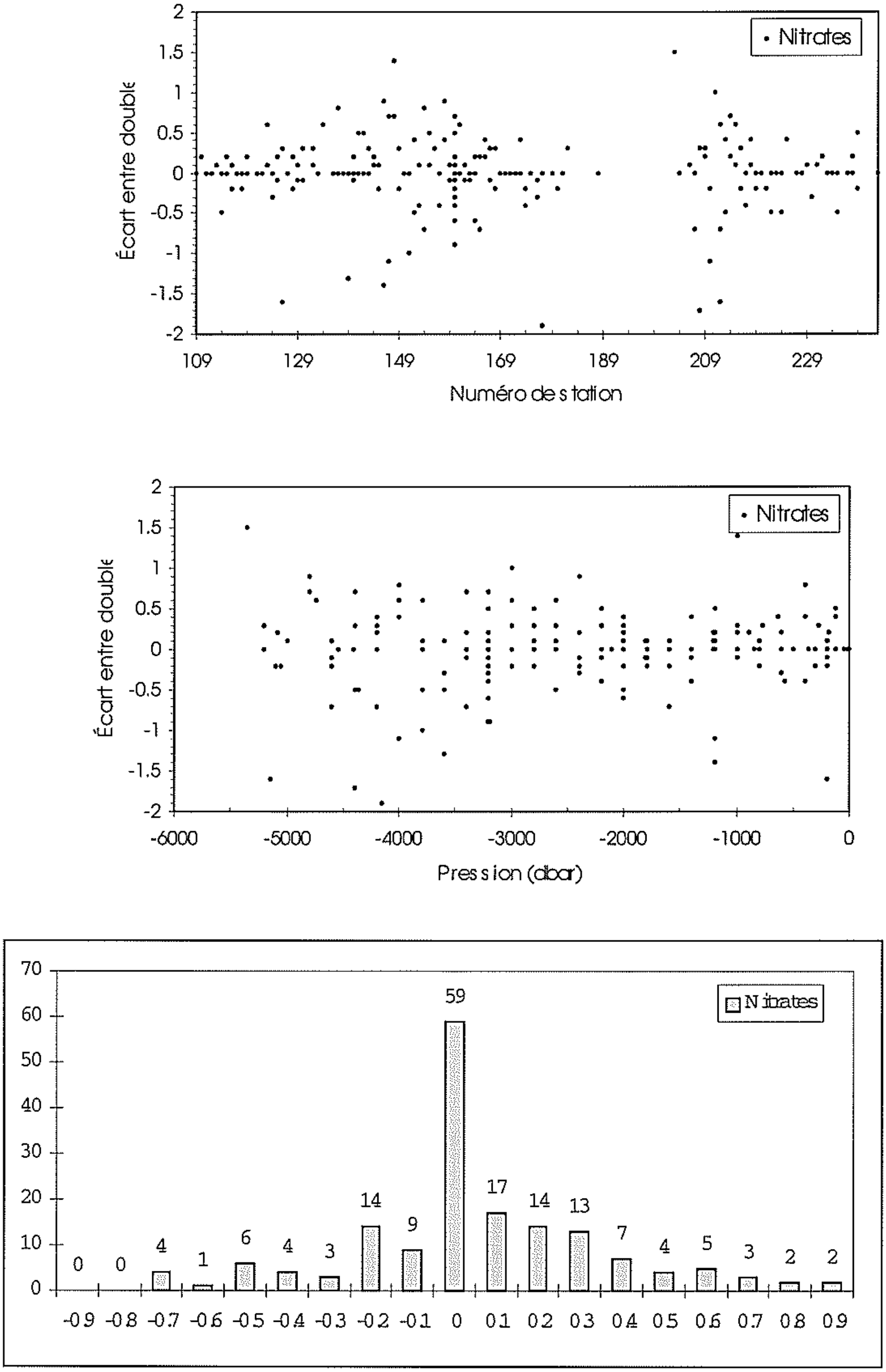
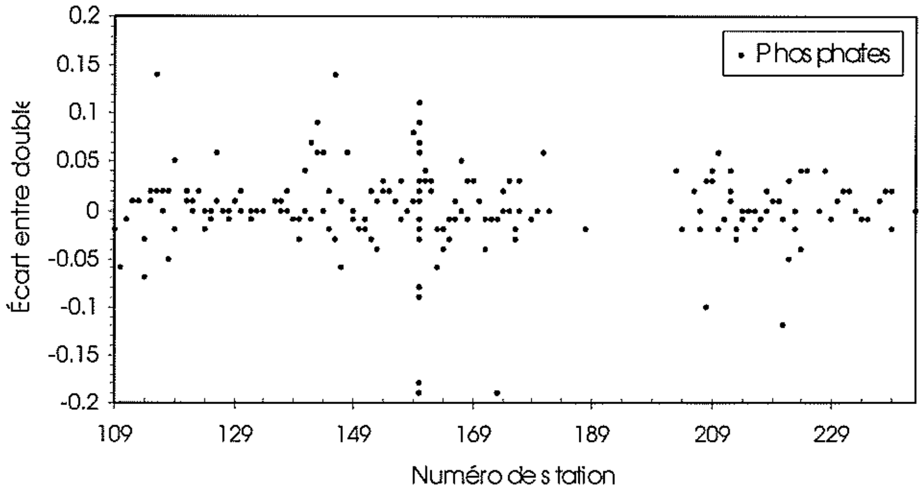
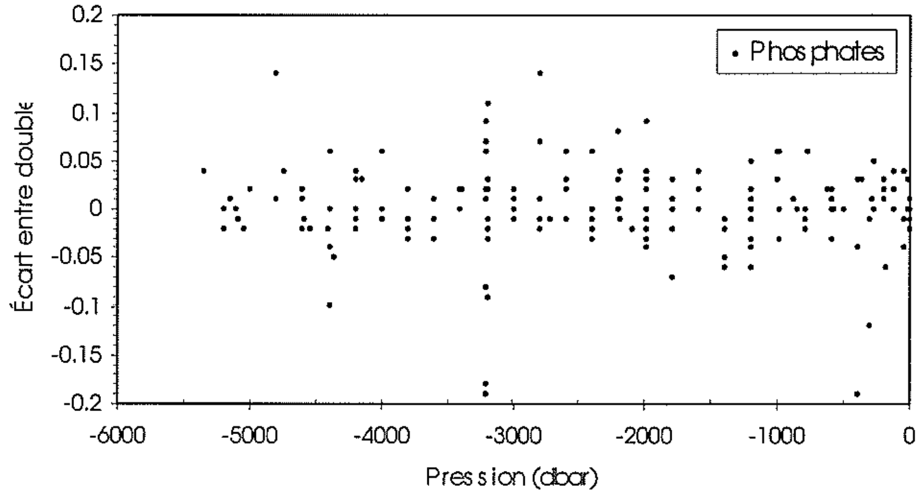


Figure 4-2. Écarts entre les concentrations de nitrates mesurées sur deux bouteilles fermées au même niveau : en fonction du numéro de station, en fonction de la pression de fermeture des bouteilles, nombre de doublets par classe d'écart.





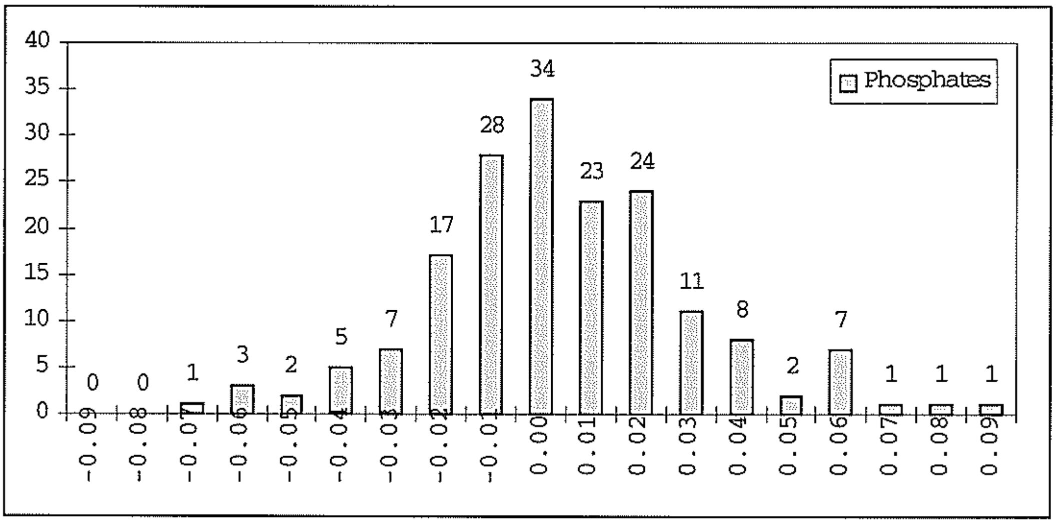


Figure 4-3. Écarts entre les concentrations de phosphates mesurées sur deux bouteilles fermées au même niveau : en fonction du numéro de station, en fonction de la pression de fermeture des bouteilles, nombre de doublets par classe d'écart.

NITRATES

Numéro Station	123	126	130	136	141	146	150	154	158	165	176	181	184	188	191	197	200	204	207	220	225	230	233	237
Date	25/02	26/02	27/02	01/03	02/03	03/03	04/03	05/03	06/03	11/03	12/03	13/03	14/03	15/03	16/03	17/03	18/03	19/03	20/03	23/03	24/03	25/03	26/03	27/03
Quart	0-4	4-8	0-4	0-4		0-4	0-4		0-4	0-4	0-4	0-4	8-12	0-4	8-12			4-8	8-12	8-12	8-12	0-4		8-12
Bouteille	14	20	27	21		1	1		1	2	15	6	7	27	8			11	12	19	18	17		16
Concentration moyenne (µmol/Kg)	25.7		12.4	33.8	24.5		29.6	25.1	30.1	31.3	23.7		24.0	35.0	23.1	23.7	39.3	23.8	22.9	34.7	20.4	20.9	21.7	21.4
Ecart-type (µmol/Kg)	0.08		0.04	0.22	0.10		0.26	0.17	0.27	0.13	0.17		0.10	0.25	0.29	0.06	0.24	0.07	0.12	0.09	0.10	0.26	0.28	0.09
C.V. (%)	0.32		0.33	0.66	0.42		0.87	0.66	0.91	0.41	0.70		0.42	0.73	1.26	0.26	0.61	0.29	0.54	0.24	0.47	1.23	1.29	0.41
C.V. P.E. WHP (47 µmol/Kg)	0.18		0.09	0.48	0.22		0.55	0.35	0.58	0.27	0.35		0.21	0.54	0.62	0.13	0.51	0.15	0.26	0.18	0.20	0.55	0.59	0.19

SILICATES

Numéro Station	123	126	130	136	141	146	150	154	158	165	176	181	184	188	191	197	200	204	207	220	225	230	233	237
Date	25/02	26/02	27/02	01/03	02/03	03/03	04/03	05/03	06/03	11/03	12/03	13/03	14/03	15/03	16/03	17/03	18/03	19/03	20/03	23/03	24/03	25/03	26/03	27/03
Quart	0-4	4-8	0-4	0-4		0-4	0-4		0-4	0-4	0-4	0-4	8-12	0-4	8-12			4-8	8-12	8-12	8-12	0-4		8-12
Bouteille	14	20	27	21		1	1		1	2	15	6	7	27	8			11	12	19	18	17		16
Concentration moyenne (µmol/Kg)	53.2		4.8	63.2	51.3	110.4	108.5	59.0	110.6	110.3	34.2	54.3	54.0	15.5	54.1	53.8	20.1	54.4	49.9	28.2	23.7	33.2	31.9	33.7
Ecart-type (µmol/Kg)	0.27		0.00	0.34	0.37	0.75	1.00	0.00	0.32	0.28	0.20	0.11	0.23	0.08	0.07	0.11	0.23	1.17	0.49	0.13	0.13	0.21	0.20	0.09
C.V. (%)	0.51		0.00	0.54	0.73	0.67	0.92	0.00	0.29	0.25	0.58	0.20	0.43	0.52	0.13	0.20	1.14	2.15	0.98	0.46	0.55	0.63	0.63	0.27
C.V. P.E. WHP (250 µmol/Kg)	0.11		0.00	0.14	0.15	0.30	0.40	0.00	0.13	0.11	0.08	0.04	0.09	0.03	0.03	0.04	0.09	0.47	0.20	0.05	0.05	0.08	0.08	0.04

PHOSPHATES

Numéro Station	123	126	130	136	141	146	150	154	158	165	176	181	184	188	191	197	200	204	207	220	225	230	233	237
Date	25/02	26/02	27/02	01/03	02/03	03/03	04/03	05/03	06/03	11/03	12/03	13/03	14/03	15/03	16/03	17/03	18/03	19/03	20/03	23/03	24/03	25/03	26/03	
Quart	0-4	4-8	0-4	0-4		0-4	0-4		0-4	0-4	0-4	0-4	8-12	0-4	8-12			4-8	8-12	8-12	8-12	0-4		8-12
Bouteille	14	20	27	21		1	1		1	2	15	6	7	27	8			11	12	19	18	17		16
Concentration moyenne (µmol/Kg)	1.67	2.35	0.90	2.30	1.63	2.20	2.14	1.73	2.12	2.14	1.55	1.58	1.57	2.23	1.56	1.54		1.54	1.49	2.38	1.33	1.38	1.41	1.39
Ecart-type (µmol/Kg)	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.04	0.01	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02		0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
C.V. (%)	1.20	0.43	1.11	0.87	0.61	0.91	0.93	0.58	1.89	0.47	1.94	1.27	0.64	0.45	0.64	1.30		1.30	1.34	0.42	0.75	0.72	0.71	0.72
C.V. P.E. WHP (5 µmol/Kg)	0.40	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.40	0.20	0.80	0.20	0.60	0.40	0.20	0.20	0.20	0.40		0.40	0.40	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

Tableau 4-3. Précision des résultats de sels nutritifs par l'analyse d'échantillons prélevés sur une même bouteille durant la campagne. Le coefficient de variation est indiqué par rapport à la pleine échelle (P.E.) définie par le WHP (1991).

Références Bibliographiques

Bendschneider K. & Robinson N.J., 1952. A new spectrophotometric determination of nitrite in sea water. *J. mar. Res.,* **11**, 87-96.

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

Mullin J.B & Riley J.P., 1955. The spectrophotometric determination of silicate-silicon in natural waters with special reference to sea water. *Anal. chim. Acta*, **12**, 162-170.

Murphy J. & Riley J.P., 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. chim. Acta*, **27**, 31-36.

Strickland J.D.H. & Parsons T.R., 1972. A practical handbook of sea water analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, **167**, 310 p.

Tréguer P. & Le Corre P., 1975. *Manuel d'analyse des sels nutritifs dans l'eau de mer (Utilisation de l'Autoanalyzer II - Technicon).* Université de Bretagne Occidentale, Brest, 2ème édition.

WOCE Operations Manual, 1991. Volume 3 : The Observational Program Section 3.1 WOCE Hydrographic Program Part 3.1.3. : *WHP Operations and Methods.* WOCE Report n°68/91, July 1991.

Wood E.D., Armstrong F.A.J. & 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.

V - NUTRIENT MEASUREMENTS. Section WOCE A14

ALVAREZ-SALGADO, X.A. AND PAZÓ FERNÁNDEZ, M.J.
Instituto de Investigacións Mariñas (C.S.I.C.)
Eduardo Cabello 6, Vigo (SPAIN)

TABLE OF CONTENTS

V.1. Sampling procedure

V.2. Equipment and methods
- V.2.1. Methods
- V.2.2. Calibration
- V.2.3. Data acquisition

V.3. Precision
- V.3.1. Analytical error. Duplicate analyses
- V.3.2. Sampling error Duplicate samples
- V.3.3. Consistency of measurements. Quality control

V.4. Comparison with historical data

V.5. References

V.1. SAMPLING PROCEDURE

Nutrients were sampled after trace gases, dissolved oxygen, total inorganic carbon, alkalinity and pH. Samples were drawn into 60 ml solid-polyethylene containers. These were rinsed twice before filling. Samples were analysed as soon as possible after collection. They were preserved in the dark at 4°C when analyses started more than 1 hour after collection. In any case, no more than 12 h elapsed before analysing.

V.2. EQUIPMENT AND METHODS

Nutrient analyses were performed by segmented flow analysis (SFA) with an autoanalyzer TECHNICON AAII®. Nitrate+nitrite, phosphate and silicate were determined simultaneously. Samples were transferred into 20 ml Pyrex tubes thoroughly rinsed and set into a Gilson® automatic sampler, provided with a stainless steel needle. A pumping cycle of 3.4 minutes sucking the sample, and 0.6 minutes rinsing in a milli Q® water reservoir, was used. An analysis spent ~14.6 ml of sample, which allow us to do replicates when required.

V.2.1. Methods

Determination of nitrate, phosphate and silicate was carried out following the methods described by Hansen and Grasshoff (1983), with some modifications. Thus, to avoid possible contamination problems when ammonium is determined simultaneously (*i.e.*, in lab routine analysis), reagents as ammonium salts were replaced by the corresponding sodium salts. The most significant change regards to the buffer solution used in the determination of nitrate+nitrite (see below).

Silicate. Silicate, in the orthosilicate form, was reacted with sodium molybdate to produce β-1:12 silicomolybdic acid. Since the β-1:12 silicomolybdic acid is unstable and has a low molar absorbance, it is subsequently reduced to a blue heteropoly acid with a much higher molar absorbance at 660 nm. Ascorbic acid was used as reductant. Oxalic acid was introduced to avoid any interference due to the formation of similar 1:12 heteropoly acids with phosphate and arsenate. Oxalic acid decomposes the phosphomolybdic and arsenomolybdic acids eventually formed. The reaction was performed at constant temperature (37°C), to reduce the dramatic effect of changing temperature, because of the short time allowed to produce the β-1:12 silicomolybdic acid. A 15 mm pathlength flowcell was used.

Phosphate. Determination of phosphate was based on the reaction of the ions (H_3PO_4, $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} and PO_4^{3-}) with an acidified molybdate reagent. A phosphomolybdate complex forms under acid conditions, which is subsequently reduced to a phosphomolybdenum blue complex, detectable at 880 nm. The reaction occurs at 37°C. Ascorbic acid was used as reducing agent. A solution of dodecyl sulfate (sodium salt) was used as surfactant, instead of Levor IV. The latter is not recommended nowadays (Kirkwood et al., 1991), because of precipitation problems in samples of high salinity, which lead to absorbances higher than with manual methods (Loder and Gilbert, 1977; Hansen and Grasshoff, 1983; Alvarez-Salgado et al., 1992). The colorimeter was fitted with a 50 mm pathlength flowcell.

Nitrate+nitrite. Nitrate was first reduced to nitrite, and nitrate+nitrite was subsequently measured as an azodye at 543 nm. A column of 5.4 cm^3, filled with copperized cadmium granules, is used for nitrate reduction. Peak shape is strongly affected by column packing, compromising the accuracy of the measurements. Contrary to CITHER 2 (*R/V* Maurice Ewing), column packing was not affected by ship-engines vibrations during CITHER 3 (*N/O* l'Atalante). Reduction efficiency was checked by comparing the signals yield by both a nitrate and a nitrite standards of similar concentration (~38 μmol·kg^{-1}). The Cu/Cd column was reactivated three times along the cruise, when the efficiency was less than 90%. A mixture of citric acid/sodium citrate is used as buffer solution (Mouriño and Fraga, 1985), instead of ammonium chloride. Reduction takes place at pH 5.3-5.7 when using this buffer solution.

V.2.2. Calibration

Primary standards for nitrate+nitrite, phosphate and silicate were prepared from nutrient salt materials (KNO_3, KH_2PO_4 and $NaSiF_6$, respectively) dried 24 h over silica gel water. Primary solutions were made up with milli-Q® in calibrated volumetric flasks. A *stock standard* solution was prepared by mixing the three primary standards. No chemical preservatives were added; they were preserved in the dark at 4 °C. Finally, *working standard* solutions to simultaneously calibrate the three SFA systems were produced dissolving different volumes of the *stock standard* solution in low nutrient seawater (LNSW), filtered to 0.45 μm ∅ (see Table V-1). The *working standard* solutions were made up every two days and preserved in the dark at 4°C.

TABLE V-1. SET OF *WORKING STANDARD* SOLUTIONS PREPARED IN LNSW FROM ONE OF THE THREE *STOCK STANDARD* SOLUTIONS AVAILABLE

STANDARD	VOLUME (ML)		CONCENTRATION (μMOL·KG^{-1})			
	STOCK	FINAL VOLUME	NO_3^-	NO_2^-	HPO_4^{2-}	SiO_2
1	5	500	25.081		1.992	40.923
2	15	1000	37.622		2.981	61.385
3	20	1000				81.846*
4	5	500		23.938	1.992	

*EXCEPCIONALLY, AN *STOCK STANDARD* SOLUTION WITH 122.77 μMOL·KG^{-1} OF SILICATE (15ML STOCK/ 500ML LNSW) WAS PREPARED THE LAST WORKING DAY, WHEN HIGH-SILICATE AABW WAS SAMPLED

Three sets of *primary standards* were prepared to regularly intercalibrate them and check their stability along the cruise. The coherence between the three sets of *primary standards* was generally good, except when minor problems of contamination during preparation of *working standard* solutions arose.

In addition, *primary standard* solutions of nitrite were also prepared by dissolving $NaNO_2$ in milli-Q® water. NaOH (0.2 $g{\cdot}l^{-1}$) was added to keep alkaline the standard solution, avoiding decomposition. *Stock standards* were also made up by mixing of nitrite and phosphate *primary standards*. Working standards in LNSW were produce to check the efficiency of the Cu/Cd column daily.

Linearity. Phosphate signal was linear over the working range (0-3 $\mu mol{\cdot}kg^{-1}$). However, deviations from linearity were found for nitrate (concentration >25 $\mu mol{\cdot}kg^{-1}$) and silicate (concentration >40 $\mu mol{\cdot}kg^{-1}$). Calibration curves performed in the laboratory proved that the analytical system for nitrate can be accurately calibrated (within WOCE requirements) by considering two segments (0-25 and 25-40 $\mu mol{\cdot}kg^{-1}$). If a linear response all over the working range (0-40 $\mu mol{\cdot}kg^{-1}$) were assumed, errors as high as 4.3% would be done. Three segments (0-40, 40-60 and 60-120 $\mu mol{\cdot}kg^{-1}$) were considered for silicate. Maximum errors of 2.3% would be obtained if a simple 2-point calibration curve were performed. This procedure has been preferred than sample dilution with LNSW.

Blank. Systematic greater absorbances obtained with SFA systems regarding to manual methods are due to variations in the refractive index. When blown glass flowcells are used, changes in the refractive index from milli-Q® to sea water provoke light scattering, with the concomitant change of the optical signal (Froelich and Pilson, 1978). To solve this problem, a system blank (zero nutrient seawater) with about the same refractive index as LNSW was made up dissolving 35 g of sodium chloride (calcined at 600°C) in 1 l of milli-Q® water. During calcination, nitrate and ammonium are totally eliminated and silicate is converted into non-reactive forms. However, high contents of phosphate are still present in the calcined sodium chloride. Therefore, for phosphate we use the physical method described by Alvarez-Salgado et al. (1992) to correct the refractive index effect.

V.2.3. Data acquisition

Analogic signals from the three colorimeters were acquired by means of pen-recorders connected to the colorimeter outputs. Signal height was manually measured on the graphic records, and compared with the *working standards* height.

V.3. PRECISION

The WOCE requirements for precision (Joyce et al., 1991) are silicate 0.2% full scale (110 $\mu mol \cdot kg^{-1}$ during CITHER 3, section A14); nitrate 0.2% full scale (38 $\mu mol \cdot kg^{-1}$) and phosphate 0.4% full scale (2.5 $\mu mol \cdot kg^{-1}$).

V.3.1. Analytical error. Duplicate analyses

Duplicate analyses of the same 60 ml sample container were done regularly along the cruise. In addition, analyses were repeated when abnormal peak shape compromised the accuracy of any nutrient measurement. A total of 156 duplicate analyses of nitrate, 218 of phosphate and 170 of silicate were recorded. Table V-2 summarised the absolute difference between duplicate analyses, and the absolute difference relative to full scale (CV fs %). CV fs % satisfied the WOCE requirements for nitrate, phosphate and silicate.

TABLE V-2. AVERAGE ABSOLUTE DIFFERENCE (IN $\mu MOL \cdot KG^{-1}$) BETWEEN DUPLICATE ANALYSES OF THE SAME SAMPLE CONTAINER

	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE
ABSOLUTE DIFFERENCE	0.04	0.006	0.12
NUMBER OF DUPLICATES	156	218	170
C.V.FS (%)	0.11	0.24	0.11
WOCE REQUIREMENTS	0.2	0.4	0.2

V.3.2. Sampling error. Duplicate samples

A couple of bottles were regularly fired at the same depth in each station during CITHER 3, section A14. Such a depth changed randomly from station to station. Table V-3 shows the average absolute differences between samples from pairs of bottles fired at the same depth. CV fs% numbers were lower than required by WOCE.

TABLE V-3. AVERAGE ABSOLUTE DIFFERENCES (IN μMOL·KG^{-1}) BETWEEN SAMPLES FROM BOTTLES FIRED AT THE SAME DEPTH.

	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE
ABSOLUTE DIFFERENCE	0.05	0.004	0.09
NUMBER OF DUPLICATES	173	172	174
C.V.FS (%)	0.13	0.16	0.08
WOCE REQUIREMENTS	0.2	0.4	0.2

Distributions of absolute differences versus station number (Figs V-1a, V-2a and V-3a) and depth (Figs V-1b, V-2b, and V-3b) are shown. No trend are observed for nitrate, phosphate and silicate. Four out-layers (white circles) has been identified and removed from the frequency analyses of nitrate. Two of them (station 5 at 1551 db and station 98 at 51 db) were also observed in phosphate and pH, suggesting a problem with firing depth or bottle hermetism.

Frequency distributions (%) of absolute differences (Figs V-1c, V-2c and V-3c) follows the expected normal distribution with ~80% of duplicate samples below 0.1 μmol·kg^{-1} for nitrate, 0.01 μmol·kg^{-1} for phosphate and 0.2 μmol·kg^{-1} for silicate.

V.3.3. Consistence of measurements. Quality control

The whole set of bottles (thirty) were fired at 3000 db in stations 0 and 45. Results are shown in Table V-4. Standard deviation (std) for nitrate was lower than 0.07 μmol·kg^{-1}. Standard deviation for phosphate was 0.01 μmol·kg^{-1} at the first test station but, it was subsequently improved. It was as low as 0.004 μmol·kg^{-1} at stn 45, about the middle of the cruise. Finally, standard deviation for silicate was lower than 0.25 μmol·kg^{-1}. The CV fs% was within the WOCE requirements in both stations for the three nutrient salts.

TABLE V-4. SUMMARY OF AVERAGE CONCENTRATION AND STANDARD DEVIATION OF NUTRIENT MEASUREMENTS AT THE QUALITY CONTROL STATIONS DURING CHITER 3, SECTION A14

NITRATE				
STATION	AVERAGE (μMOL.KG^{-1})	STD (μMOL.KG^{-1})	C.V. (%)	C.V. FS (%)
0	22.14	0.04	0.20	0.11
45	22.92	0.07	0.29	0.18

PHOSPHATE				
STATION	AVERAGE (μMOL.KG^{-1})	STD (μMOL.KG^{-1})	C.V. (%)	C.V. FS (%)
0	1.449	0.011	0.77	0.44
45	1.511	0.004	0.28	0.16

SILICATE				
STATION	AVERAGE (μMOL.KG^{-1})	STD (μMOL.KG^{-1})	C.V. (%)	C.V. FS (%)
0	37.87	0.10	0.25	0.09
45	45.48	0.27	0.60	0.25

V.5. COMPARISON WITH HISTORICAL DATA

CITHER 3 stations 44, 75 and 89 have been compared with stations 77 (SAVE 2), 134 (SAVE 3) and 209 (SAVE 4), respectively. SAVE ("South Atlantic Ventilation Experiment") was an American program performed between 1987 and 1988. Compared stations are geographically very close.

Nitrate plots of the current data overlay the historical data in the three stations compared (Figs V-4a, b and c). Differences are no significant within the WOCE requirements. Figs V-5a, b and c shows the comparison between CITHER 3 and SAVE profiles of phosphate. Agreement with the historical data is good, except for station 44 (Fig. V-5a). Station 77 during SAVE 2 shows higher phosphate values than station 44 during CITHER 3 all over the water column, suggesting a discrepancy in the estimation of the system blank. The difference is 0.04 $\mu mol \cdot kg^{-1}$ for samples deeper than 2000 db.

For silicate (Figs. V-6a, b and c) CITHER 3 data do not show any significant deviation from the historical data. In all cases the consistency between the two data sets is maintained in the whole water column.

Finally, the relationships between nitrate and phosphate, and silicate and nitrate for all samples along CITHER 3, section A14, are depicted in Figs V-7a and b, respectively. Regression of nitrate *versus* phosphate illustrate the consistency among nutrients: $NO_3^- = -2.0$ *(±0.8)*+16.05 *(±0.02)*·HPO_4^{2-}, $r^2= 0.992$, n= 3121. The slope of the linear regression coincides with the classical Redfield's N/P ratio.

V.6. REFERENCES

Alvarez-Salgado XA, Fraga F and Pérez FF(1992) Determination of nutrient salts by automatic methods both in seawater and brackish water: the phosphate blank. Marine Chemistry, 39, 311-319

Froelich, PN and Pilson MEQ (1978) Systematic absorbance errors with Technicon AutoAnalyzer II colorimeters. Water Research, 12, 599-603

Hansen, HP and Grashoff K (1983) Automated chemical analysis, in Methods of seawater analysis, 2nd Edition, edited by K. Grasshoff, M. Ehrhardt and K. Kremling, pp. 347-395, Verlag Chemie, Wheinheim, 1983

Joyce T and Corry C (1994) Editors, Requirements for WOCE hydrographic programme data reporting, WHPO 90-1, rev. 2, 144 pp

Joyce T, Corry C and Stalcup M (1991) Editors, Requirements for WOCE hydrographic programme data reporting, WHPO 90 -1, 71 pp

Kirkwood D, Aminot A and Perttilä M (1991) Fourth intercomparison exercise for nutrients in seawater. Co-operative Research Report No. 174. ICES, Copenhagen, 83 pp

Loder TC and Gilbert PM (1977) Blank and salinity corrections for automated nutrients analysis of estuarine and seawaters. UNH Sea Grant UNH-5G-JR-101 and WHOI Contribution 3897, 29 pp

Mouriño C and Fraga F (1985) Determinación de nitratos en agua de mar. Investigación Pesquera, 49, 81-96

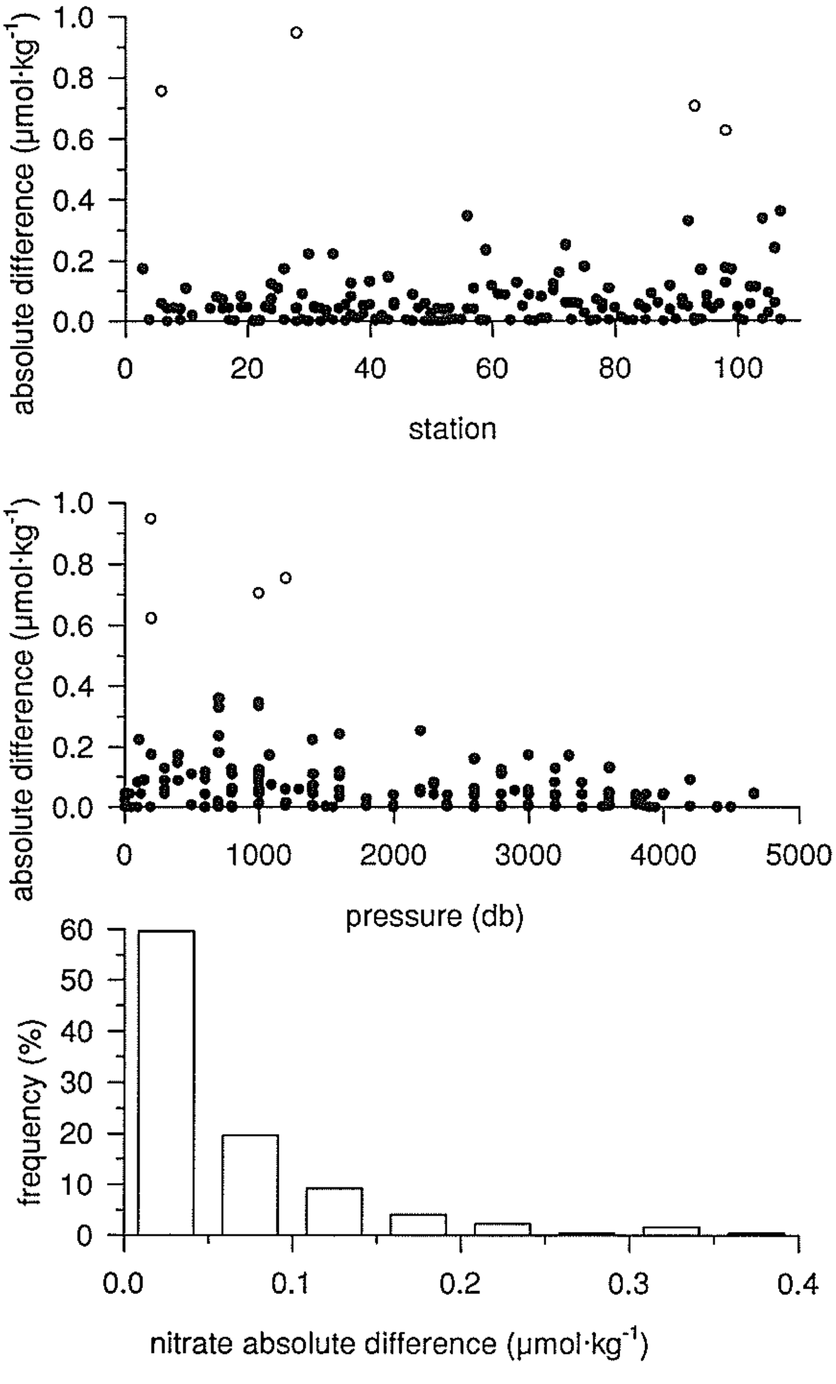


Fig V-1. Nitrate absolute difference for duplicate samples fired at the same depth *versus* station number (**a**), and pressure (**b**). Frequency distribution (%) of the absolute differences. White circles are outlayers.

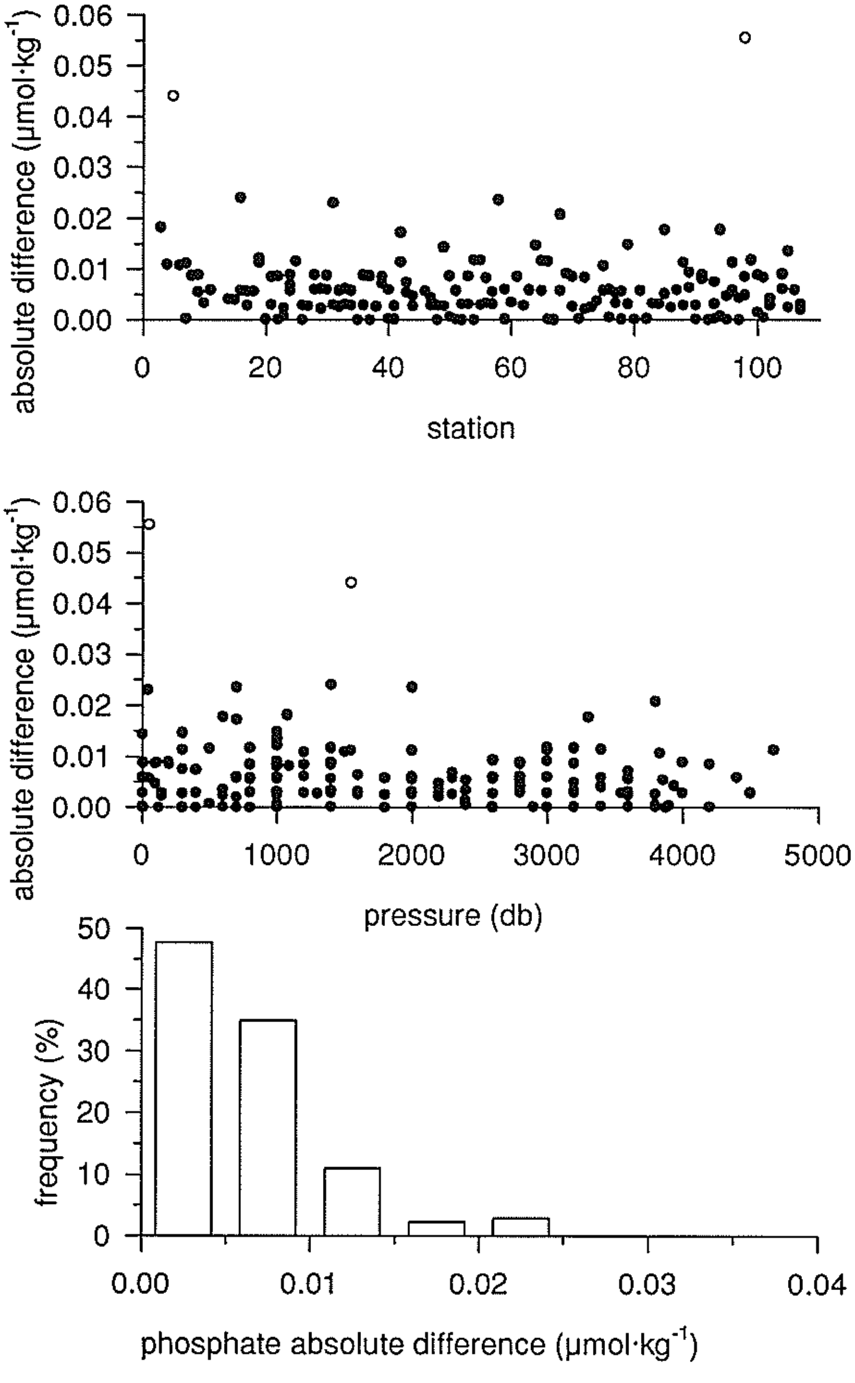


Fig V-2. Phosphate absolute difference for duplicate samples fired at the same depth *versus* station number (**a**), and pressure (**b**). Frequency distribution (%) of the absolute differences. White circles are outlayers.

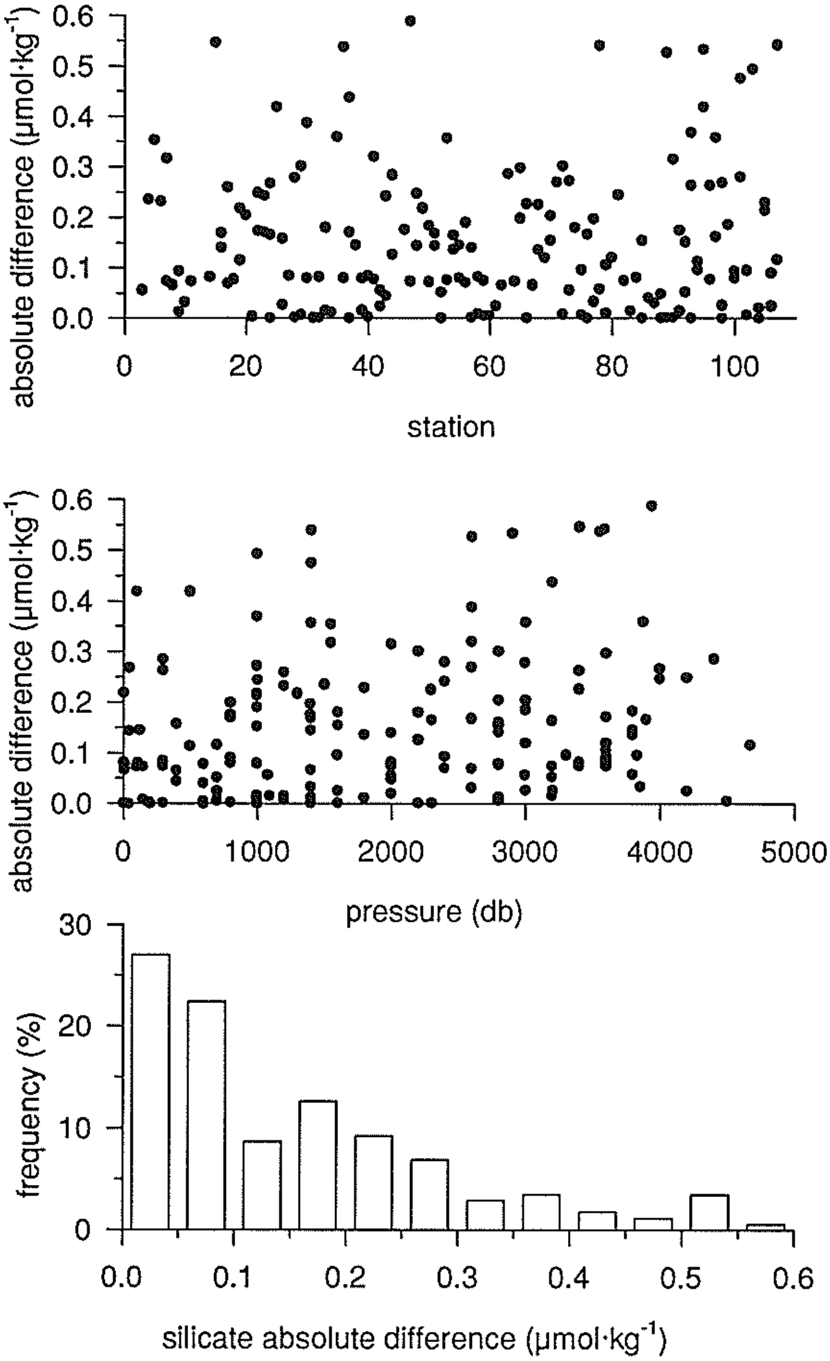


Fig V-3. Silicate absolute difference for duplicate samples fired at the same depth *versus* station number (**a**), and pressure (**b**). Frequency distribution (%) of the absolute differences.

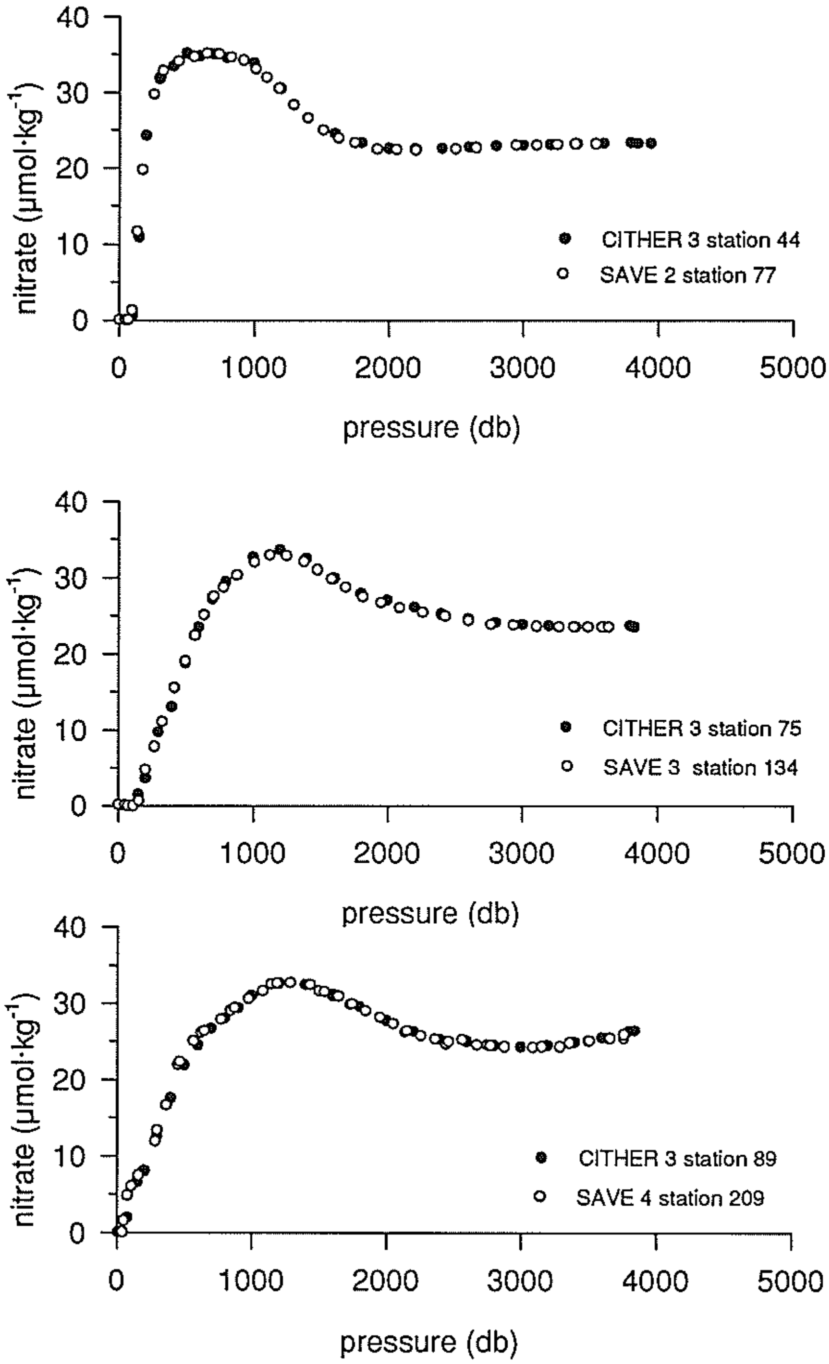


Fig V-4. Comparison of nitrate profiles for stations occupied at about the same geographical position during CITHER 3 and SAVE cruises

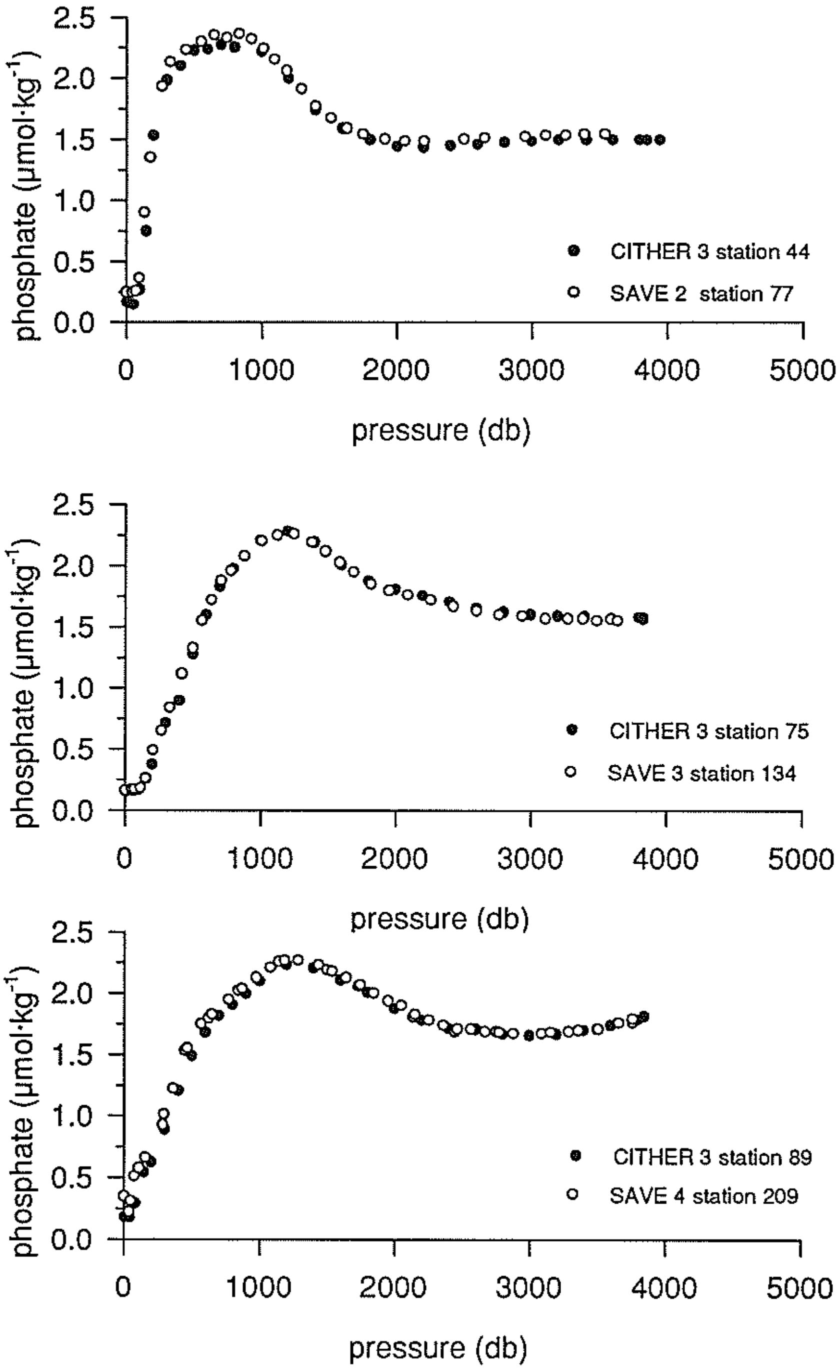


Fig V-5. Comparison of phosphate profiles for stations occupied at about the same geographical position during CITHER 3 and SAVE cruises

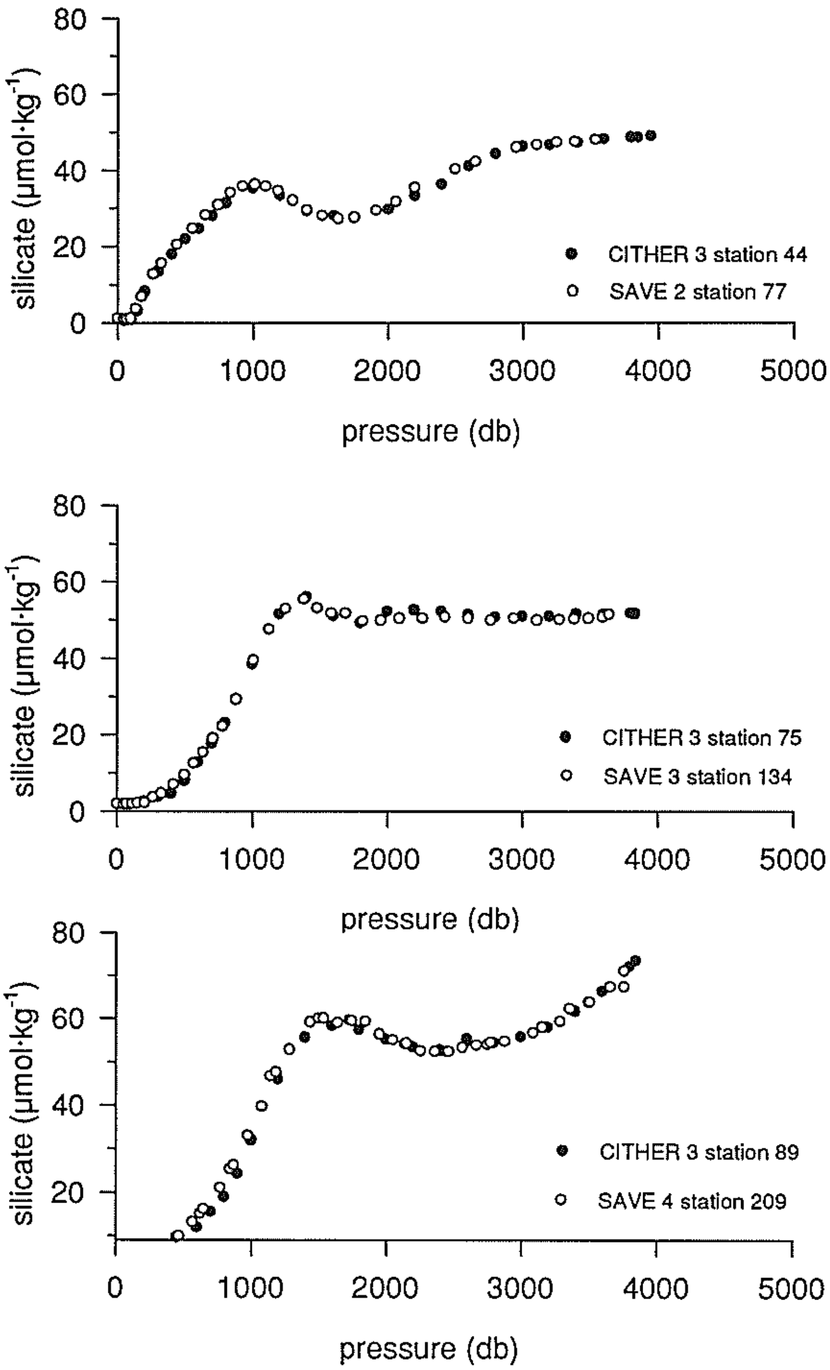


Fig V-6. Comparison of silicate profiles for stations occupied at about the same geographical position during CITHER 3 and SAVE cruises

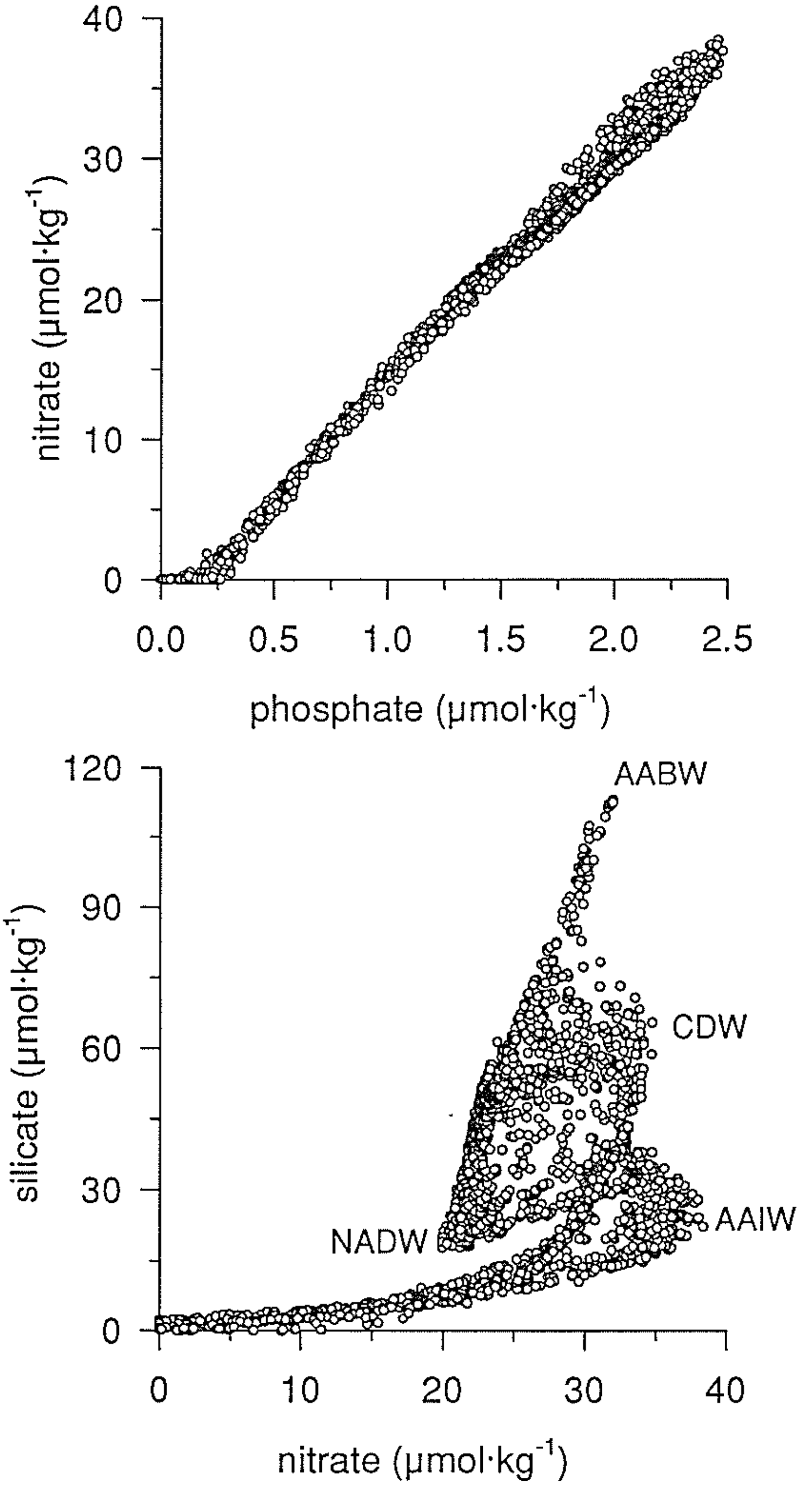


Fig V-7. Nutrient relationships for all samples along CITHER 3, section A14. Nitrate *vs.* phosphate (**a**); silicate *vs.* nitrate (**b**)

VI - Mesures des Chlorofluorométhanes F11 et F12

Marie-José Messias et Laurent Memery

Laboratoire D'Océanographie Dynamique et de Climatolologie (LODYC-Paris)

VI.1 - Technique de mesure et échantillonnage :

Les mesures des fréons ou chlorofluorométhanes F11 (trichlorofluorométhane : $CFCl_3$) et F12 (dichlorofluorométhane : CF_2Cl_2) dissous dans l'eau de mer ont été réalisées à bord par chromatographie en phase gazeuse avec la même chaîne d'analyse (LODYC) et selon la même méthode que lors des campagnes ROMANCHE 1 (Août 1991) et CITHER2 (Janvier/Mars 1995). Les échantillons ont été prélevés dans des seringues étanches en verre de 100 ml à robinet en métal puis stockés dans des bains à circulation d'eau de mer en attendant l'analyse. La technique de mesure des F11 et F12 dissous dans l'eau de mer qui a été suivie, est celle de Bullister and Weiss (1988). Les gaz dissous dans les échantillons d'eau de mer (aliquote calibrée d'environ 30 ml) sont dégazés par bullage de gaz vecteur (95% Argon/5% CH4). Les fréons contenus dans les échantillons sont ensuite piégés sélectivement à -40°C pendant 4 minutes sur une colonne porasil C-porapak T. Après un dépiégeage à +100°C, le F12 et le F11 sont séparés et quantifiés au niveau du chromatographe à détecteur à capture d'électrons (GC 8A – Shimadzu).

Les prélèvements et le travail en continu (24h/24) pour les analyses ont été assurés sur la base d'un travail organisé par quart par une équipe de 4 personnes :

Leg 1		Leg 2	
Leg 1	Marie-josé Messias	**Leg 2**	Marie-josé Messias
	Laurent Memery		Gilles Garric
	Eric Guilyardi		Gilles Saragoni
	Ann Laime		Remi Tailleux

Toutes les 243 stations qui ont été occupées ont été échantillonnées en fréons, cependant une pollution en F-12 et une panne du système de refroidissement (probablement liés, cf partie VI.2) a entraîné une interruption totale ou partielle des analyses pour une demidouzaine de stations (stations 13, 14, 15, 17, 163, 164, 176). Au total, 6835 échantillons d'eau de mer ont été analysés dont 311 doublons (2 échantillons d'eau de mer provenant de 2 différentes bouteilles hydrographiques mais prélevées à la même profondeur lors d'une même station) et 4 stations tests (toutes les bouteilles hydrographiques sont prélevées à la même profondeur). Les mesures des concentrations atmosphériques en F11 et F12 effectuées quotidiennement, comptabilisent par ailleurs 202 échantillons d'air atmosphériques.

VI.2 - Calibration des données :

La concentration en F11 et F12 est mesurée par étalonnage externe. Le gaz standard utilisé pendant la campagne est un standard atmosphérique secondaire (bouteille d'air comprimé fournie par AIR LIQUIDE en 1992) déjà utilisé pour la campagne CITHER2. Selon les recommandations WOCE, au moins deux calibrations de ce standard secondaire par rapport à un standard primaire fourni par la Scripps Institution of Oceanography (échelle de calibration SIO) ont été réalisées avant et après la campagne. Les résultats sont reportés sur le tableau VI.1.a. Les écarts pré-post campagne des teneurs en F11 et F12 du standard secondaire ne sont pas significatifs et montrent une excellente stabilité de ce standard secondaire. Nous avons retenu comme teneur du standard 599 ppt en F12 et 328 ppt en F11 pour toute la campagne CITHER3.

Date	Mesures	F12 ppt	±	F11ppt	±
nov.1994	10	600.2	0.4 %	327.0	0.3 %
avril 1995	10	598.1	0.3 %	329.2	0.3 %

Tableau VI.1.a : Suivi de l'évolution des concentrations en fréons du standard AL92.

Lors de la campagne, la répétabilité obtenue sur plusieurs séries d'analyses de gaz standard (volume injecté = 2.95 ml) a été meilleure que ± 0.4 % pour le F12 et ± 0.45 % pour le F11 (tableau VI.1.b).

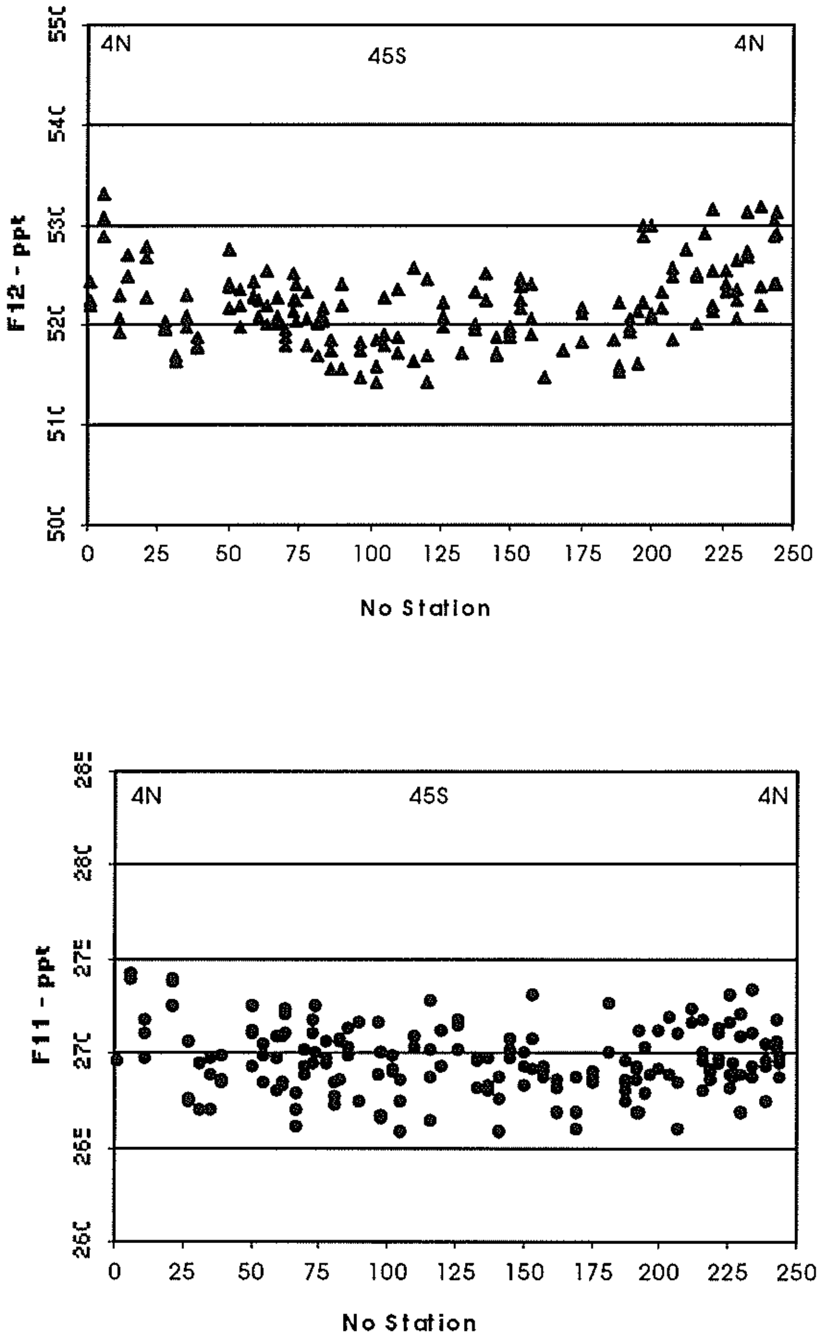
Date	F12	±	F11	±	Nombre de mesures
15/01/95	53721	0.31 %	121807	0.34 %	13
22/01/95	55842	0.21 %	120849	0.44 %	5
22/02/95	63801	0.35 %	120393	0.39 %	10
28/03/95	64458	0.20 %	112077	0.36 %	14

Tableau VI.1.b : Teneurs moyennes en F12 et F11 (aires) pour plusieurs séries d'injections de 3 ml de standard

Des courbes de calibration à 6 ou 5 niveaux ont été réalisées au moins toutes les 2 stations par des injections de différents volumes de standard. Les concentrations en F12 et F11 ont été calculées par un ajustement de ces courbes respectivement par un polynôme du second degré et du troisième degré. Les concentrations en pmol/l ont été converties en pmol/kg en utilisant la salinité de l'échantillon et la température du bain de stockage des échantillons.

VI.3 - Suivi des concentrations atmosphériques :

Des prélèvements d'air ont été réalisés quotidiennement pour assurer un suivi des teneurs atmosphériques (figures VI.3 a et b) et une estimation ultérieure des écarts à la solubilité théorique des concentrations en fréons mesurés en surface. Les concentrations en F11 et F12 mesurées pendant CITHER3 par rapport à celles obtenues durant CITHER2 (le groupe Cither2, 1996) montrent respectivement une stabilisation des concentrations en F11 et une faible augmentation en F12. Par ailleurs, le gradient équatorial (lié à des émissions industrielles en fréons plus fortes dans l'hémisphère nord) des concentrations atmosphériques en F12 et surtout en F11 tend aussi à s'atténuer. Ces tendances déjà observées pendant CITHER2 sont en accord avec les mesures récentes des stations de mesures atmosphériques ALE/GAGE (R. Weiss, 1995, communication personnelle) et sont consécutives à la diminution des émissions industrielles en fréons notamment dans l'hémisphère nord ces dernières années suite au Protocole de Montréal (accord de 1975 et 1988).



Figures VI.3a et b : Teneur atmosphériques en F12 et F11 pendant CITHER3.

VI.4 - Qualité des mesures :

VI.4.1- Evaluation de la part de contamination ou blancs :

Un point critique de l'analyse des fréons est le contrôle et l'estimation des teneurs en fréons attribuables à de la contamination ou «blanc» qui est retranché aux valeurs brutes mesurées.

Blanc de la chaîne d'analyse

La contamination au niveau de la chaîne d'analyse est estimée par l'analyse de l'injection ~3ml de gaz vecteur. Le blanc du système d'analyse généralement nul, a été affecté en F12 à plusieurs reprises pendant la campagne. Pendant le second leg, une cause évidente a été la panne successive des 2 cryoplongeurs (liquide réfrigérant = F12) et leur recharge en F12 le 11/03/95. Ceci a entraîné une importante augmentation en F12 dans le laboratoire (tableau VI.4.1.a) contrôlée par la suite à une concentration raisonnable par un puissant système de ventilation du bord (Super-Cobra le 12/03/95).

Date	F12 ppt	F11 ppt	
17/01/95	546.9	370.3	
19/01/95	649.3	350.0	
11/03/95	233294.0	381.0	après recharge du cryoplongeur en F12
12/03/95	1327.5	345.7	après ventilation par Super-cobra
12/03/95	11217.5	569.2	teneur de l'air ventilant le labo:
13/03/95	1956.8	351.6	F12=553.2 F11=277.0
15/03/95	1159.3	348.5	
15/03/95	3708.7	358.8	
17/03/95	752.4	443.2	
18/03/95	778.5	354.9	
19/03/95	1933.4	380.2	

Tableau VI.4.1.a :Concentrations en F12 et F11 dans le laboratoire «fréons»

Blanc de l'analyse d' échantillons d'eau de mer et limite de détection

La teneur en fréons dans les échantillons d'eau de mer due à de la contamination (ou "blanc total" incluant des pollutions possibles des bouteilles hydrographiques, seringues, stockage, chaîne d'analyse, etc) est évaluée par l'analyse d'eau de mer supposée sans fréons (masse d'eau ayant été équilibrée avec l'atmosphère avant l'introduction anthropogène des fréons). Un blanc total a été déterminé par groupe de stations afin de corriger au mieux l'évolution temporelle pendant la campagne de la contamination en particulier en F12. L'évaluation du blanc total moyen et son erreur ont été estimées à partir de stations tests où toutes les bouteilles sont fermées à un même niveau «sans fréons». Les résultats pour les 4 stations de CITHER3, sont reportés sur les figures ci-dessous et résumés tableau 4. Ces stations tests permettent aussi de mettre en évidence les bouteilles ou les seringues polluées (teneur hors gamme).

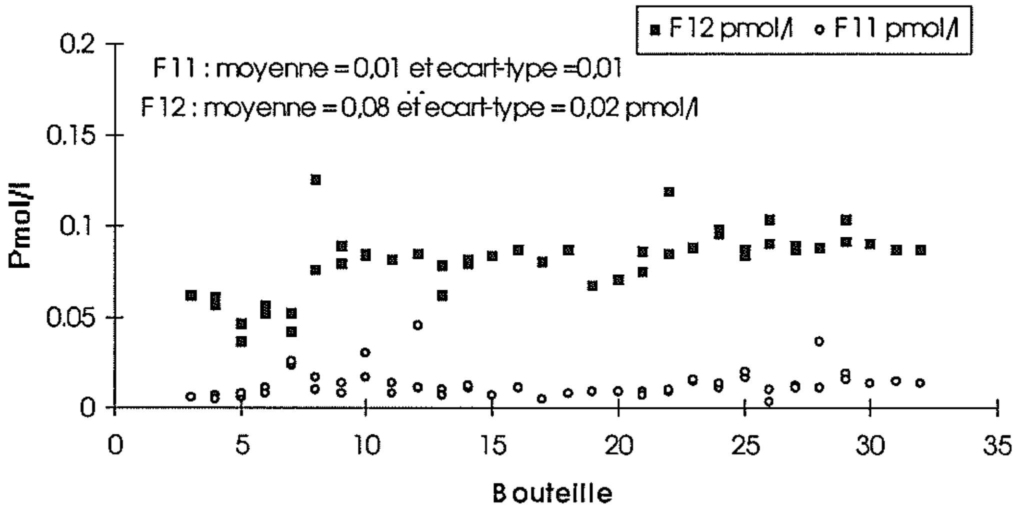


Figure VI.4.1.a : Station 0 à 3000 db de profondeur

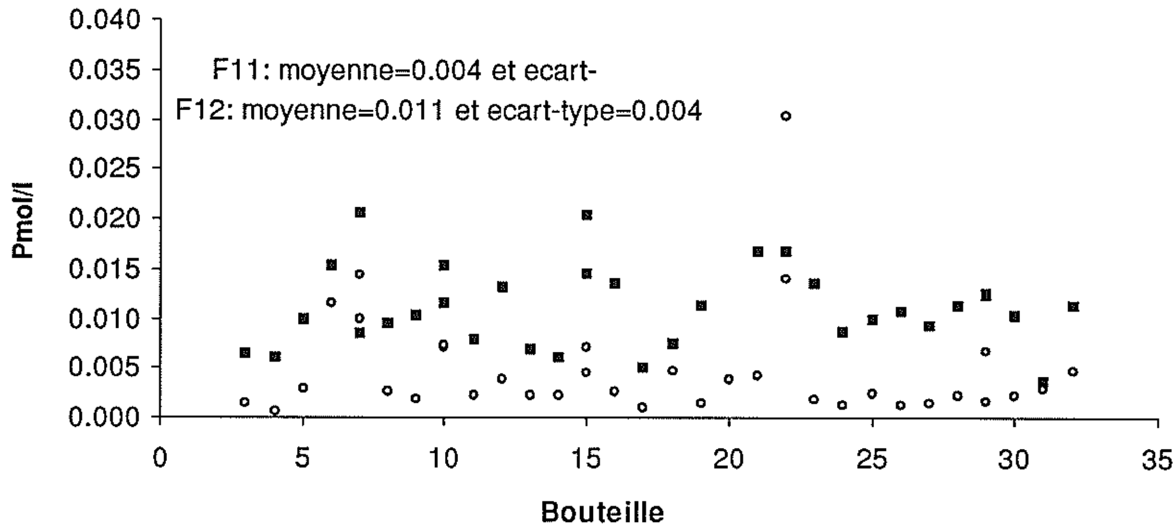


Figure VI.4.1.b: Station 45 a 3698 db de profondeur

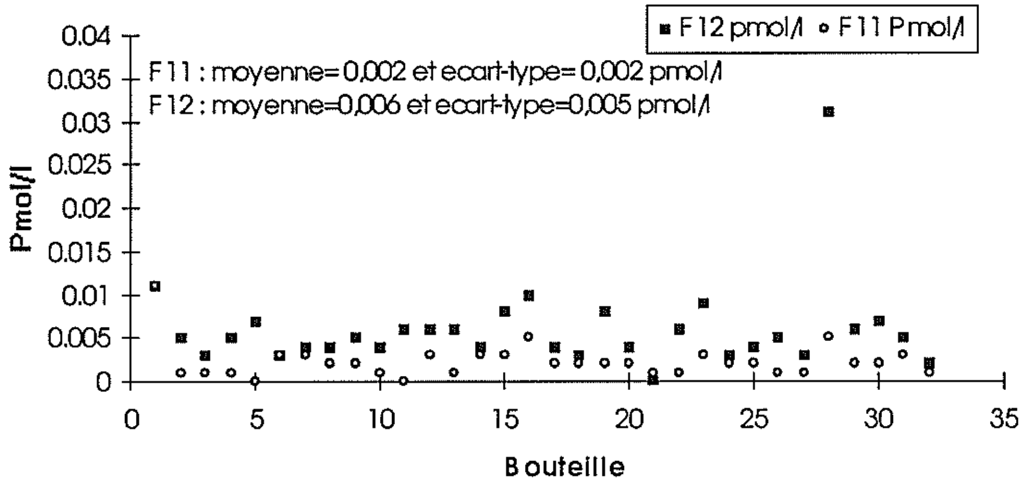


Figure VI.4.1.c: Leg 2 - Station 160 à 3199db de profondeur

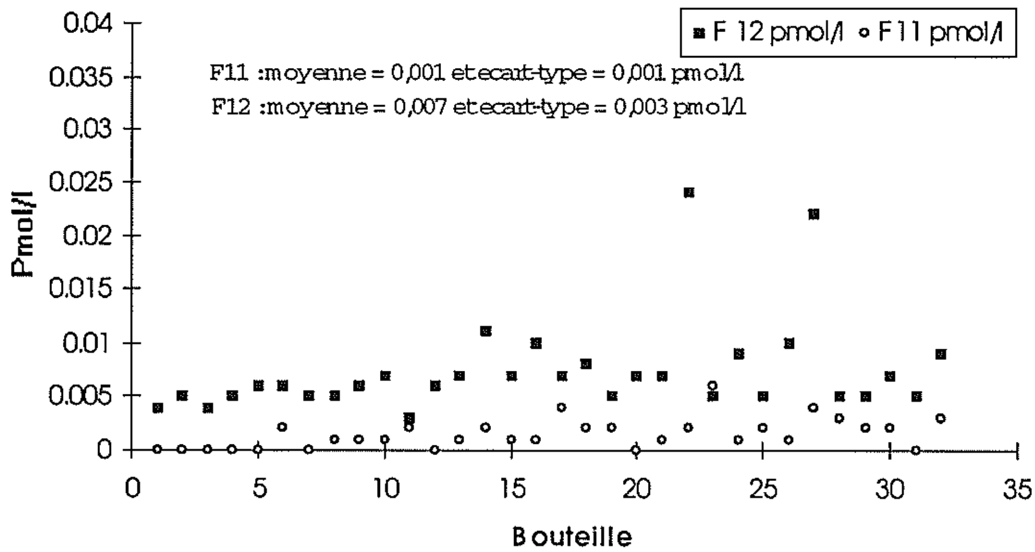


Figure VI.4.1.d: Station 211 à 3000 db de profondeur

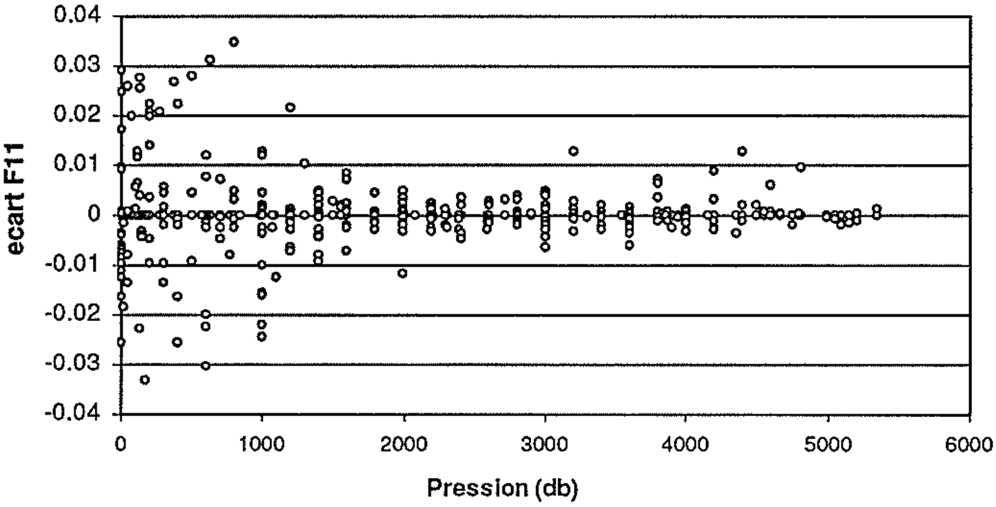
Stations test et date	Position	Pres. db	Teneurs F12 pmol/l	Teneurs F11 pmol/l	Nombre de mesures
0 (15/01)	N 6 57-W 14 51	3000	0.08±0.02	0.01±0.01	30
45 (27/01)	S 14 30-W 9 00	3698	0.011±0.004	0.004±0.003	29
160 (06/03)	S 25 23-E 8 55	3199	0.006±0.002	0.002±0.002	32
211 (21/03)	S 4 43-E 4 50	3000	0.007±0.003	0.001±0.001	32

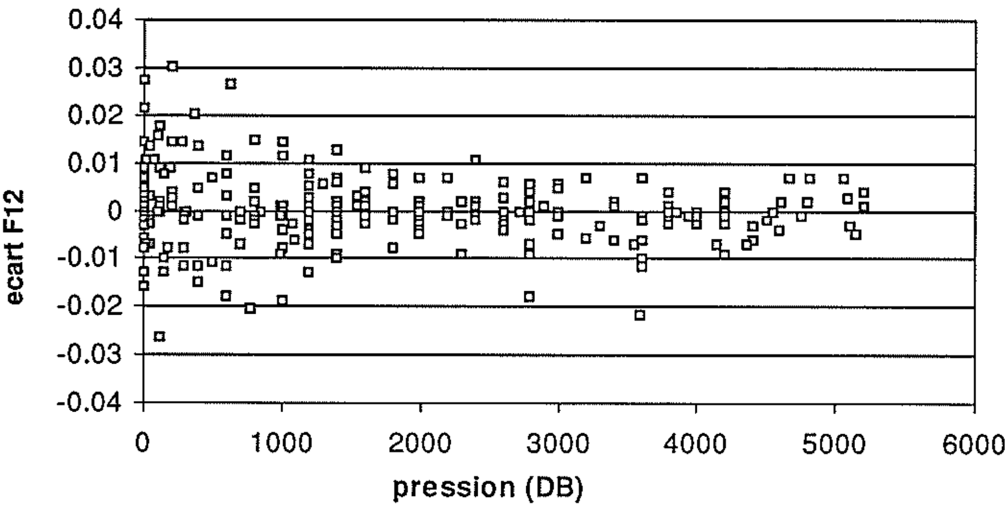
Tableau VI.4.1.b : Teneurs moyennes en F12 et F11 (pmol/l) pour différentes séries d'échantillons prélevés dans des eaux "sans fréons".

Les plus fortes teneurs de contaminations ont été mesurées à la station 0, ceci étant habituellement le cas en début de campagne. Notons cependant, les teneurs élevées en F12 par rapport au F11 à la station 0 dûes à la pollution en F12 que nous avons eue pendant les premières stations. Les rinçages successifs des bouteilles montrent ensuite une décroissance de la contaminaiton en F12 et F11 vers de très bas niveaux et une bonne reproductibilité dans les normes de WOCE. L'évaluation moyenne de la contamination et son écart-type qui déterminent la limite de détection pour les échantillons d'eaux profondes à faible teneur en fréons sont respectivement de 0.008 pmol/l et ± 0.003 pmol/l en F12 et 0.002 pmol/l et ± 0.002 pmol/l en F11 (moyenne des 3 stations tests 45, 161 et 211)

VI.4.2 - Répétabilité :

Les figures VI.4.2.a et b montrent les écarts obtenus entre les mesures effectuées lors des 331 doublets. Les écarts pour les eaux profondes sont en moyenne inférieurs à ± 0.003 pmol/kg pour F11 et à ± 0.004 pmol/kg pour F12. Les écarts pour les eaux de surface et de subsurface riches en fréons sont de l'ordre de ± 1% pour F11 et F12. Les écarts hors gamme ont permis de déceler des contaminations ponctuelles au niveau du matériel d'échantillonnage.





Figures VI.4.2a et b : Ecarts obtenus entre les mesures effectuées lors des doublets.

VI.5 - Validation :

Les données ont éte validées :

- par identification de bouteilles ou de seringues polluées à partir de doublets de seringue ou de bouteille,
- par comparaisons individuelles des profils F11 et F12.

D'éventuelles corrections sont à attendre après confrontation aux autres données bouteilles.

VI.6 - Remerciements

Nous tenons tout particulièrement à remercier *Gilles Garric, Eric Guilyardi, Ann Laime, Gilles Saragoni et Rémi Tailleux* pour leur participation aux mesures des chlorofluorométhanes F11 et F12 lors de la campagne CITHER3. *Eric Guilyardi* a aussi beaucoup aidé au traitement des données. Nous remercions également *Alain Poisson et Bernard Shauer* pour le prêt de matériel de rechange. La campagne CITHER3 a été financée par l'IFREMER et le CNRS à travers le Programme National d'Etude de la Dynamique du Climat (PNEDC). Nous remercions aussi les commandants et l'équipage du Navire Océanographique «*L'Atalante*» pour leur concours précieux au cours de cette campagne.

VI.7 - Références

A. Bullister, J.L. and R.F. Weiss (1988). Determination of CCl_3F and CCl_2F_2 in seawater and air. Deep-Sea research, 35, 839-853.

Le groupe Cither 2 (1996). Campagne Cither 2 N/O Maurice Ewing (4 Janvier-21 Mars 1994). Rapport Interne LPO (96-02).

VII. CARBON SYSTEM

Four variables define the carbon system: pH, alkalinity, partial pressure of carbon dioxide (pCO_2) and total inorganic carbon (TIC). Knowledge of two of these variables allows to calculate the other two by means of a set of equations deduced from the thermodynamic equilibria. During the CITHER 3 cruise, TIC was analyzed directly by the coulometric method (Section 1) and pH and alkalinity were measured by potentiometric methods (Section 2). Using the equations of Mehrbach et al (1973) and Weis (1974) TIC and pCO_2 were calculated. A comparison between measured and calculated TIC is shown in Section 3. Surface pCO_2 (Section 4) was calculated following the former equations. Total organic carbon was analyzed at six stations (Section 5).

1.- TOTAL INORGANIC CARBON MEASUREMENTS IN THE SOUTH ATLANTIC (WOCE SECTIONS A14 AND A13)

Linda S. Bingler[1] , Javier Aristegui[2], Melchor González-Dávila[2]

[1] Pacific Northwest National Laboratory 1529 W. Sequim Bay Rd. Sequim, WA 98382 USA

[2] Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Campus Universitario de Tafira ES 35017 Las Palmas. Spain

1.1. Equipment and Techniques

Water samples were collected using a PASH 6000 rosette (developed at Laboratoire de Physique des Oceans, IFREMER, Brest, France) equipped with a Neil-Brown Mark-III CTD and 30 eight-liter, plastic (PVC) bottles. Seawater samples were collected along Section A-14 at 42 stations to provide full profiles of C_T data. Samples were collected from the surface at 11 stations to provide upper water column C_T data. During Section A-13, seawater samples were collected at 39 of 132 stations to provide full profiles of C_T data. Samples were collected from the surface at 2 stations to provide upper water column C_T data.

Seawater samples for C_T were collected following the procedure described in the *DOE CO_2 Analysis Handbook* in 500 ml ground-glass stoppered bottles. Samples were preserved immediately after collection by adding 100 µl of a saturated mercuric chloride solution to prevent biological production or consumption of CO_2. Samples were filled to overflowing, preservative was added well below the surface and the bottles were immediately stoppered, providing zero headspace. High-vacuum grease was not used to seal the samples. The samples were then stored in covered plastic boxes in a cool, dark place prior to analysis. Most samples were analyzed within 14 hours of collection. The C_T concentration was measured using a Single Operator Multi-Parameter Metabolic Analyzer (SOMMA) (Johnson et al., 1987, 1993) coupled with coulometric detection (*DOE CO_2 Analysis Handbook*). The seawater sample was drawn into a calibrated pipette and dispensed into a stripping chamber, where it was acidified with 8.5% phosphoric acid. The resultant CO_2 was carried into a coulometric cell with N_2 gas (99.95%) where it was absorbed by and reacted with ethanolamine in dimethylsulfoxide. This reaction produced hydroxyethylcarbamic acid, causing a pH change and resultant color change (from dark blue to colorless) in the thymolphthalein indicator in the solution. Light transmission of the solution was monitored continuously by a photodetector, electronically connected to the coulometer. The color change caused the coulometer to initiate a current that passed through the cell, reacting with water to produce hydroxyl (OH^-) ions. The OH^- produced titrated the hydroxyethylcarbamic acid, returning the solution to a dark blue color (i.e. the original pH). The computer program calculated the amount of current passed through the cell and with titration time, as related by the Faraday constant, calculated the number of moles of OH^- required to titrate the acid. This number was then used to calculate the number of moles of CO_2 absorbed to form the acid. Results are expressed as µmoles/kg.

1.2. Calibration and Corrections

The SOMMA pipette was calibrated weekly while at sea and in the laboratory after the cruise. Calibration of the pipette was accomplished by rinsing the pipette three times, then filling the pipette completely with deionized water. The pipette contents were dispensed into a 10 ml serum bottle, capped with a rubber stopper and sealed with aluminum using a crimper. Calibrations performed at sea were stored in boxes until they could be weighed and recorded in the laboratory. Calibrations performed in the laboratory were weighed and recorded immediately. An average pipette volume of 21.1655 ml was used to calculate TCO_2 results.

Approximately, every 24 hours, the coulometer cell was removed from the coulometer, the contents were discarded and the cell was cleaned by drawing 20 ml of acetone through the frit from the cathode side to the anode side, followed by an equal amount of deionized water. This procedure was repeated once more in the opposite direction. The cell was dried thoroughly in a drying oven. The anode was scrubbed with steel wool and both the cathode and anode were rinsed with deionized water and dried in a drying oven. Ethanolamine in DMSO (100 ml) was added to the cathode chamber and 20 ml of potassium iodide in DMSO was added to the anode chamber of a clean, dry cell. A few crystals of potassium iodide were added to the anode chamber to maintain saturation. A cathode and anode were placed in the cell and the cell positioned on the coulometer to achieve maximum transmittance. The current was turned on and the cell was allowed to equilibrate (*DOE CO_2 Analysis Handbook*). Certified reference materials (CRMs) obtained from Dr. Andrew Dickson, were analyzed as calibration check standards at a rate of one CRM every thirty samples. A total of 68 and 114 CRMs were analyzed on Sections A14 and A13 respectively, with a known CO_2 concentration of 1987.53 µmol/kg, an average concentration of 1986.45 µmol/kg C obtained for Section A14, with a standard deviation of 2.05 and a mean difference from the known of -1.08 µmol/kg C. During Section A13, an average CRM result of 1988.46, a standard deviation of 1.66, and a mean difference from the known of 0.94 µmol/kg C were obtained.

The coulometer was calibrated at sea during Section A14 a minimum of every ten samples by dispensing a known mass of CO_2 gas (99.995%) (Wilke et. al., 1993) from a pair of calibrated gas sample loops (small loop = 1.3069 ml; large loop = 1.8245 ml) according to the procedures described in the *DOE CO_2 Analysis Handbook.* The CO_2 gas was released into an acidified stripper where it was carried to the coulometric cell with N_2 gas (99.95%). The CO_2 was then titrated as described above. The gas loop calibration data (calfactor in counts/mole; equation 1) was averaged for the Section A14, providing a mean calfactor of 1.00349 for calculation of TCO_2 results. An average calfactor was obtained (1.00527) from the CRM results for the Section A13 and used to calculate the TCO_2 results.

(1) Calculation of gas sample loop calibration (*DOE CO_2 Analysis Handbook*):

$$\text{Calfactor (counts/mole)} = \frac{c - (b * t)}{n(CO_2)}$$

where: c = coulometer reading for the gas sample (counts)
b = background level (counts/min)
t = titration time (min)
$n(CO_2)$ = the amount of CO_2 dispensed from the loop (mol)

1.3 Precision

Replicate samples were collected at-sea along Sections A14 and A13 and analyzed by Dr. Peter Guenther at Scripps Institution of Oceanography (SIO). Results (μmol/kg C) appear in Tables VII-1 and VII-2 with relative percent difference (RPD) representing the comparability of the two replicates analyzed at Scripps Institute of Oceanography by manometry. Comparison of at-sea TCO_2 measurements with those made at Scripps were very good with a range of RPD from 0.00% to 0.10% for Section A14 and from 0.01% to 0.15% for Section A13.

Table VII-1. Replicate results expressed in $\mu mol.kg^{-1}$. Section WOCE A14

Station	Cast	Niskin	Depth (meters)	At-Sea Analysis	SIO Analysis Replicate 1	SIO Analysis Replicate 2	RPD (%)
10	1	32	6	1906.65	1910.04	N/A	
22	1	32	7	2015.61	2018.05	2017.74	0.02
22	1	14	2802	2188.94	2189.30	2190.22	0.04
49	1	22	33	2078.91	2078.50	2079.13	0.03
49	1	4	1400	2199.00	2198.41	2200.56	0.10
55	1	32	8	2077.97	2073.87	2073.60	0.01
55	1	10	2999	2199.18	2197.42	2197.09	0.02
76	1	31	8	2052.56	2056.62	2056.51	0.01
88	1	31	7	2041.59	2043.99	2043.69	0.01
100	1	31	8	2058.85	2060.94	2060.55	0.02

Table VII-2. Replicate results expressed in µmol.kg^{-1}. Section WOCE A13 .

Station	Cast	Niskin	Depth meters)	At-Sea Analysis	SIO Analysis Replicate 1	SIO Analysis Replicate 2	RPD (%)
115	1	24	6	2036.95	2035.78	2037.30	0.07
115	1	4	3000	2208.94	2207.83	2207.75	0.00
142	1	32	7	2036.76	2038.35	2039.76	0.07
142	1	12	3001	2205.23	2207.50	2206.88	0.03
179	1	31	9	2043.88	2046.03	2046.05	0.00
179	1	14	3000	2198.13	2200	N/A	
207	1	31	12	1989.99	1988.79	1988.98	0.01
207	1	13	3000	2197.66	2197.14	2197.81	0.03
235	1	31	8	1925.11	1924.09	1923.12	0.05
235	1	13	2998	2194.18	2193.76	2193.95	0.01

1.4. References

"Handbook of Methods for the Analysis of the Various Parameters of the Carbon Dioxide System in Sea Water", Dickson, A.G., and Goyet, C., editors, USDOE SRGP-89-7A, Version 2.0, 1994.

Hansen, H.P. and Grasshoff K., 1983. Automated Chemical Analysis in Methods of Seawater Analysis. K. Grasshof et al. eds. Verlag Chemie pp. 3347-3395.

Johnson, K.M., P.J. leB. Williams, L. Brändström, and J. McN. Sie³burth. 1987. Coulometric TCO_2 analysis for marine studies: Automation and calibration. *Marine Chemistry* 21:117-133.

Wilke, R.J., D.W.R. Wallace, and K.M. Johnson. 1993. Water-Based, Gravimetric Method for the Determination of Gas Sample Loop Volume. *Analytical Chemistry* 65:2403-2406.

2.- pH AND ALKALINITY MEASUREMENTS. WOCE SECTION A14

Aida F. Ríos and Trinidad Rellán
Instituto de Investigaciones Marinas (IIM). Vigo. (CSIC)

2.1 - Equipment and Techniques

2.1.1 - pH

Seawater samples for pH analysis were collected in 50 ml plastic bottles after TIC samples at all station, following the WOCE sequence. Samples were filled to overflowing and immediately stoppered.

A Metrohm 654 pH meter with a Ross (Orion 8104) combination glass electrode was used. pH measurements were standarised daily, according to the following sequence 1) to calibrate the combined electrode with the pH 7.413 NBS buffer solution, 2) to check the electrode response with a pH 4.008 NBS buffer solution, as described by Pérez and Fraga (1987a), 3) to adapt the electrode to the strong ionic strength of sea water by means of a pH 4.4 sea water buffer containing 4.0846 g of $C_8H_5KO_4$ and 1.52568 g of $B_4O_7Na_2 .10H_2O$ (borax) in 1 kg of CO_2-free seawater.

Temperature at the time of measuring was checked using a platinum resistance Pt-100 probe to correct the effect of temperature on pH (Pérez and Fraga, 1987a). All pH values were referred to a standard temperature of 15 °C (pH_{15}).

2.1.2 - Alkalinity

Following the sampling sequence proposed by WOCE, seawater samples for alkalinity were collected after pH samples, in 300 ml plastic bottles. Full water column profiles were analyzed at 39 stations and surface water samples were collected at all stations.

Alkalinity was measured using an automatic potentiometric titrator "Titrino Metrohm", with a Metrohm 6.0233.100 combination glass electrode. Potentiometric titrations were carried out with hydrochloric acid ([HCl] = 0.1310) to a final pH of 4.44 (Pérez and Fraga, 1987b). The electrodes were standardized using NBS buffers of pH 7.413 and the nernstian slope checked using a NBS buffer of 4.008. As for pH measurements, a pH 4.4 buffer made up in sea water was used to adapt the electrodes to the strong ionic strength of sea water. Concentrations are given in µmol/kg.

2.2 - Calibrations and Corrections

2.2.1 - pH_{15}

The apparent activity coefficient of hydrogen ions was estimated by ten titration curves with acidified sea water (Culberson, 1981), to determine the systematic errors produced by variations in the residual liquid-junction potential. The curves were linearized and the inverse slope divided by the association constants of fluorhydric and sulphuric acid (f_{asso}) gave the activity coefficient of the hydrogen ion of our electrode (f_{Htot}). The differences ($\log(f_{Htot}/f_M)$) between the activity coefficients of our electrode (f_{Htot}) and those given by Mehrbach et al. (1973) at the same salinity and temperature with their electrode (f_M) were used to correct our pH_{15} determinations by adding these differences (Table VII-3).

At each station, pH of seawater substandard (pHsss) was measured before and after each series of samples. The seawater substandard is a "quasi-steady" filtered seawater stored into a large container (25 liters). From each calibration we get the pHis (pH isoelectric), that is, the pH recorded at zero potential. This pHis can vary because of: 1) real variations of the electrode; 2) changes in the buffer; and/or 3) an error during the calibration. The electrode variation is continuous, as shown in figure VII-1. The same figure shows the pHsss variation just after each calibration. The same pattern was observed in the two distributions.

In figure VII-2 the variation of pHsss for each station is presented. After the calibration the pHsss is generally higher and, it decreases along the session of analysis. We assume a daily linear evolution of pHsss and the variations along the same day are assumed to be due to the changes in the electrode behaviour. Two regression lines can be drawn with the same slope but different y-intercept. One using all data and the other one using only seawater substandards measured just after the calibration (black points in fig. VII-2). The anomalies (&SSS) of each pHsss from the regression, shown in figure VII-2, were used to correct the pH_{15} obtained.

In order to check the procedure followed during the pH determinations, samples of CO_2 reference material (CRM) of batch 24 were analyzed during the cruise. Figure VII-3 shows the distribution of pHsss (open squares) and CRM (points) along the cruise analysed at the same station. The standard deviation of CRM samples is 0.009. Once CRM were corrected using the anomalies of SSS and Culberson (diamond), the standard deviation became lower (0.004).

Table VII-3. Slope from linearized Culberson curves, and the activity coefficients of our electrode (f_{Htot}) and those given by Mehrbach et al (1973) at the same salinity and temperature with their electrode (f_M).

Stationr	Date	Salinity	T (°C)	Slope	f_{Htot}	f_M	$Log(f_{Htot}/f_M)$
1	17-Jan	34.327	24.9	1.034	0.702	0.677	0.016
1	17-Jan	34.327	24.6	1.032	0.704	0.678	0.016
24	22-Jan	34.443	23.4	1.037	0.707	0.685	0.013
24	22-Jan	34.443	25.1	1.033	0.701	0.676	0.016
51	28-Jan	34.821	23.5	1.040	0.703	0.685	0.011
51	28-Jan	34.821	23.5	1.046	0.699	0.685	0.009
81	05-Feb	34.777	20.8	1.025	0.727	0.701	0.016
81	05-Feb	34.777	20.8	1.033	0.721	0.680	0.012
107	12-Feb	34.290	17.8	1.011	0.752	0.716	0.021
107	12-Feb	34.290	17.8	1.015	0.749	0.716	0.020

f_{Htot} =(1/slope)/f_{aso} = activity coefficient of our electrode
f_M = activity coefficient according to Mehrbach et al (1973)
$Log(f_{Htot}/f_M)$ is the difference between both activity coefficients, used to correct the final pH titrations

2.2.2 - Alkalinity

A couple of titration curves per week were performed in sea water with hydrochloric acid, according to Culberson (1981), to determine the systematic errors produced by variations of residual liquid-junction potential. The curves were linealized and the inverse slope divided by the association constants of fluorhydric acid and sulphuric acid (f_{asso}) gave the activity coefficient of the hydrogen ion of our electrode (f_{Htot}). The differences ($log(f_{Htot}/f_M)$) between the activity coefficients of our electrode (f_{Htot}) and those given by Mehrbach et al. (1973) at the same salinity and temperature with their electrode (f_M) were used to correct the final pH titrations by adding these differences (Table VII-4), allowing comparison with results obtained using Mehrbach equations.

Surface seawater stored in 25 liters plastic containers was used as alkalinity seawater substandard (SSS). These SSS were analyzed, at the beginning and the end of each series of samples. Figure VII-4 represents the variation of SSS alkalinity along the cruise. The anomalies obtained from the equation were used to correct the alkalinity results.

Determinations of CRM alkalinity were made during the cruise to verify the alkalinity analyses. Figure VII-5 shows the CRM alkalinities analyzed and once corrected with Culberson curves and SSS anomalies. The standard deviations were 5.2 μmol.kg^{-1} CRM, 2.2 μmol.kg^{-1} when corrected with Culberson curves and 1.4 μmol.kg^{-1} once corrected with SSS anomalies besides.

Table VII-4. Slope from linearized Culberson curves, and the activity coefficients of our electrode (f_{Htot}) and those given by Mehrbach et al (1973) at the same salinity and temperature with their electrode (f_M).

Station	Date	Salinity	T (°C)	Slope	f_{Htot}	f_M	$Log(f_{Htot}/f_M)$
1	17-Jan	34.327	24.5	1.173	0.621	0.679	-0.039
1	17-Jan	34.327	24.6	1.174	0.619	0.678	-0.039
4	18-Jan	34.327	25.1	1.139	0.636	0.676	-0.026
4	18-Jan	34.327	25.1	1.138	0.637	0.676	-0.026
25	22-Jan	34.443	24.6	1.127	0.645	0.679	-0.022
25	22-Jan	34.443	24.4	1.119	0.651	0.680	-0.019
46	28-Jan	34.821	22.9	1.137	0.646	0.687	-0.028
52	28-Jan	34.821	23.3	1.056	0.694	0.689	0.005
52	28-Jan	34.821	22.9	1.059	0.694	0.689	0.003
76	03-Feb	34.777	22.1	1.032	0.715	0.693	0.014
76	03-Feb	34.777	22.3	1.030	0.716	0.692	0.015
107	11-Feb	34.290	18.5	1.008	0.751	0.712	0.023
107	11-Feb	34.290	18.5	1.013	0.747	0.712	0.021

f_{Htot}=(1/slope)/f_{aso} = activity coefficient of our electrode
f_M = activity coefficient according to Mehrbach et al (1973)
$Log(f_{Htot}/f_M)$ is the difference between both activity coefficients, used to correct the final pH titrations

2.3 - Precision

2.3.1 . Analytical error. Duplicate analysis

During the cruise, some replicate analysis of pH and alkalinity from the same Niskin bottle were done. Table VII-5 shows the average of absolute differences between replicate analysis and the relative error (CV%) on pH_{15} and alkalinity respectively.

Table VII-5. Differences between duplicate analysis coming from the same bottle

	pH_{15}	Alkalinity
Absolute differences average	0.004	0.9
STD	0.003	0.7
CV%	0.034	0.03
Number of sampled bottles replicated	10	36

2.3.2 - Sampling error. Duplicate samples

Precision of the pH and alkalinity method was estimated using the analyses of 174 and 61 couples of samples respectively, corresponding to couples of oceanographic bottles fired at the same depth at each station. Table VII-6 summarizes the differences.

Table VII-6. Differences between samples fired at the same depth

	pH_{15}	Alkalinity
Absolute differences average	0.003	1.1
STD	0.002	1.1
CV% (STD·100/Average)	0.025	0.05
Number of sampled bottles replicated	174	61

Figure VII-6 shows the pH_{15} absolute difference versus station number and pressure, and the frequency distribution percentage in function of the difference. The analysis of the histograms shows that 90% of the differences are lower than 0.006 units of pH_{15}. The mean absolute difference is 0.003 that in terms of percentage of difference represents 0.038%.

Figure VII-7 shows the alkalinity absolute difference versus station number and pressure, and the frequency percentage distribution in function of the difference intervals. The frequency histograms of alkalinity show that 90% of the differences are lower than 2 µmol/kg. The mean absolute difference is 1.1 µmol/kg that in terms of percentage of difference represents 0.05%.

2.3.3 - Error transmission to pCO_2 and TIC

We have calculated the error transmission to pCO_2 and TIC due to the variations of pH_{15} and alkalinity. To calculate these transmissions we have used the average values of pH_{15}, alkalinity, salinity and temperature of all data obtained during the cruise. In Table VII-7 appears the error transmission of pH_{15} and alkalinity to pCO_2 and TIC. A variation of 0.003 -average value of duplicates- in pH_{15} transmits 3.5 µatm to pCO_2 (0.79%) and 1.2 µmol/kg to TIC (0.05%). While a variation of 1.1 µmol/kg -average value of duplicates- transmits 0.2 µatm to pCO_2 (0.05%) and 1.1 µmol/kg to TIC (0.05%).

Silicate and phosphate contribute to increase the total alkalinity (Millero, 1995), especially in deep waters when their concentrations are higher. As TIC is calculated using pH_{15} and alkalinity, the effect of silicate and phosphate must be subtracted. This effect has been taken into account in the calculation of TIC that appears in the present data base.

Table VII-7. Error transmission of pH_{15} and alkalinity to pCO_2 and TIC using the equations of Mehrbach et al. (1973) and Weiss (1974) and the average values of pH_{15}, alkalinity, salinity and temperature.

Error Transmission of pH_{15}. &pH_{15} = 0.003 (duplicate bottles)

pH_{15}	pCO_2	TIC
7.989	444.1	2187.2
7.986	447.6	2188.5
7.992	440.6	2186.0
Transmission	3.5	1.2

(S = 34.915; T = 6.24; Alk = 2335.5)

Error Transmission of Alkalinity. &Alk = 1.1 (duplicate bottles)

Alk	pCO_2	TIC
2335.5	444.1	2187.2
2334.4	443.8	2186.2
2336.6	444.3	2188.3
Transmission	0.2	1.1

(S = 34.915; T = 6.24; pH_{15} = 7.989)

2.3.4 - Quality control. Consistency of measurements.

Quality control was performed two times during the cruise (stations 0 and 45) where the whole set of oceanographic bottles were closed at the same depth (3000 meters). Results are shown in Table VII-8. The standard deviations for pH_{15} determinations is the same in both cases. However for alkalinity analysis, the STD value in station 0 is two times the STD in station 45. In both cases the results are into the expected accuracy of the method.

Table VII-8. Summary of differences between quality control measurements for pH_{15} and alkalinity

	pH_{15}			Alkalinity (µmol/kg)		
Station	Average	STD	CV%	Average	STD	CV%
0	7.988	0.002	0.022	2338.8	1.4	0.06
45	7.987	0.002	0.023	2344.6	0.7	0.03

Table VII-9. CRM (batch 24) results of pH_{15}, alkalinity, pCO_2, TIC and TIC corrected for phosphate and silicate.

Station	pH_{15}	Alk (µmol/kg)	TIC (µmol/kg)	TIC-(&PO4+&SiO4) (µmol/kg)	pCO_2 µatm
1	8.211	2219	1987.7	1987.0	345.0
4	8.210	2218	1987.3	1986.6	345.8
10	8.211	2217	1985.4	1984.7	344.6
13	8.208	2218	1988.4	1987.7	348.3
19	8.204	2215	1987.7	1987.0	351.0
25	8.202	2215	1988.6	1988.0	353.5
31	8.205	2217	1988.7	1988.0	350.7
34	8.207	2217	1987.8	1987.2	349.0
45	8.206	2217	1988.0	1987.3	349.9
52	8.206	2219	1989.8	1989.1	349.9
61	8.195	2219	1995.5	1994.9	360.5
64	8.203	2214	1987.3	1986.7	352.4
73	8.200	2217	1991.1	1990.4	355.1
79	8.204	2218	1990.0	1989.3	351.3
85	8.210	2219	1987.9	1987.3	346.3
97	8.211	2217	1986.2	1985.5	344.9
103	8.208	2216	1986.7	1986.0	347.5
Average	8.206	2217.2	1988.5	1987.8	349.7
STD	0.004	1.4	2.2	2.2	4.0

To check the accuracy and consistency of our measurements, a primary standard (CRM) has been used along the cruise. The CRM determinations of pH_{15} and alkalinity were corrected following the procedure explained before. The CRM results for pH_{15}, alkalinity, TIC and pCO_2 (Table VII-9), have been averaged for each station. Table VII-10 gathers the results of pH_{15}, alkalinity and TIC given by González-Dávila, O'Sullivan and Millero and Dickson (pers. com.). Our results are in very good agreement with the values assigned by these authors to batch 24.

Table VII-10. CRM (batch 24) analysis of pH_{15}, alkalinity, TIC, phosphate and silicate given by other authors

Author	pH_{15}	Alk (μmol/kg)	TIC (μmol/kg)	PO_4 (μmol/kg)	SiO_4 (μmol/kg)
González-Dávila	8.203				
O'Sullivan and Millero		2216.0±1			
Dickson			1987.55		
Dickson				0.53	
Dickson					0.81

2.4 - Validation of alkalinity and TIC results. Comparison with SAVE cruises

In order to verify our results, comparison between stations 43, 76 and 88 of CITHER 3 and 75, 135 and 209 of the SAVE programme, located around the same geographical position was done. Figure VII-8 compares the vertical distribution of alkalinity among these three sets of stations. It can be seen a good coherence between the profiles of stations 43 (CITHER 3) and 75 (SAVE). The average difference is 0.9±7.2 μmol/kg. Alkalinities from SAVE are higher than ours from 0 to 50 db and from 200 db to the bottom, being our data higher between 75 and 200 db. This is the reason of the high standard deviation found. The comparison between station 76 (CITHER 3) and 135 (SAVE) shows that our values are higher than SAVE data up to 800 db. The average difference is 4.4±4.3 μmol/kg. Stations 88 (CITHER 3) and 209 (SAVE) present the highest difference (average 7.5±6.1 $\mu mol.kg^{-1}$).

With regard to the TIC, the comparison between stations 43, 76 and 88 of CITHER 3 and stations 75, 135 and 209 of SAVE (fig. VII-9) shows some differences between the three couples of profiles obtained. In all cases our numbers are lower than SAVE data obtained seven years before, giving average differences of 5.9± 10.5, 7.0 ±10.6 and 7.7±5.9 $\mu mol.kg^{-1}$.

2.5 - References

Culberson, C. H. 1981. Direct potentiometry in marine electrochemistry. In: *Marine Electrochemistry*. Ed. Whitfield and Jagner. J.Wiley and sons Ltd. 522 pp.

Mehrbach, C., C.H. Culberson, J.E. Hawley and R.M. Pytkowicz (1973). Measurements of the apparent dissociation constant of carbonic acid in seawater at atmospheric pressure. *Limnol. Ocean.*, 18, 897-907.

Millero, F.J. (1995). Thermodynamics of the carbon dioxide system in the oceans. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 59, 661-677.

Pérez, F.F. and F. Fraga. 1987a. The pH measurements in seawater on NBS scale. *Mar. Chem.*, 21, 315-327.

Pérez, F.F. and F. Fraga. 1987b. A precise and rapid analytical procedure for alkalinity determination. *Mar. Chem.*,21, 169-182.

Weiss, R.F. (1974). Carbon dioxide in water and seawater: the solubility of a non-ideal gas. *Mar. Chem.*, 2, 203-215.

3.- INTERNAL CONSISTECY OF THE CARBONATE SYSTEM MEASUREMENTS

A.F. Ríos[1] , L.S. Bingler, T. Rellán[1], J. Arístegui[3]
[1] Instituto de Investigaciones Marinas. CSIC. Vigo. Spain
[2] Batelle National Laboratory. Washington. USA
[3] Facultad de Ciencias. Universidad de Las Pasmas de Gran Canaria. Spain

During the first leg (WOCE Section A14) of CITHER 3 cruise, an intercalibration between the total inorganic carbon (TIC) team and alkalinity/pH team was made. Both teams used the same CO_2 certified reference materials (CRMs), batch 24, provided by Dr. Dickson of University of California. Results of the CRM analyses of TIC and alkalinity/pH are given in Sections 1 and 2 respectively.

Figure VI-10 shows the good correlation (r^2=0.998) obtained between the TIC directly measured using the coulometric method (Section 1) and the TIC calculated from pH15 and alkalinity, using the equations of Mehrbach et al (1973). As it has been explained in Section 2, the effect of silicate and phosphate on the total alkalinity has been corrected using the equations given by Millero (1995). The average difference between measured and calculated TIC was -0.1±3.0 umol.kg^{-1} and the slope of the correlation 1.005±0.002.

An additional comparison was made with replicate samples collected at seven stations during the cruise, and subsequently analysed at the Scripps Institution of Oceanography (SIO). Table VII-11 shows the average values of TIC replicate analysis made by SIO and the measured al calculated TIC performed at sea. The correlations between SIO, measured and calculated TIC were in all cases very good. The average difference was very similar 0.9±2.4 and 0.9±2.6 μmol.kg^{-1}. There is not only an internal consistecy between measured and calculated TIC during the cruise, but also consistence in the external comparison with CRMs and with analysis made by SIO. Consequently, shipboard carbonic data obtained during Section A14 have high accuracy, and became solid for further studies.

Table VII-10. Comparison of TIC between the analysis made by SIO with measured and calculated TIC (TICm and TICc). Expressed in μmol.kg^{-1}.

Stn	Bottle	TICm	TICc	SIO	SIO-TICm	SIO-TICc
10	32	1906.7	1903.7	1910.0	3.4	6.4
22	32	2015.6	2015.6	2017.9	2.3	2.3
22	14	2188.9	2188.4	2189.8	0.8	1.3
49	22	2078.9	2077.1	2078.8	-0.1	1.7
49	4	2199.0	2202.1	2199.5	0.5	-2.6
55	32	2078.0	2075.5	2073.7	-4.2	-1.8
55	10	2199.2	2200.0	2197.3	-1.9	-2.8
76	31	2052.6	2056.0	2056.6	4.0	0.5
88	31	2041.6	2041.9	2043.8	2.3	1.9
100	31	2058.9	2059.0	2060.7	1.9	1.7
				Average difference	0.9	0.9
				Standard deviation	2.4	2.6

References

Mehrbach, C., C.H. Culberson, J.E. Hawley and R.M. Pytkowicz (1973). Measurements of the apparent dissociation constant of carbonic acid in seawater at atmospheric pressure. *Limnol. Ocean.*, 18, 897-907.

Millero, F.J. (1995). Thermodynamics of the carbon dioxide system in the oceans. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 59, 661-677.

Weiss, R.F. (1974). Carbon dioxide in water and seawater: the solubility of a non-ideal gas. *Mar. Chem.*, 2, 203-215.

4. - SURFACE pCO_2. WOCE SECTION A14

Aida F. Ríos and Trinidad Rellán
Instituto de Investigaciones Marinas (IIM). Vigo. (CSIC)

4.1 - Calculation and latitudinal variation of surface pCO_2

Surface pCO_2 was calculated from alkalinity and pH_{15} using published equations for the oceanic carbon system (Mehrbach et al. 1973; Weiss, 1974). Values are given in µatm. Figure VII-11a shows the relationship between alkalinity and salinity at the surface. Two straight lines can be drawn with very good correlation coefficients, showing different slopes. For a given salinity, alkalinity is higher to the south (32ºS-45ºS). Figure VII-11b represents the distribution of surface pCO_2 along the track of the first leg of CITHER 3. The average partial pressure of CO_2 in the atmosphere given by Keeling et al (1995) for the year 1995 is 359 µatm which is also represented by a thin line. Stations situated to the north of the Equator and to the south of 32º show surface pCO_2 values lower than atmospheric. Between the Equator and 32ºS surface pCO_2 is higher than atmospheric pCO_2. Two domes can be observed, the highest centered just in the Tropic and the lowest around 5ºS. In general, surface pCO_2 values were usually higher than the atmospheric along the section.

Figure VII-11c shows the relationship between pCO_2 and temperature at the surface. Three straight lines can be observed: i) between stations 67 and 97, ii) between 23 and 43, and iii) between 8 and 23. Theoretically, an *in situ* temperature increase of 1ºC causes a pCO_2 increase of about 15 µatm (Ríos et al., 1995). Through the straight lines 67-97 and 23-43, a temperature decrease of 1ºC produces a pCO_2 decrease around 15 µatm (12 and 16 µatm respectively). The line 8-23 does not follow the same pattern. A temperature decrease of 1ºC causes a pCO_2 increase of about 44 µatm. This variation to the general pattern is due to the effect of biological processes which produces a pCO_2 decrease. In this particular case a variation of 0.2 mg/m^3 in chlorophyll produces a pCO_2 decrease of about 28 µatm.

4.2 - References

Keeling, C.D., T.P. Whorf, M. Wahlen and J. van der Plicht (1995). Interannual extremes in the rate of rise of atmospheric carbon dioxide since 1980. *Nature*, 375, 666-670.

Mehrbach, C., C.H. Culberson, J.E. Hawley and R.M. Pytkowicz (1973). Measurements of the apparent dissociation constant of carbonic acid in seawater at atmospheric pressure. *Limnol. Ocean.*, 18, 897-907.

Ríos, A.F., T.R. Anderson and F.F. Pérez (1995). The carbonic system distribution and fluxes in the NE Atlantic during Spring 1991. *Prog. Oceanog.*, 35:293-312

Weiss, R.F. (1974). Carbon dioxide in water and seawater: the solubility of a non-ideal gas. *Mar. Chem.*, 2, 203-215.

5. TOTAL ORGANIC CARBON. Section WOCE A14

XOSÉ ANTÓN ALVAREZ SALGADO
Instituto de Investigaciones Marinas (IIM). CSIC. Vigo

5.1. Sampling procedure

Selected samples for the determination of Total Organic Carbon (TOC) were taken at 10 depths in 6 stations along section WOCE A14. Pyrex® glass bottles (100 ml) were used. The bottles were sequentially washed thoroughly with diluted sodium hypochloride, 0.1N hydrochloric acid and, finally, with milli-Q® water. Samples were collected directly, after rinsing the bottles three times. Samples were immediately acidified to pH~ 2 by adding 0.5 ml of a 2.5N hydrochloric acid solution, covered up with parafilm® below the top, and stored in the darkness until analysis in the laboratory. Acidification with HCl and storage in the cold is the most convenient and practical method for DOC preservation for long periods (Chen and Wangersky, 1996). Extremely low particulate organic carbon levels in open ocean waters prevented us to filter the samples, as contamination during filtration is one of the main sources of error in dissolved organic carbon (DOC) measurements.

5.2. Equipment and methods

Samples were analysed in the laboratory by High Temperature Catalytic Oxidation (HTCO), with a commercial Shimadzu TOC-5000. The acidified samples were decarbonated by vigorous stirring with synthetic air for ~1/2 h, and injected directly onto a 0.5% platinum over alumina catalyst at 680 ºC, under an atmosphere of high purity air. Quantitatively produced CO_2 gas is measured using an Non-Dispersive Infra-Red (NDIR) detector and the resulting area estimated with a peak integrator. Three to 5 replicate injection of 200 µl were performed for each sample. As a typical injection cycle takes ~4 minutes, each sample requires between 12 and 20 minutes for completion.

Potassium Hydrogen Phthalate (KHP) was used for calibrating the system. A 4-point calibration curve prepared in UV irradiated Milli-Q® water (range 0-180 µM-C) were performed every day. We spent 4 days to analyse the whole sample set. The corresponding calibration curves are presented in figure VII-12. The correlation coefficient (r^2) for the individual calibration curves was >0.9997. A single regression line was used for the whole set of calibration curves, being the slope 197.8 area·µM-C^{-1} (C.V., 0.6%) and r^2= 0.9994. System blank (= 'instrument blank' + DOC in UV- MilliQ® water) was low and stable, 10.4±0.4 µM-C (average±SD) for the whole set of blanks analysed. DOC concentration in UV- MilliQ® water can be considered negligible.

DOC concentration in samples (DOC_X) were calculated dividing the average area of the 3-5 replicate injections (A_X) by the slope of the average regression line (S) and subtracting the average system blank (BLANK):

$$DOC_X = \frac{A_X}{S} - BLANK$$

The average coefficient of variation (C.V.) of the peak area was ~1 %, *i.e.* the average standard deviation (SD) was ±0.8 µM-C.

5.3 TOC distributions

Figure VII-13 show the composite TOC profiles for the 6 stations occupied. TOC below 500 m was quite constant, 57±3 µM, in spite of the dramatic changes in water masses composition and apparent oxygen utilisation (AOU) along section WOCE A14. A DOC excess in waters of the upper ocean (<500m) was observed, ranging from an average integrated value of 58 µM-C (stn 106) in the Sub-Antarctic Zone (SAZ) to 74 µM-C (stn 76) in the Subtropical Gyre. Maximum values, >90 µM-C, were observed in the upper level (<100 m) of the Subtropical Gyre. Detailed profiles of the upper 1000m are presented in figure VII-14.

This values are in the same range of that obtained by Alvarez-Salgado (1995) in the Western South Atlantic and by Thomas et al. (1995) in the Equatorial Atlantic ocean, using the same technique

5.4. References

Alvarez-Salgado (1996). Total Organic Carbon Measurements. In: Campagne CITHER-2. Recuiel de données. Volume 3: Traceurs Géochimiques. p. 73. Le Groupe CITHER-2. Rapport Interne LPO (96-=2). pag. 73

Thomas C., Cauwet G. and Minster J.-F. (1995). Dissolved organic carbon in the equatorial Atlantic Ocean. Mar. Chem, 49:155-169.

Chen W. and P.J. Wangersky (1996). Rates of microbial degradation of dissolved organic carbon from phytoplankton cultures. J. Plank. Res., 18:1521-1533.

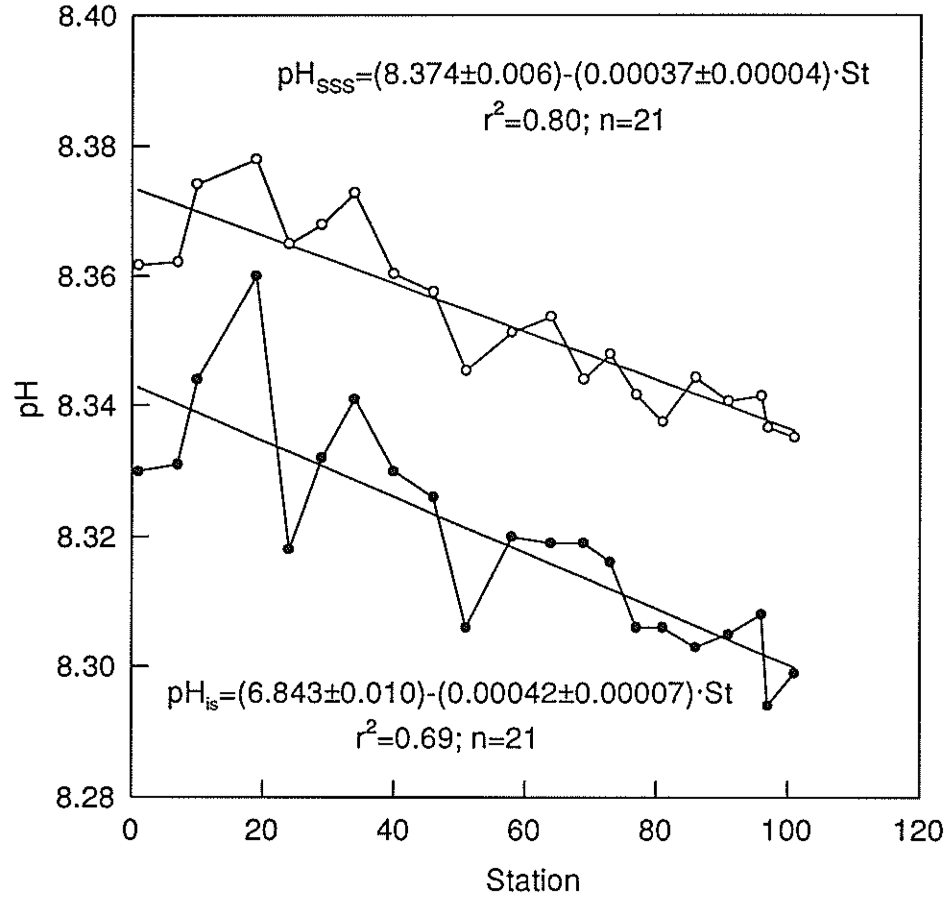


Figure VII-1: Results for pHsss and pHis at zero potential at each calibration vs station.

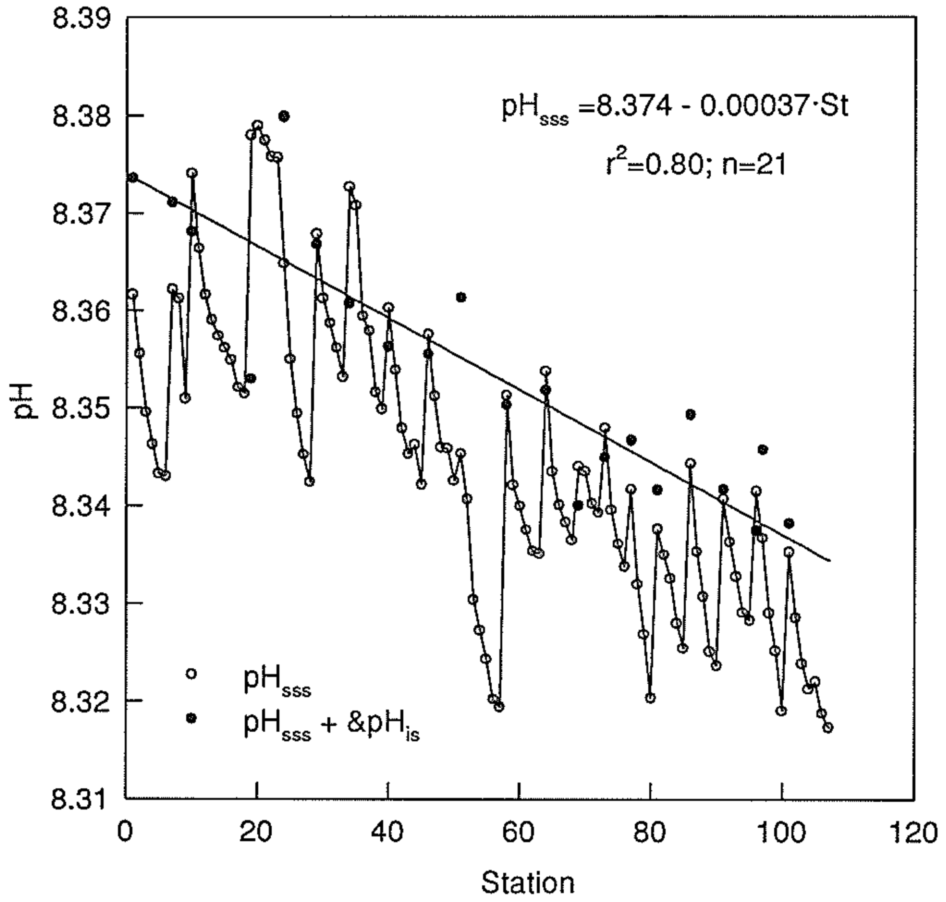


Figure VII-2: Results for pHsss at each station and pHsss corrected with the pHis anomaly vs station.

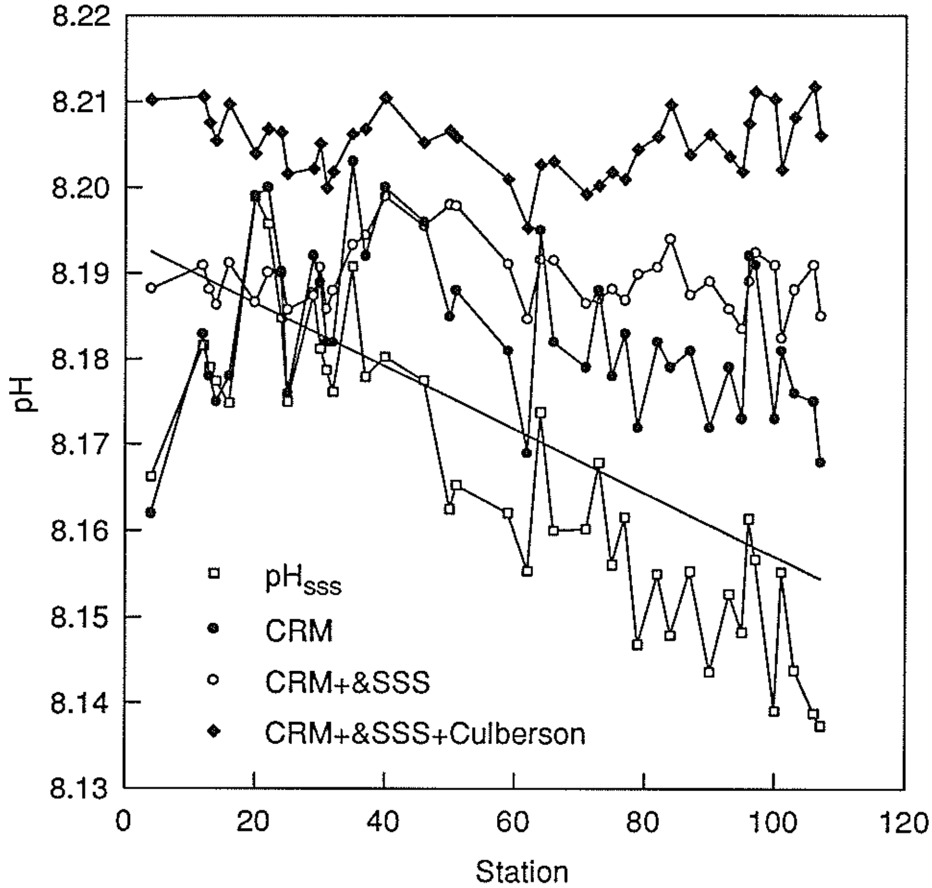


Figure VII-3: Distribution of pHsss (open squares), CRM (points), CRM corrected with the SSS anomaly (open circles) and CRM corrected with SSS and Culberson anomalies (diamonds)

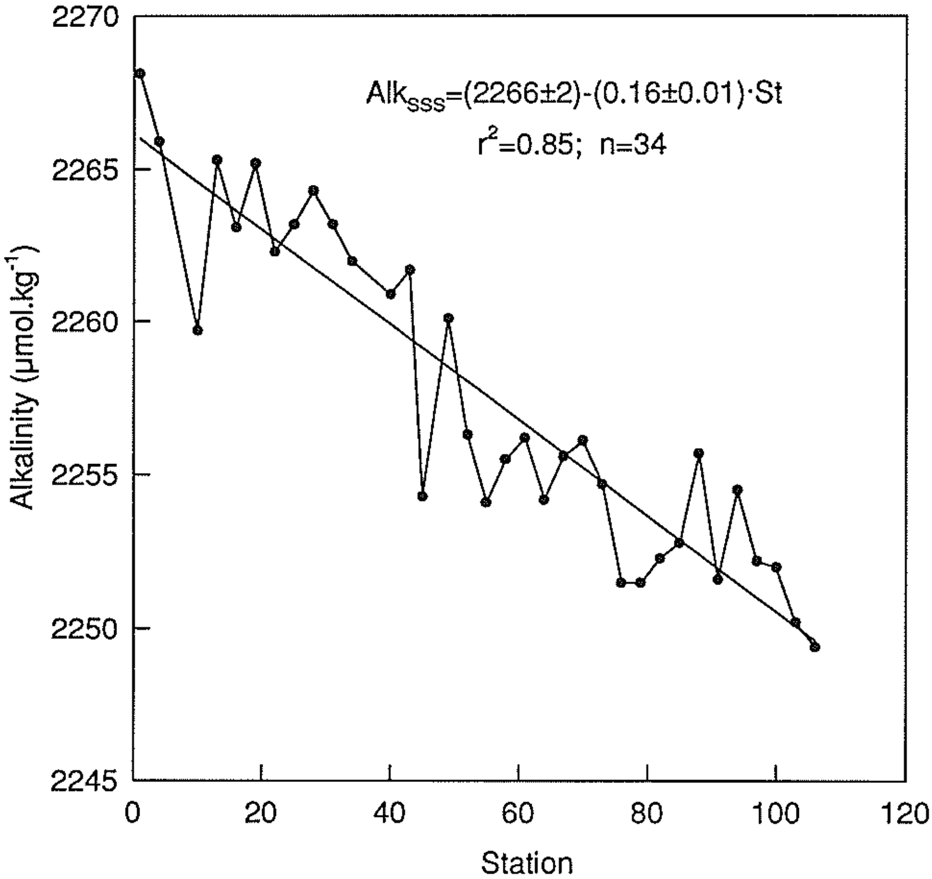


Figure VII-4: Variation of SSS alkalinity vs station.

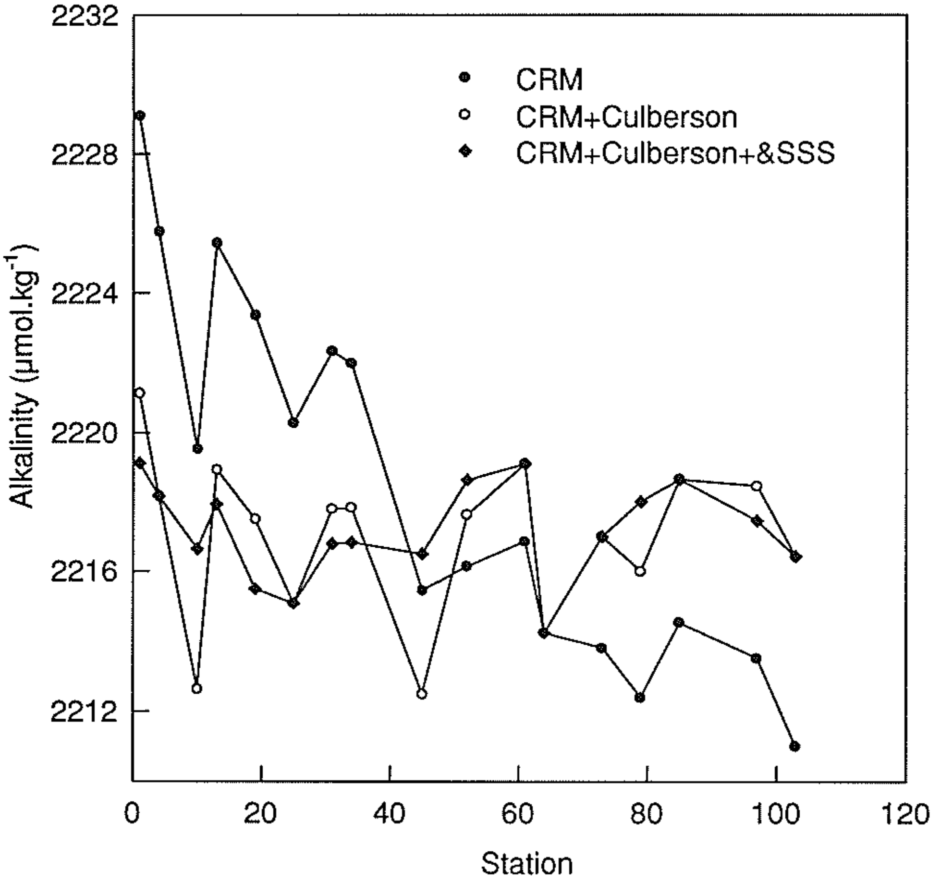


Figure VII-5: Alkalinity distribution of CRM (points), CRM corrected with the Culberson anomaly (open circles) and CRM corrected with Culberson and SSS anomalies (diamonds)

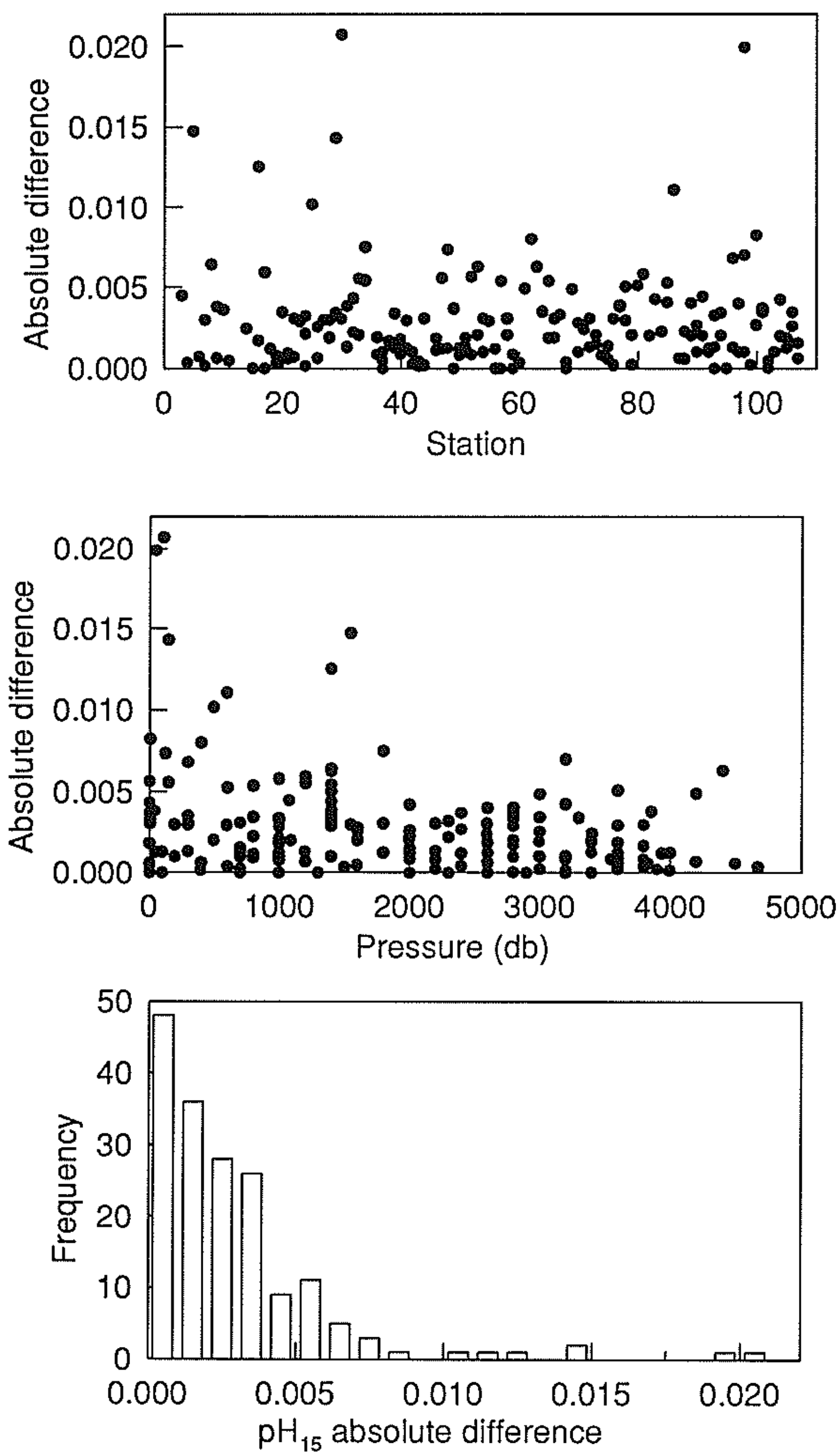


Figure VII-6: Absolute difference of pH duplicate results versus: (a) station number, (b) pressure; (c) frequency distribution (%).

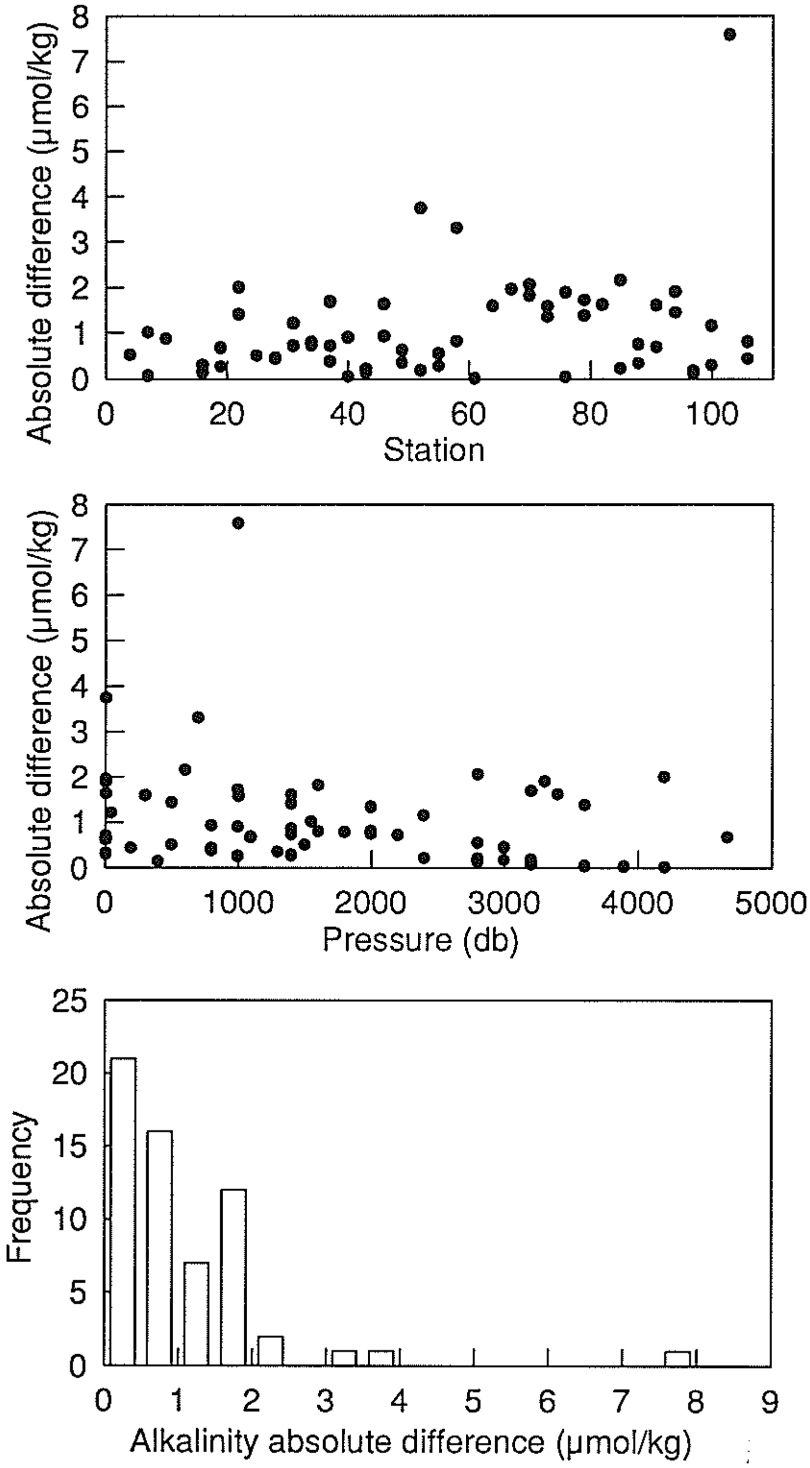


Figure VII-7: Absolute difference of Alkalinity results versus: (a) station number, (b) pressure; (c) frequency distribution (%).

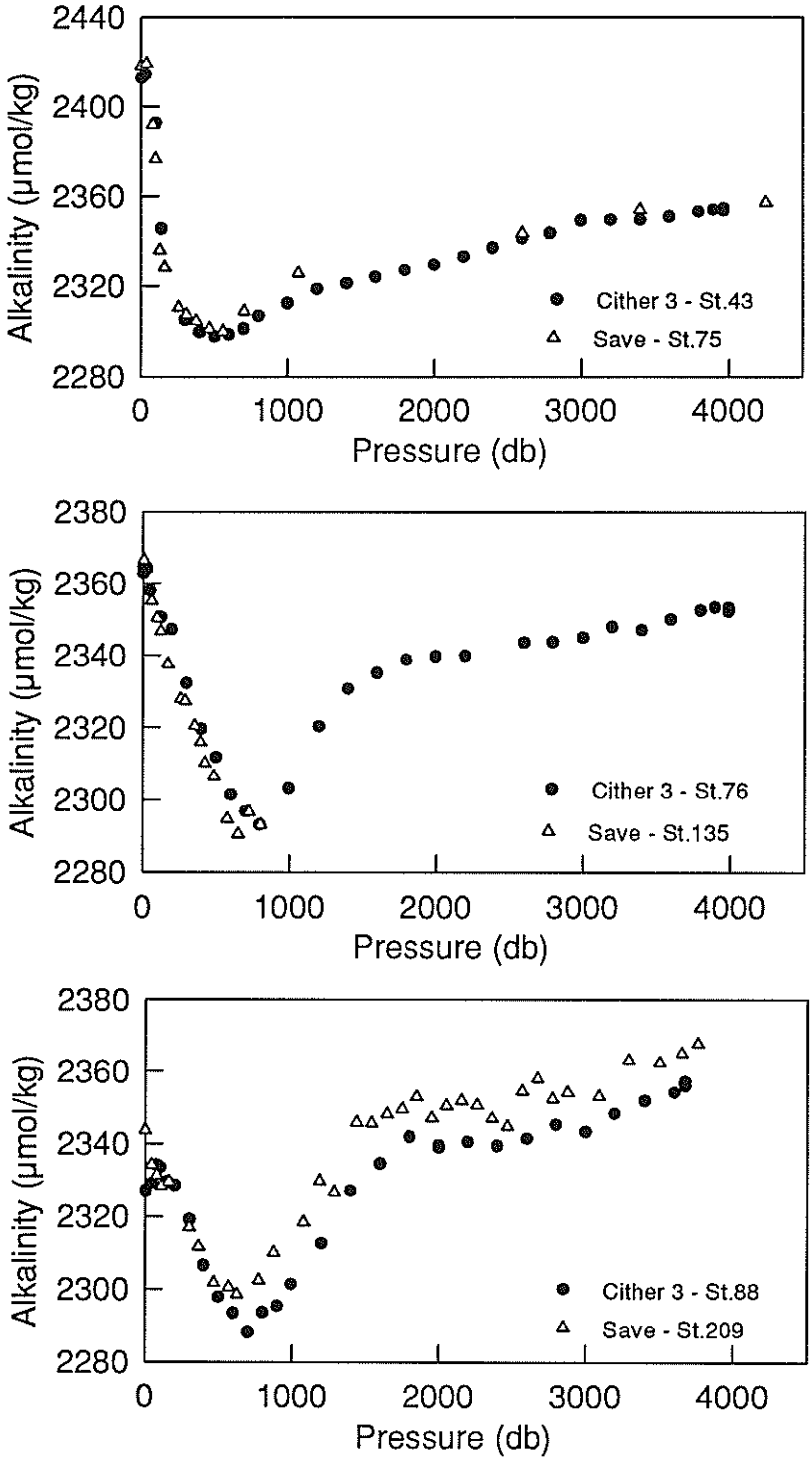


Figure VII-8: Comparison of vertical distributions of alkalinity among stations 43, 76, 88 (CITHER 3) and 75, 135, 209 (SAVE) respectively, surveyed around the same geographical position.

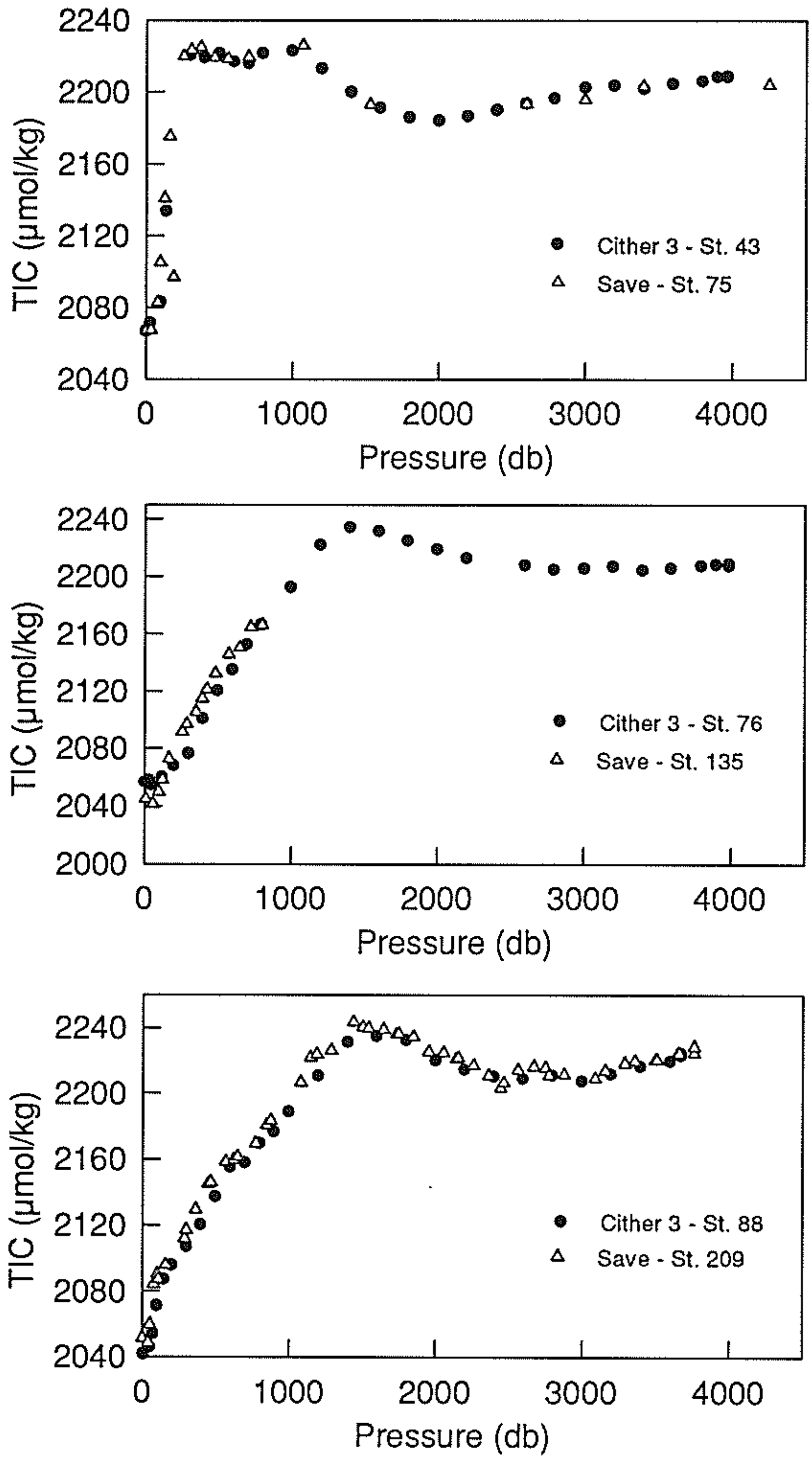


Figure VII-9: Comparison of vertical distributions of TIC among stations 43, 76, 88 (CITHER 3) and 75, 135, 209 (SAVE) respectively, surveyed around the same geographical position.

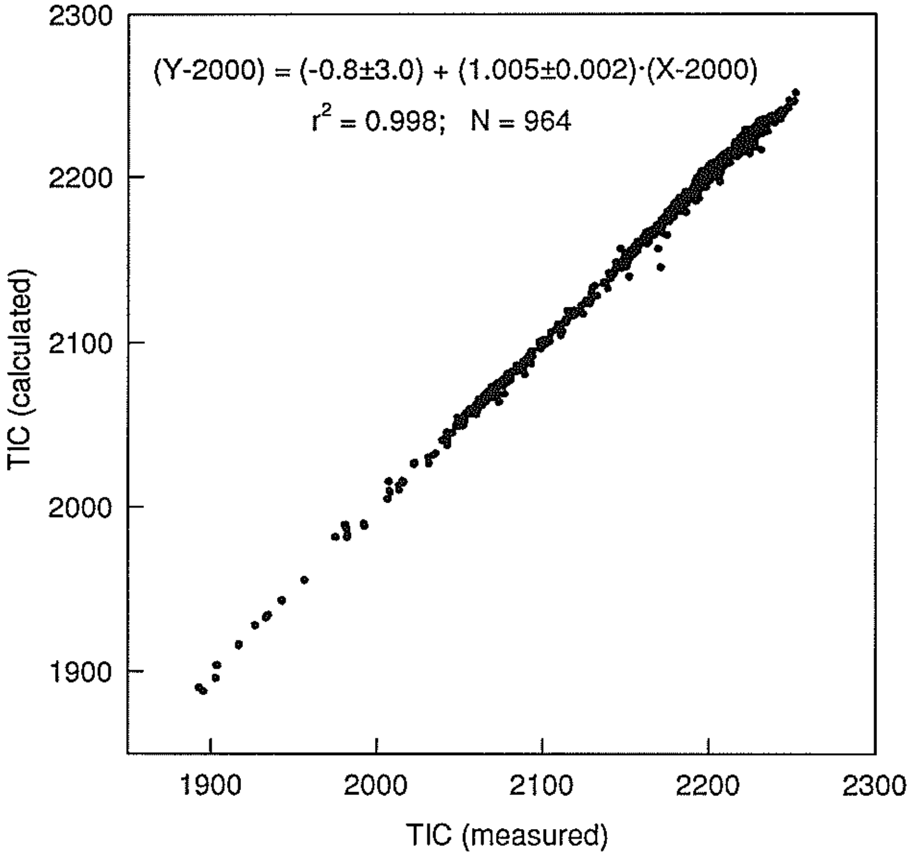


Figure VII-10: Relationship between calculated and measured total inorganic carbon during Section WOCE A14.

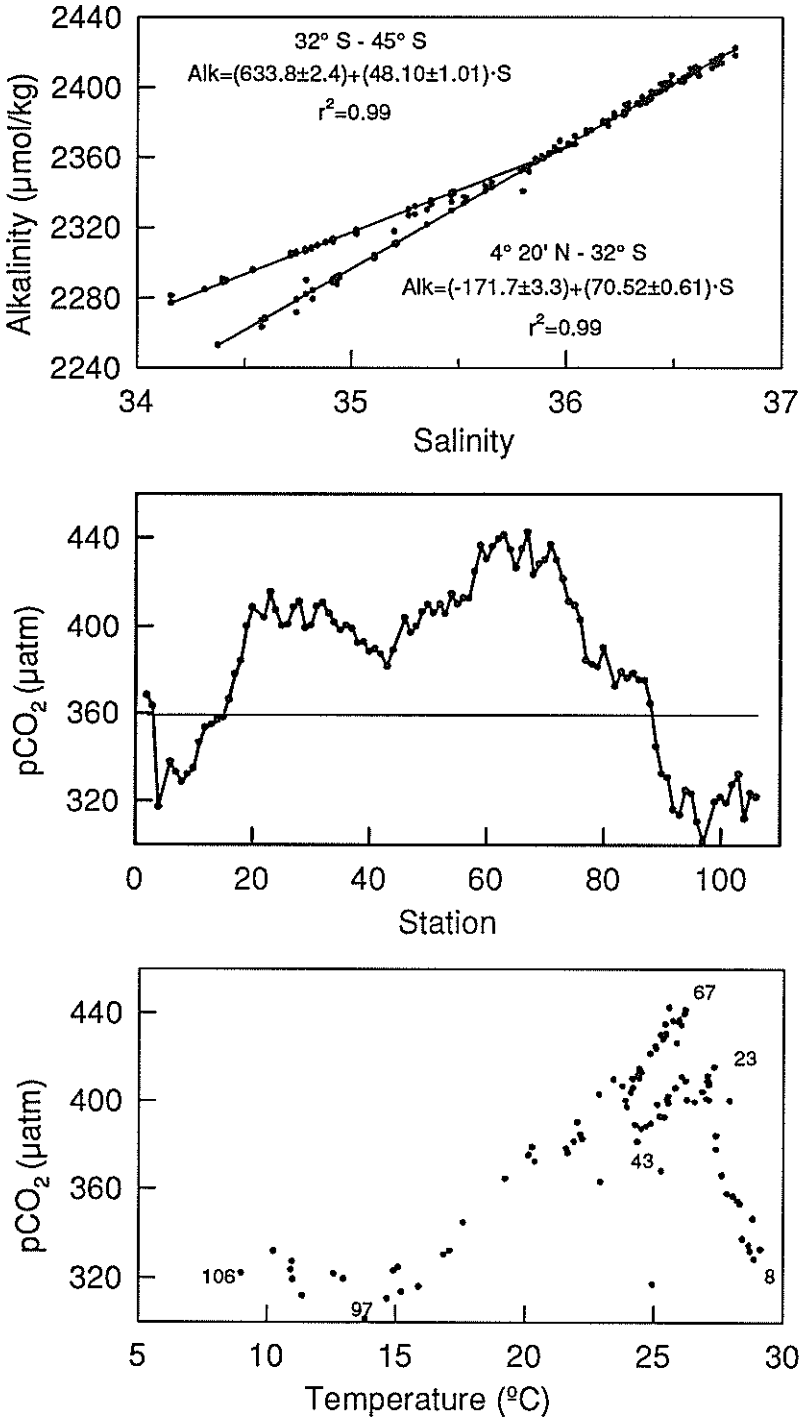


Figure VII-11: a) Relationship between alkalinity and salinity of surface water; b) Distribution of surface pCO_2 along the WOCE A14 section. The thin line at 359 is the atmospheric pCO_2 for 1995 according to Keeling et al. (1995); c).Relationship between pCO_2 and *in situ* temperature.

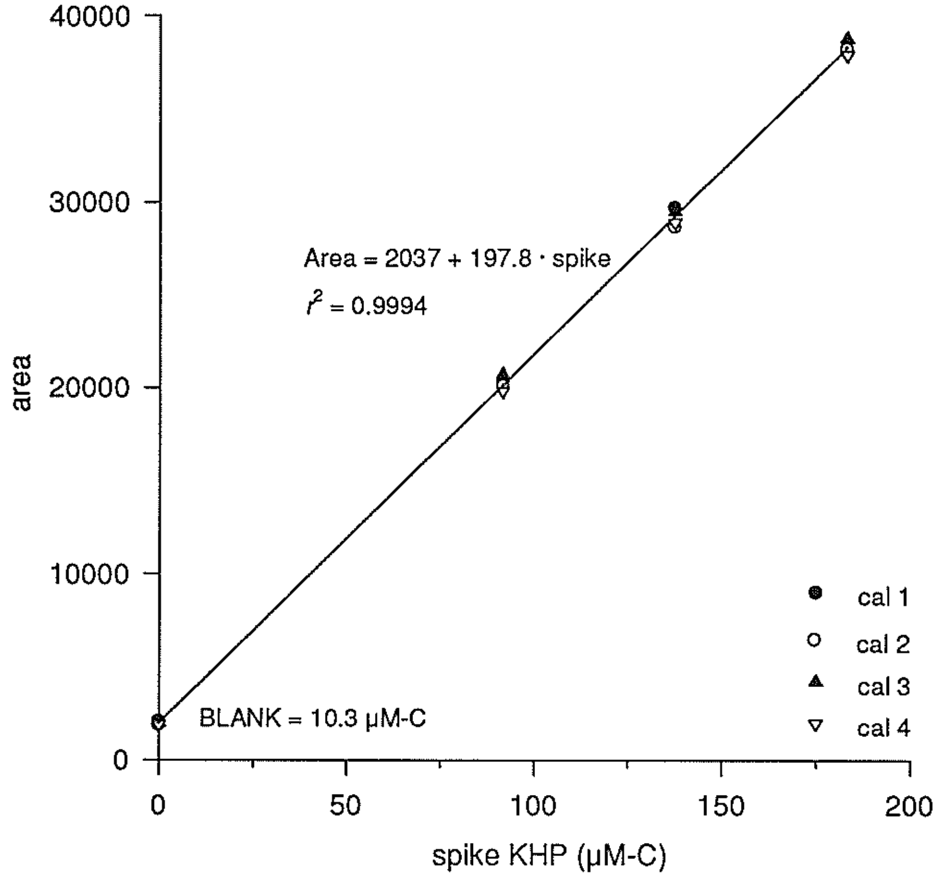


Figure VII-12: Composite calibration curve from the 4 calibrations performed during the analyses of TOC samples taken along section WOCE A14.

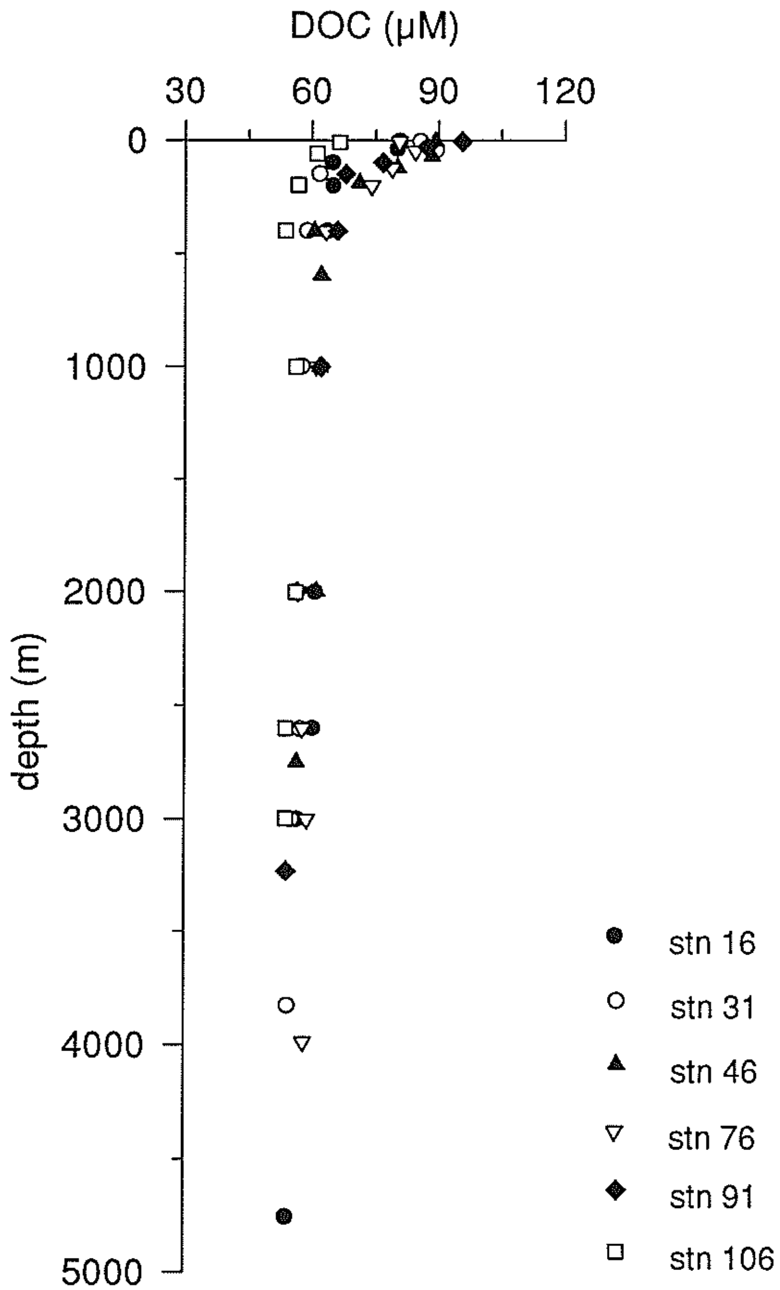


Figure VII-13: Composite TOC profiles for the 6 stations occupied along section WOCE A14.

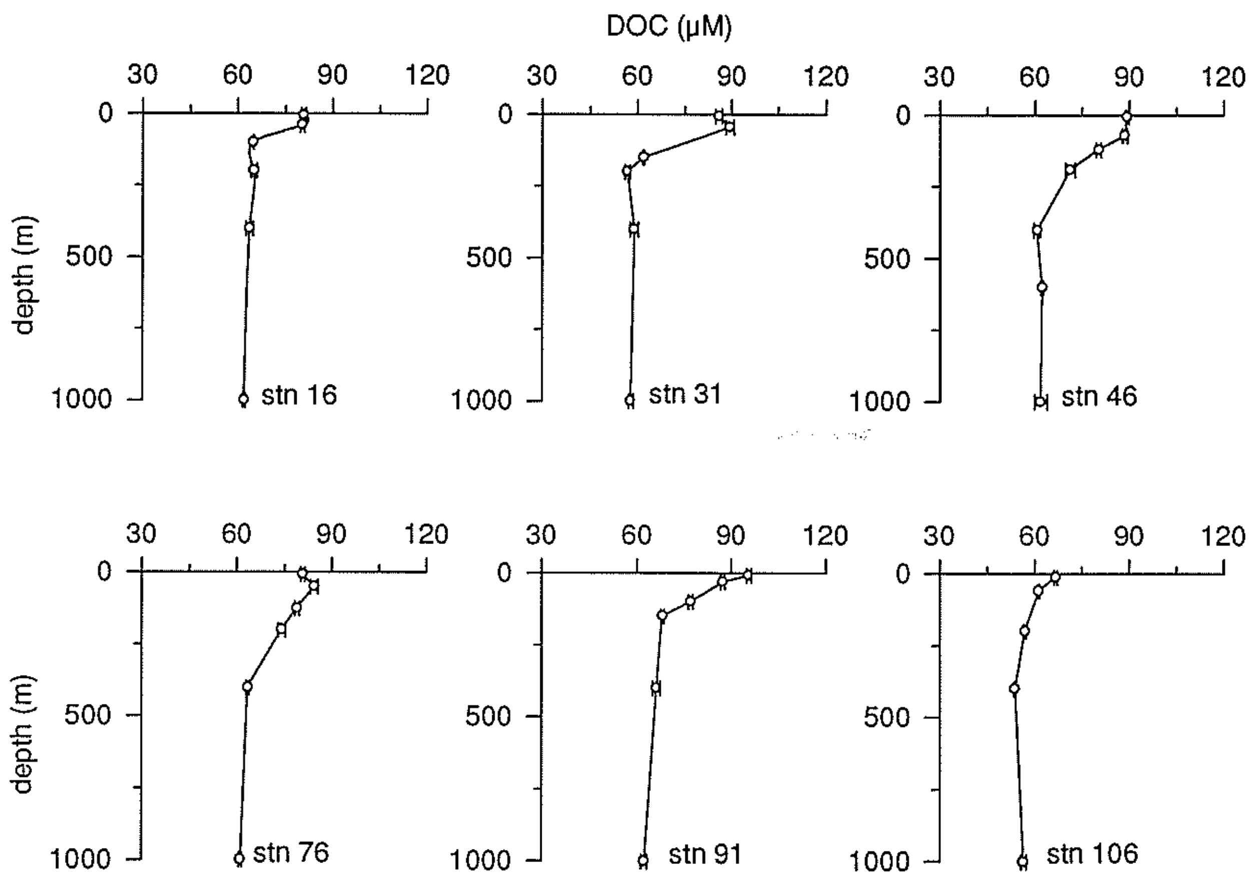


Figure VII-14: Detailed TOC profiles of the upper 1000m for the 6 stations occupied along section WOCE A14.

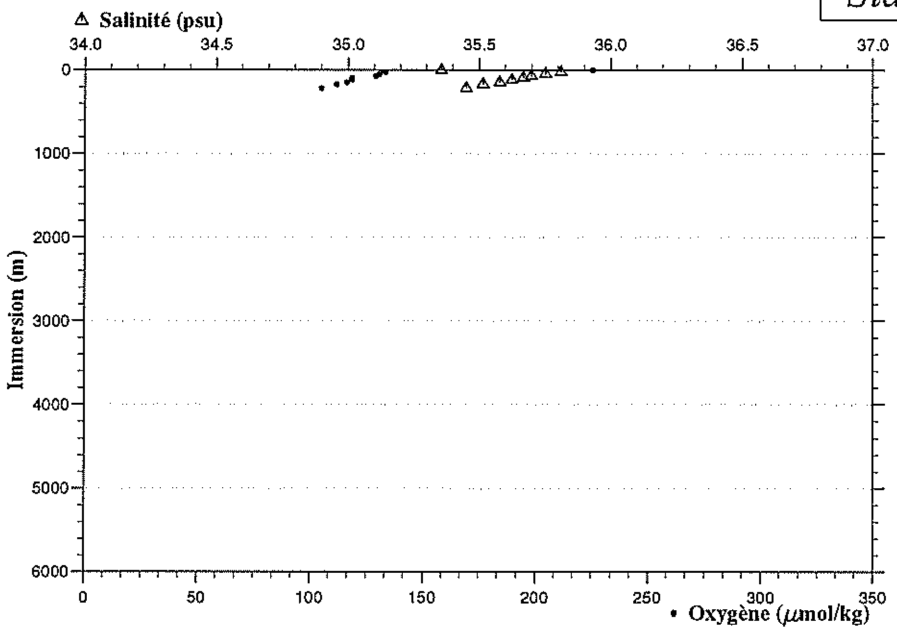
VIII - Listings et tracés par station des paramètres chimiques et géochimiques

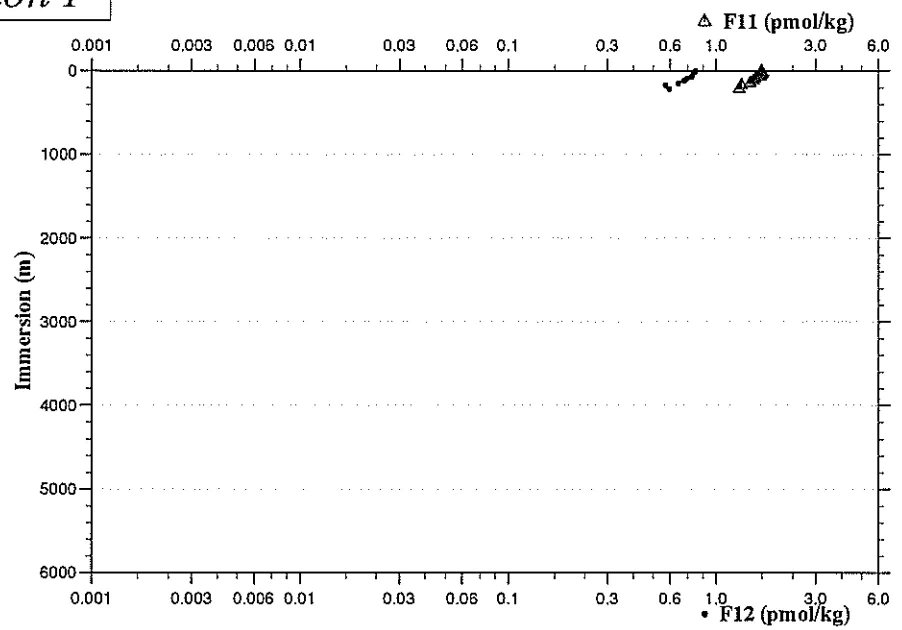
Pierre BRANELLEC (IFREMER/LPO)

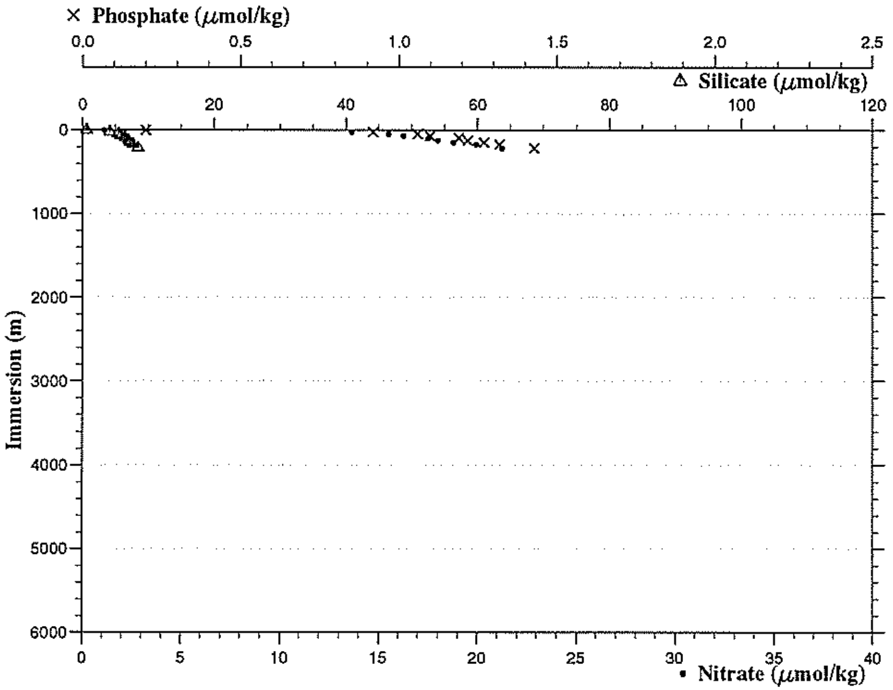
Station : 001		Campagne : CITHER 3	
Date : 17-01-95		Heure : 16 h 29 mn	
Latitude : N 4 21.97		Longitude : W 7 0.03	
P. max : 220		Nb prel : 9	

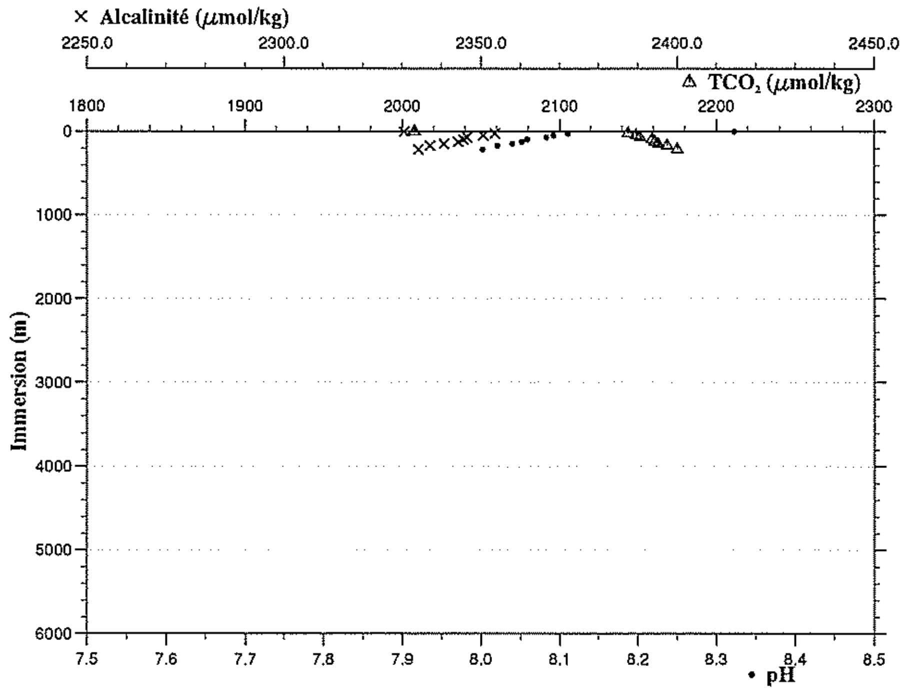
PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
0.0	0.0	22.948	24.1640	35.355 3	225.6 3	1.10	0.20	0.58	1.6579	0.7987	8.323 6	2330.5 6	2007.77 6
21.8	21.7	18.049	25.8774	35.810	133.3 3	13.66	0.92	4.14	1.6777	0.7837	8.111	2353.6	2143.55
45.9	45.6	16.913	26.1154	35.753	130.7	15.51	1.06	5.43	1.6634		8.092	2350.6	2148.91
72.2	71.8	16.418	26.1854	35.699	129.0	16.26	1.10	5.75	1.6331	0.7633	8.083	2346.5	2151.48
96.3	95.7	16.158	26.2245	35.668	118.6	17.53	1.19	6.47	1.5473	0.7214	8.059	2345.6	2159.36
120.3	119.6	15.770	26.2796	35.624	118.4	17.97	1.22	6.95	1.5154	0.7009	8.052	2344.3	2160.89
146.8	145.9	15.352	26.3363	35.578	116.3	18.76	1.27	7.19	1.4623	0.6589	8.040	2340.7	2162.74
171.2	170.2	14.843	26.4029	35.515	111.6	19.95	1.32	7.67	1.3285	0.5711	8.021	2337.0	2168.50
218.4	217.1	14.341	26.4640	35.452	105.0	21.23	1.43	8.40	1.2907	0.5985	8.002	2334.2	2175.04 6

- Station 1 -


△ Salinité (psu)
Immersion (m)
• Oxygène (µmol/kg)


△ F11 (pmol/kg)
Immersion (m)
• F12 (pmol/kg)

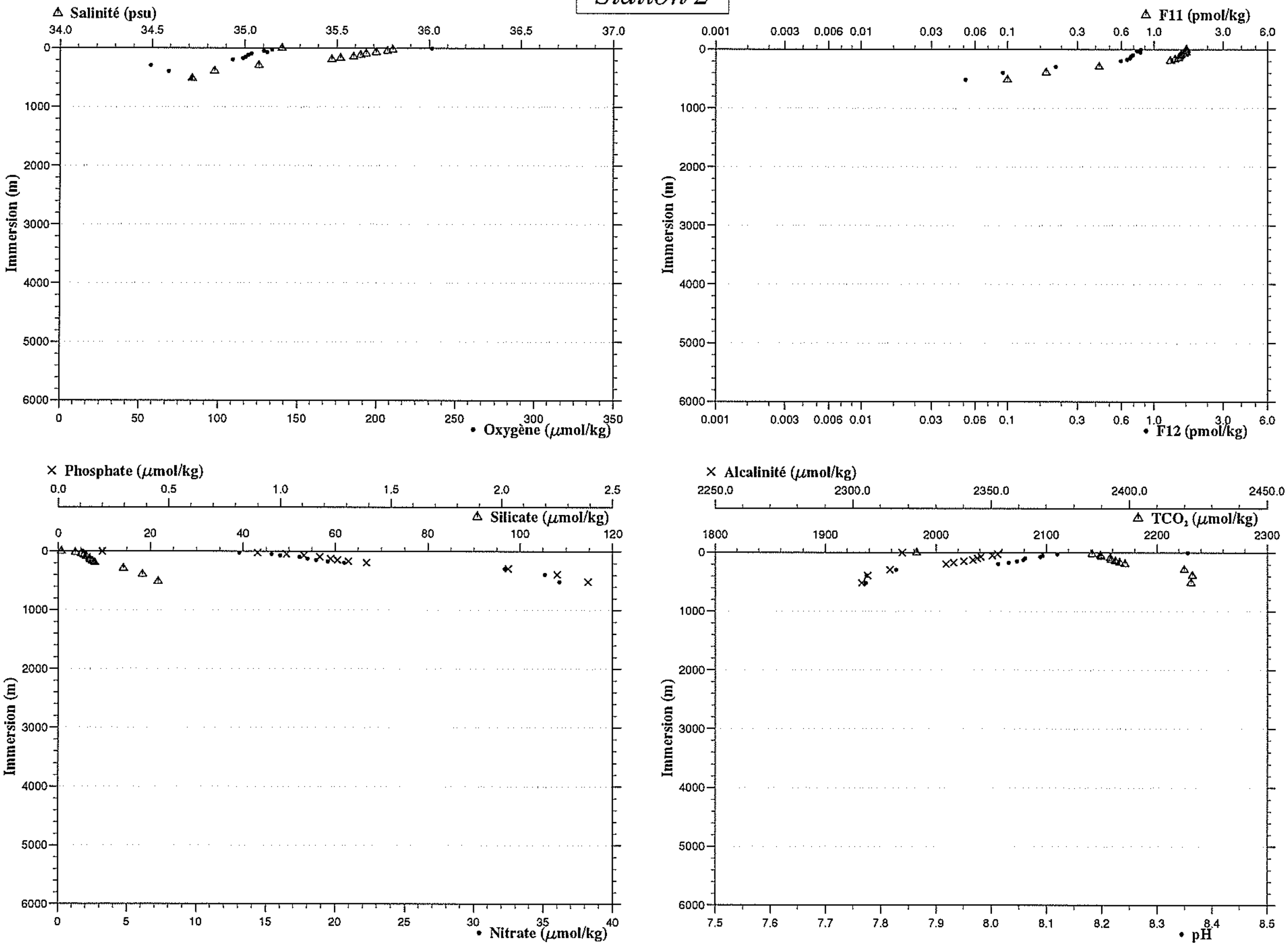

× Phosphate (µmol/kg)
△ Silicate (µmol/kg)
Immersion (m)
• Nitrate (µmol/kg)


× Alcalinité (µmol/kg)
△ TCO2 (µmol/kg)
Immersion (m)
• pH

Station : 002	Campagne : CITHER 3
Date : 17-01-95	Heure : 18 h 19 mn
Latitude : N 4 20.92	Longitude : W 6 59.77
P. max : 520	Nb prel : 12

PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
0.6	0.6	25.292	23.1713	35.202 3	235.3	1.81	0.20	0.67	1.6775	0.8171	8.356 6	2317.9 6	1982.64 6
21.3	21.2	18.767	25.6716	35.804 3	133.9 3	13.08	0.90	3.72	1.6533	0.7687	8.120	2352.4	2141.20
46.0	45.7	17.238	26.0613	35.775 3	128.9	15.42	1.03	5.09	1.6699	0.8087	8.094	2350.4	2149.01
70.8	70.4	16.561	26.1756	35.712 3	130.7	16.03	1.11	5.57	1.6261		8.089	2346.4	2149.75
95.5	95.0	16.127	26.2278	35.659	120.8	17.44	1.18	6.21	1.5424	0.7248	8.062	2345.0	2157.99
120.2	119.5	15.742	26.2922	35.629	118.9	18.01	1.23	6.85	1.5103	0.7053	8.059	2343.5	2158.94
145.7	144.8	15.463	26.3283	35.590 3	117.5	18.63	1.26	7.01	1.4764	0.6945	8.047	2340.1	2162.45
170.7	169.7	14.902	26.3946	35.519	115.8	19.47	1.31	7.41	1.3993	0.6594	8.032	2336.5	2165.98
195.1	193.9	14.578	26.4414	35.473 3	109.1	20.65	1.39	7.97	1.2981	0.5979	8.013	2333.7	2170.83
296.1	294.3	11.136	26.8217	35.077 3	57.5 3	32.25	2.03	14.21	0.4241	0.2130	7.829	2313.5	2224.86
394.9	392.3	8.821	27.0183	34.837	69.0	35.15	2.25	18.29	0.1844	0.0929	7.776	2305.5	2232.20
518.5	515.0	7.502	27.1122	34.717 3	83.2	36.19	2.39	21.72	0.0995	0.0518	7.774 6	2303.4	2230.74 6

- Station 2 -

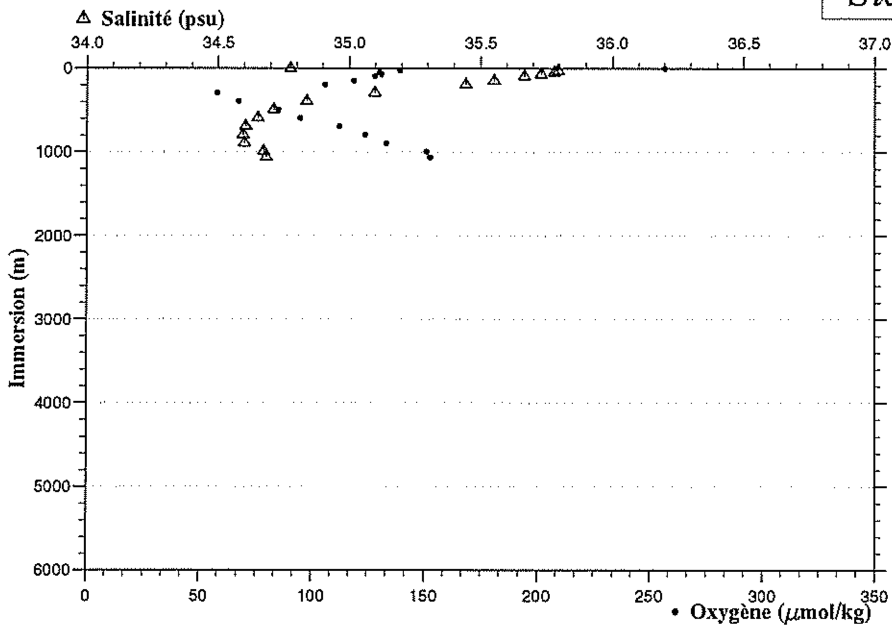


Salinité (psu)
Oxygène (µmol/kg)
F11 (pmol/kg)
F12 (pmol/kg)
Phosphate (µmol/kg)
Silicate (µmol/kg)
Nitrate (µmol/kg)
Alcalinité (µmol/kg)
TCO₂ (µmol/kg)
pH
Immersion (m)

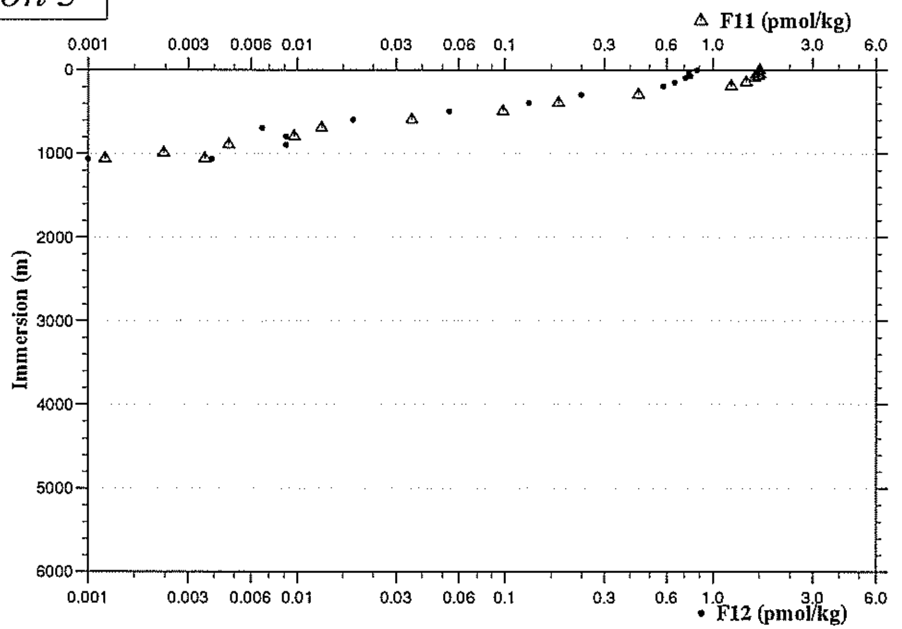
Station : 003	Campagne : CITHER 3
Date : 17-01-95	Heure : 20 h 12 mn
Latitude : N 4 19.18	Longitude : W 6 59.85
P. max : 1074	Nb prel : 17

PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
0.9	0.9	24.880	23.1691	34.776 3	256.8 3	0.04	0.08	0.69	1.6861	0.8425	8.416		1925.87 6
22.0	21.9	18.039	25.8676	35.794	139.5 3	12.63	0.91	3.85	1.6532	0.7735	8.124		
46.9	46.6	16.914	26.1221	35.778 3	130.2	15.32	1.03	5.35	1.6756	0.7754	8.096		
71.7	71.3	16.528	26.1811	35.731 3	131.1	15.80	1.08	5.66	1.6523	0.7901	8.094		
96.7	96.1	16.114	26.2347	35.667	128.1	16.73 6	1.12 6	6.09 6	1.5903	0.7442	8.083		
147.7	146.8	15.182	26.3573	35.551	118.8	18.97	1.29	7.25	1.4431	0.6574	8.049		
195.5	194.3	14.325	26.4689	35.445 3	106.0	21.22	1.45	8.68	1.2339	0.5802	8.006		
295.9	294.1	11.209	26.8075	35.098 3	57.9	31.66	2.04	14.23	0.4403	0.2316	7.836		
395.9	393.3	8.790	27.0154	34.838 3	67.4	35.02	2.27	18.44	0.1810	0.1310	7.786		
495.6	492.3	7.493	27.1151	34.712 3	85.0	36.01	2.37	21.62	0.0975	0.0538	7.785		
596.0	591.9	6.571	27.2000	34.652	94.9	36.88	2.44	24.81	0.0357	0.0186	7.779		
696.3	691.3	5.578	27.2893	34.605	112.6	36.77	2.46	28.57	0.0131	0.0068	7.784		
796.0	790.1	5.155	27.3337	34.595	124.0	35.95	2.45	29.86	0.0097	0.0088	7.799		
895.8	888.9	4.865	27.3681	34.600	133.3	35.61	2.41	31.31	0.0047	0.0088	7.816		
995.9	988.0	4.494	27.4684	34.673	151.0	33.29	2.26	31.18	0.0023		7.840		
1073.2	1064.5	4.484	27.4766	34.682	152.7	33.00	2.27	30.83	0.0012	0.0010	7.844		
1073.4	1064.7	4.483	27.4767	34.683 3	152.5	33.17	2.25	30.88	0.0036	0.0039	7.848		

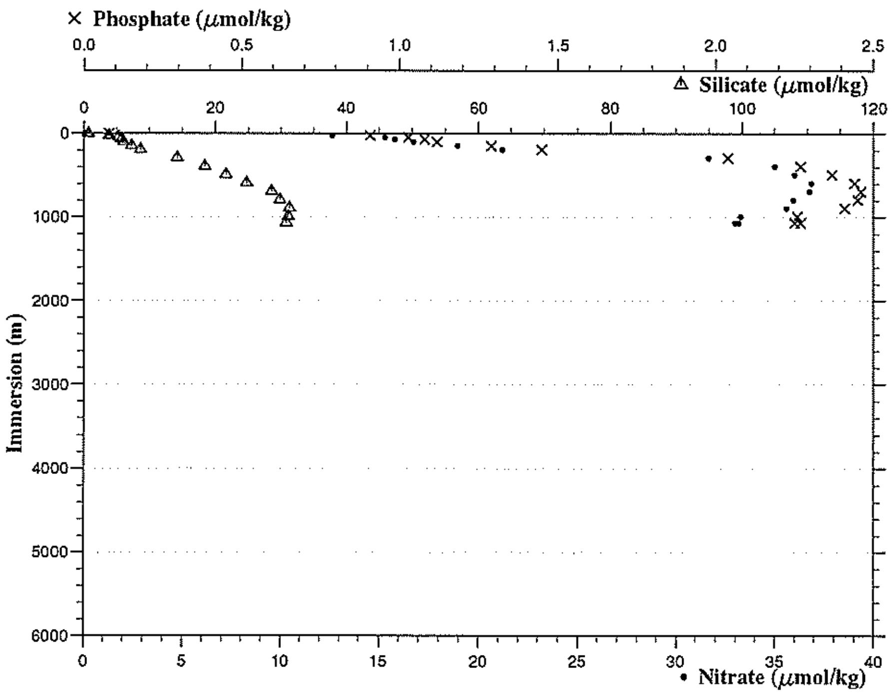
- Station 3 -



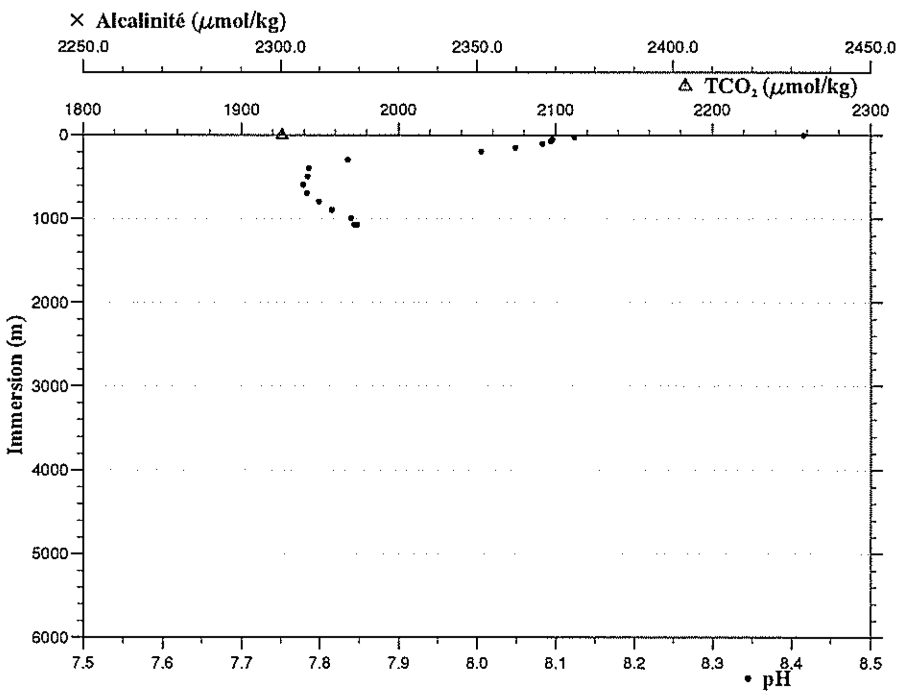
Salinité (psu)
Oxygène (µmol/kg)
Immersion (m)



F11 (pmol/kg)
F12 (pmol/kg)
Immersion (m)



Phosphate (µmol/kg)
Silicate (µmol/kg)
Nitrate (µmol/kg)
Immersion (m)

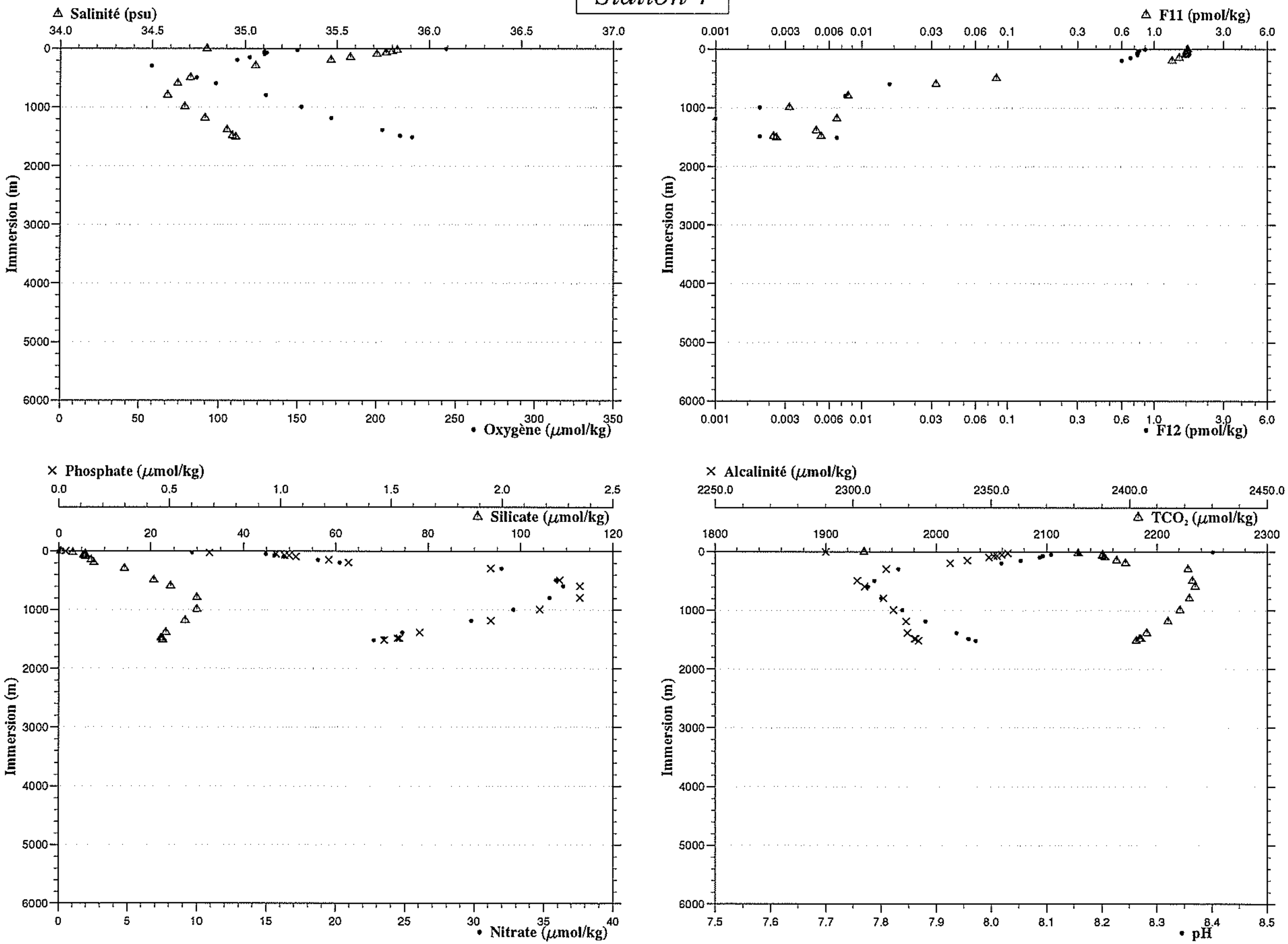


Alcalinité (µmol/kg)
TCO2 (µmol/kg)
pH
Immersion (m)

Station : 004	Campagne : CITHER 3
Date : 17-01-95	Heure : 22 h 41 mn
Latitude : N 4 16.68	Longitude : W 6 59.97
P. max : 1524	Nb prel : 19

PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
1.1	1.1	24.968	23.1848	34.792 3	244.1 3	0.00	0.03	0.46	1.7038	0.8679	8.401 6	2290.1	1934.77 6
21.8	21.7	18.803	25.6969	35.828 3	150.0 3	9.63	0.68	3.01	1.6833	0.7920	8.158	2356.0	2128.42
46.4	46.1	17.365	26.0398	35.800	129.2 3	14.95	0.98	5.79	1.6921	0.7735	8.108	2353.8	2150.53
72.0	71.6	16.876	26.1304	35.766	130.4	15.59	1.02	5.36	1.6771	0.7764	8.093	2350.9	2150.13
72.2	71.8	16.864	26.1333	35.768	129.2	15.58	1.04	5.79	1.6573	0.7657	8.094	2352.1	
96.3	95.7	16.481	26.1929	35.718 3	129.0	16.26	1.07	5.75	1.6452	0.7706	8.088	2349.1	2152.82
146.5	145.6	15.333	26.3421	35.573	119.6	18.73	1.22	7.09	1.4899	0.6867	8.054	2341.4	2163.14
196.3	195.1	14.476	26.4512	35.468	111.7	20.29	1.31	7.68	1.3254	0.6008	8.019	2335.1	2171.22
296.5	294.7	10.929	26.8382	35.057 3	57.9	31.98	1.95	14.31			7.832	2312.0	2227.98
396.0	393.4	8.953	27.0083										
496.1	492.8	7.405	27.1277	34.704	86.4	35.90	2.26	20.71	0.0839		7.789	2301.5	2232.04
596.2	592.1	6.401	27.2162	34.637	98.3	36.41	2.35	24.32	0.0324	0.0156	7.777	2304.2	2234.65
795.4	789.5	4.955	27.3467	34.583	129.9	35.42	2.35	29.97	0.0081	0.0078	7.801	2311.0	2229.27
996.3	988.4	4.464	27.4772	34.676	152.4	32.82	2.17	29.97	0.0032	0.0020	7.839	2314.5	2220.63
1195.1	1185.1	4.346	27.5727	34.783	171.5	29.79	1.95	27.46	0.0068	0.0010	7.881	2319.1	2209.86
1395.3	1383.0	4.087	27.7007	34.904	204.0	24.82	1.63	23.30	0.0049	0.0000	7.937	2319.7	2190.68
1495.2	1481.6	3.953	27.7362	34.932	215.2	23.49	1.53	22.51	0.0025		7.959	2322.0	2185.26
1495.5	1481.9	3.958	27.7349	34.933	215.1	23.49	1.54	22.28	0.0053	0.0020	7.958	2322.5	2184.02
1523.7	1509.8	3.814	27.7609	34.949	222.8	22.78	1.47	22.59	0.0026	0.0068	7.971	2323.7	2181.03 6

- Station 4 -

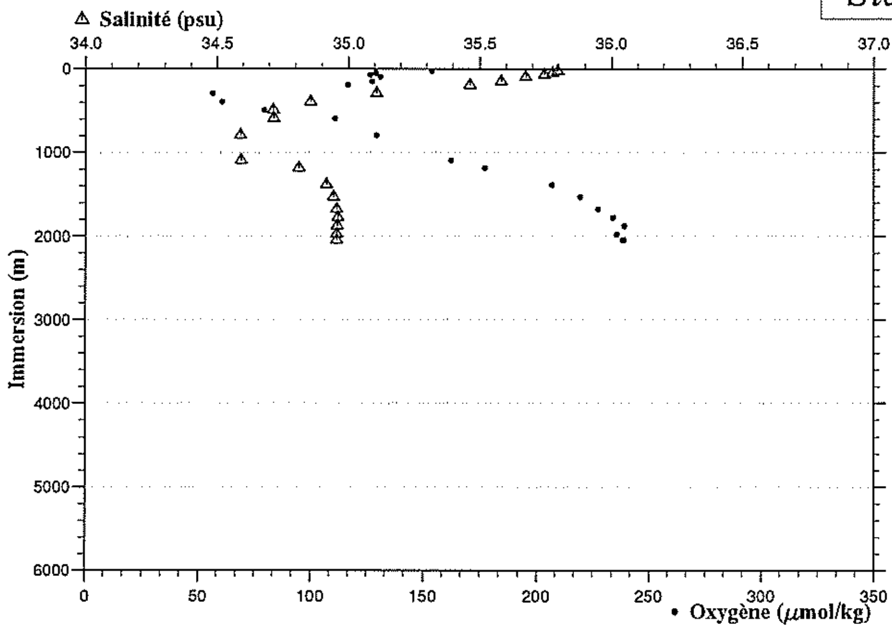


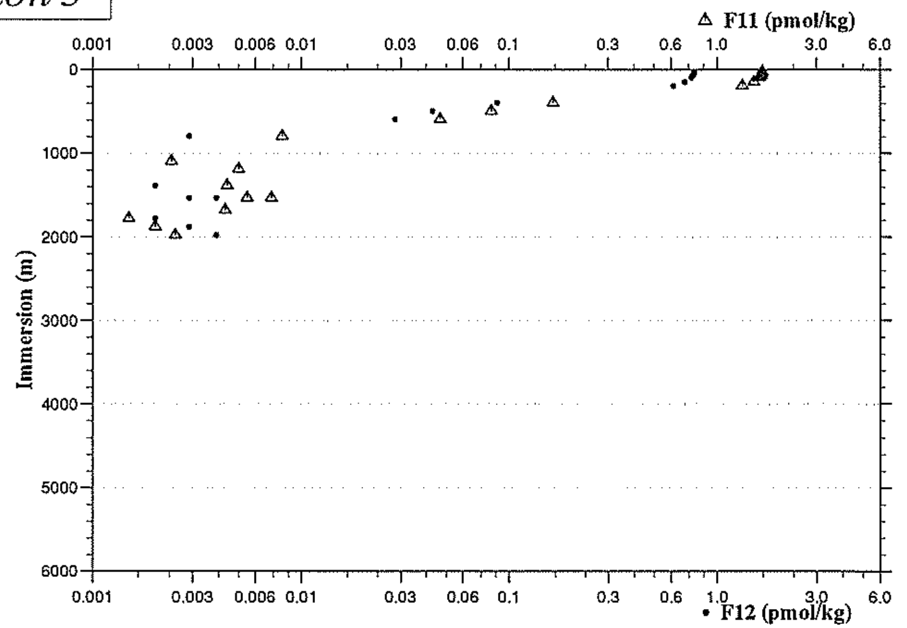
Δ Salinité (psu)
• Oxygène (μmol/kg)
Immersion (m)
Δ F11 (pmol/kg)
• F12 (pmol/kg)
Immersion (m)
× Phosphate (μmol/kg)
Δ Silicate (μmol/kg)
• Nitrate (μmol/kg)
Immersion (m)
× Alcalinité (μmol/kg)
Δ TCO$_2$ (μmol/kg)
• pH
Immersion (m)

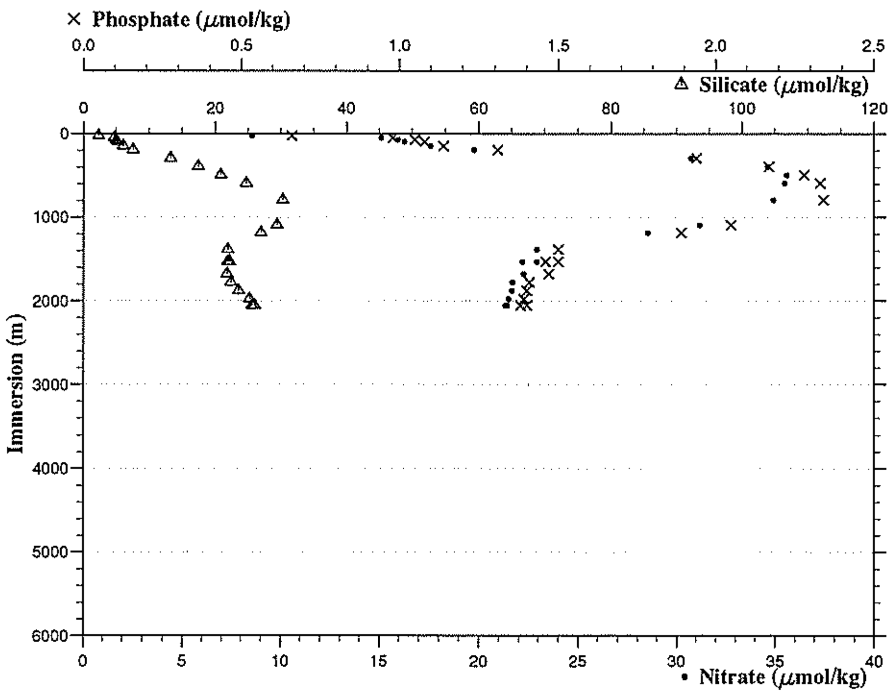
Station : 005	Campagne : CITHER 3
Date : 18-01-95	Heure : 2 h 10 mn
Latitude : N 4 11.05	Longitude : W 6 59.43
P. max : 2104	Nb prel : 22

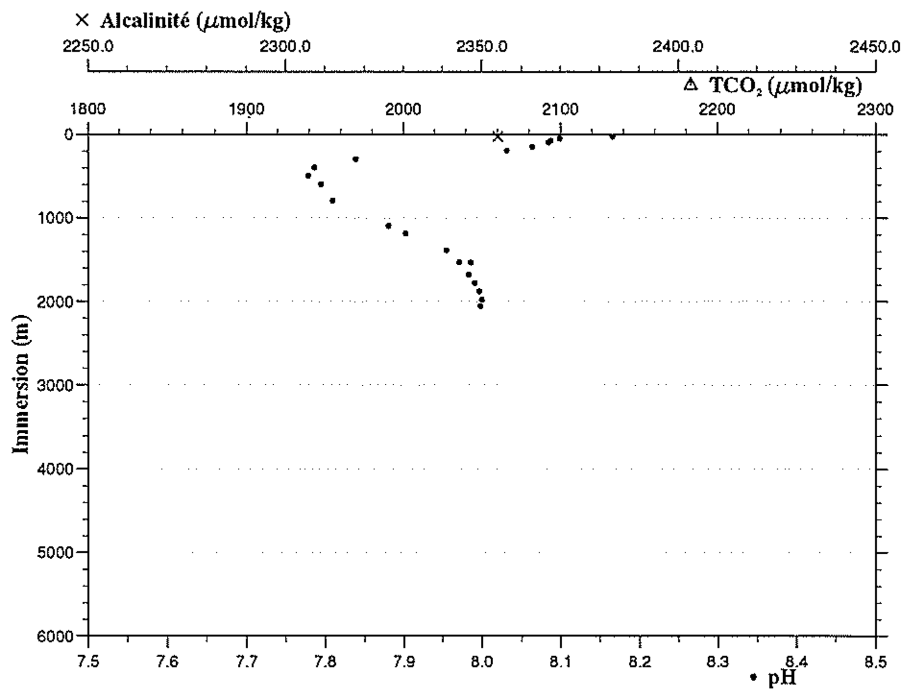
PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
21.7	21.6	19.538	25.4638	35.796 3	153.8 3	8.56	0.66	2.34	1.6546	0.7823	8.166	2354.1	
45.6	45.3	17.076	26.0925	35.776	129.0	15.11	0.98	4.69	1.6506	0.7813	8.099		
71.2	70.8	16.675	26.1611	35.744	126.5 3	15.95	1.05	5.01	1.6290	0.7667	8.088		
95.6	95.1	16.094	26.2431	35.674	131.1 3	16.29	1.08	5.20	1.5991	0.7530	8.085		
145.5	144.6	15.290	26.3550	35.580	127.4	17.59	1.14	6.11	1.5109	0.7013	8.064		
196.0	194.8	14.320	26.4700	35.464 3	116.6	19.78	1.31	7.60	1.3311	0.6174	8.032		
295.8	294.0	11.249	26.8072	35.108 3	56.4	30.72	1.94	13.25			7.839		
395.6	393.0	8.980	27.0134	34.857	60.6	34.66	2.17	17.45	0.1631	0.0880	7.787		
495.3	492.0	7.620	27.1061	34.716	79.5	35.61	2.28	20.86	0.0824	0.0430	7.779		
595.8	591.7	6.155	27.2097	34.717 4	110.8 4	35.50	2.33	24.79	0.0466	0.0283	7.795		
796.3	790.4	5.049	27.3477	34.591	129.5	34.95	2.34	30.36	0.0081	0.0029	7.810		
1096.8	1087.9	4.408	27.5271	34.592 4	162.5	31.19	2.05	29.50	0.0024		7.881		
1196.5	1186.5	4.307	27.5944	34.812 3	177.2	28.54	1.89	27.07	0.0050		7.903		
1395.2	1382.9	4.068	27.7106	34.919	206.9	22.95	1.50	21.92	0.0044	0.0020	7.955		
1545.7	1531.5	3.908	27.7489	34.945	219.6	22.95	1.50	22.28	0.0072	0.0039	7.971		
1545.8	1531.6	3.907	27.7490	34.945	219.7	22.20	1.46	21.92	0.0055	0.0029	7.986		
1688.1	1672.0	3.764	27.7741	34.956	227.5	22.24	1.47	21.81	0.0043		7.984		
1795.1	1777.5	3.605	27.7941	34.962	234.0	21.70	1.41	22.40	0.0015	0.0020	7.991		
1895.8	1876.8	3.452	27.8069	34.960	239.2	21.66	1.40	23.61	0.0020	0.0029	7.997		
1996.2	1975.7	3.320	27.8182	34.958	235.9	21.49	1.39	25.26	0.0025	0.0039	8.000		
2069.2	2047.7	3.268	27.8231	34.958	239.0	21.33	1.38	26.05					
2069.2	2047.7	3.284	27.8224	34.957	238.5	21.45	1.40	25.69	0.0000		7.998		

- Station 5 -


Salinité (psu)
Oxygène (μmol/kg)
Immersion (m)


F11 (pmol/kg)
F12 (pmol/kg)
Immersion (m)

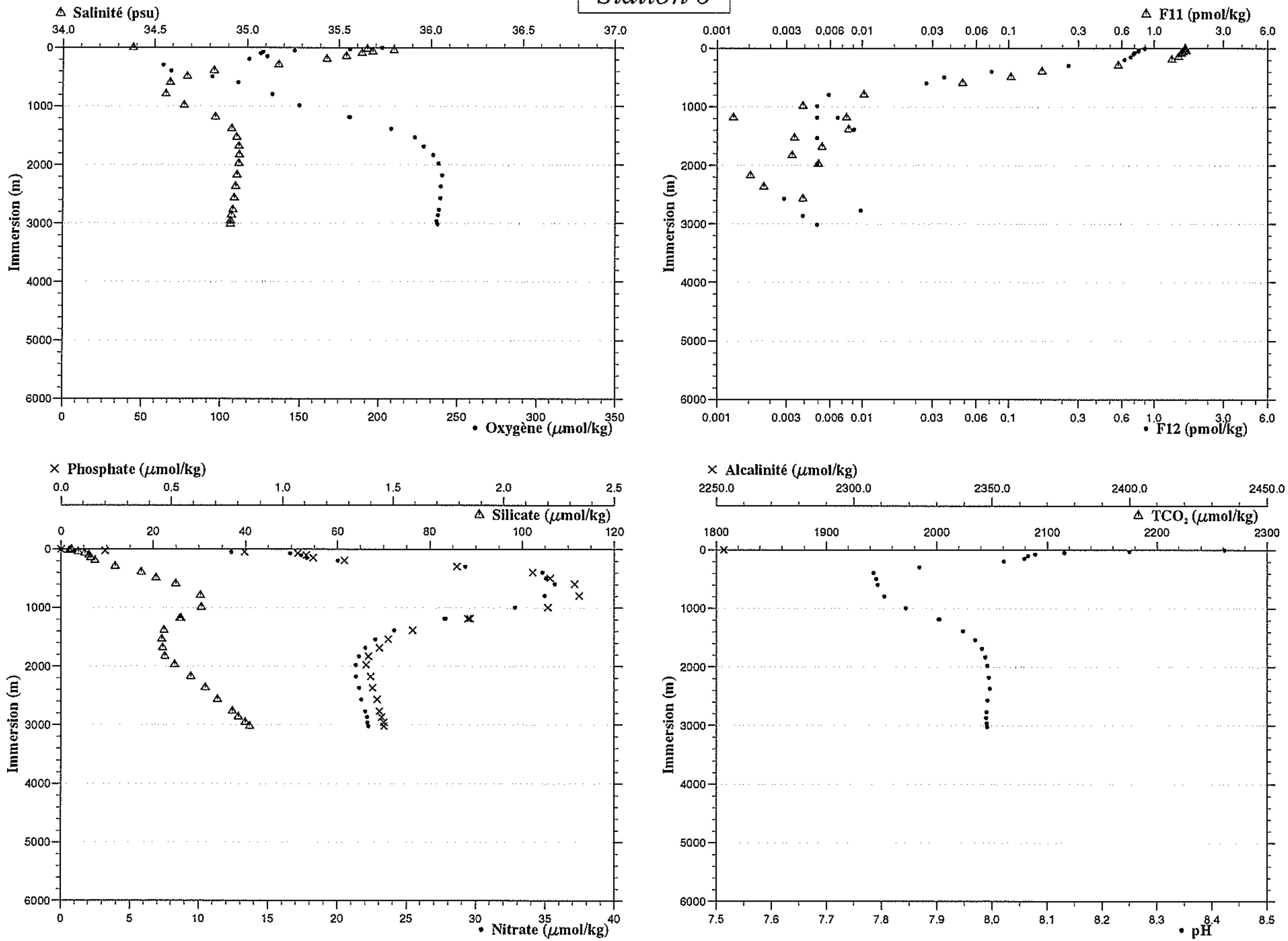

Phosphate (μmol/kg)
Silicate (μmol/kg)
Nitrate (μmol/kg)
Immersion (m)


Alcalinité (μmol/kg)
TCO2 (μmol/kg)
pH
Immersion (m)

Station : 006	Campagne : CITHER 3
Date : 18-01-95	Heure : 6 h 55 mn
Latitude : N 3 55.14	Longitude : W 6 59.71
P. max : 3054	Nb prel : 27

PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
1.8	1.8	28.444	21.7658	34.382 3	202.2 3	0.00	0.00	2.26	1.6431	0.8652	8.423	2252.7	
22.0	21.9	21.457	24.8900	35.655 3	182.0	1.01	0.20	1.79	1.6328	0.7900	8.250		
46.5	46.2	17.901	25.9187	35.799 3	146.9	12.33	0.83	3.75	1.6641	0.7802	8.131		
71.5	71.1	16.283	26.2132	35.684 3	126.8	16.58	1.07	5.24	1.5825	0.7411	8.078		
97.3	96.7	15.660	26.3070	35.624	125.5	17.38	1.11	6.11	1.5403	0.7236	8.065		
147.0	146.1	14.985	26.3918	35.540	129.3	17.80	1.14	6.50	1.4814	0.6952	8.059		
196.4	195.2	14.192	26.4842	35.435	118.0	20.03	1.28	7.36	1.3327	0.6268	8.021		
295.7	293.9	11.916	26.7504	35.173 3	63.8	29.25	1.79	11.75	0.5669	0.2572	7.869		
396.5	393.9	8.682	27.0269	34.823	69.0	34.80	2.13	17.40	0.1683	0.0763	7.786		
496.1	492.8	7.205	27.1302	34.679 3	94.9	35.08	2.21	20.70	0.1035	0.0362	7.791		
595.5	591.4	6.061	27.2098	34.584 3	111.0	35.69	2.32	25.01	0.0485	0.0274	7.794		
795.8	789.9	4.877	27.3358	34.560	132.9	34.97	2.34	30.34	0.0103	0.0059	7.806		
995.2	987.3	4.508	27.4573	34.660	149.8	32.81	2.20	30.57	0.0039	0.0049	7.844		
1195.4	1185.4	4.304	27.6171	34.830	181.3	27.76	1.84	25.87	0.0013	0.0049	7.905		
1195.4	1185.4	4.304	27.6171	34.829	181.9	27.82	1.85	26.10	0.0078	0.0068	7.904		
1395.1	1382.8	4.134	27.7069	34.919	208.1	24.12	1.59	22.41	0.0081	0.0088	7.948		
1546.4	1532.2	3.905	27.7524	34.946	223.3	22.73	1.48	21.94	0.0034	0.0049	7.970		
1695.7	1679.5	3.721	27.7801	34.956	229.1	22.02	1.44	22.10	0.0053		7.982		
1846.0	1827.7	3.546	27.8000	34.960	234.9	21.56	1.39	22.64	0.0033		7.988		
1995.8	1975.4	3.334	27.8167	34.958	238.3	21.35	1.38	24.76	0.0050	0.0049	7.991		
2198.8	2175.2	3.053	27.8371	34.948	240.8	21.35	1.40	28.28	0.0017	-.0020	7.994		
2395.5	2368.8	2.872	27.8482	34.940	239.7	21.56	1.41	31.42	0.0021		7.996		
2596.4	2566.2	2.715	27.8568	34.932	239.5	21.73	1.43	34.08	0.0039	0.0029	7.992		
2795.9	2762.1	2.560	27.8632	34.924	238.6	22.03	1.44	37.29	0.0000	0.0098	7.990		
2896.6	2860.9	2.489	27.8662	34.919	238.0	22.15	1.45	38.62	0.0000	0.0039	7.989		
2996.1	2958.5	2.420	27.8697	34.914	237.3	22.20	1.46	40.03	0.0003	0.0000	7.990		
3053.9	3015.2	2.374	27.8712	34.913	237.7	22.24	1.46	41.05	0.0000	0.0049	7.991		

- Station 6 -

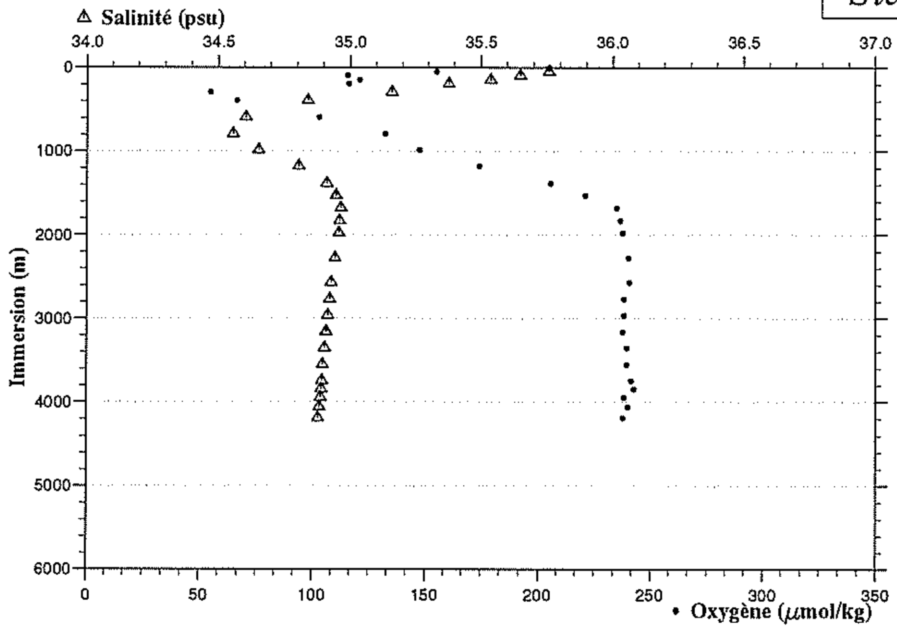


Salinité (psu)
Oxygène (µmol/kg)
F11 (pmol/kg)
F12 (pmol/kg)
Phosphate (µmol/kg)
Silicate (µmol/kg)
Nitrate (µmol/kg)
Alcalinité (µmol/kg)
TCO2 (µmol/kg)
pH
Immersion (m)

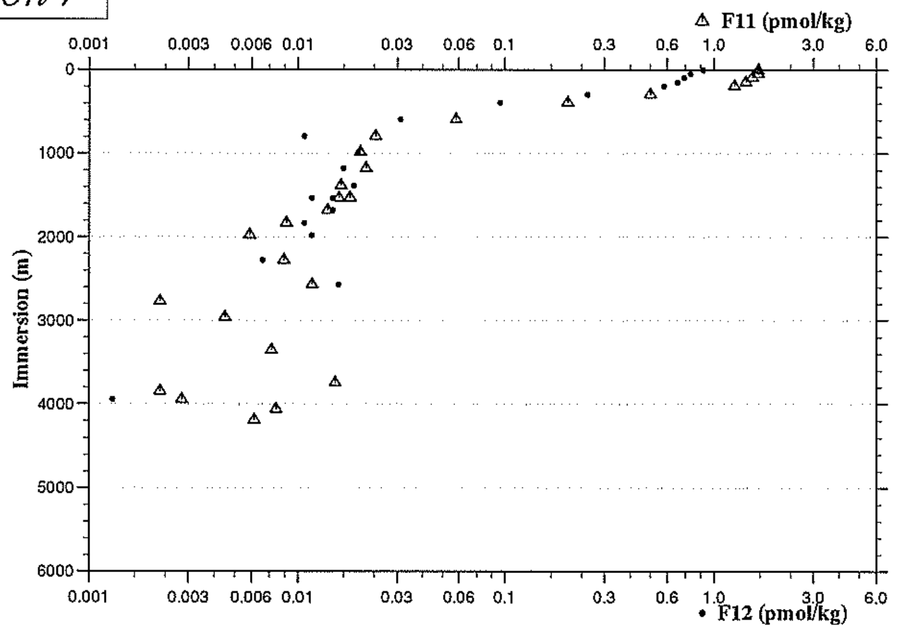
Station	: 007	Campagne	: CITHER 3
Date	: 18-01-95	Heure	: 11 h 44 mn
Latitude	: N 3 30.14	Longitude	: W 6 59.82
P. max	: 4254	Nb prel	: 30

PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
2.8	2.8	29.128	21.6886		205.0	0.04	0.00	1.09	1.6336	0.8936	8.437	2263.3	1895.73 6
46.9	46.6	18.158	25.8427	35.756 3	155.3 3	10.24	0.75	2.80	1.6331	0.7745	8.161	2350.4	2124.76
96.2	95.6	15.871	26.2759	35.650	115.7	18.03	1.20	6.07	1.5282	0.7218	8.055	2344.0	2164.14
146.0	145.1	14.786	26.4200	35.537 3	121.2	18.53	1.25	6.77	1.4300	0.6759	8.045	2338.1	2164.18
196.1	194.9	13.711	26.5377	35.378	116.3	20.60	1.36	7.79	1.2584	0.5810	8.015	2328.8	2172.20
293.8	292.0	11.764	26.7507	35.159 3	54.9	30.17	1.88	12.38	0.5006	0.2495	7.860	2315.7	2224.73
396.7	394.1	8.874	27.0092	34.839	66.5	34.28	2.13	17.06	0.1994	0.0949	7.788	2303.0	2235.63
595.4	591.3	6.252	27.2034	34.605	103.1	35.94	2.36	24.86	0.0582	0.0313	7.817	2301.3	2231.65
795.8	789.9	4.939	27.3255	34.555	132.6	35.11	2.34	30.01	0.0236	0.0108	7.813	2308.7	
995.7	987.8	4.530	27.4494	34.653	147.6	33.06	2.20	30.41	0.0199	0.0196	7.848	2312.6	2222.85
1185.3	1175.4	4.359	27.5873	34.805	174.6	28.84	1.90	26.67	0.0212	0.0166	7.893	2318.1	2206.27
1394.2	1381.9	4.088	27.7053	34.913	205.9	24.39	1.61	22.70	0.0161	0.0186	7.943	2320.3	2189.22
1545.0	1530.8	3.911	27.7517	34.949	221.3	22.75	1.48	21.46	0.0178	0.0147	7.971	2321.1	2180.73
1545.3	1531.1	3.913	27.7515	34.948	221.3	22.75	1.49	21.14	0.0158	0.0117	7.968	2322.1	
1694.7	1678.5	3.768	27.7816	34.966	235.3	21.40	1.37	19.98	0.0139	0.0147	7.989	2321.4	2170.30
1845.9	1827.6	3.549	27.8013	34.963	237.1 3	21.40	1.38	21.78	0.0088	0.0108	7.994	2322.5	2172.75
1995.6	1975.2	3.360	27.8151	34.959	238.2	21.40	1.39	24.91	0.0059	0.0117	7.994	2326.6	2175.31
2296.1	2271.0	2.979	27.8424	34.946	240.8	21.52	1.40	29.52	0.0086	0.0068	8.000	2330.6	2179.04
2597.1	2566.9	2.661	27.8575	34.930	241.0	21.90	1.43	34.61	0.0117	0.0157	7.995	2338.1	2184.95
2796.5	2762.7	2.536	27.8645	34.924	238.7	22.11	1.43	37.74	0.0022		7.993	2343.0	2189.91
2995.1	2957.6	2.426	27.8684	34.918	238.7	22.37	1.45	39.32	0.0045		7.992	2347.4	2193.42
3195.7	3154.2	2.315	27.8738	34.912	238.0	22.45	1.47	41.62			7.994	2347.3	2195.35
3196.3	3154.8	2.315	27.8730	34.911	238.0	22.49	1.47	41.69	0.0009		7.994	2347.3	
3395.4	3349.8	2.224	27.8758	34.905	239.9	22.49	1.47	42.80	0.0075		7.996	2352.9	2195.99
3596.3	3546.3	2.155	27.8790	34.899	239.7	22.62	1.48	44.41	-.0017		7.993	2351.2	2198.18
3796.7	3742.2	2.092	27.8802	34.897	241.7	22.58	1.47	44.59	0.0151		7.994	2348.9	2196.21
3896.8	3840.0	2.052	27.8810	34.894	243.1	22.87	1.45	45.60	0.0022		7.994	2349.3	2195.98
3996.6	3937.5	1.996	27.8831	34.890	238.8	22.79	1.49 6	48.76 6	0.0028	0.0013	7.990	2354.2	2202.40
4117.4	4055.4	1.955	27.8832	34.886	240.5	22.75	1.48 6	48.90 6	0.0079	0.0000	7.988	2353.5	2202.10
4253.9	4188.5	1.910	27.8827	34.881	238.0	23.00	1.51	51.42 6	0.0062	0.0003	7.986	2357.9 6	2206.35 6

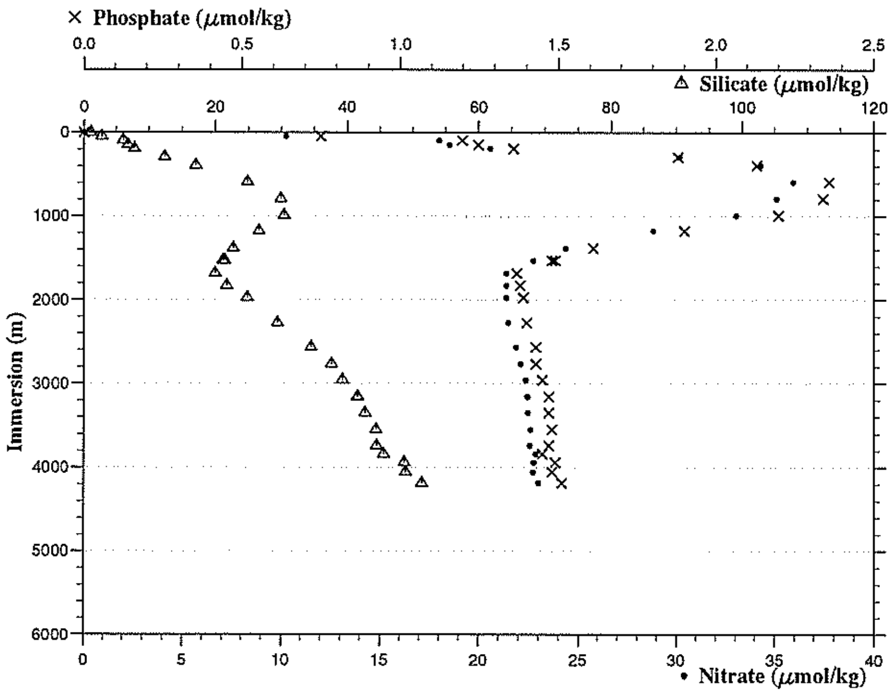
- Station 7 -



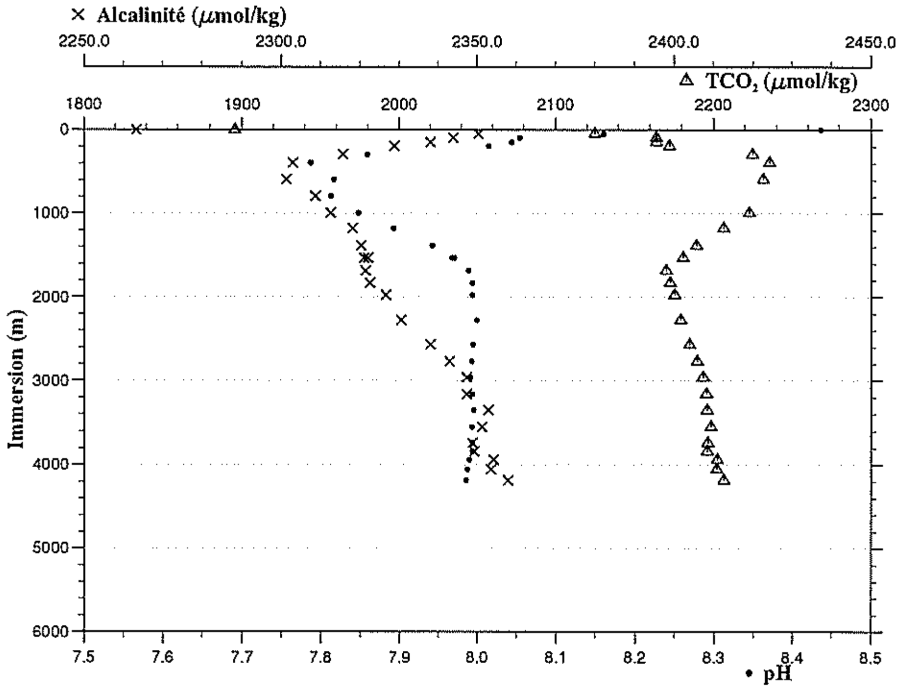
Salinité (psu)
Oxygène (μmol/kg)
Immersion (m)



F11 (pmol/kg)
F12 (pmol/kg)
Immersion (m)



Phosphate (μmol/kg)
Silicate (μmol/kg)
Nitrate (μmol/kg)
Immersion (m)

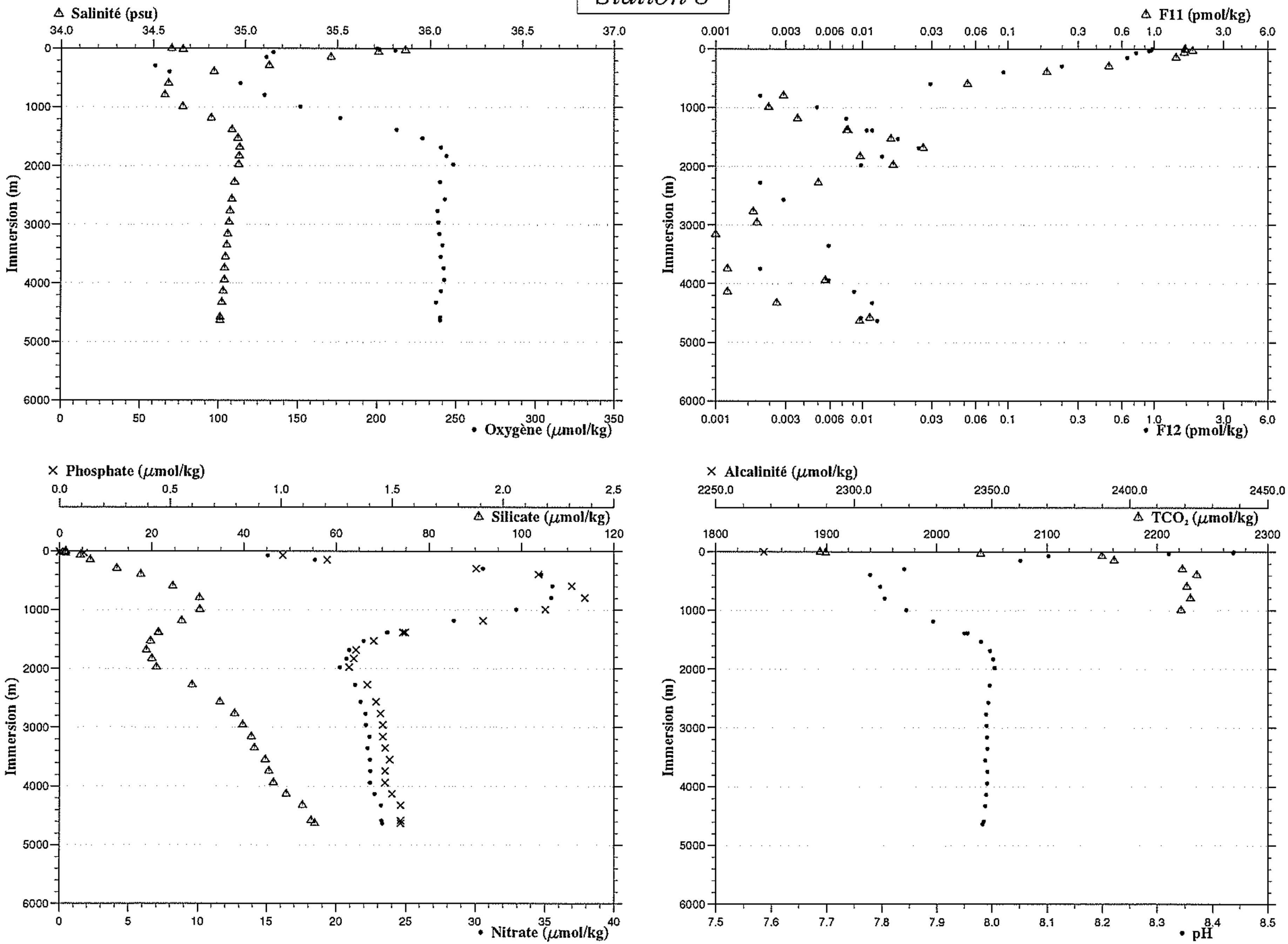


Alcalinité (μmol/kg)
TCO₂ (μmol/kg)
pH
Immersion (m)

Station : 008	Campagne : CITHER 3
Date : 18-01-95	Heure : 18 h 15 mn
Latitude : N 3 0.02	Longitude : W 7 0.00
P. max : 4460	Nb prel : 30

PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
2.6	2.6	28.895	21.7874	34.599 3	200.1	0.00	0.00	1.40	1.6349	0.9767	8.439	2267.4	1894.56 6
16.9	16.8	28.744	21.8280	34.660 3	201.9 3	0.00	0.00	1.23	1.6443	0.9630	8.438		1899.52
31.7	31.5	24.868	24.0436	35.867 3	211.7 3	0.08	0.11	1.31	1.8420	0.9259	8.321		2039.56
66.3	65.9	16.752	26.1253	35.722	134.6	15.09	1.01	4.55	1.6079	0.7549	8.103		2149.68
147.0	146.1	14.412	26.4579	35.465	130.2	18.47	1.21	6.64	1.4162	0.6553	8.052		2161.01
296.7	294.9	11.539	26.7767	35.131	59.5	30.57	1.88	12.45	0.4877	0.2328	7.842		2222.67
396.4	393.8	8.714	27.0258	34.831 3	68.7	34.74	2.16	17.60	0.1835	0.0930	7.780		2235.64
595.7	591.6	6.054	27.2099	34.582	113.7 3	35.55	2.31 6	24.54 6	0.0528	0.0294	7.798		2226.70
796.2	790.3	4.919	27.3366	34.564	129.2	35.46	2.37	30.38	0.0029	0.0020	7.806		2229.94
995.9	988.0	4.467	27.4658	34.662	151.7	32.95	2.19	30.44	0.0023	0.0049	7.846		2221.62
1195.8	1185.8	4.300	27.6048	34.815	177.1	28.50	1.91	26.56	0.0036	0.0078	7.894		
1395.7	1383.4	4.120	27.7171	34.929	212.3	23.69	1.56	21.48	0.0078	0.0108	7.950		
1395.8	1383.5	4.121	27.7154	34.929	212.4	23.65	1.55	21.55	0.0080	0.0117	7.956		
1545.9	1531.7	3.963	27.7583	34.961	228.6	22.00	1.42	19.77	0.0158	0.0176	7.980		
1696.0	1679.8	3.770	27.7878	34.972	240.4	20.94	1.34	18.95	0.0263	0.0245	7.997		
1846.6	1828.3	3.570	27.8047	34.970	244.0	20.77	1.33	20.06	0.0097	0.0137	8.002		
1996.1	1975.7	3.405	27.8194	34.968	248.5	20.31	1.31	21.01	0.0163	0.0098	8.005		
2296.0	2270.9	2.993	27.8419	34.946	239.8	21.36	1.39	28.76	0.0050	0.0020	7.996		
2596.4	2566.2	2.672	27.8582	34.930	243.0	21.78	1.43	34.90	0.0000	0.0029	7.993		
2797.2	2763.4	2.524	27.8647	34.921	238.3	22.12	1.45	38.07	0.0018	0.0000	7.989		
2996.7	2959.1	2.408	27.8691	34.915	238.9	22.16	1.46	39.80	0.0019		7.990		
3196.4	3154.9	2.300	27.8735	34.908	239.6	22.41	1.46	41.71	0.0010		7.991		
3396.7	3351.1	2.208	27.8771	34.904	241.5	22.28	1.47	42.37	0.0002	0.0059	7.992		
3597.4	3547.4	2.131	27.8794	34.897	240.3	22.45	1.49	44.73	0.0000		7.988		
3798.1	3743.6	2.060	27.8812	34.892	242.4	22.49	1.47	45.55	0.0012	0.0020	7.992		
3997.2	3938.1	2.018	27.8821	34.892	242.8	22.44	1.47	46.46	0.0056	0.0059	7.991		
4196.7	4132.8	1.947	27.8830	34.884	240.7	22.78	1.50	49.24	0.0012	0.0088	7.989		
4395.3	4326.4	1.861	27.8833	34.876	237.6	23.24	1.54	52.79	0.0026	0.0117 3	7.988		
4657.4	4581.7	1.771	27.8831	34.867	240.1	23.28	1.54	54.63	0.0113	0.0098	7.985		
4709.6	4632.5	1.758	27.8833	34.866	240.2	23.32	1.54	55.36	0.0096	0.0127	7.983		

- Station 8 -

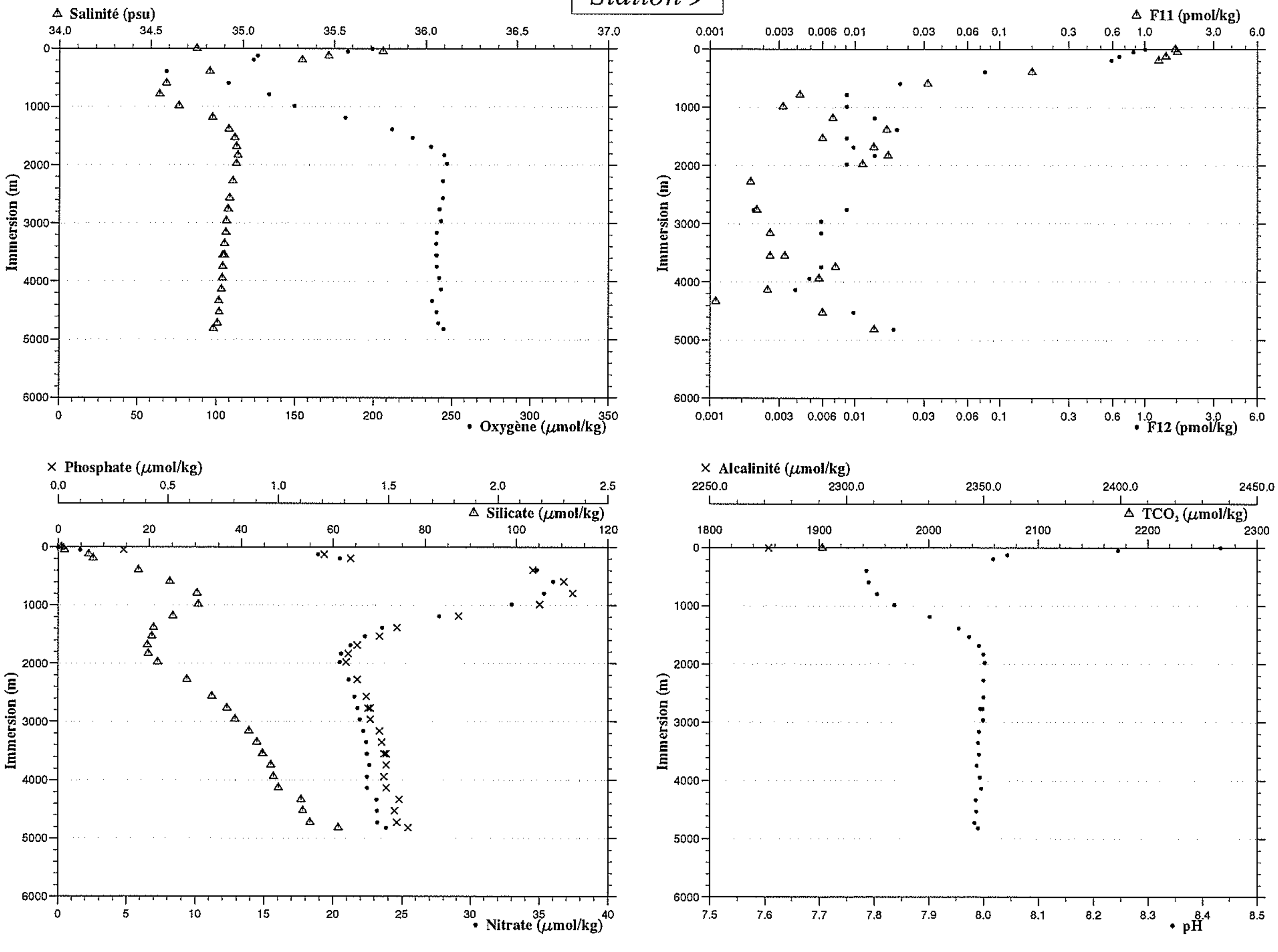


Salinité (psu)
Oxygène (µmol/kg)
Immersion (m)
F11 (pmol/kg)
F12 (pmol/kg)
Phosphate (µmol/kg)
Silicate (µmol/kg)
Nitrate (µmol/kg)
Alcalinité (µmol/kg)
TCO₂ (µmol/kg)
pH

Station : 009	Campagne : CITHER 3
Date : 19-01-95	Heure : 0 h 56 mn
Latitude : N 2 29.97	Longitude : W 6 59.93
P. max : 4901	Nb prel : 30

PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
2.7	2.7	28.745	21.9507	34.748 3	199.2	0.00	0.01	0.68	1.6338	1.0157	8.434	2271.6	1903.22
46.0	45.7	22.442	24.6294	35.765 3	183.7 3	1.60	0.30	1.40	1.6970	0.8370	8.245		
121.7	121.0	14.480	26.4479	35.468	126.2	18.90	1.21	6.63	1.4106	0.6680	8.044		
196.0	194.8	13.346	26.5736	35.325	123.7	20.50	1.33	7.66	1.2536	0.5917	8.018		
396.0	393.4	8.596	27.0350	34.820 3	68.4	34.85	2.16	17.65	0.1670	0.0793	7.786		
595.2	591.1	6.123	27.2051	34.586	107.6	36.02	2.30	24.48	0.0319	0.0206	7.790		
793.9	788.0	4.883	27.3279	34.549	133.3	35.36	2.34	30.35	0.0042	0.0088	7.806		
994.2	986.4	4.484	27.4552	34.653	149.6	33.03	2.19	30.68	0.0032	0.0088	7.838		
1195.1	1185.1	4.368	27.6165	34.835	182.3	27.69	1.82	25.13	0.0071	0.0137	7.902		
1395.2	1382.9	4.189	27.7097	34.924	211.8	23.55	1.54	20.92	0.0166	0.0196	7.955		
1545.3	1531.1	3.926	27.7566	34.956	224.9	22.33	1.46	20.53	0.0060	0.0088	7.974		
1695.4	1679.2	3.764	27.7844	34.967	236.6	21.28	1.36	19.58	0.0135	0.0098	7.992		
1845.6	1827.4	3.536	27.8098	34.974	245.2	20.60	1.32	19.82	0.0169	0.0137	8.000		
1996.1	1975.7	3.363	27.8220	34.966	247.1	20.48	1.31	21.81	0.0113	0.0088	8.002		
2295.8	2270.7	2.973	27.8421	34.948	244.5	21.16	1.36	28.25	0.0019		8.000		
2595.1	2565.0	2.668	27.8577	34.929	244.3	21.58	1.40	33.58	0.0000		8.000		
2795.3	2761.6	2.525	27.8631	34.923	242.5	21.79	1.41	36.92	0.0004	0.0020	7.998		
2795.3	2761.6	2.525	27.8631	34.920	242.2	21.79	1.42	36.93	0.0021	0.0088	7.994		
2996.5	2959.0	2.403	27.8687	34.914	243.2	21.96	1.42	38.68	0.0000	0.0059	7.999		
3195.4	3153.9	2.290	27.8743	34.910	240.5	22.22	1.46	41.74	0.0026	0.0059	7.992		
3396.3	3350.7	2.207	27.8772	34.903	240.2	22.43	1.47	43.45	0.0000		7.990		
3595.9	3546.0	2.134	27.8808	34.894	240.4	22.48	1.49	44.66	0.0033		7.992		
3595.9	3546.0	2.134	27.8808	34.903	240.2	22.44	1.48	44.75	0.0026	0.0000	7.992		
3796.6	3742.2	2.060	27.8812	34.894	240.5	22.65	1.49	46.47	0.0074	0.0059	7.988		
3997.0	3937.9	2.009	27.8828	34.892	242.0	22.48	1.48	47.07	0.0057	0.0049	7.993		
4196.6	4132.7	1.948	27.8837	34.887	243.2	22.48	1.49	48.19	0.0025	0.0039	7.996		
4397.7	4328.8	1.876	27.8838	34.871 3	237.6	23.16	1.55	53.07	0.0011		7.986		
4597.2	4523.1	1.812	27.8840	34.873	240.4	23.21	1.53	53.42	0.0060	0.0098	7.987		
4798.7	4719.2	1.749	27.8840	34.864	241.5	23.25	1.54	54.97			7.984		
4900.0	4817.8	1.546	27.8825	34.841	245.0	23.85	1.59	61.22	0.0136	0.0186	7.990		

- Station 9 -

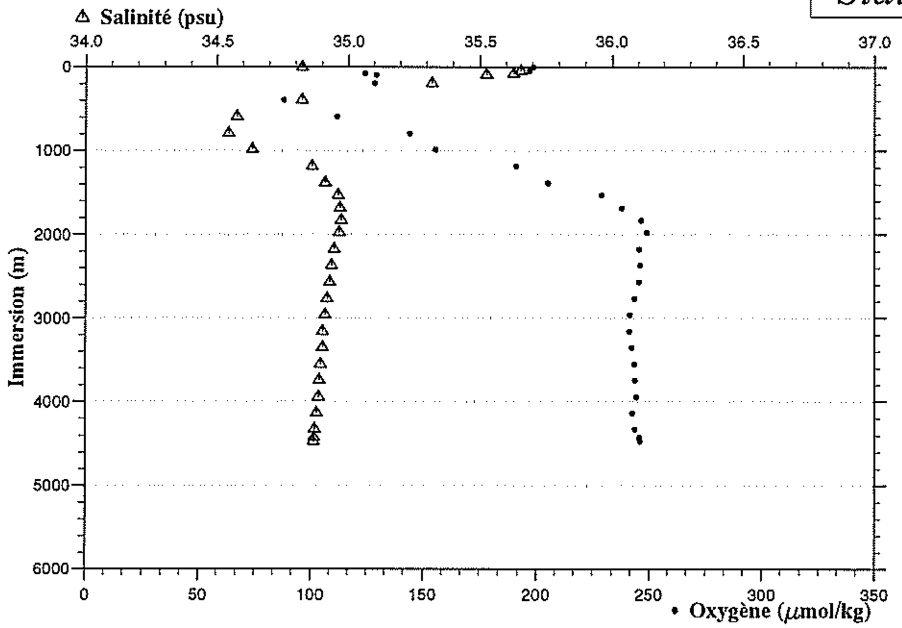


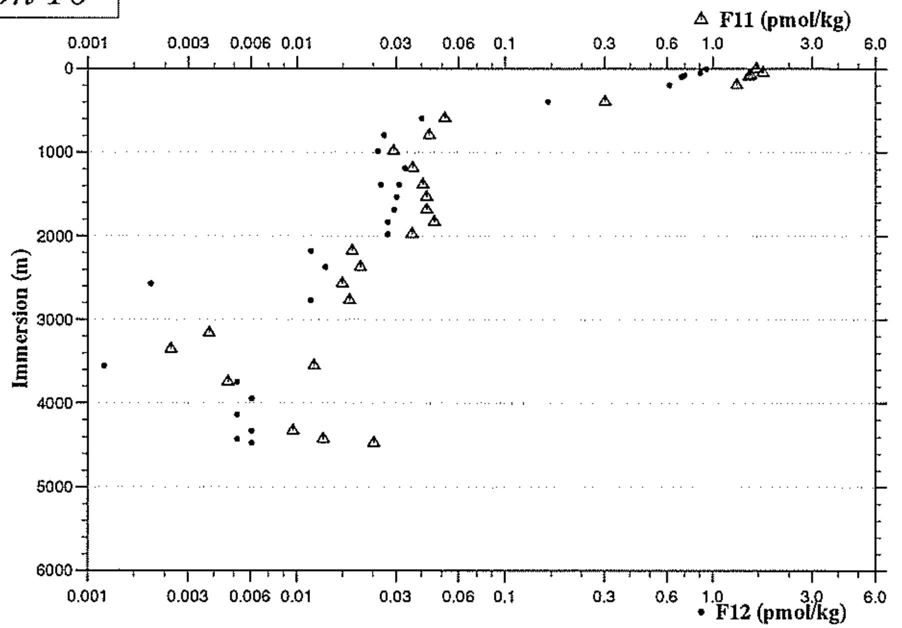
Salinité (psu)
Oxygène (µmol/kg)
F11 (pmol/kg)
F12 (pmol/kg)
Phosphate (µmol/kg)
Silicate (µmol/kg)
Nitrate (µmol/kg)
Alcalinité (µmol/kg)
TCO2 (µmol/kg)
pH
Immersion (m)

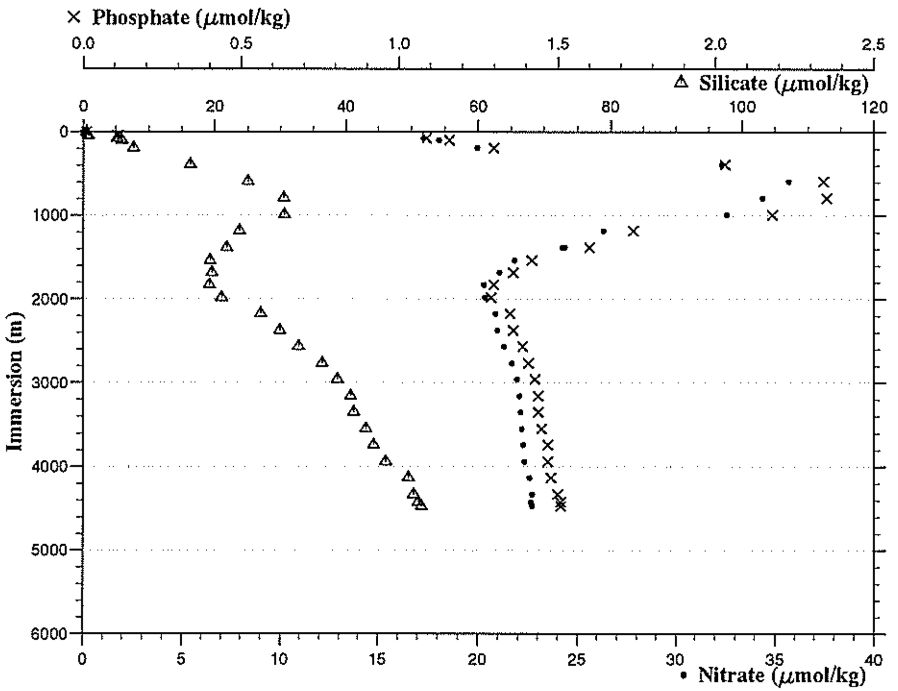
Station	: 010	Campagne	: CITHER 3
Date	: 19-01-95	Heure	: 7 h 35 mn
Latitude	: N 2 0.02	Longitude	: W 7 0.02
P. max	: 4545	Nb prel	: 30

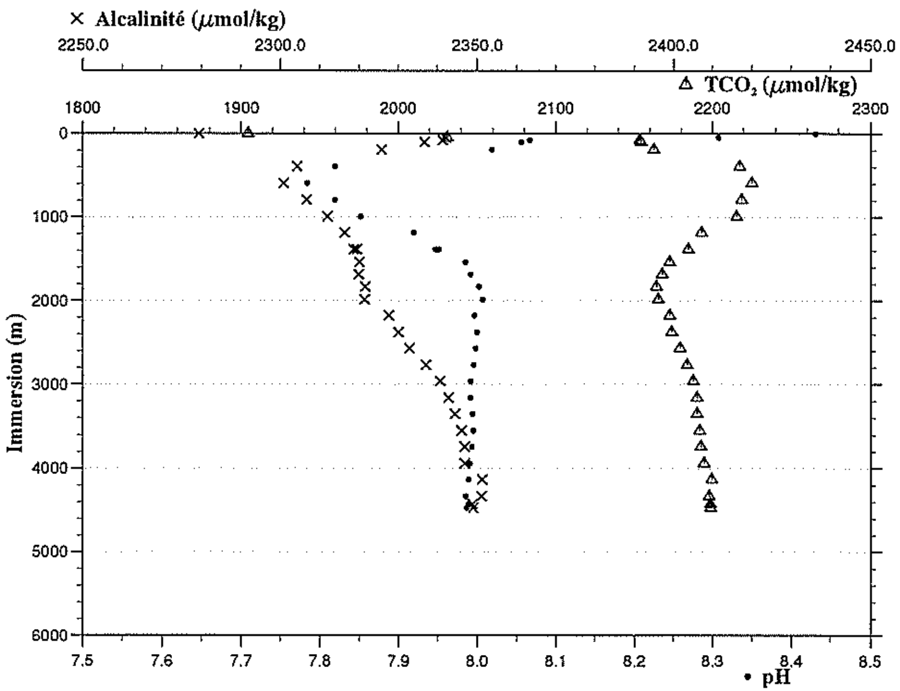
PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
2.3	2.3	28.695	22.0243	34.823 3	198.7	0.00	0.01	0.52	1.6359	0.9334	8.431	2279.3	1904.86 6
47.2	46.9	23.817	24.1772	35.653 3	197.0 3	0.04	0.11	0.76	1.7539	0.8771	8.308	2342.2	2031.35
77.8	77.4	16.295	26.1704	35.627 3	124.3	17.25	1.09	5.22	1.5345	0.7285	8.067	2341.4	2153.64
97.0	96.4	15.080	26.3707	35.524 3	129.5	18.06	1.16	5.94	1.5000	0.7090	8.056	2336.8	2154.23
196.9	195.7	13.302	26.5779	35.318	128.4	19.96	1.30	7.61	1.3136	0.6172	8.019	2325.9	2162.43
396.6	394.0	8.811	27.0082	34.822	88.0 3	32.33	2.03	16.28	0.3027	0.1605	7.820	2304.3	2217.59
596.3	592.2	5.998	27.2131	34.576	111.7	35.68	2.34	25.04	0.0515	0.0401	7.785	2300.9	2225.31
796.5	790.6	4.750	27.3391	34.544	144.2	34.40	2.35	30.52	0.0436	0.0264	7.820	2306.7	2218.68
995.5	987.7	4.456	27.4447	34.633	155.5	32.61	2.18	30.60	0.0293	0.0245	7.852	2311.9	2215.31
1195.8	1185.8	4.346	27.6395	34.861	191.0	26.32	1.74	23.83	0.0361	0.0333	7.920	2316.4	2192.94
1396.4	1384.1	4.261	27.6861	34.914	205.1	24.26	1.60 6	21.80 6	0.0406	0.0313	7.948	2318.6	2184.39
1396.4	1384.1	4.256	27.6874	34.910	205.4	24.36	1.60	21.83	0.0405	0.0254	7.952	2319.5	2184.42
1546.4	1532.2	3.973	27.7572	34.961	228.9	21.83	1.42	19.29	0.0422	0.0303	7.985	2320.2	2172.52
1695.8	1679.6	3.758	27.7858	34.969	237.8	21.07	1.36	19.60	0.0422	0.0294	7.992	2320.0	2167.61
1846.4	1828.2	3.593	27.8057	34.973	246.4	20.31	1.30	19.20	0.0461	0.0274	8.002	2321.6	2164.01
1998.1	1977.7	3.379	27.8212	34.968	248.9	20.35	1.29	21.10	0.0360	0.0274	8.007	2321.4	2165.25
2196.6	2173.1	3.030	27.8409	34.948	245.4	20.90	1.35	26.98	0.0185	0.0117	7.997	2327.6	2172.46
2396.6	2369.9	2.852	27.8484	34.938	246.0	20.99	1.36	30.00	0.0202 3	0.0137 3	8.000	2330.1	2173.80
2597.8	2567.6	2.691	27.8565	34.929	245.4	21.32	1.39	32.77	0.0166 3	0.0020	7.998	2332.9	2179.14
2796.6	2762.9	2.491	27.8660	34.920	243.4	21.71	1.41	36.42	0.0180 3	0.0117 3	7.996	2337.0	2183.76
2995.4	2957.9	2.400	27.8690	34.914	241.6	21.96	1.43	38.79	0.0001		7.992	2340.7	2187.78
3195.2	3153.7	2.304	27.8731	34.904	241.2	22.09	1.44	40.85	0.0038		7.992	2342.8	2190.33
3396.6	3351.0	2.220	27.8761	34.903	242.5	22.17	1.44	41.32	0.0025	0.0003	7.994	2344.4	2189.97
3596.8	3546.9	2.131	27.8786	34.897	243.5	22.22	1.45	43.18	0.0121 3	0.0012	7.995	2346.1	2191.88
3796.9	3742.5	2.063	27.8809	34.890	243.8	22.30	1.47	44.37	0.0047	0.0052	7.993	2346.9	2192.65
3997.3	3938.2	2.011	27.8819	34.889	244.5	22.35	1.47	46.23	0.0000	0.0061	7.991	2346.9	2194.45
4196.6	4132.7	1.908	27.8837	34.881	242.8	22.60	1.48	49.63	0.0006	0.0052	7.989	2351.3	2199.65
4396.9	4328.0	1.846	27.8837	34.875	243.9	22.73	1.50	50.38	0.0096	0.0061	7.985	2351.1	2198.11
4498.7	4427.2	1.805	27.8837	34.871	245.7	22.69	1.51	51.14	0.0134	0.0052	7.989	2348.9	2198.87
4545.2	4472.5	1.779	27.8833	34.869	246.1	22.73	1.51	51.56	0.0235 3	0.0061	7.987	2349.0 6	2198.77 6

- Station 10 -


Salinité (psu)
Immersion (m)
Oxygène (µmol/kg)


F11 (pmol/kg)
Immersion (m)
F12 (pmol/kg)

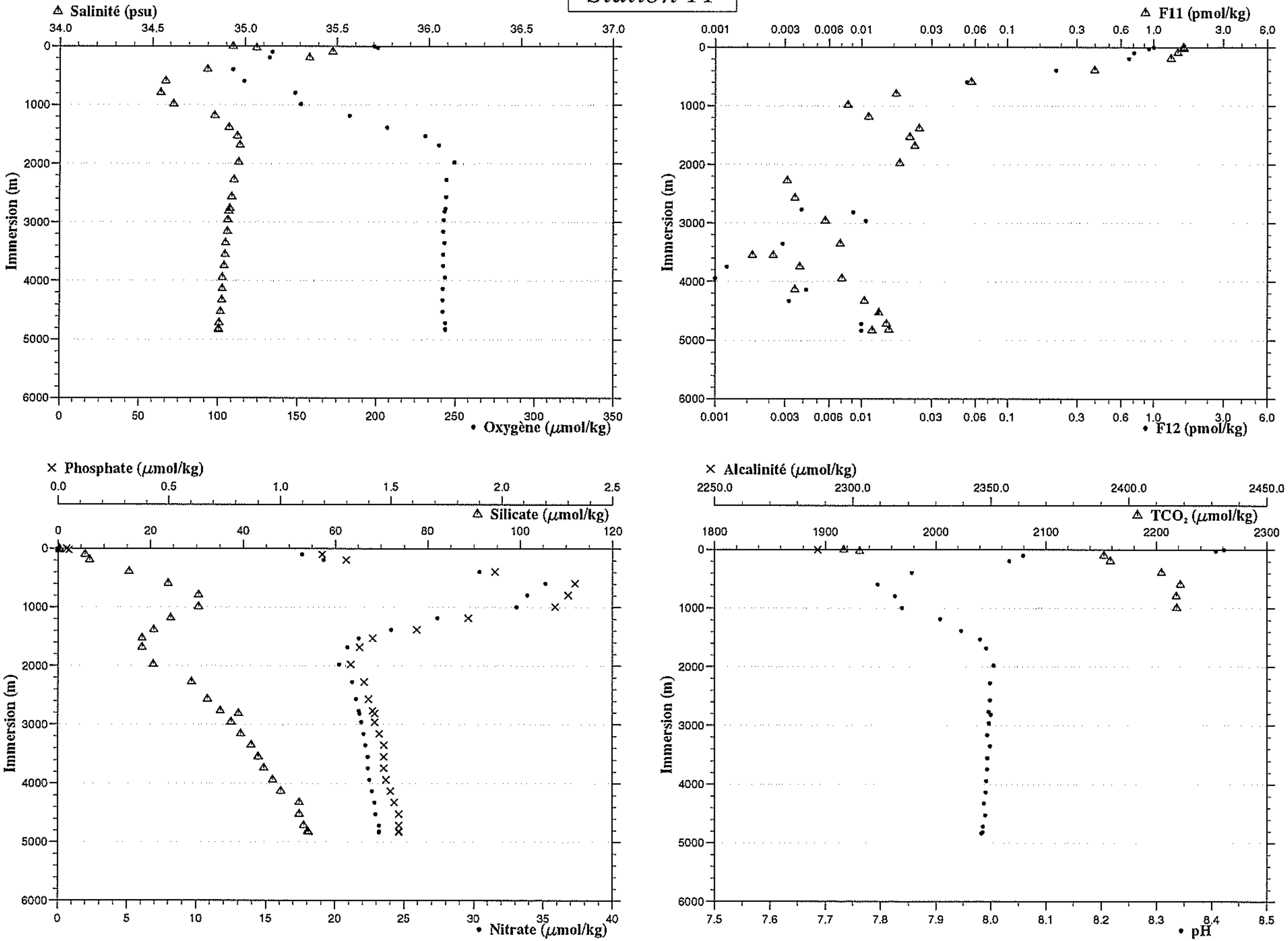

Phosphate (µmol/kg)
Silicate (µmol/kg)
Immersion (m)
Nitrate (µmol/kg)


Alcalinité (µmol/kg)
TCO2 (µmol/kg)
Immersion (m)
pH

```
Station  : 011          Campagne  : CITHER 3
Date     : 19-01-95     Heure     : 14 h  5 mn
Latitude : N   1 29.99  Longitude : W   6 59.95
P. max   : 4929         Nb prel   : 30
```

PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
2.6	2.6	28.846	22.0575	34.935 3	198.7 3	0.00	0.04	0.30	1.6055	1.0058	8.422	2287.4	1917.03 6
27.1	26.9	28.441	22.1793	35.063 3	200.9 3	0.08	0.05	0.37	1.6200	0.9324	8.408		1931.07
97.1	96.5	14.221	26.4804	35.479 3	134.0 3	17.59	1.19	5.88	1.4680	0.7384	8.059		2152.57
195.4	194.2	13.508	26.5550	35.351 3	132.2 3	19.15	1.30	6.91	1.3226	0.6817	8.033		2158.46
395.2	392.7	8.624	27.0134	34.797 3	109.0	30.40	1.97	15.34	0.3992	0.2163	7.856		2204.54
595.8	591.7	6.020	27.2135	34.574	116.2	35.16	2.33 6	23.93 6	0.0568	0.0528	7.795		2221.68
795.0	789.1	4.571	27.3622	34.546	148.5	33.86	2.30	30.47	0.0173		7.826		2217.98
994.9	987.1	4.449	27.4353	34.616	152.2	33.08	2.24	30.48	0.0081		7.839		2218.43
1195.2	1185.2	4.392	27.6131	34.837	183.1	27.38	1.85	24.50	0.0112		7.908		
1396.2	1383.9	4.295	27.6856	34.915	206.9	24.06	1.62	20.72	0.0249		7.946		
1545.6	1531.4	3.990	27.7586	34.959	231.4	21.69	1.42	18.20	0.0214		7.980		
1695.5	1679.4	3.794	27.7854	34.973	239.7	20.88	1.36	18.20	0.0231		7.992		
1995.5	1975.1	3.364	27.8235	34.968	249.6	20.29	1.32	20.65	0.0183		8.005		
2295.8	2270.7	2.902	27.8478	34.942	244.7	21.22	1.38	28.95	0.0031		7.998		
2597.2	2567.1	2.685	27.8563	34.929	244.5	21.52	1.40	32.43	0.0035		7.998		
2796.4	2762.7	2.553	27.8622	34.921	244.1	21.69	1.42	35.12	0.0000	0.0039	7.996		
2846.7	2812.0	2.509	27.8637	34.916	243.6	21.77	1.43	39.08	0.0008	0.0088	8.000		
2996.4	2958.9	2.423	27.8678	34.910	243.0	21.90	1.43	37.51	0.0057	0.0108	7.997		
3196.3	3154.8	2.319	27.8726	34.909	242.7	22.06	1.45	39.57	0.0006		7.993		
3396.4	3350.8	2.211	27.8768	34.898	243.5	22.19	1.47	41.82	0.0072	0.0029	7.998		
3596.2	3546.3	2.126	27.8790	34.897	242.8	22.36	1.47	43.36	0.0025		7.994		
3597.2	3547.3	2.125	27.8799	34.897	242.6	22.38	1.47 6	43.29	0.0018		7.993		
3797.1	3742.7	2.059	27.8804	34.892	242.7	22.40	1.47	44.57	0.0038	0.0012	7.993		
3996.1	3937.1	1.975	27.8831	34.882	243.7	22.48	1.48	46.54	0.0074	0.0010	7.992		
4196.3	4132.4	1.931	27.8835	34.881	242.3	22.69	1.50	48.25	0.0035	0.0042	7.991		
4395.6	4326.8	1.850	27.8834	34.878	242.4	22.86	1.52	52.25	0.0105	0.0032	7.988		
4597.4	4523.3	1.797	27.8843	34.872	242.4	22.95	1.54	52.26	0.0132	0.0130	7.990		
4797.1	4717.7	1.729	27.8847	34.864	244.2	23.20	1.54	53.30	0.0149	0.0100	7.986		
4899.3	4817.1	1.707	27.8840	34.862	244.1	23.20	1.54	54.16	0.0155		7.985		
4911.5	4829.0	1.707	27.8840	34.861	244.0	23.20	1.54	54.34	0.0119	0.0100	7.983		

- Station 11 -

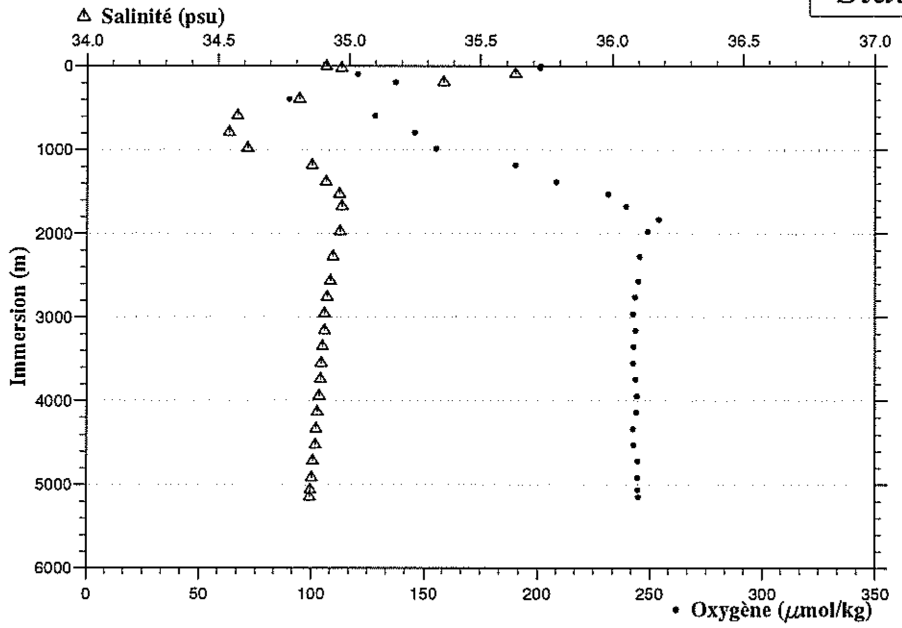


Salinité (psu)
Oxygène (µmol/kg)
Immersion (m)
F11 (pmol/kg)
F12 (pmol/kg)
Phosphate (µmol/kg)
Silicate (µmol/kg)
Nitrate (µmol/kg)
Alcalinité (µmol/kg)
TCO2 (µmol/kg)
pH

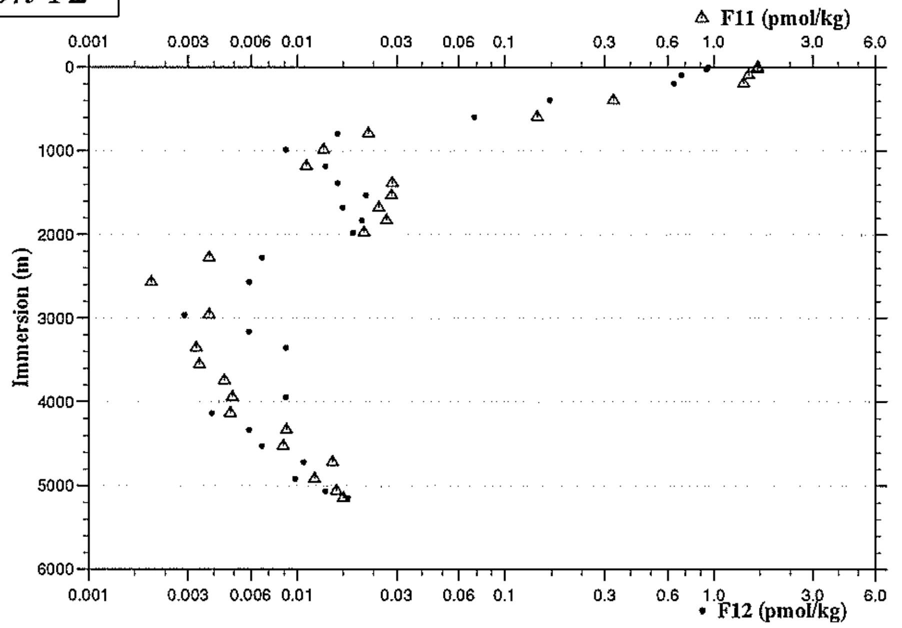
Station : 012	Campagne : CITHER 3
Date : 19-01-95	Heure : 20 h 35 mn
Latitude : N 1 0.10	Longitude : W 6 59.96
P. max : 5234	Nb prel : 30

PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
3.2	3.2	28.328	22.2163	34.914 3	201.5 3	0.00	0.00	1.23	1.6324	0.9470	8.408	2288.5	
21.2	21.1	28.300	22.2279	34.972 3	201.4	0.00	0.00	1.07	1.6305	0.9284	8.416		
96.8	96.2	16.214	26.1859	35.633	120.6 3	17.25	1.13	5.78	1.4791	0.7030	8.067		
196.7	195.5	13.636	26.5440	35.361	137.5	18.61	1.23	8.55	1.3994	0.6454	8.040		
396.6	394.0	8.788	27.0024	34.811	89.9	32.67	2.05	16.51	0.3306	0.1644	7.826		
596.1	592.0	6.136	27.1971	34.572	128.2	34.11 6	2.24 6	24.18 6	0.1435	0.0714	7.820		
795.9	790.0	4.705	27.3465	34.540	145.8	34.82	2.32	31.31	0.0220	0.0157	7.821		
994.6	986.8	4.422	27.4318	34.612	155.7	33.32	2.24	31.39	0.0134	0.0088	7.842		
1195.4	1185.4	4.350	27.6367	34.860	190.5 3	26.63	1.78	24.24	0.0111	0.0137	7.911		
1396.0	1383.7	4.285	27.6883	34.914	208.4	24.11	1.61	20.75	0.0287	0.0157	7.945		
1545.2	1531.0	3.996	27.7580	34.964	231.5	21.70	1.42	18.71	0.0284	0.0215	7.979		
1695.2	1679.1	3.791	27.7865	34.973	239.6	20.92	1.37	19.04	0.0246	0.0166	7.991		
1845.4	1827.2	3.559	27.8098		254.2	20.31	1.33	19.69	0.0268	0.0205	8.001		
1996.4	1976.0	3.351	27.8231	34.966	249.2	20.26	1.32	22.13	0.0210	0.0186	8.004		
2295.8	2270.7	2.856	27.8496	34.939	245.5	21.23	1.39	30.19	0.0038	0.0068	7.999		
2596.6	2566.5	2.694	27.8554	34.929	244.9	21.50	1.42	34.10	0.0020	0.0059	7.997		
2795.5	2761.8	2.527	27.8621	34.919	243.6	21.75 6	1.45 6	36.44 6	0.0001	0.0000	7.993		
2996.8	2959.3	2.390	27.8683	34.909	242.7	21.94	1.47	39.55	0.0038	0.0029	7.994		
3196.9	3155.4	2.307	27.8728	34.907	243.8	22.06 6	1.46 6	40.51 6	0.0009	0.0059	7.992		
3396.7	3351.1	2.194	27.8766	34.901	243.0	22.13	1.48	43.27	0.0033	0.0088	7.992		
3596.7	3546.8	2.123	27.8801	34.897	242.8	22.28 6	1.50 6	44.26 6	0.0034		7.993		
3797.9	3743.5	2.062	27.8810	34.893	243.9	22.31	1.49	45.02	0.0045		7.991		
3996.4	3937.4	2.008	27.8821	34.888	244.3	22.40	1.50	45.37	0.0049	0.0088	7.991		
4198.6	4134.7	1.947	27.8838	34.881	244.0	22.49	1.51	48.00	0.0048	0.0039	7.990		
4398.5	4329.6	1.871	27.8833	34.877	242.7	22.80	1.53	50.27	0.0089	0.0059	7.988		
4597.5	4523.4	1.811	27.8841	34.873	242.9	22.76	1.54 7	51.01	0.0086	0.0068	7.987		
4798.8	4719.4	1.738	27.8833	34.865	244.8	23.03	1.55	53.16	0.0148	0.0108	7.988		
4998.3	4913.4	1.691	27.8844	34.860	244.7	23.16	1.56	54.48	0.0121	0.0098	7.980		
5147.8	5058.7	1.635	27.8830	34.854	244.7	23.34	1.58	55.88	0.0154	0.0137	7.982		
5235.8	5144.1	1.622	27.8824	34.852	244.9	23.35	1.57	56.41	0.0167	0.0176	7.979		

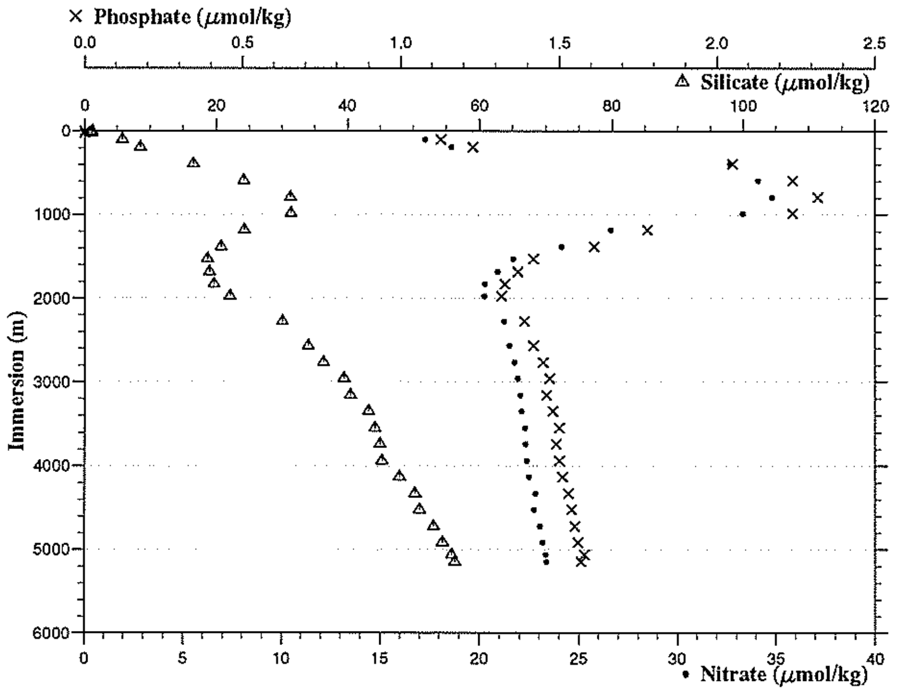
- Station 12 -



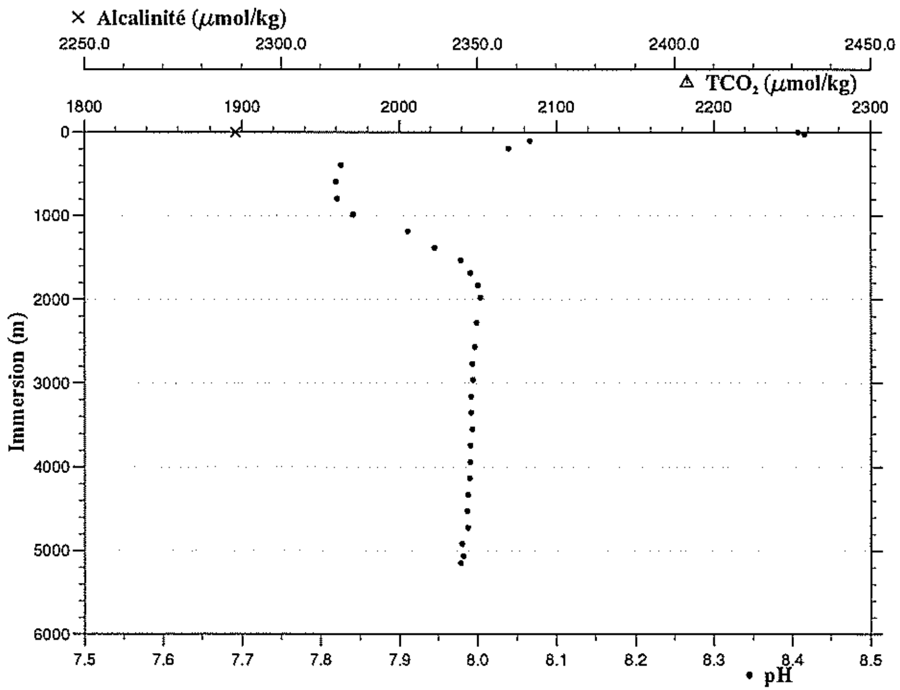
△ Salinité (psu)
Immersion (m)
• Oxygène (μmol/kg)



△ F11 (pmol/kg)
Immersion (m)
• F12 (pmol/kg)



× Phosphate (μmol/kg)
△ Silicate (μmol/kg)
Immersion (m)
• Nitrate (μmol/kg)

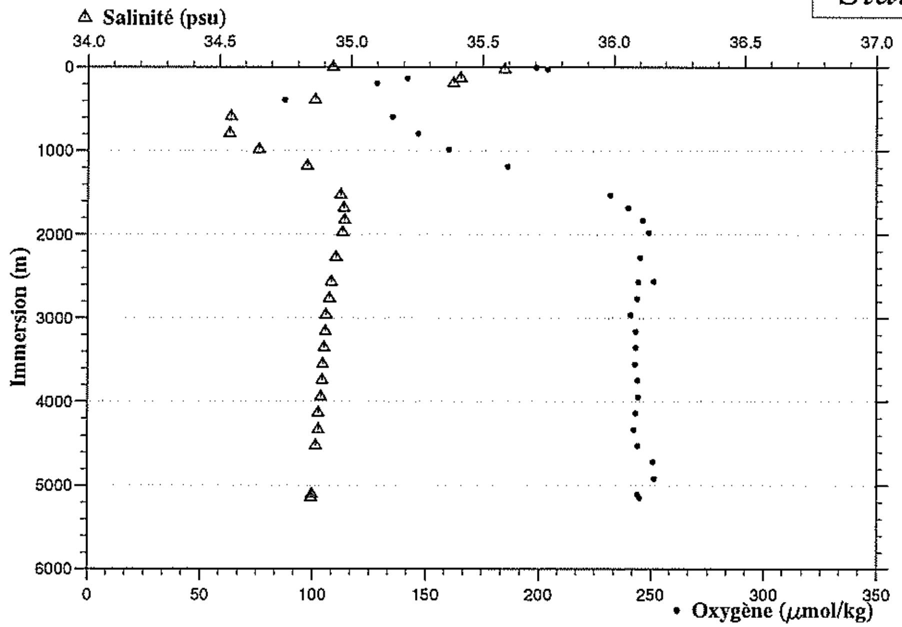


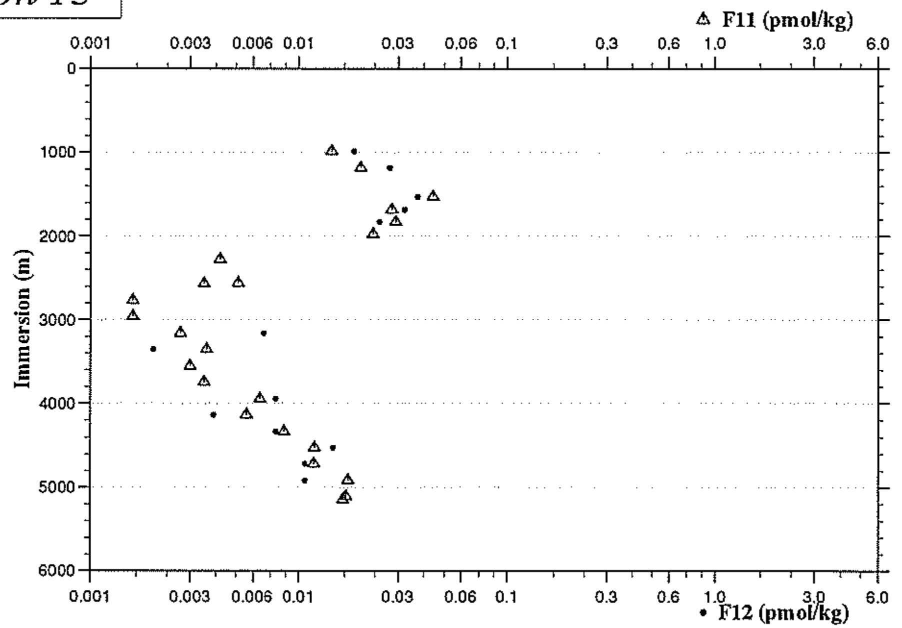
× Alcalinité (μmol/kg)
△ TCO2 (μmol/kg)
Immersion (m)
• pH

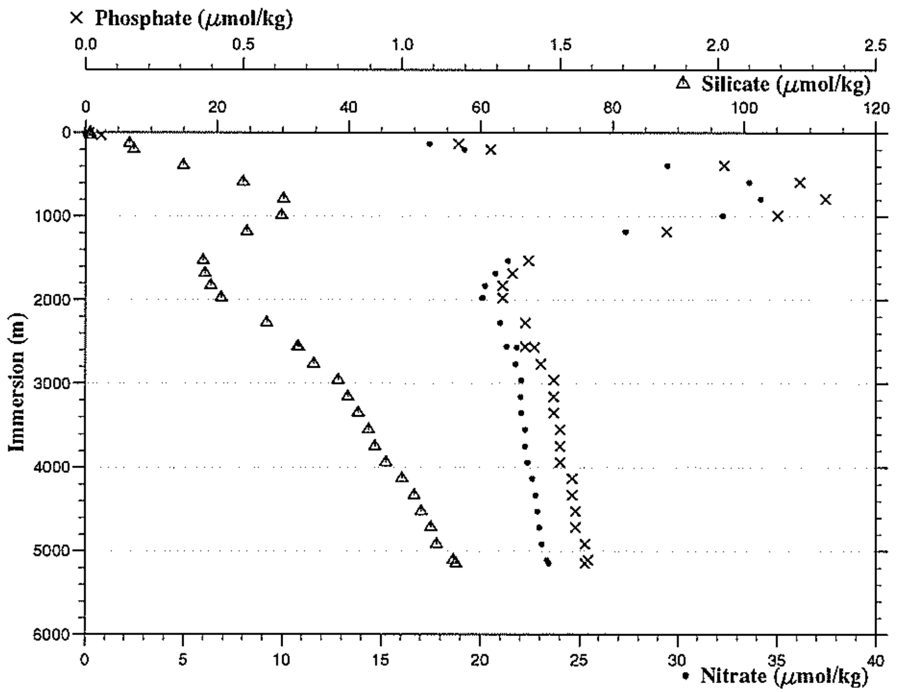
Station	: 013	Campagne	: CITHER 3
Date	: 20-01-95	Heure	: 2 h 39 mn
Latitude	: N 0 40.01	Longitude	: W 6 59.95
P. max	: 5241	Nb prel	: 30

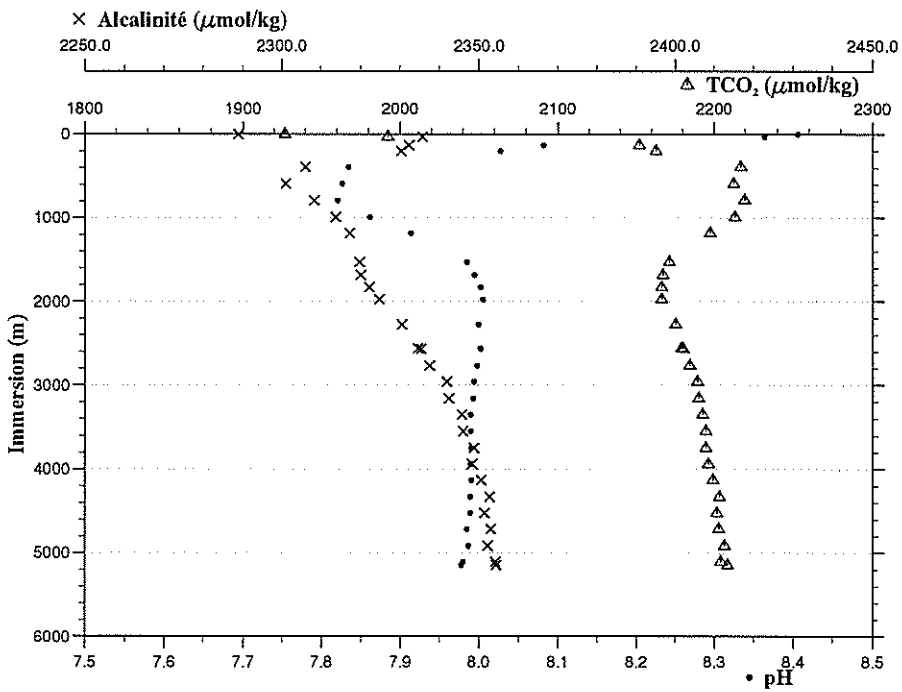
PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
2.4	2.4	28.227	22.2622	34.932 3	198.7	0.00	0.01	0.66			8.406	2288.9	1927.11 6
28.1	27.9	26.644	23.2758	35.584 3	204.0 3	0.00	0.05	0.74			8.364	2335.8	1992.50
135.2	134.4	14.083	26.4926	35.418	141.6	17.43	1.18	6.69			8.082	2332.4	2152.06
197.1	195.9	13.867	26.5190	35.389	128.1 3	19.20	1.28	7.34			8.028	2330.4	2162.75
396.0	393.4	9.262	26.9677	34.863	87.5 3	29.46	2.02	14.92			7.835	2306.1	2217.19
596.0	591.9	5.845	27.2087	34.544	135.1	33.59	2.26	23.97			7.827	2301.1	2212.62
795.4	789.5	4.685	27.3440	34.539	146.4	34.18	2.34	30.17			7.821	2308.4	2219.64
995.3	987.5	4.415	27.4660	34.652	160.1 3	32.27	2.19	29.85	0.0145	0.0186	7.862	2313.8	2213.60
1195.0	1185.0	4.364	27.6225	34.834 3	186.2 3	27.34	1.84	24.63	0.0200	0.0274	7.914	2317.3	2197.51
1544.8	1530.6	4.028	27.7578	34.963	231.9	21.37	1.40	17.95	0.0441	0.0372	7.985	2319.8	2171.40
1695.7	1679.6	3.799	27.7855	34.974	239.9 3	20.75 6	1.35 6	18.25 6	0.0280	0.0323	7.995	2320.1	2167.38
1846.3	1828.1	3.579	27.8086	34.976	246.5	20.23	1.32	19.09	0.0293	0.0245	8.002	2322.3	2166.70
1996.2	1975.8	3.383	27.8224	34.969	249.1	20.11	1.32	20.64	0.0228		8.006	2324.9	2166.37
2296.0	2270.9	2.949	27.8452	34.944	245.2	20.99	1.39	27.66	0.0042		8.000	2330.5	2175.55
2586.6	2556.6	2.693	27.8571		251.2	21.30	1.39	32.31	0.0051		8.002	2334.6	2179.17
2596.0	2565.9	2.688	27.8560	34.928	244.4	21.84	1.42	32.47	0.0035		8.002	2335.5	2180.41
2796.6	2762.9	2.574	27.8604	34.921	243.9	21.75	1.44	34.76	0.0016		7.998	2337.6	2184.33
2995.9	2958.4	2.421	27.8680	34.907	240.9	22.06	1.48	38.52	0.0016		7.994	2341.9	2189.35
3196.9	3155.4	2.273	27.8733	34.905	243.3	22.02	1.48	39.91	0.0027	0.0068	7.993	2342.5	2190.22
3396.4	3350.8	2.194	27.8782	34.901	243.2	22.07	1.48	41.47	0.0036	0.0020	7.990	2345.8	2192.57
3595.9	3546.0	2.135	27.8791	34.897	243.0	22.25	1.50	43.05	0.0030		7.990	2346.1	2194.71
3798.5	3744.1	2.062	27.8802	34.893	244.1	22.25	1.50	44.10	0.0035		7.991	2348.8	2194.70
3998.0	3938.9	1.974	27.8832	34.888	244.4	22.39	1.50	45.68	0.0065	0.0078	7.990	2348.4	2196.21
4196.0	4132.1	1.919	27.8844	34.879	243.2	22.61	1.54	48.14	0.0056	0.0039	7.991	2350.6	2199.12
4399.0	4330.1	1.860	27.8851	34.878	242.4	22.79	1.54	50.07	0.0085	0.0078	7.989	2352.7	2203.12
4597.7	4523.6	1.795	27.8837	34.870	244.2	22.88	1.55	51.12	0.0120	0.0147	7.989	2351.4	2201.56
4797.0	4717.6	1.746	27.8842		250.9	22.98	1.55	52.53	0.0119	0.0108	7.985	2353.1	2202.80
4997.3	4912.4	1.692	27.8843		251.4	23.11	1.58	53.41	0.0173	0.0108	7.987	2352.2	2206.59
5197.8	5107.2	1.627	27.8820	34.854	244.0	23.38	1.59	55.96	0.0170		7.980	2354.2	2204.13
5240.1	5148.3	1.622	27.8824	34.853	245.1	23.47	1.58	56.40	0.0163		7.978	2354.4	2208.59 6

- Station 13 -


Salinité (psu)
Immersion (m)
Oxygène (μmol/kg)


F11 (pmol/kg)
Immersion (m)
F12 (pmol/kg)

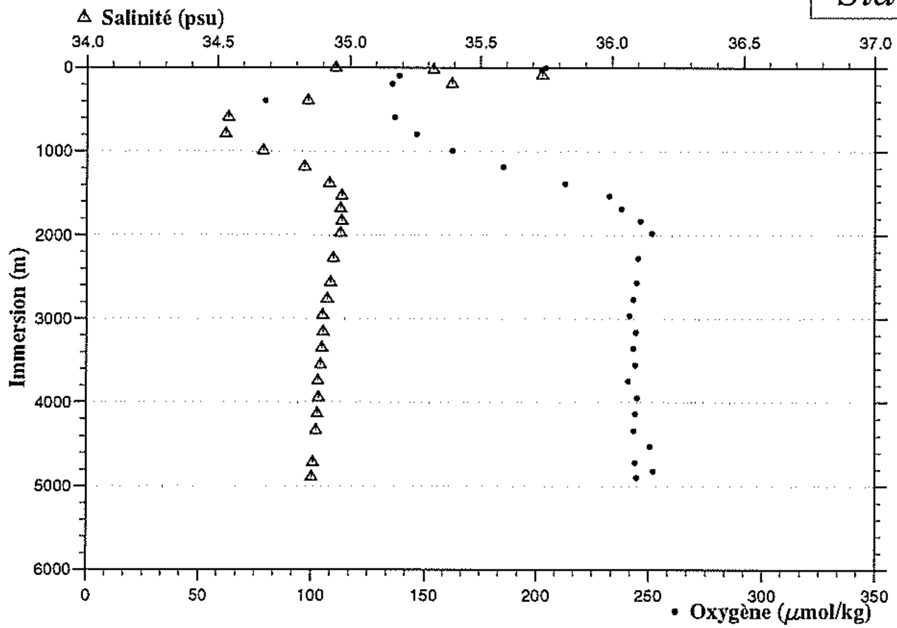

Phosphate (μmol/kg)
Silicate (μmol/kg)
Immersion (m)
Nitrate (μmol/kg)


Alcalinité (μmol/kg)
TCO2 (μmol/kg)
Immersion (m)
pH

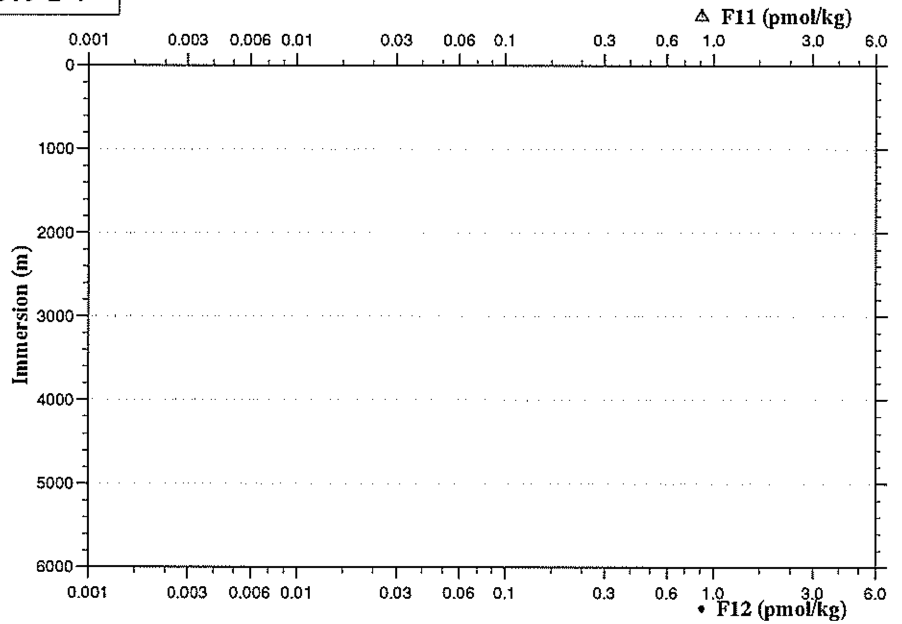
Station	: 014	Campagne	: CITHER 3
Date	: 20-01-95	Heure	: 8 h 37 mn
Latitude	: N 0 20.05	Longitude	: W 7 0.03
P. max	: 4979	Nb prel	: 30

PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
3.8	3.8	28.056	22.3665	34.948 3	204.0 3	0.00	0.00	0.82			8.402	2291.5	1933.64 6
20.6	20.5	27.752	22.5920	35.320 3	202.2	0.00	0.02	0.82			8.380		1967.40
92.5	92.0	17.536	25.9560	35.734 3	138.7	13.97	0.93	4.91			8.124		2137.76
195.6	194.4	13.875	26.5166	35.389	135.7	18.31	1.23	7.20			8.047		2156.76
395.3	392.8	9.080	26.9846	34.843	79.5 3	32.94	2.07	16.19			7.812		2224.36
595.5	591.4	5.874	27.2035	34.541	136.7	33.69	2.24	24.12			7.823		2212.56
796.3	790.4	4.698	27.3378	34.532	146.4	34.51	2.33	30.49			7.823		2221.46
995.9	988.1	4.408	27.4850	34.674	162.5	31.61 6	2.14 6	29.27			7.852		2214.22
1195.4	1185.4	4.345	27.6134	34.829	185.3	27.35	1.85	25.19			7.901		
1396.3	1384.0	4.302	27.6984	34.925	212.7	23.30	1.57	19.88			7.951		
1546.1	1531.9	4.060	27.7560	34.971	232.5	21.23	1.40	17.83			7.980		
1696.5	1680.3	3.792	27.7832	34.968	237.8	21.01	1.39	18.98			7.987		
1845.2	1827.0	3.591	27.8074	34.972	246.4	20.25	1.33	19.17 6			8.000		
1996.2	1975.8	3.364	27.8243	34.967	251.5	20.08	1.32	21.11			8.004		
2296.7	2271.6	2.920	27.8470	34.941	245.2	21.01	1.39	28.81			7.997		
2596.7	2566.6	2.673	27.8573	34.929	244.6	21.36	1.42	32.90			7.996		
2796.4	2762.7	2.529	27.8635	34.919	243.2	21.76	1.45	36.10			7.993		
2998.3	2960.8	2.438	27.8665	34.900 3	241.4	21.80	1.47	38.07			7.989		
3197.7	3156.2	2.253	27.8742	34.903	244.5	21.94	1.48	40.77			7.991		
3397.1	3351.5	2.172	27.8769	34.898	243.2	22.07 6	1.49 6	42.32			7.989		
3398.7	3353.1	2.172	27.8777	34.898	243.3	22.11	1.49	42.40			7.991		
3598.1	3548.2	2.096	27.8799	34.894	244.0	22.07	1.51	43.56			7.990		
3798.8	3744.4	2.066	27.8815	34.884 3	240.9	22.10 6	1.49 6	43.85 6			7.990		
3998.9	3939.8	1.978	27.8829	34.885	244.9	22.25	1.51	46.20			7.988		
4198.1	4134.2	1.930	27.8828	34.881	244.2	22.47	1.52	47.44			7.988		
4397.8	4328.9	1.842	27.8832	34.876	243.6	22.69	1.55	50.17			7.984		
4601.7	4527.5	1.791	27.8848		250.6	22.91	1.56	51.85			7.985		
4798.8	4719.4	1.742	27.8846	34.864	244.1	22.96	1.57	53.35			7.983		
4898.3	4816.2	1.717	27.8841		252.0	23.09 6	1.57 6	53.53			7.980		
4980.3	4895.9	1.690	27.8837	34.859	244.6	23.18	1.58	54.42			7.981		

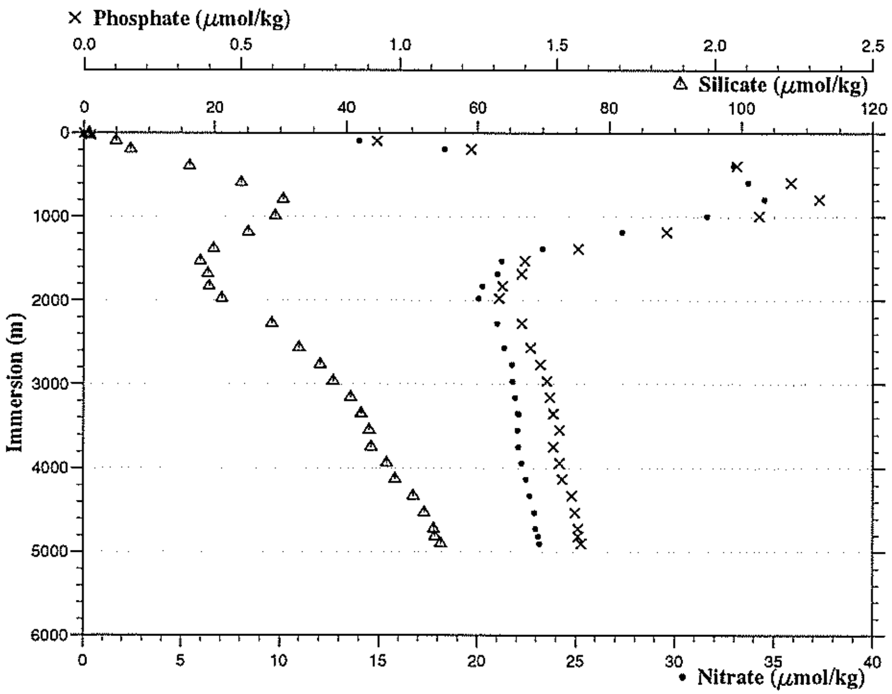
- Station 14 -



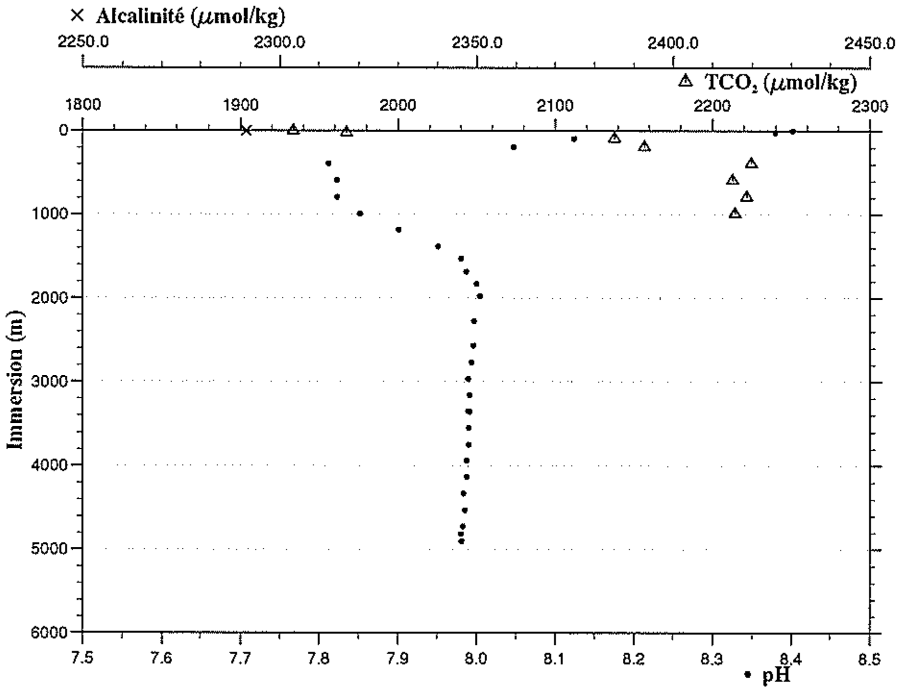
Salinité (psu)
Immersion (m)
Oxygène (µmol/kg)



F11 (pmol/kg)
Immersion (m)
F12 (pmol/kg)



Phosphate (µmol/kg)
Silicate (µmol/kg)
Immersion (m)
Nitrate (µmol/kg)

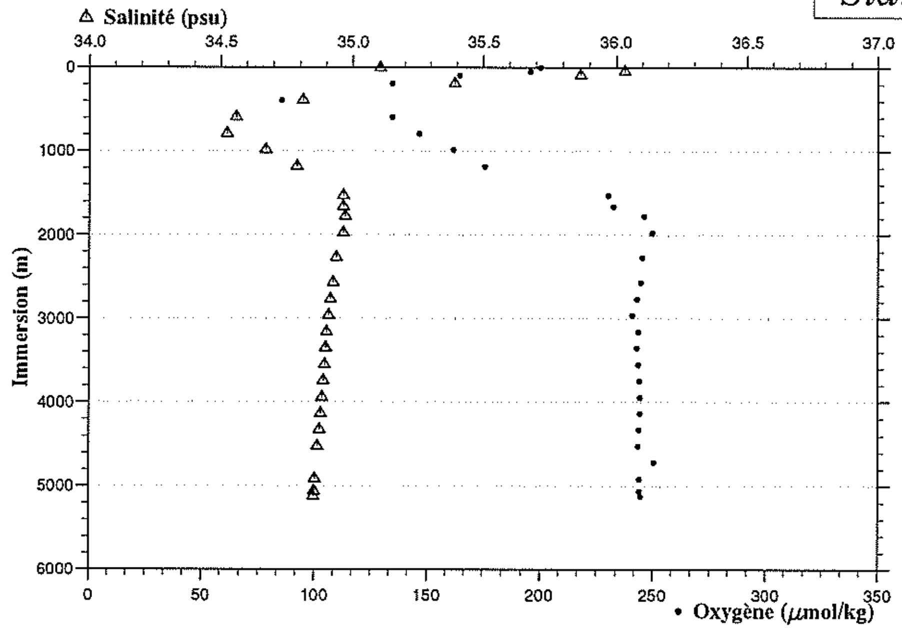


Alcalinité (µmol/kg)
TCO₂ (µmol/kg)
Immersion (m)
pH

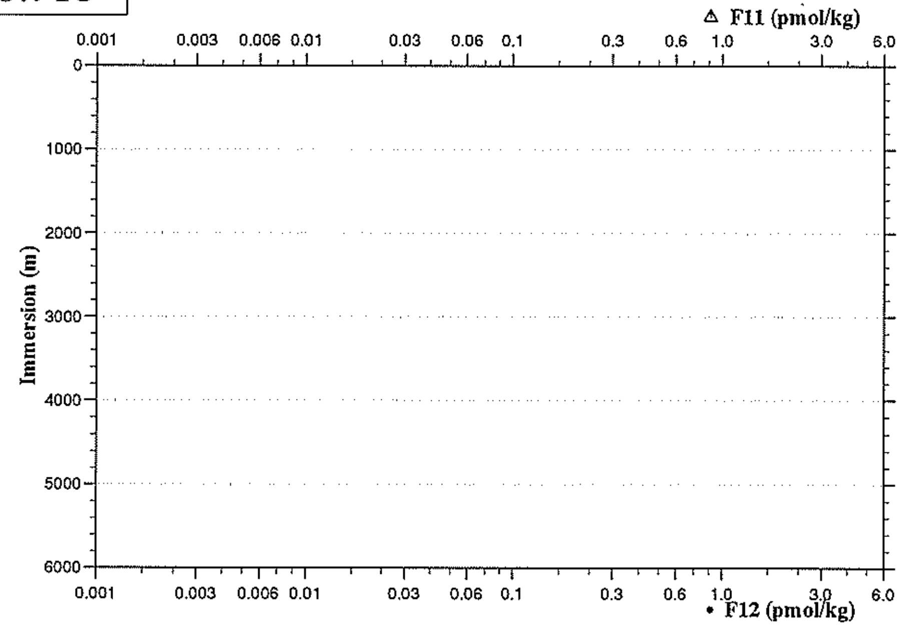
Station : 015	Campagne : CITHER 3
Date : 20-01-95	Heure : 14 h 9 mn
Latitude : N 0 0.07	Longitude : W 7 0.01
P. max : 5211	Nb prel : 30

PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
2.1	2.1	27.837	22.5495	35.107 3	200.3 3	0.00	0.02	0.82			8.399	2302.5	1943.27 6
46.2	45.9	25.347	23.9924	36.033 3	195.9 3	0.53	0.18	1.23			8.322		
96.0	95.5	17.824	25.9968	35.866 3	164.6	10.18	0.76	4.11			8.176		
195.0	193.8	13.857	26.5188	35.389	134.4 3	18.28	1.25	7.32			8.047		
394.6	392.1	8.840	26.9973	34.811	85.0	32.69	2.10	16.37			7.818		
595.1	591.0	6.162	27.1795	34.558	134.4	33.27	2.23	23.12			7.837		
794.7	788.8	4.659	27.3358	34.524	146.4	34.44	2.35	31.01			7.825		
994.8	987.0	4.410	27.4792	34.670	161.7	31.70	2.15	29.86			7.856		
1194.5	1184.5	4.386	27.5788	34.789	175.9 3	28.66	1.95	26.81			7.894		
1545.4	1531.2	4.077	27.7510	34.966	230.0	21.60	1.42	18.50			7.973		
1675.8	1659.9	3.974	27.7619	34.967	232.3	21.55	1.41	18.66			7.985		
1794.8	1777.3	3.624	27.8041	34.973	246.2	20.31	1.34	19.24			7.998		
1995.2	1974.8	3.378	27.8229	34.967	249.7	20.09	1.32	21.13			8.007		
2295.4	2270.4	2.930	27.8453	34.941	245.2	21.07	1.39	28.69			8.001		
2596.5	2566.4	2.666	27.8571	34.928	244.7	21.43	1.43 6	33.57 6			7.997		
2795.9	2762.2	2.528	27.8636	34.918	243.0	21.82	1.48	36.57			7.995		
2996.7	2959.2	2.397	27.8684	34.911	240.9	22.26	1.48	39.36			7.992		
3196.3	3154.8	2.263	27.8741	34.903	243.5	22.08	1.48	40.59			7.995		
3395.5	3349.9	2.181	27.8769	34.900	242.9	22.21	1.50	42.28			7.992		
3395.6	3350.0	2.181	27.8769	34.899	243.0	22.13	1.50 6	42.83 6			7.992		
3595.2	3545.3	2.117	27.8789	34.895	243.5	22.30	1.49	43.42			7.992		
3796.9	3742.5	2.060	27.8812	34.892	244.2	22.30	1.49	44.21			7.997		
3997.2	3938.1	1.991	27.8827	34.887	244.5	22.24 6	1.50 6	45.86 6			7.996		
4195.8	4132.0	1.936	27.8847	34.882	244.3	22.48	1.52	47.55			7.992		
4397.2	4328.3	1.873	27.8840	34.877	243.8	22.74	1.54	49.56			7.989		
4596.7	4522.7	1.808	27.8851	34.869	243.6	22.92	1.55	50.97			7.991		
4796.9	4717.5	1.745	27.8843		250.8	23.05	1.57	53.16			7.989		
4997.2	4912.3	1.701	27.8837	34.859	244.1	23.18	1.58	54.56			7.982		
5147.3	5058.2	1.675	27.8832	34.857	244.1	23.32	1.58	55.26			7.984		
5212.0	5121.0	1.662	27.8834	34.854	244.6	23.32	1.59	55.52			7.987		

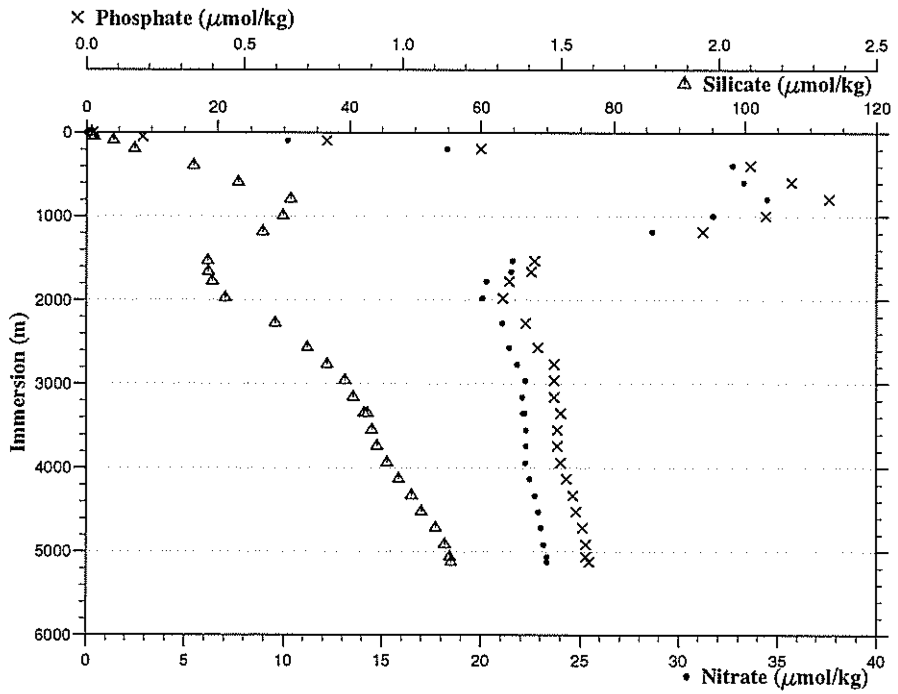
- Station 15 -



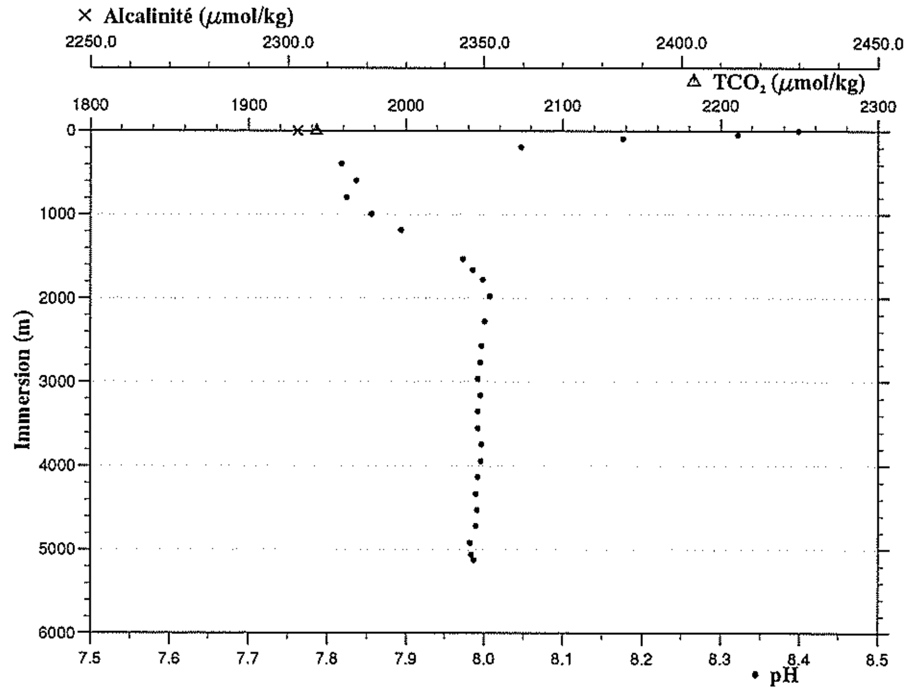
Salinité (psu)
Oxygène (µmol/kg)
Immersion (m)



F11 (pmol/kg)
F12 (pmol/kg)
Immersion (m)



Phosphate (µmol/kg)
Silicate (µmol/kg)
Nitrate (µmol/kg)
Immersion (m)

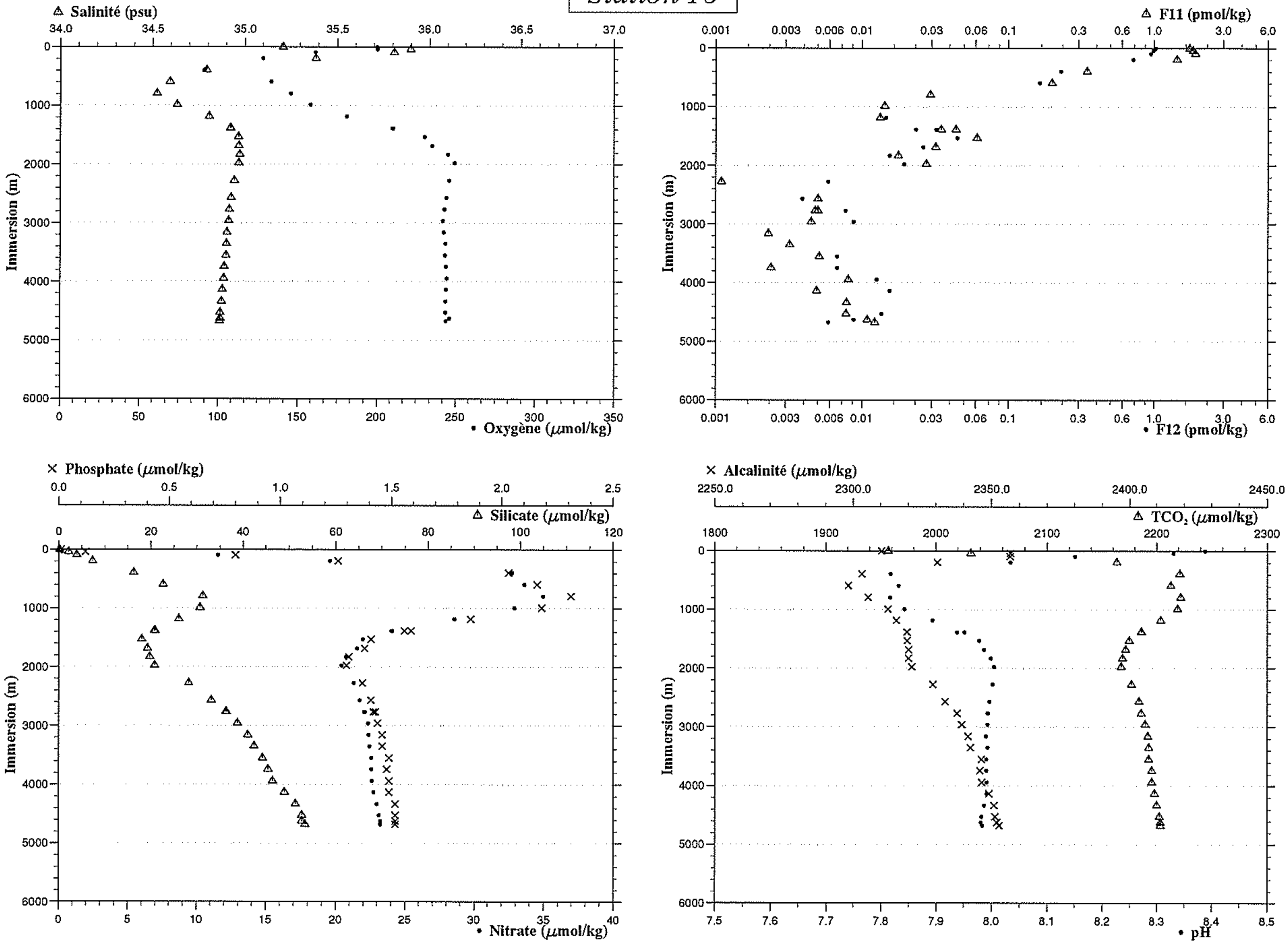


Alcalinité (µmol/kg)
TCO2 (µmol/kg)
pH
Immersion (m)

Station : 016	Campagne : CITHER 3
Date : 20-01-95	Heure : 19 h 44 mn
Latitude : S 0 19.95	Longitude : W 7 0.00
P. max : 4752	Nb prel : 30

PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
3.1	3.1	27.643	22.6635	35.209 3	200.3	0.00	0.01	0.19	1.7677	1.0297	8.389	2310.4	1956.85 6
37.3	37.1	25.773	23.7548	35.900 3	200.5 3	0.25	0.12	2.16	1.8686	0.9920	8.331	2356.8	2031.59
96.5	95.9	17.016	26.1170	35.808 3	161.4 3	11.54	0.80	3.95	1.9384	0.9520	8.151	2356.6	
196.0	194.8	13.840	26.5247	35.385 3	128.5 3	19.57	1.26	7.36	1.4525	0.7186	8.034	2330.6	2163.15
396.1	393.5	8.621	27.0162	34.794	91.0	32.77	2.03	16.29	0.3419	0.2269	7.818	2303.1	2221.04
595.8	591.7	6.201	27.1776	34.594 3	133.7	33.65	2.16	22.75	0.1969	0.1634	7.833	2298.2	2213.06
795.2	789.3	4.704	27.3268	34.523	145.8	34.97	2.31	31.31	0.0295		7.817	2305.4	2222.00
995.7	987.9	4.423	27.4524	34.634	158.3	32.93	2.18	30.70	0.0144		7.843	2312.6	2219.06
1194.8	1184.8	4.351	27.5976	34.809	181.0	28.58	1.86	26.17	0.0134	0.0147	7.894	2315.7	2203.43
1395.9	1383.6	4.293	27.6953	34.926	210.4	24.01 6	1.56 6	20.98 6	0.0349	0.0235	7.952	2319.7	2186.09
1396.0	1383.7	4.294	27.6944	34.922	209.9	24.08	1.59	20.81	0.0442	0.0323	7.939	2319.4	2185.51
1545.8	1531.6	4.108	27.7502	34.967	230.5	21.95	1.41	18.07	0.0614	0.0450	7.978	2319.7	2174.64
1696.1	1680.0	3.904	27.7716	34.970	235.4	21.53	1.38	19.33	0.0320	0.0264	7.987	2320.1	2171.23
1845.4	1827.2	3.613	27.8053	34.974	245.2	20.74	1.31	19.74	0.0178	0.0156	7.999	2320.1	2168.45
1995.6	1975.2	3.393	27.8231	34.970	249.6	20.44	1.30	20.91	0.0276	0.0196	8.005	2321.3	2167.33
2296.5	2271.4	2.967	27.8443	34.946	246.0	21.32	1.37	28.32	0.0011	0.0059	8.002	2328.9	2176.51
2596.1	2566.0	2.682	27.8565	34.928	244.5	21.74	1.41	33.19	0.0050	0.0039	7.997	2333.4	2183.74
2796.2	2762.5	2.540	27.8625	34.918	243.2	22.11	1.43	36.51	0.0048	0.0078	7.994	2337.8	2185.72
2796.3	2762.6	2.543	27.8615	34.917	243.1	22.07	1.42	36.37	0.0050		7.993	2337.7	2185.50
2996.9	2959.4	2.440	27.8672	34.915	242.0	22.36	1.44	38.84	0.0045	0.0088	7.993	2339.3	2189.34
3197.9	3156.4	2.282	27.8734	34.905	242.8	22.40	1.46	41.16	0.0023		7.990	2341.6	2191.87
3396.7	3351.1	2.191	27.8769	34.903	243.8	22.44	1.46	42.47	0.0032		7.993	2342.5	2192.76
3596.4	3546.5	2.118	27.8797	34.900	243.4	22.57	1.49	44.32	0.0051	0.0068	7.991	2346.3	2192.66
3797.1	3742.7	2.057	27.8814	34.891	244.1	22.57	1.48	45.55	0.0024	0.0068	7.991	2345.9	2195.38
3997.4	3938.3	1.987	27.8838	34.889	244.7	22.61	1.49	46.50	0.0081	0.0127 3	7.992	2346.6	2195.33
4198.0	4134.1	1.912	27.8841	34.881	244.2	22.73	1.49	49.07	0.0049	0.0156 3	7.992	2349.1	2198.06
4397.6	4328.7	1.848	27.8852	34.876	243.7	22.98	1.52	51.36	0.0079		7.987	2351.0	2200.11
4596.8	4522.8	1.793	27.8838	34.869	243.9	23.15	1.52	52.76	0.0078	0.0137	7.982	2351.3	2202.22
4699.2	4622.5	1.785	27.8845	34.868	246.3	23.23	1.52	52.81	0.0109	0.0088	7.981	2351.9	2203.19
4751.4	4673.3	1.765	27.8844	34.867	244.0	23.23	1.52	53.48	0.0123	0.0059	7.984	2352.7	2203.04 6

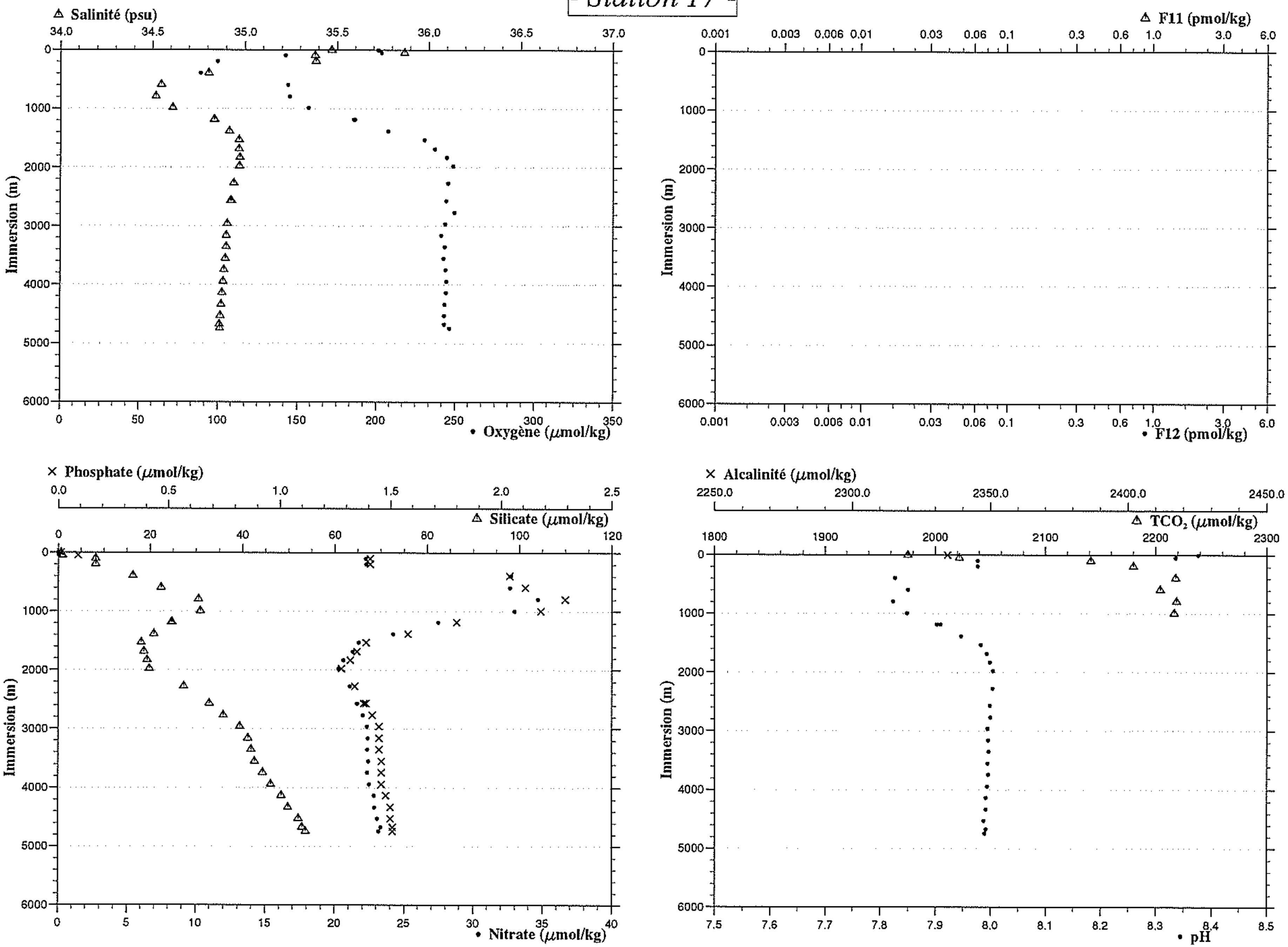
- Station 16 -


Salinité (psu)
Oxygène (µmol/kg)
Immersion (m)
F11 (pmol/kg)
F12 (pmol/kg)
Phosphate (µmol/kg)
Silicate (µmol/kg)
Nitrate (µmol/kg)
Alcalinité (µmol/kg)
TCO₂ (µmol/kg)
pH

Station : 017	Campagne : CITHER 3
Date : 21-01-95	Heure : 1 h 12 mn
Latitude : S 0 40.02	Longitude : W 7 0.03
P. max : 4819	Nb prel : 30

PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
2.6	2.6	27.419	22.9325	35.470 3	201.2	0.00	0.01	0.64			8.377	2334.5	1975.38 6
46.9	46.6	25.922	23.7174	35.868 3	203.4 3	0.04	0.09	0.89			8.336		2021.77
96.9	96.3	16.692	26.2071	35.381 4	142.3	22.22	1.41	8.14			7.977		2141.26
195.5	194.3	13.728	26.5365	35.384 3	99.3 3	22.26	1.41	8.14			7.977		2179.80
395.4	392.9	8.689	27.0140	34.806	88.9 3	32.71	2.04	16.29			7.828		2217.76
595.7	591.6	6.061	27.1814	34.549 3	143.8	32.65	2.11	22.45			7.851		2204.03
794.8	788.9	4.746	27.3189	34.519	145.1	34.69	2.29	30.51			7.825		2218.84
994.7	986.9	4.405	27.4321	34.612	157.2	32.98	2.18	30.99			7.849		2216.86
1195.3	1185.3	4.336	27.6183	34.834	185.7 3	27.47	1.80	24.91			7.903		
1196.0	1186.0	4.336	27.6199	34.836	186.4 3	27.47	1.80	24.65			7.909		
1394.6	1382.3	4.285	27.6890	34.918	207.5	24.21	1.58	20.91			7.947		
1540.6	1526.5	4.070	27.7526	34.969	230.6	21.74	1.39	18.08			7.983		
1696.3	1680.2	3.844	27.7794	34.970	237.4	21.28	1.35	18.73			7.993		
1845.9	1827.7	3.604	27.8054	34.973	245.0	20.61	1.32	19.39			7.999		
1996.1	1975.7	3.462	27.8186	34.972	249.1	20.28	1.28	19.88			8.005		
2294.7	2269.7	2.978	27.8441	34.942	245.9	21.07	1.34	27.41			8.004		
2595.6	2565.5	2.695	27.8561	34.926	244.6	21.60	1.38	32.94			7.999		
2596.2	2566.1	2.697	27.8559	34.929	244.6	21.65	1.39	32.87			7.999		
2796.0	2762.3	2.542	27.8624		249.8	22.02	1.42	35.90			8.000		
2995.8	2958.3	2.371	27.8698	34.908	244.2	22.31	1.45	39.45			7.995		
3196.2	3154.7	2.288	27.8721	34.904	241.5	22.39	1.45	41.25			7.996		
3396.8	3351.2	2.208	27.8771	34.904	243.8	22.35	1.45	41.93			7.997		
3596.7	3546.8	2.168	27.8772	34.899	243.1	22.43	1.46	42.71			7.995		
3796.5	3742.1	2.063	27.8809	34.892	244.4	22.34	1.46	44.46			7.996		
3999.1	3940.0	1.980	27.8828	34.885	244.9	22.50	1.46	46.22			7.994		
4198.1	4134.2	1.907	27.8837	34.882	244.7	22.84	1.48	48.41			7.992		
4397.7	4328.8	1.875	27.8838	34.877	243.8	22.88	1.50	49.89			7.992		
4598.3	4524.2	1.800	27.8849	34.871	243.5	23.08	1.50	52.17			7.988		
4748.5	4670.4	1.761	27.8839	34.867	243.6	23.33	1.51	52.94			7.992		
4818.9	4738.9	1.750	27.8847	34.869	246.6	23.16	1.51	53.72			7.989		

- Station 17 -

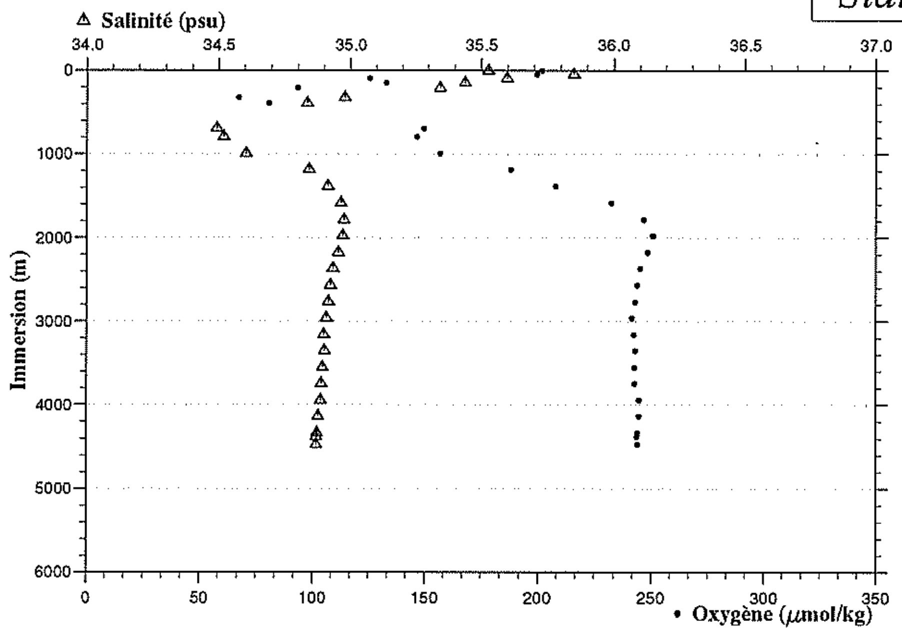


Salinité (psu)
Oxygène (µmol/kg)
Immersion (m)
F11 (pmol/kg)
F12 (pmol/kg)
Phosphate (µmol/kg)
Silicate (µmol/kg)
Nitrate (µmol/kg)
Alcalinité (µmol/kg)
TCO₂ (µmol/kg)
pH

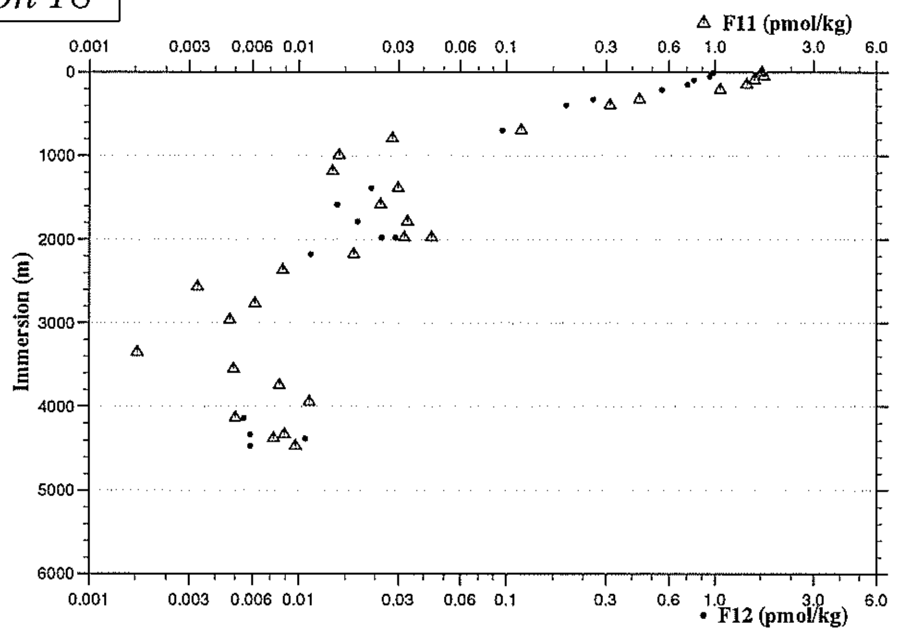
Station : 018	Campagne : CITHER 3
Date : 21-01-95	Heure : 6 h 46 mn
Latitude : S 0 59.99	Longitude : W 7 0.08
P. max : 4540	Nb prel : 30

PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
3.1	3.1	27.412	22.9777	35.527 3	201.8	0.00	0.03	0.65	1.6913	0.9883	8.372	2337.2	1982.21
47.2	46.9	26.084	23.6423	35.851 3	199.6	0.46	0.12	0.90	1.7317	0.9441	8.330		
97.3	96.7	15.221	26.3703	35.599 3	125.3 3	17.37	1.13	5.76	1.5558	0.7947	8.067		
148.1	147.2	14.223	26.4806	35.438	132.8	18.32	1.19	7.07	1.4289	0.7400	8.047		
207.4	206.2	13.480	26.5640	35.343	93.0 3	23.32	1.48	8.80	1.0628	0.5573	7.966		
326.2	324.2	10.299	26.8823	34.979	67.1	31.71	1.94	13.73	0.4332	0.2611	7.822		
395.7	393.1	9.022	26.9861	34.835	80.7	33.02	2.04	15.95	0.3136	0.1933	7.808		
694.8	689.8	4.973	27.2749	34.493	149.7	34.12	2.25	28.61	0.1178	0.0955	7.834		
794.7	788.8	4.717	27.3205	34.519 3	146.5	34.44	2.29	30.91	0.0281		7.831		
995.9	988.1	4.402	27.4261	34.604	156.9	32.74	2.20	31.39	0.0156		7.850		
1195.4	1185.4	4.326	27.6337	34.843 3	188.2 3	26.92	1.78	24.65	0.0145		7.915		
1395.6	1383.3	4.296	27.6887	34.915	207.8	24.05	1.58	21.19	0.0298	0.0222	7.949		
1596.3	1581.5	3.962	27.7640	34.965	232.5	21.55	1.39	18.89	0.0247	0.0153	7.985		
1797.0	1779.5	3.626	27.8055	34.976	246.7	20.26	1.29	18.80	0.0332	0.0192	8.005		
1995.9	1975.5	3.443	27.8205	34.972	251.1	20.01	1.27	19.86	0.0321	0.0251	8.008		
1996.4	1976.0	3.443	27.8205	34.972	250.6	20.01	1.27	19.94	0.0435	0.0290	8.009		
2196.0	2172.5	3.148	27.8346	34.955	248.4	20.55	1.32	24.45	0.0183	0.0114	8.005		
2396.5	2369.8	2.835	27.8500	34.935	245.2	21.25	1.37	30.52	0.0084		8.001		
2595.1	2565.0	2.676	27.8554	34.924	243.8	21.71	1.41	34.28	0.0033		7.995		
2796.6	2762.9	2.530	27.8618	34.917	242.9	21.83	1.42	36.74	0.0062		7.996		
2996.6	2959.1	2.387	27.8693	34.910	241.4	22.12	1.44	39.52	0.0047		7.996		
3197.5	3156.0	2.250	27.8744	34.901	242.5	22.22 6	1.46 6	41.75 6			7.993		
3397.9	3352.3	2.221	27.8752	34.902	243.0	22.12	1.46	41.91	0.0017	0.0000	7.995		
3596.9	3547.0	2.165	27.8782	34.897	242.7	22.24	1.46	42.87	0.0049	0.0000	7.995		
3798.0	3743.6	2.075	27.8791	34.891	242.7	22.45	1.49	45.58	0.0081	0.0000	7.992		
3996.9	3937.8	1.980	27.8828	34.889	244.8	22.28	1.47	46.36	0.0112	0.0006	7.993		
4197.4	4133.5	1.892	27.8849	34.878	244.8	22.61	1.49	48.99	0.0050	0.0055	7.992		
4397.9	4329.0	1.839	27.8842	34.873	244.0	22.78	1.51	51.08	0.0086	0.0059	7.989		
4448.9	4378.7	1.834	27.8846	34.871	243.9	22.77	1.51	50.98	0.0076	0.0108	7.989		
4539.9	4467.3	1.812	27.8848	34.872	244.2	22.86	1.52	51.94	0.0097	0.0059	7.988		

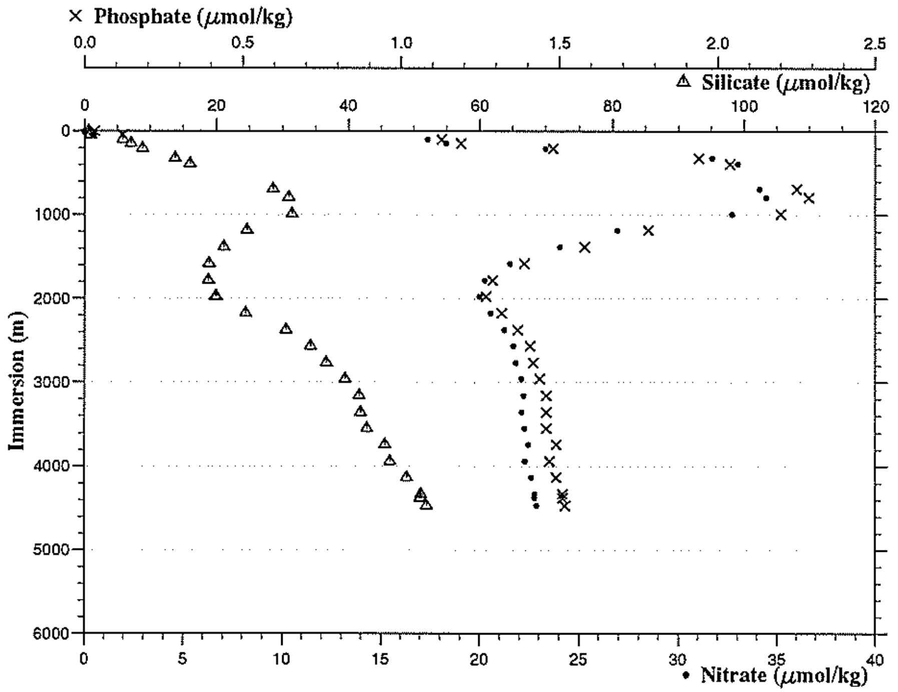
- Station 18 -



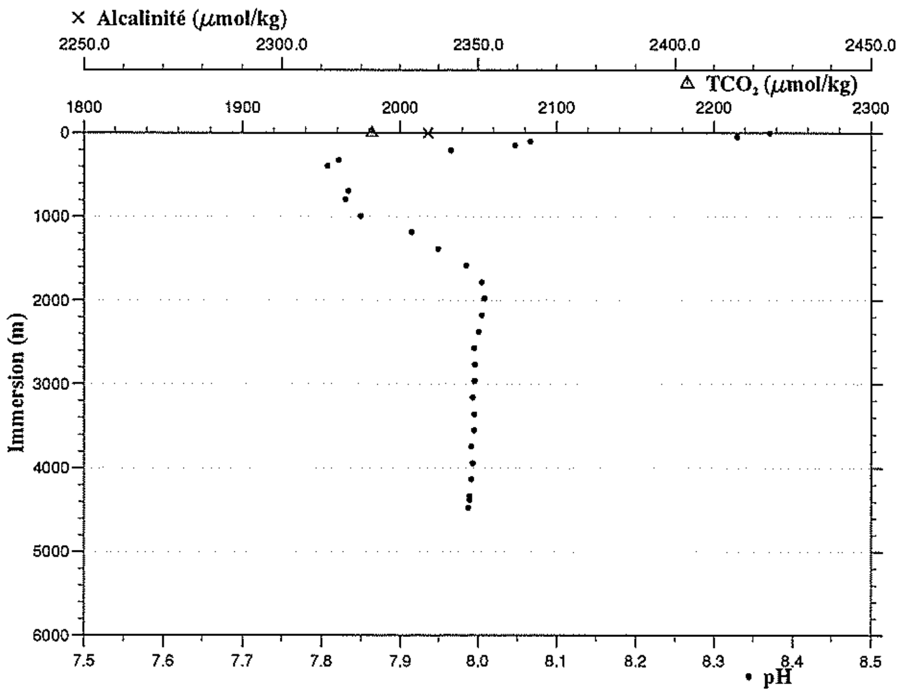
△ Salinité (psu)
Immersion (m)
• Oxygène (µmol/kg)



△ F11 (pmol/kg)
Immersion (m)
• F12 (pmol/kg)



× Phosphate (µmol/kg)
△ Silicate (µmol/kg)
Immersion (m)
• Nitrate (µmol/kg)

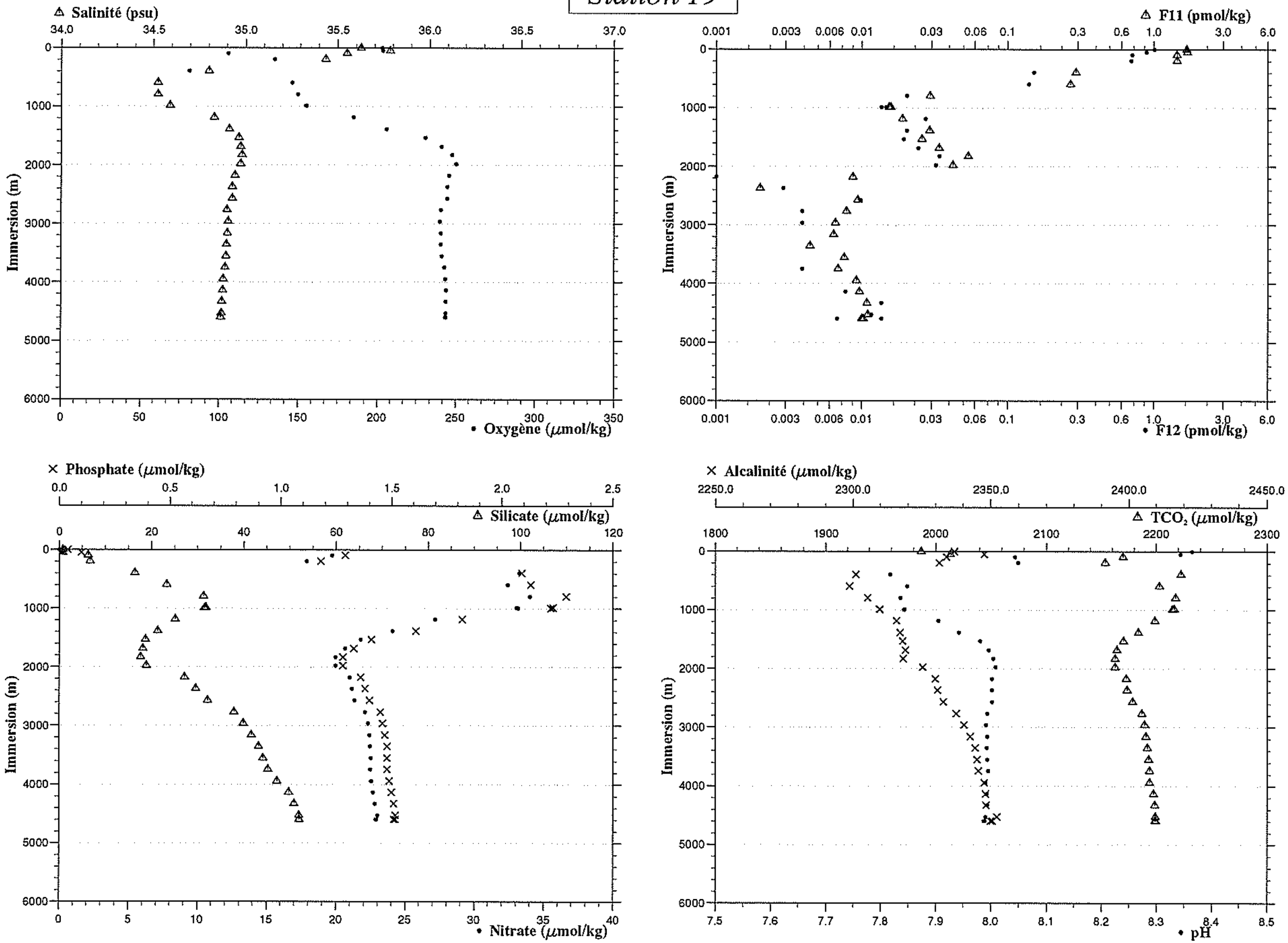


× Alcalinité (µmol/kg)
△ TCO₂ (µmol/kg)
Immersion (m)
• pH

Station : 019	Campagne : CITHER 3
Date : 21-01-95	Heure : 12 h 36 mn
Latitude : S 1 30.13	Longitude : W 7 6.69
P. max : 4668	Nb prel : 30

PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
2.7	2.7	27.951	22.8784	35.626 3	203.0	0.00	0.04	0.82	1.6900	1.0138	8.365	2336.9 6	1987.08 6
46.1	45.8	26.211	23.5952	35.783 3	203.7 3	0.25	0.10	0.82	1.7014	0.8973	8.344	2347.6	2013.75
91.5	91.0	15.234	26.3481	35.548 3	105.8	19.70 6	1.29 6	6.26 6	1.4478	0.7137	8.044	2333.9	2169.61
195.3	194.1	14.174	26.4880	35.434	135.1	17.88	1.18	6.72	1.4434	0.7050	8.050	2331.4	2153.31
394.2	391.7	8.630	27.0109	34.800 3	81.1	33.29	2.09	16.38	0.2915	0.1506	7.818	2301.0	2222.54
594.8	590.7	5.870	27.1890	34.524	146.2	32.43	2.13	23.30	0.2672	0.1399	7.849	2298.7	2202.91
795.0	789.1	4.594	27.3430	34.524	149.9	34.02	2.29	31.35	0.0294	0.0205	7.837	2305.4	2217.48
994.3	986.5	4.405	27.4162	34.589	155.2	33.10	2.23	31.78	0.0159	0.0137	7.844	2309.6	2216.32
994.7	986.9	4.399	27.4160	34.590	155.4	33.18	2.22 6	31.56 6	0.0155	0.0147	7.843	2309.9	2214.79
1195.3	1185.3	4.319	27.6162	34.829	185.0	27.19	1.82	25.15	0.0191	0.0274	7.905	2315.9	2198.81
1396.0	1383.7	4.306	27.6820	34.914	205.8	24.09	1.61	21.38	0.0292	0.0205	7.943	2317.2	2183.55
1542.6	1528.5	3.987	27.7598	34.965	230.6	21.77	1.41	18.67	0.0259	0.0196	7.981	2318.2	2170.01
1695.6	1679.5	3.806	27.7872	34.975	241.0	20.65	1.33	18.11	0.0339	0.0245	7.997	2319.1	2164.23
1842.3	1824.1	3.685	27.8036	34.981	247.8	19.98	1.28	17.62	0.0539	0.0342	8.005	2318.4	2162.31
1994.5	1974.1	3.493	27.8172	34.975	250.3	19.98	1.28	18.95	0.0424	0.0323	8.009	2325.3	2162.25
2194.9	2171.5	3.006	27.8430	34.945	245.9	20.99	1.36	27.20	0.0087	0.0010	8.002	2329.9	2172.45
2394.9	2368.2	2.876	27.8486	34.931 3	244.6	21.16	1.38	29.69	0.0020	0.0029	8.002	2330.7	2173.25
2595.3	2565.2	2.727	27.8541	34.930	244.6	21.33	1.40	32.18	0.0094	0.0098	8.002	2332.8	2178.45
2795.6	2761.9	2.493	27.8634	34.900 3	240.7	22.08	1.45	37.97	0.0079	0.0039	7.994	2337.5	2187.01
2995.8	2958.3	2.387	27.8677	34.908	240.2	22.33	1.46	39.97	0.0066	0.0039	7.992	2340.3	2189.26
3195.9	3154.4	2.273	27.8717	34.903	240.8	22.42	1.47	41.75	0.0064		7.994	2342.6	2190.70
3395.8	3350.2	2.228	27.8739	34.899	240.6	22.46	1.48	43.28	0.0044		7.993	2344.5	2191.97
3595.6	3545.7	2.139	27.8780	34.897	241.3	22.51	1.48	44.28	0.0076	0.0000	7.994	2345.0	2192.85
3795.6	3741.2	2.057	27.8814	34.890	242.9	22.47	1.48	45.37	0.0069	0.0039	7.996	2345.6	2194.00
3996.9	3937.8	1.964	27.8841	34.880	243.5	22.55	1.49	47.26	0.0092		7.991	2347.6	2193.76
4195.1	4131.3	1.866	27.8838	34.878	244.1	22.68	1.50	49.86	0.0097	0.0078	7.993	2348.2	2197.58
4396.0	4327.1	1.843	27.8848	34.875	243.9	22.81	1.51	51.04	0.0109	0.0137	7.994	2348.3	2198.74
4597.3	4523.2	1.805	27.8845	34.871	243.7	23.02	1.52	52.05	0.0111	0.0117	7.991	2352.2	2199.33
4667.1	4591.2	1.799	27.8849	34.868	243.6	22.86	1.52	52.07	0.0100	0.0068	7.988	2349.9	2198.72
4667.5	4591.6	1.799	27.8849	34.867	243.8	22.90	1.51	52.19	0.0103	0.0137	7.989	2350.6	2199.46 6

- Station 19 -

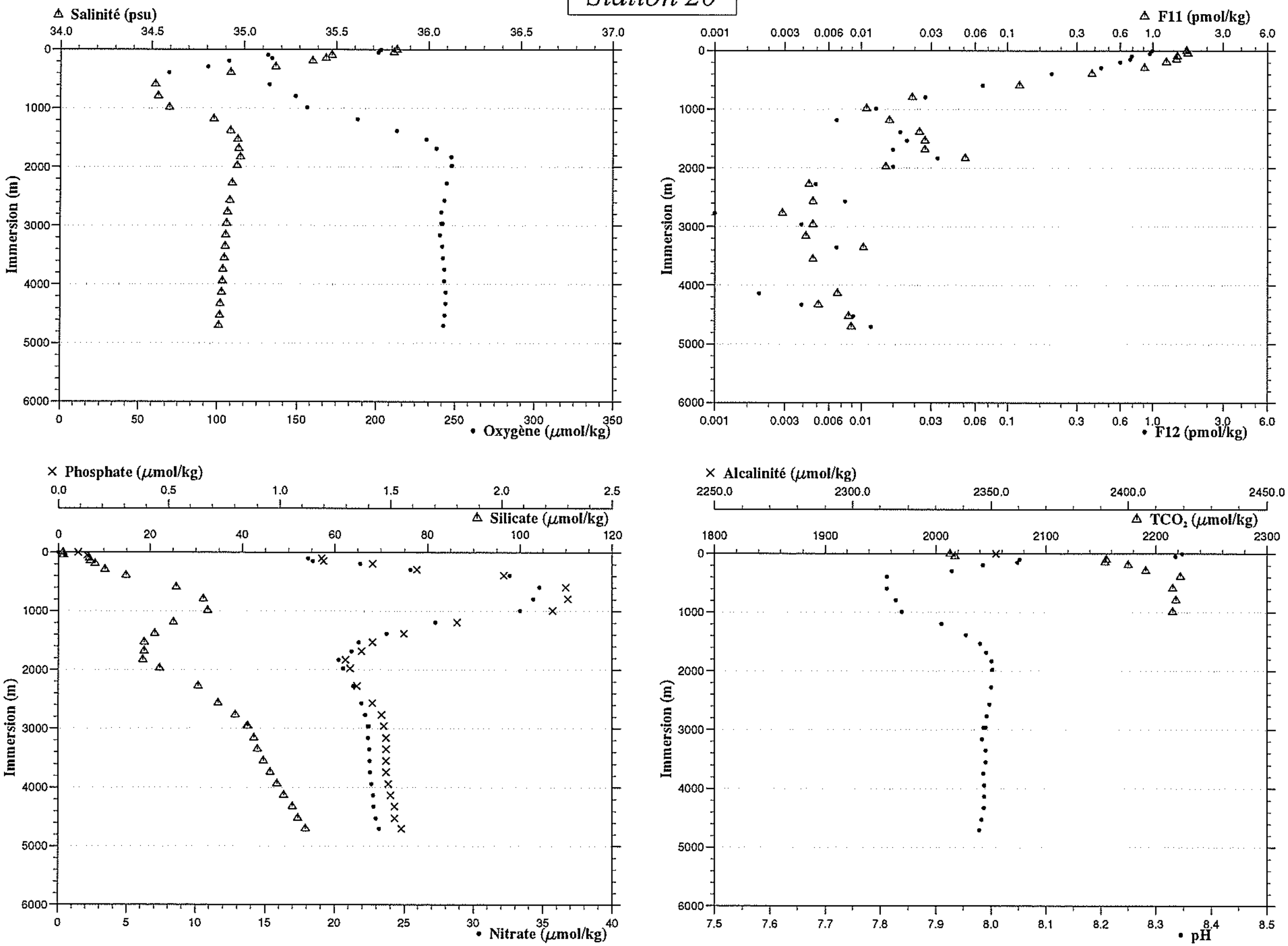


Salinité (psu)
Oxygène (µmol/kg)
Immersion (m)
F11 (pmol/kg)
F12 (pmol/kg)
Phosphate (µmol/kg)
Silicate (µmol/kg)
Nitrate (µmol/kg)
Alcalinité (µmol/kg)
TCO₂ (µmol/kg)
pH

```
Station  : 020          Campagne  : CITHER 3
Date     : 21-01-95     Heure     : 18 h 45 mn
Latitude : S   2  0.07  Longitude : W   7 13.23
P. max   : 4777         Nb prel   : 30
```

PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
2.7	2.7	27.146	23.2946	35.828	203.2	0.00	0.09	0.96	1.7094	0.9938	8.347	2351.7	2013.00 6
46.9	46.6	26.621	23.4586	35.811 3	201.5 3	0.50	0.13	1.05	1.7244	0.9596	8.335		2017.35
97.0	96.4	14.494	26.4489	35.475	131.6 3	18.08	1.19	6.78	1.4738	0.7243	8.052		2155.25
146.2	145.3	14.279	26.4750	35.443 3	134.3 3	18.41	1.20	6.94	1.4485	0.7038	8.048		2154.06
196.5	195.3	13.728	26.5357	35.371 3	107.0 3	21.84	1.42	8.05	1.2372	0.6032	7.985		2175.22
296.9	295.1	12.155	26.6938	35.169	93.9	25.45	1.62	10.17	0.8827	0.4419	7.929		2190.89
395.7	393.1	9.938	26.9095	34.927	69.1	32.60	2.01	14.77	0.3816	0.2014	7.812		2221.79
596.2	592.1	5.621	27.2168	34.519	132.6	34.74	2.29	25.73	0.1211	0.0675	7.812		2214.84
796.1	790.2	4.590	27.3506	34.535	149.0	34.29	2.30	31.66	0.0223	0.0274	7.829		2218.05
995.0	987.2	4.313	27.4278	34.594	156.6	33.35	2.23	32.57	0.0109	0.0127	7.839		2215.18
1196.8	1186.8	4.314	27.6239	34.837	188.4 4	27.23	1.80	25.16	0.0157	0.0068	7.910		
1396.2	1383.9	4.192	27.7086	34.928	213.3	23.73	1.56	21.07	0.0251	0.0186	7.954		
1545.8	1531.6	3.995	27.7605	34.967	232.0	21.72	1.42	18.84	0.0272	0.0205	7.980		
1696.0	1679.8	3.875	27.7769	34.972	238.3	21.21	1.37	18.83	0.0272	0.0166	7.991		
1845.8	1827.6	3.671	27.8042	34.981	247.7	20.29	1.30	18.47	0.0512	0.0332	8.001		
1995.5	1975.1	3.343	27.8239	34.965	248.0	20.62	1.32	22.18	0.0148	0.0166	8.002		
2296.4	2271.3	2.876	27.8495	34.938	245.0	21.33	1.35	30.51	0.0044	0.0049	8.000		
2596.9	2566.8	2.663	27.8574	34.925	243.5	21.92 6	1.42 6	34.84 6	0.0047	0.0078	7.997		
2797.4	2763.6	2.482	27.8627	34.913	241.6	22.19	1.46	38.55	0.0029	0.0010	7.992		
2996.5	2959.0	2.371	27.8690	34.907	242.4	22.44	1.47	41.29	0.0047	0.0039	7.990		
2996.7	2959.2	2.371	27.8690	34.907	241.6	22.39	1.47	41.09	0.0000		7.987		
3196.5	3155.0	2.281	27.8726	34.903	240.8	22.39	1.48 6	42.54 6	0.0042		7.984		
3397.6	3352.0	2.209	27.8762	34.901	242.1	22.47	1.48	43.33	0.0104	0.0068	7.990		
3596.8	3546.9	2.139	27.8772	34.895	242.6	22.51	1.48	44.64	0.0047		7.990		
3796.6	3742.2	2.048	27.8813	34.889	243.5	22.54	1.48	46.13			7.986		
3997.5	3938.4	1.985	27.8824	34.887	243.6	22.66	1.49	47.61			7.988		
4197.4	4133.5	1.915	27.8839	34.880	244.3	22.78	1.50	49.00	0.0069	0.0020	7.988		
4396.3	4327.4	1.857	27.8845	34.875	244.4	22.82	1.52	50.93	0.0051	0.0039	7.987		
4598.2	4524.1	1.812	27.8848	34.872	243.7	22.97 6	1.52 6	52.07 6	0.0082	0.0088	7.983		
4776.8	4697.9	1.769	27.8849	34.867	243.1	23.19	1.55	53.70	0.0086	0.0117	7.979		

- Station 20 -

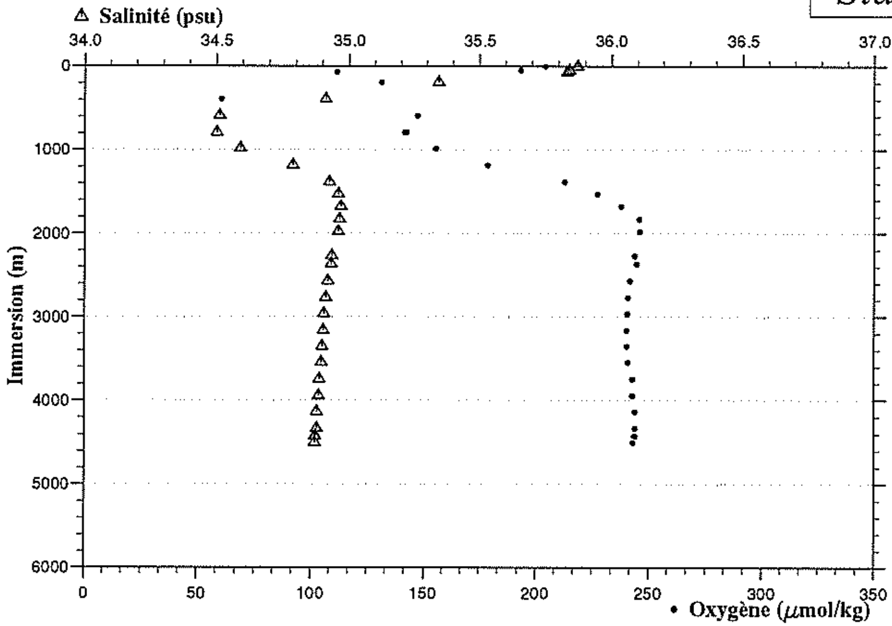


△ Salinité (psu)
• Oxygène (μmol/kg)
Immersion (m)
△ F11 (pmol/kg)
• F12 (pmol/kg)
Immersion (m)
× Phosphate (μmol/kg)
△ Silicate (μmol/kg)
• Nitrate (μmol/kg)
Immersion (m)
× Alcalinité (μmol/kg)
△ TCO2 (μmol/kg)
• pH
Immersion (m)

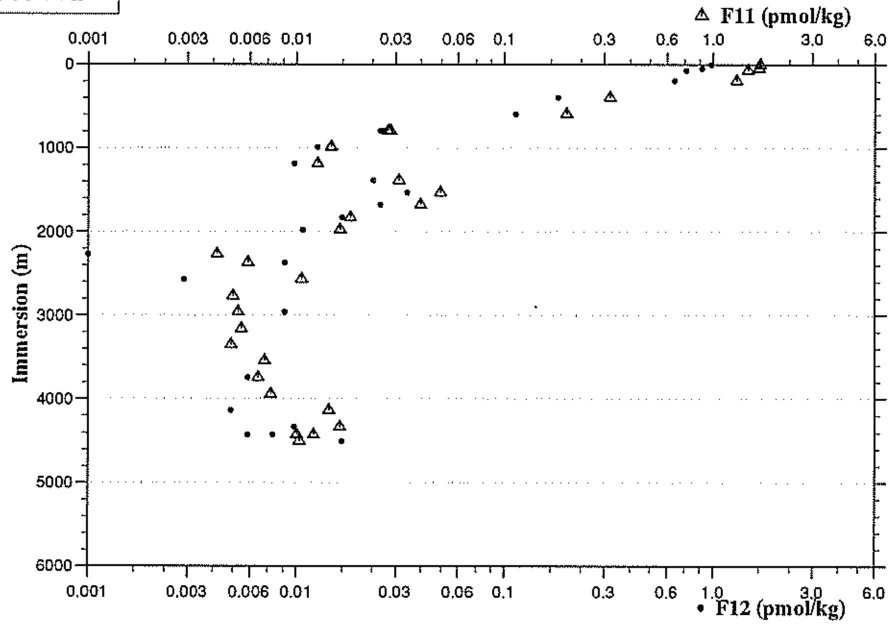
Station	: 021	Campagne	: CITHER 3
Date	: 22-01-95	Heure	: 0 h 40 mn
Latitude	: S 2 29.94	Longitude	: W 7 19.97
P. max	: 4576	Nb prel	: 30

PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
4.2	4.2	26.777	23.4452	35.872	204.2	0.00	0.12	0.98	1.6965	0.9830	8.344		2017.28
44.0	43.8	24.452	24.1681	35.839 3	193.4 3	2.08	0.27	1.73	1.6650	0.8911	8.297		
66.9	66.5	15.640	26.2939	35.832 3	111.4 3	2.08	0.27	1.73	1.4784	0.7457	8.294		
196.0	194.8	13.497	26.5588	35.343	131.4	19.43	1.26	7.63	1.3020	0.6529	8.039		
395.0	392.5	9.736	26.9335	34.914	60.7 3	33.38	2.06	14.79	0.3201	0.1819	7.800		
595.4	591.3	5.610	27.2118	34.511	147.5	33.11	2.18	24.78	0.1980	0.1135	7.844		
795.7	789.8	4.668	27.3166	34.503	142.4	34.97	2.33	30.95	0.0285	0.0264	7.820		
796.1	790.2	4.667	27.3166	34.502	141.7	34.97	2.34	30.94	0.0277	0.0254	7.821		
995.1	987.3	4.328	27.4254	34.591	155.6	33.00	2.22	31.95	0.0147	0.0127	7.838		
1194.8	1184.8	4.243	27.5910	34.787	178.8	28.78	1.90	27.12	0.0127	0.0098	7.892		
1395.2	1382.9	4.208	27.7061	34.927	212.7	23.68	1.54	20.79	0.0311	0.0235	7.953		
1545.3	1531.1	4.113	27.7433	34.961	227.3 3	22.01	1.41	19.80	0.0496	0.0342	7.977		
1695.0	1678.9	3.849	27.7797	34.971	237.9	21.14	1.35	19.72	0.0398	0.0254	7.992		
1845.5	1827.3	3.532	27.8078	34.966	245.8	20.77	1.33	20.55	0.0182	0.0166	7.994		
1994.1	1973.7	3.337	27.8221	34.961	246.1	20.72	1.32	22.22	0.0162	0.0108	8.004		
2294.8	2269.7	2.899	27.8450	34.938	243.7	21.47	1.39	30.47	0.0042	0.0010	7.996		
2395.7	2369.0	2.825	27.8501	34.936	244.6	21.43	1.39	31.30	0.0059	0.0088	7.999		
2595.2	2565.1	2.657	27.8555	34.923	241.9	21.93	1.44	35.22	0.0106	0.0029	7.996		
2796.3	2762.5	2.501	27.8627	34.915	240.9	22.25 6	1.45 6	38.45 6	0.0050	0.0000	7.996		
2997.0	2959.5	2.378	27.8677	34.908	240.6	22.31	1.46	40.56	0.0053	0.0088	7.997		
3195.1	3153.6	2.320	27.8709	34.906	240.4	22.52	1.47	41.40	0.0055		7.993		
3396.4	3350.8	2.213	27.8759	34.901	240.4	22.52	1.47	43.64	0.0049		7.998		
3594.8	3544.9	2.149	27.8772	34.899	241.1	22.58 6	1.48 6	44.73 6	0.0071	0.0000	7.992		
3797.8	3743.4	2.064	27.8817	34.892	243.0	22.43	1.47	45.61	0.0066	0.0059	7.991		
3996.8	3937.7	2.014	27.8817	34.888	243.0	22.60	1.50	46.87	0.0076		7.989		
4197.3	4133.4	1.932	27.8834	34.882	244.0	22.67 6	1.49 6	48.78	0.0144	0.0049	7.990		
4398.1	4329.2	1.895	27.8847	34.880	244.2	22.68	1.51	49.74	0.0162	0.0098	7.988		
4496.9	4425.4	1.851	27.8841	34.874	243.8	22.89	1.52	51.18	0.0121	0.0059	7.987		
4497.3	4425.8	1.851	27.8849	34.876	244.0	22.89	1.52	51.18	0.0101	0.0078	7.987		
4576.6	4503.1	1.828	27.8843	34.873	243.2	23.02	1.52	52.08	0.0104	0.0166	7.987		

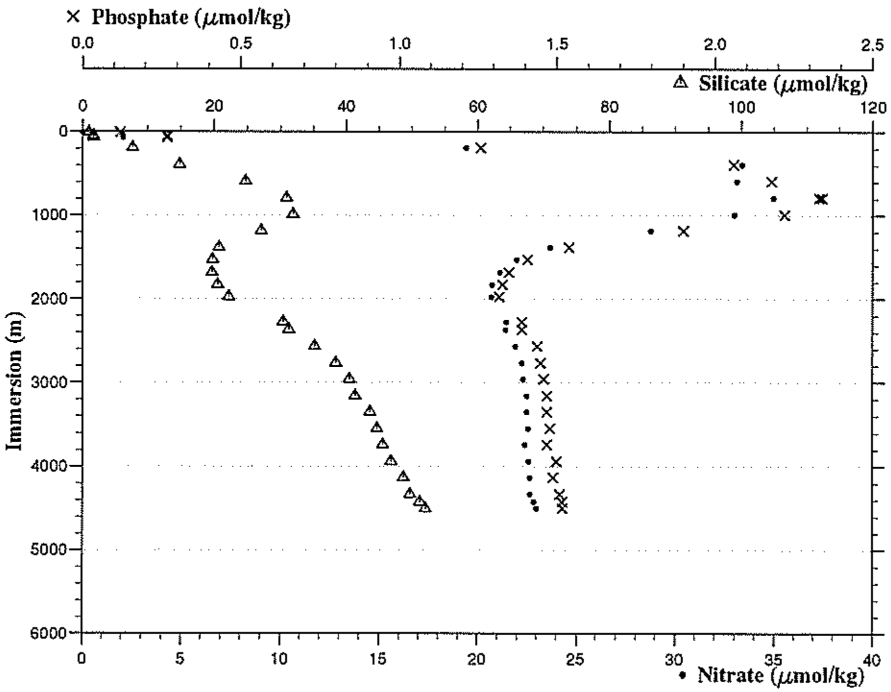
- Station 21 -



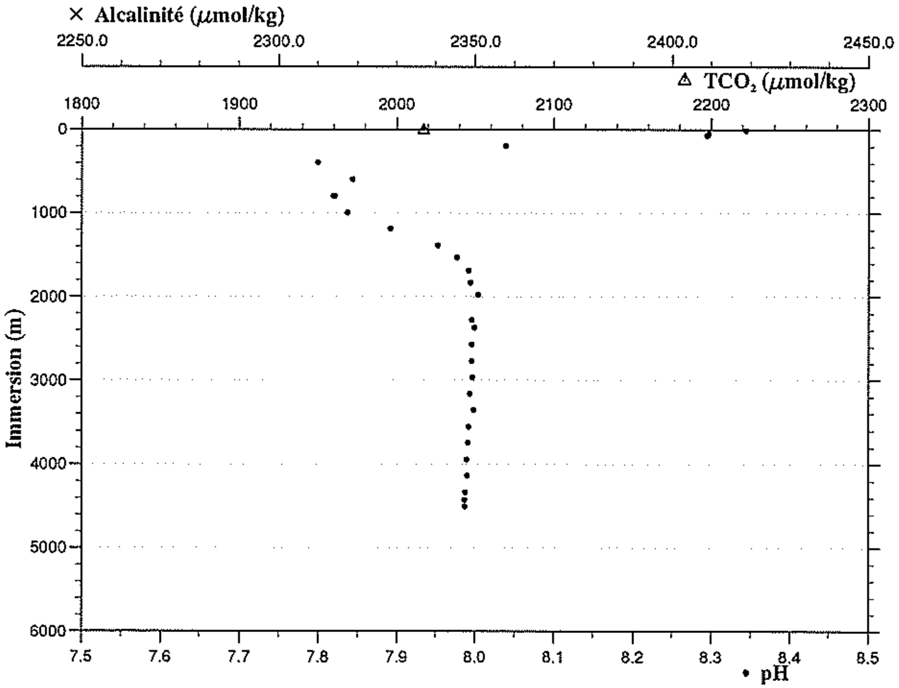
△ Salinité (psu)
34.0 34.5 35.0 35.5 36.0 36.5 37.0
Immersion (m)
0 1000 2000 3000 4000 5000 6000
0 50 100 150 200 250 300 350
• Oxygène (µmol/kg)



△ F11 (pmol/kg)
0.001 0.003 0.006 0.01 0.03 0.06 0.1 0.3 0.6 1.0 3.0 6.0
Immersion (m)
0 1000 2000 3000 4000 5000 6000
0.001 0.003 0.006 0.01 0.03 0.06 0.1 0.3 0.6 1.0 3.0 6.0
• F12 (pmol/kg)



× Phosphate (µmol/kg)
0.0 0.5 1.0 1.5 2.0 2.5
△ Silicate (µmol/kg)
0 20 40 60 80 100 120
Immersion (m)
0 1000 2000 3000 4000 5000 6000
0 5 10 15 20 25 30 35 40
• Nitrate (µmol/kg)

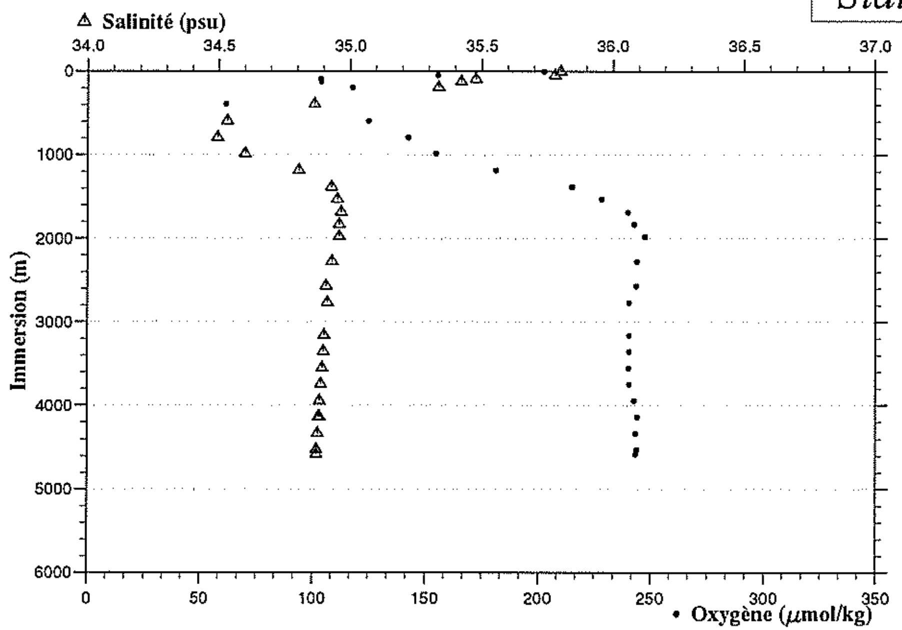


× Alcalinité (µmol/kg)
2250.0 2300.0 2350.0 2400.0 2450.0
△ TCO₂ (µmol/kg)
1800 1900 2000 2100 2200 2300
Immersion (m)
0 1000 2000 3000 4000 5000 6000
7.5 7.6 7.7 7.8 7.9 8.0 8.1 8.2 8.3 8.4 8.5
• pH

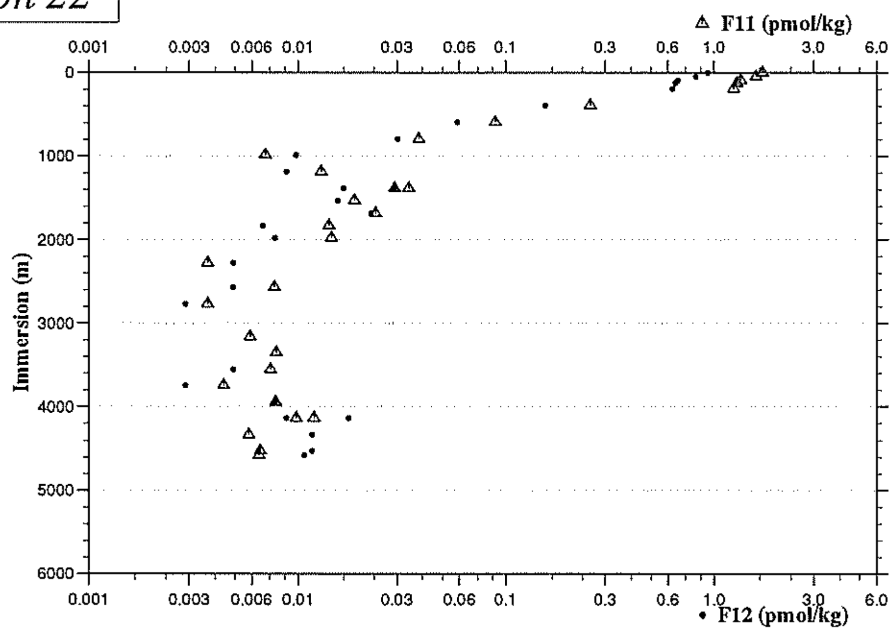
Station	: 022	Campagne	: CITHER 3
Date	: 22-01-95	Heure	: 6 h 36 mn
Latitude	: S 3 0.06	Longitude	: W 7 26.83
P. max	: 4657	Nb prel	: 30

PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
3.7	3.7	26.885	23.3572	35.801	202.8 3	0.00	0.09	0.98	1.7111	0.9381	8.345	2353.4	2016.58 6
46.6	46.3	19.407	25.4919	35.779 3	155.5 3	10.16	0.72	3.48	1.6042	0.8189	8.180	2351.9	2108.82
97.1	96.5	14.516	26.4433	35.477	103.8	20.97	1.33	7.14	1.3513	0.6744	7.996	2332.4	2175.76
122.0	121.3	14.125	26.4899	35.421	103.9	21.47	1.38	7.47	1.2940	0.6529	7.987	2328.3	2176.56
196.7	195.5	13.430	26.5672	35.337	118.0	21.01	1.34	8.06	1.2451	0.6305	7.999	2326.5	2169.88
396.3	393.7	9.420	26.9487	34.864 3	61.4	34.31	2.11	15.80	0.2547	0.1555	7.782	2302.4	2231.68
596.3	592.2	5.749	27.2120	34.532	125.0	35.03	2.29 6	25.34 6	0.0889	0.0587	7.798	2298.3	2219.69
795.4	789.5	4.741	27.3020	34.495	142.4	35.13	2.32	30.76	0.0384	0.0303	7.810	2303.6	2221.56
995.7	987.8	4.253	27.4437	34.599	154.7	33.30 6	2.22 6	32.91 6	0.0070	0.0098	7.833	2312.0	2221.07
1195.3	1185.3	4.249	27.6031	34.805	181.4 3	28.32	1.87	27.08	0.0129	0.0088	7.896	2317.9	2202.87
1395.5	1383.2	4.164	27.7124	34.931	214.9	23.45	1.53	21.09	0.0343	0.0293	7.953	2319.8	
1395.8	1383.5	4.162	27.7134	34.930	215.2	23.45	1.52	20.92	0.0293	0.0166	7.956	2318.4	2180.97
1546.2	1532.0	3.899	27.7593	34.951	228.5	22.12	1.42	20.33	0.0187	0.0156	7.974	2319.0	2174.08
1695.8	1679.6	3.708	27.7901	34.966	240.2	21.08	1.34	19.74	0.0236	0.0225	7.991	2320.9	2169.37
1846.0	1827.8	3.455	27.8090	34.959	242.9	21.08	1.35	22.39	0.0141	0.0068	7.994	2323.2	2170.46
1996.7	1976.3	3.215	27.8314	34.959	247.8	20.66	1.32	24.04	0.0145	0.0078	8.000	2324.5	2170.26
2295.7	2270.6	2.897	27.8460	34.933	244.1	21.36	1.38	30.42	0.0037	0.0049	7.993	2330.0	2177.32
2597.0	2566.8	2.632	27.8577	34.910 3	243.8	21.86	1.42	35.46	0.0077	0.0049	7.991	2337.1	2182.08
2797.2	2763.4	2.484	27.8626	34.915	240.8	22.23	1.45	39.18	0.0037	0.0029	7.991	2339.8	2188.94
2996.1	2958.6	2.391	27.8674										
3196.6	3155.1	2.301	27.8710	34.903	240.6	22.44	1.46	42.21	0.0059		7.987	2345.7	2191.98
3396.3	3350.7	2.228	27.8747	34.900	240.6	22.52	1.47	43.08	0.0079		7.987	2346.9	2194.11
3597.0	3547.0	2.165	27.8774	34.897	240.5	22.55 6	1.47 6	44.64 6	0.0074	0.0049	7.986	2348.3	2196.88
3796.9	3742.5	2.075	27.8792	34.890	240.6	22.68	1.49	46.87	0.0044	0.0029	7.986	2349.2	2199.68
3997.3	3938.2	1.995	27.8816	34.885	243.1	22.59	1.49	47.20	0.0078	0.0078	7.986	2348.8	2199.10
4196.2	4132.3	1.942	27.8834	34.885	244.4	22.55	1.48	47.90	0.0120	0.0176	7.987	2347.7	
4198.3	4134.3	1.940	27.8835	34.882	244.5	22.55	1.48	48.15	0.0098	0.0088	7.986	2349.7	2197.52
4398.5	4329.5	1.886	27.8846	34.878	243.5	22.75	1.50	49.64	0.0058	0.0117	7.981	2349.7	2199.17
4597.8	4523.7	1.849	27.8843	34.874	244.0	22.79	1.50	51.04	0.0066	0.0117	7.982	2351.0	2201.26
4654.9	4579.3	1.847	27.8844	34.875	243.4	22.83	1.50	51.37	0.0065	0.0108	7.984	2352.6 6	2202.36 6

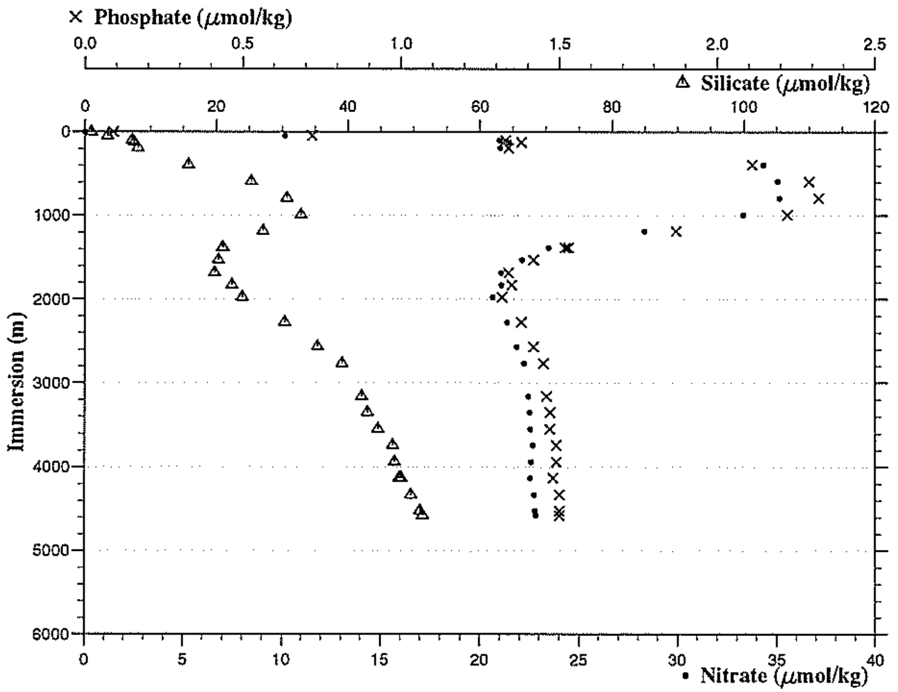
- Station 22 -



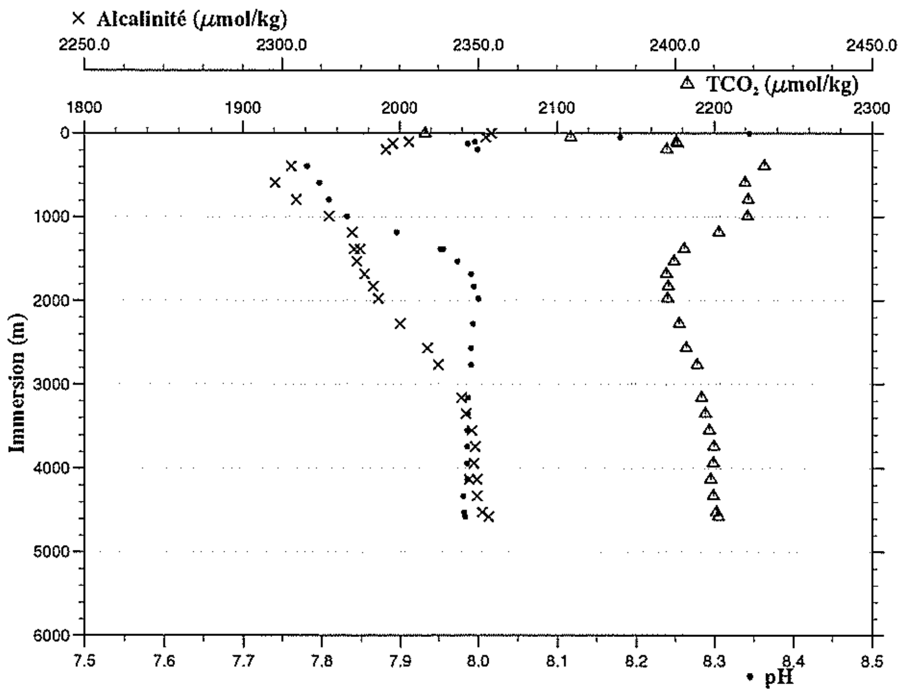
Salinité (psu)
Immersion (m)
Oxygène (µmol/kg)



F11 (pmol/kg)
Immersion (m)
F12 (pmol/kg)



Phosphate (µmol/kg)
Silicate (µmol/kg)
Immersion (m)
Nitrate (µmol/kg)

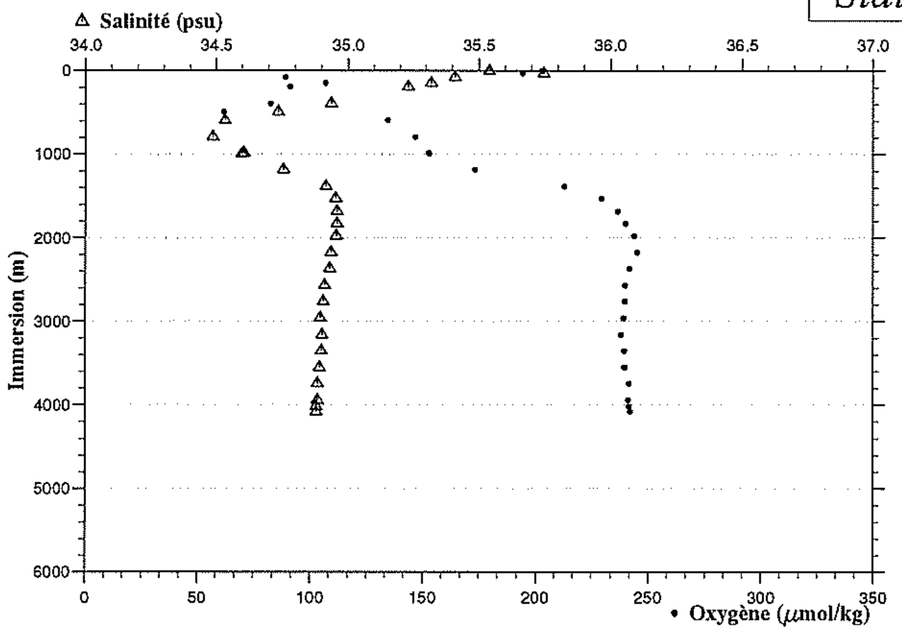


Alcalinité (µmol/kg)
TCO₂ (µmol/kg)
Immersion (m)
pH

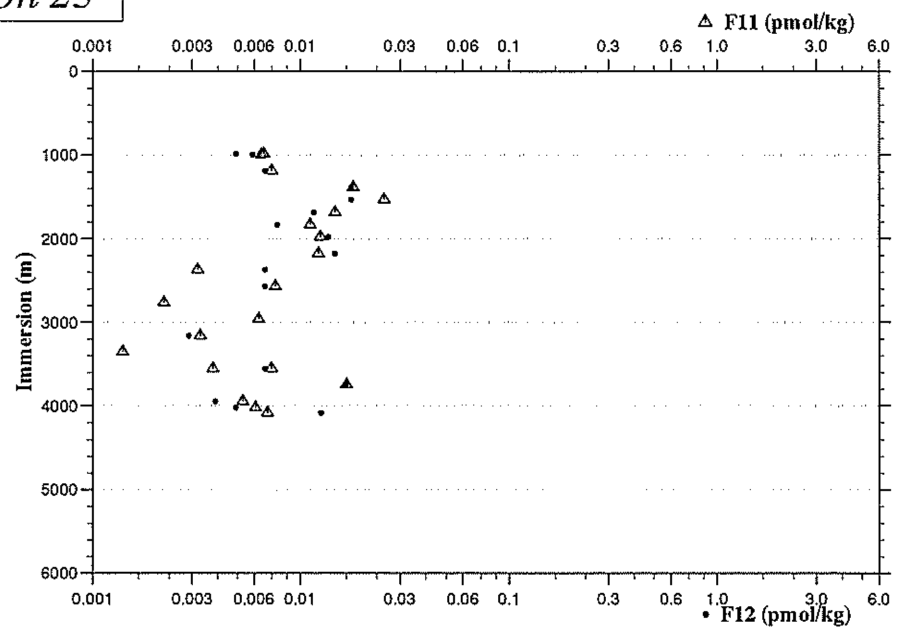
Station : 023	Campagne : CITHER 3
Date : 22-01-95	Heure : 12 h 22 mn
Latitude : S 3 30.08	Longitude : W 7 33.29
P. max : 4140	Nb prel : 30

PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
3.3	3.3	27.329	23.0158	35.539	203.1	0.00	0.11	0.82			8.342	2336.8	2007.04
30.3	30.1	24.251	24.1399	35.748 3	194.5 3	1.87	0.28	1.81			8.288		
76.9	76.5	14.071	26.4930	35.410	89.2 3	22.59	1.46	7.91			7.982		
145.2	144.3	13.288	26.5809	35.318	106.7 3	21.88	1.43	8.24			7.980		
195.3	194.1	12.569	26.6579	35.230	91.1	24.30	1.57	9.57			7.934		
395.2	392.6	10.107	26.8851	34.938	82.6 3	29.87	1.89	13.69			7.854		
495.9	492.6	8.141	27.0492	34.738	61.7 3	35.68	2.28	18.98			7.761		
594.5	590.4	5.990	27.1841	34.535	134.6	33.17	2.19	23.36			7.829		
794.7	788.8	4.797	27.2910	34.488	146.7	33.99	2.29	29.97			7.822		
995.8	987.9	4.293	27.4386	34.607	152.9	32.91	2.22	32.29	0.0067	0.0049	7.840		
996.2	988.3	4.300	27.4347	34.599	153.2	32.96	2.22	32.53	0.0065	0.0059	7.842		
1195.7	1185.7	4.177	27.5719	34.757	173.3	29.47	1.96	28.81	0.0073	0.0068	7.880		
1396.5	1384.2	4.103	27.7149	34.918	213.1	23.62	1.59	21.64	0.0180	0.0176	7.945		
1546.4	1532.2	3.923	27.7601	34.954	229.6	21.88	1.41	19.82	0.0252	0.0176	7.973		
1695.8	1679.6	3.707	27.7862	34.960	236.7	21.26	1.39	20.24	0.0147	0.0117	7.990		
1845.5	1827.3	3.549	27.8013	34.959	240.1	21.09	1.36	21.40	0.0112	0.0078	7.994		
1995.2	1974.8	3.318	27.8208	34.956	243.8	20.93	1.35	23.47	0.0126	0.0137	7.998		
2195.5	2172.0	3.133	27.8328	34.938 3	245.2	20.89	1.35	26.12	0.0123	0.0147	7.996		
2389.3	2362.7	2.879	27.8452	34.932	241.7	21.60	1.40	31.33	0.0032	0.0068	7.994		
2596.2	2566.0	2.618	27.8549	34.912 3	239.8	22.11	1.41	36.88	0.0076	0.0068	7.993		
2794.7	2761.0	2.469	27.8623	34.909	239.7	22.28	1.45	39.53	0.0022		7.988		
2993.6	2956.1	2.344	27.8681	34.896 3	239.3	22.32	1.45	41.71	0.0063		7.987		
3196.2	3154.7	2.284	27.8716	34.903	238.0	22.49	1.47	42.96	0.0033	0.0029	7.986		
3396.0	3350.3	2.237	27.8739	34.900	239.5	22.52	1.47	43.56 6	0.0014	0.0000	7.988		
3595.8	3545.8	2.144	27.8768	34.893	239.5	22.67	1.49	45.29	0.0073	0.0068	7.984		
3597.1	3547.1	2.144	27.8775	34.893	239.7	22.62	1.48	45.46	0.0038		7.987		
3795.6	3741.2	2.043	27.8810	34.886	241.6	22.67	1.48	46.80	0.0167	0.0166	7.988		
3997.6	3938.5	1.989	27.8813	34.885	241.3	22.72	1.49	48.32	0.0053	0.0039	7.986		
4077.1	4016.1	1.967	27.8814	34.882	241.5	22.76	1.52	48.50	0.0061	0.0049	7.984		
4138.0	4075.5	1.930	27.8827	34.881	242.2	22.81	1.49	49.22	0.0070	0.0127	7.985		

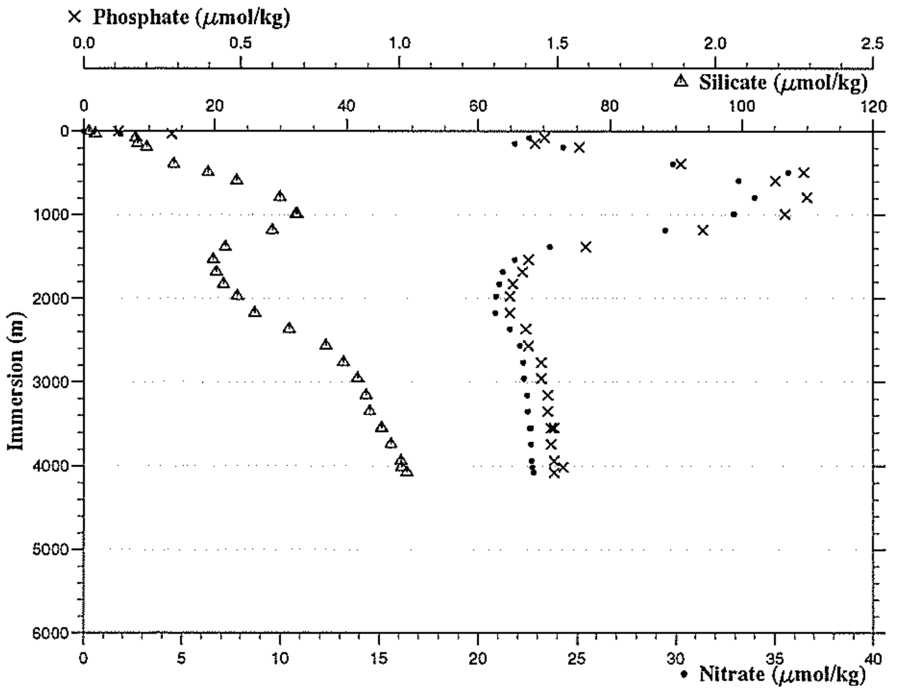
- Station 23 -



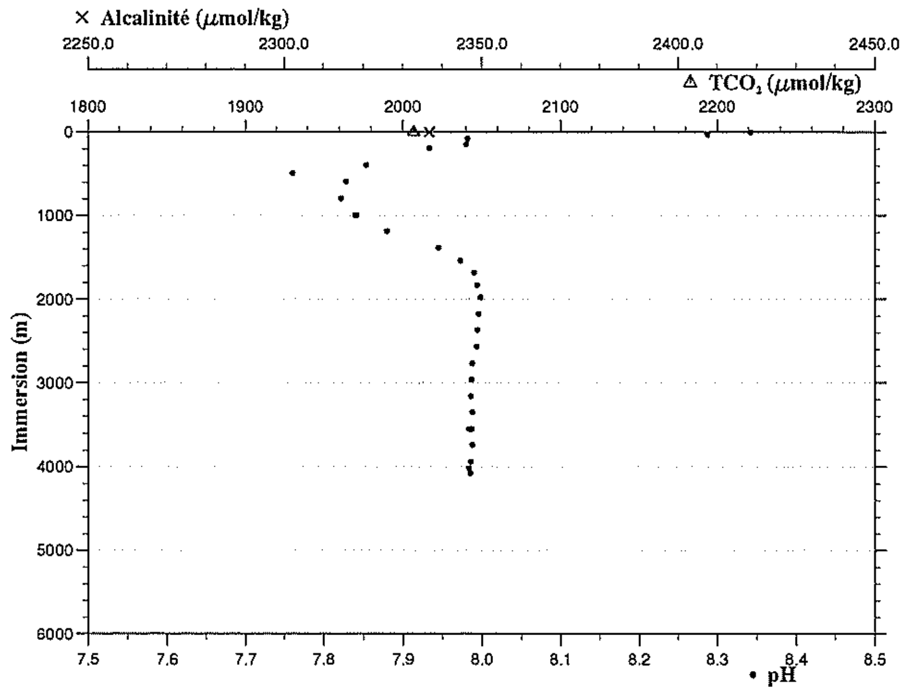
Salinité (psu)
34.0 34.5 35.0 35.5 36.0 36.5 37.0
Immersion (m)
0 1000 2000 3000 4000 5000 6000
0 50 100 150 200 250 300 350
Oxygène (µmol/kg)



F11 (pmol/kg)
0.001 0.003 0.006 0.01 0.03 0.06 0.1 0.3 0.6 1.0 3.0 6.0
Immersion (m)
0 1000 2000 3000 4000 5000 6000
F12 (pmol/kg)



Phosphate (µmol/kg)
0.0 0.5 1.0 1.5 2.0 2.5
Silicate (µmol/kg)
0 20 40 60 80 100 120
Immersion (m)
0 1000 2000 3000 4000 5000 6000
0 5 10 15 20 25 30 35 40
Nitrate (µmol/kg)

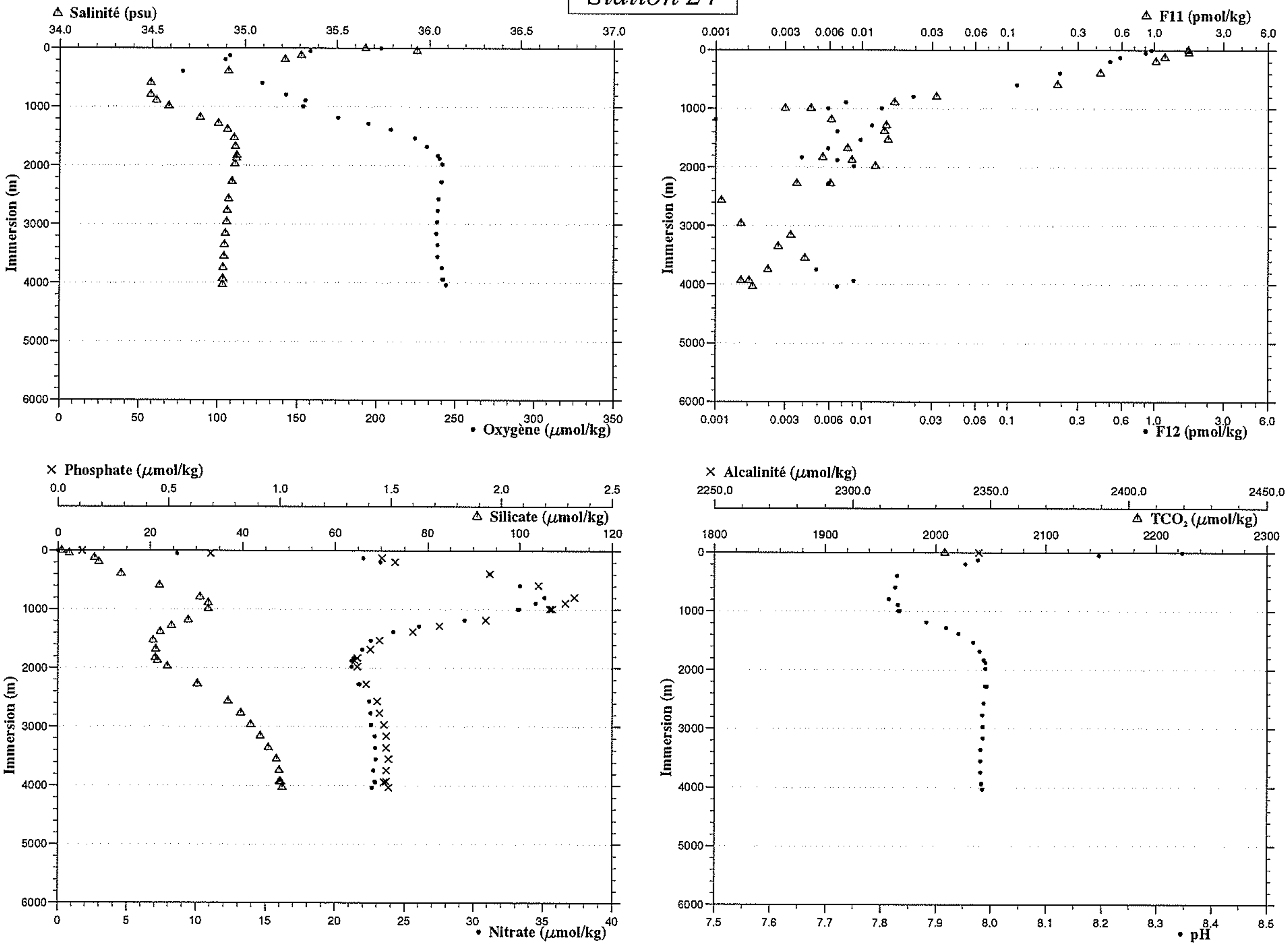


Alcalinité (µmol/kg)
2250.0 2300.0 2350.0 2400.0 2450.0
TCO2 (µmol/kg)
1800 1900 2000 2100 2200 2300
Immersion (m)
0 1000 2000 3000 4000 5000 6000
7.5 7.6 7.7 7.8 7.9 8.0 8.1 8.2 8.3 8.4 8.5
pH

Station : 024		Campagne : CITHER 3	
Date : 22-01-95		Heure : 17 h 54 mn	
Latitude : S 3 59.92		Longitude : W 7 40.16	
P. max : 4092		Nb prel : 30	

PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
3.4	3.4	27.128	23.1679	35.654	202.7 3	0.00	0.11	0.81	1.7319	0.9627	8.347	2345.7	2008.44 6
47.4	47.1	20.116	25.4344	35.934 3	158.3 3	8.61	0.69	2.47	1.7406	0.8755	8.196		
123.1	122.4	13.169	26.5959	35.306	107.3	22.02	1.46	7.94	1.1856	0.5827	7.977		
196.5	195.3	12.501	26.6605	35.219	104.6	23.27	1.52	8.93	1.0303	0.4996	7.954		
396.7	394.1	9.855	26.9088	34.913	77.6 3	31.19	1.95	13.74	0.4285	0.2259	7.830		
595.2	591.1	6.292	27.1650	34.493 4	127.7 4	33.38	2.17	22.02	0.2174	0.1154	7.827		
795.1	789.2	4.704	27.3045	34.493	142.8	35.14	2.33	30.80	0.0324	0.0225	7.816		
895.2	888.3	4.358	27.3688	34.523	155.1	34.53	2.29	32.62	0.0167	0.0078	7.832		
996.6	988.7	4.251	27.4312	34.592	153.8	33.32	2.22	32.62	0.0045	0.0059	7.835		
997.0	989.1	4.253	27.4302	34.589	153.7	33.20 6	2.23 6	32.62 6	0.0030	0.0137	7.833		
1194.9	1184.9	4.166	27.5786	34.762	176.0	29.35	1.93	28.32	0.0062	0.0010	7.883		
1296.4	1285.2	4.120	27.6598	34.859	195.0	26.08	1.72 6	24.67	0.0147	0.0117	7.919		
1395.5	1383.2	4.086	27.7040	34.908	208.9	24.18	1.60	22.27	0.0143	0.0068	7.942		
1546.0	1531.8	3.928	27.7508	34.946	224.3	22.59	1.45	20.69	0.0151	0.0098	7.969		
1694.6	1678.4	3.708	27.7782	34.951	231.7	21.96	1.41	21.27	0.0080	0.0059	7.980		
1846.6	1828.3	3.570	27.7992	34.959	238.9	21.37	1.35	21.11	0.0054	0.0039	7.988		
1894.7	1875.7	3.524	27.8029	34.958	240.0	21.21	1.34	21.61	0.0086	0.0068	7.991		
1995.6	1975.2	3.345	27.8149	34.949	241.8	21.20	1.35	23.76	0.0124	0.0088	7.991		
2296.6	2271.5	2.947	27.8398	34.933	241.5	21.70	1.39	30.39	0.0061	0.0059	7.990		
2297.6	2272.5	2.946	27.8398	34.935	241.3	21.78	1.39 6	30.22	0.0036	-.0029	7.993		
2597.9	2567.7	2.620	27.8548	34.916	239.5	22.49	1.44	36.93	0.0011		7.988		
2796.1	2762.3	2.470	27.8606	34.908	239.1	22.58	1.45	39.66	0.0000		7.985		
2998.8	2961.2	2.361	27.8659	34.905	238.7	22.62	1.47	41.85	0.0015		7.986		
3197.2	3155.6	2.268	27.8697	34.899	238.2	22.87	1.48	43.90	0.0033	0.0000	7.986		
3398.2	3352.5	2.179	27.8747	34.894	238.9	22.91	1.48	45.58	0.0027		7.982		
3597.7	3547.7	2.112	27.8769	34.891	238.9	22.95	1.49	47.36	0.0041	0.0000	7.982		
3796.7	3742.2	2.016	27.8815	34.885	241.8	22.78	1.48	47.98	0.0023	0.0049	7.982		
3994.2	3935.1	1.988	27.8829	34.884	242.2	22.86	1.48	48.07	0.0017		7.984		
3995.9	3936.8	1.988	27.8821	34.885	242.7	22.90	1.47	48.34	0.0015	0.0088	7.984		
4092.1	4030.7	1.971	27.8827	34.884	244.3	22.69	1.49	48.70	0.0018	0.0068	7.985		

- Station 24 -

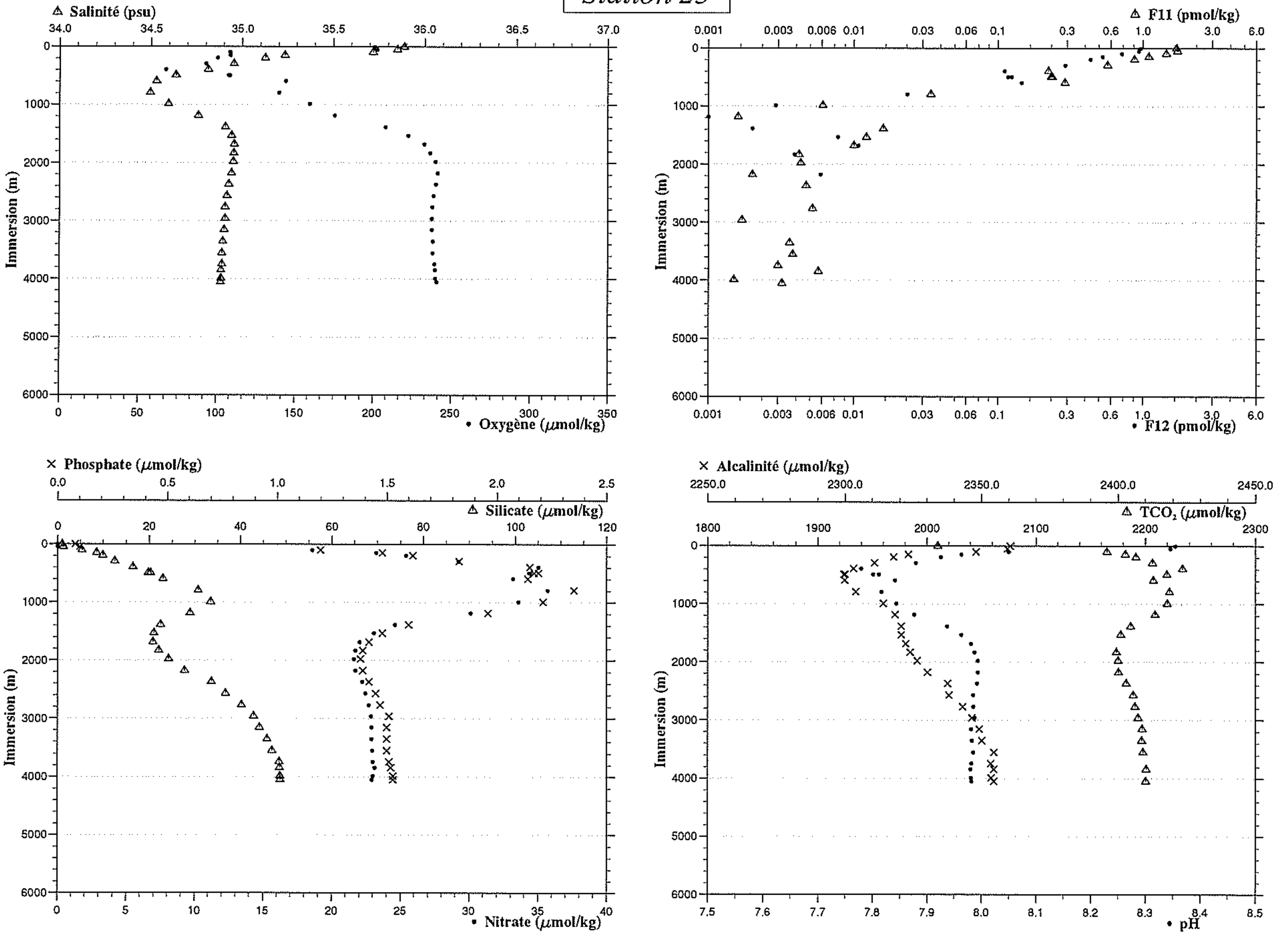


△ Salinité (psu)
• Oxygène (µmol/kg)
Immersion (m)
△ F11 (pmol/kg)
• F12 (pmol/kg)
× Phosphate (µmol/kg)
△ Silicate (µmol/kg)
• Nitrate (µmol/kg)
× Alcalinité (µmol/kg)
△ TCO₂ (µmol/kg)
• pH

Station	: 025	Campagne	: CITHER 3
Date	: 22-01-95	Heure	: 23 h 26 mn
Latitude	: S 4 29.90	Longitude	: W 7 46.80
P. max	: 4112	Nb prel	: 30

PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
3.3	3.3	27.146	23.3399	35.888	201.6	0.02	0.08	1.03	1.7039	0.9684	8.355	2360.6 6	2009.97 6
47.1	46.8	26.566	23.4896	35.851 3	203.0 3	0.02	0.10	1.20	1.7273	0.9391	8.346	2359.6	
96.7	96.1	16.637	26.1632	35.718 3	108.7	18.57	1.20	5.31	1.4509	0.7183	8.050	2348.0	2164.88
145.9	145.0	12.525	26.6634	35.233 3	109.1 3	23.24	1.48	8.56	1.0977	0.5299	7.963	2323.2	2181.66
195.7	194.5	11.745	26.7372	35.125	100.9	25.41	1.62	9.92	0.8764	0.4361	7.926	2317.9	2191.33
297.1	295.2	10.262	26.8701	34.955	93.3	29.22	1.83	12.48	0.5723	0.2914	7.880	2310.8	2206.35
394.5	391.9	8.847	26.9954	34.813	67.8	35.04	2.15	16.50	0.2226	0.1115	7.780	2303.1	2233.72
495.4	492.1	7.104	27.1160	34.635	108.7 3	34.42	2.19	20.25	0.2319	0.1174	7.812	2300.0	2219.39
495.6	492.3	7.101	27.1140	34.637	108.1 3	34.31	2.17	19.83	0.2364	0.1242	7.802	2299.5	
596.0	591.9	6.024	27.1758	34.530	144.4	33.18	2.14 6	23.05 6	0.2894	0.1457	7.842	2299.9	2207.45
796.4	790.5	4.756	27.2972	34.495	140.3	35.70	2.35	30.75	0.0342	0.0235	7.817	2304.0	2221.82
994.8	986.9	4.146	27.4495	34.596	160.0	33.57	2.21	33.47	0.0061	0.0029	7.844	2314.1	2219.89
1194.9	1184.9	4.162	27.5798	34.758	175.8	30.10	1.96	29.03	0.0016	0.0010	7.877	2318.3	2208.79
1395.5	1383.2	4.099	27.7018	34.907	208.5	24.61	1.60	22.53	0.0160	0.0020	7.937	2320.6	2186.48
1545.6	1531.4	3.943	27.7461	34.943	222.9	23.06	1.48	21.08	0.0122	0.0078	7.963	2320.6	2177.54
1695.3	1679.1	3.761	27.7783	34.957	233.4	22.04	1.42	20.82	0.0100	0.0108	7.981	2322.2	
1844.7	1826.4	3.564	27.7958	34.955	237.1	21.74	1.39	22.18	0.0042	0.0039	7.988	2323.9	2173.28
1995.4	1975.0	3.320	27.8150	34.952	240.4	21.65	1.38	24.30	0.0043		7.993	2326.5	2175.14
2195.7	2172.2	3.085	27.8317	34.943	241.7	21.73	1.39	27.79	0.0020	0.0059	7.993	2330.3	2175.42
2395.0	2368.2	2.807	27.8453	34.928	240.7	22.21 6	1.42	33.66 6	0.0047		7.992	2337.5	2182.39
2594.7	2564.5	2.629	27.8540	34.917	239.2	22.45	1.45	36.81	0.0000		7.985	2338.0	2188.99
2795.0	2761.2	2.466	27.8610	34.907 3	238.5	22.71	1.47	40.29	0.0052		7.985	2343.1	2190.40
2996.7	2959.1	2.354	27.8657	34.907	238.2	22.88	1.51	43.02	0.0017		7.988	2346.6	2193.50
3189.1	3147.7	2.272	27.8702	34.902	238.2	22.92	1.50	44.29	0.0000		7.981	2349.1	2196.90
3396.6	3350.9	2.168	27.8764	34.896	238.6	22.92	1.50	45.92	0.0036		7.983	2350.2	2196.69
3596.7	3546.7	2.097	27.8790	34.892	238.8	22.96	1.50	47.00	0.0038		7.985	2354.5	2197.94
3795.0	3740.5	2.035	27.8808	34.890	239.7	22.99 6	1.51 6	48.56	0.0030		7.982	2353.4	
3897.4	3840.6	2.019	27.8805	34.886	240.1	23.12	1.52	48.62	0.0057		7.980	2354.5	2200.96
4045.9	3985.6	1.995	27.8808	34.885	240.3	22.99	1.53	48.79	0.0015		7.981	2353.6	
4108.2	4046.4	1.967	27.8822	34.883	241.3	22.95	1.53	48.78	0.0032		7.982	2354.5 6	2200.30 6

- Station 25 -

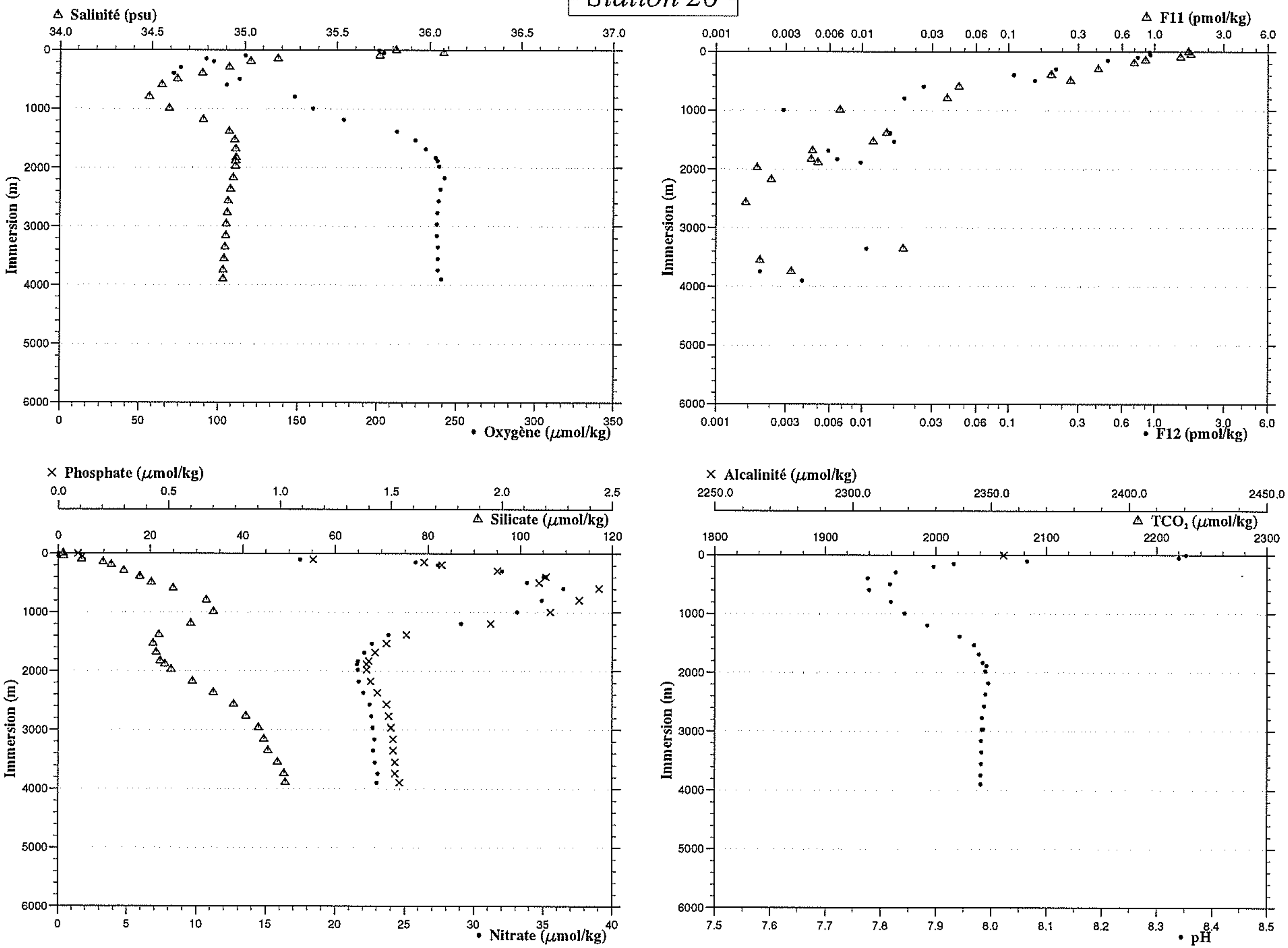


Salinité (psu)
Immersion (m)
Oxygène (µmol/kg)
F11 (pmol/kg)
F12 (pmol/kg)
Phosphate (µmol/kg)
Silicate (µmol/kg)
Nitrate (µmol/kg)
Alcalinité (µmol/kg)
TCO2 (µmol/kg)
pH

Station	: 026	Campagne	: CITHER 3
Date	: 23-01-95	Heure	: 5 h 1 mn
Latitude	: S 4 59.97	Longitude	: W 7 53.37
P. max	: 3954	Nb prel	: 30

PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
2.4	2.4	27.037	23.3213	35.817	201.2	0.02	0.09	1.12	1.7177	0.9293	8.353	2354.6	
47.1	46.8	26.390	23.7083	36.074 3	204.4 3	0.02	0.11	1.20	1.7732	0.9428	8.340		
97.6	97.0	16.772	26.0868	35.731 3	117.2 3	17.46	1.15	5.10	1.5078	0.7701	8.065		
145.1	144.2	12.057	26.7157	35.179	92.2	25.77	1.65	9.84	0.8708	0.4800	7.932		
196.2	195.0	10.943	26.8140	35.032	97.1	27.39	1.73	11.53	0.7299		7.896		
295.9	294.1	9.903	26.9046	34.918	76.3 3	32.02	1.98	14.31	0.4128	0.2112	7.828		
395.4	392.8	8.455	27.0247	34.771	71.7	35.20	2.20	17.69	0.1963	0.1086	7.777		
395.7	393.1	8.457	27.0252	34.772	72.4	35.03	2.20	17.85	0.1969	0.1095	7.777		
495.8	492.5	7.167	27.1095	34.637	113.4	33.85	2.17	20.28	0.2652	0.1516	7.817		
596.7	592.5	6.015	27.1983	34.553	105.5	36.47	2.44	25.00	0.0456	0.0264	7.780		
796.8	790.9	4.531	27.3182	34.486	148.3	34.90	2.35	32.07	0.0381	0.0196	7.819		
996.3	988.4	4.168	27.4424	34.593	159.9	33.11	2.22	33.65	0.0071	0.0029	7.844		
1196.7	1186.7	4.102	27.5933	34.775	179.4	29.08	1.95	28.75	0.0000		7.885		
1395.0	1382.6	4.136	27.7082	34.919	212.7	23.83	1.57	21.91	0.0148	0.0156	7.943		
1545.9	1531.7	3.972	27.7462	34.947	224.3	22.64	1.48	20.64	0.0120	0.0166	7.969		
1697.3	1681.1	3.755	27.7734	34.952	231.1	22.09	1.43	21.38	0.0046	0.0059	7.978		
1846.5	1828.2	3.557	27.7972	34.955	237.3	21.62	1.40	22.21	0.0045	0.0068	7.985		
1897.8	1878.8	3.466	27.8039	34.953	238.3	21.58	1.39	23.21	0.0050	0.0098	7.992		
1996.2	1975.7	3.333	27.8160	34.951	239.5	21.62	1.39	24.54	0.0019	0.0000	7.990		
2195.8	2172.3	3.023	27.8351	34.939	243.0	21.70	1.41	29.22	0.0024	0.0000	7.995		
2395.9	2369.1	2.796	27.8455	34.926	240.5	22.03	1.44	33.65	0.0000		7.990		
2595.9	2565.7	2.569	27.8560	34.914	239.2	22.50	1.48	38.07	0.0016		7.988		
2796.2	2762.4	2.435	27.8628	34.909	238.5	22.62	1.49	40.73	0.0000	0.0000	7.984		
2998.2	2960.5	2.308	27.8695	34.902	238.2	22.70	1.50	43.51	0.0000	0.0000	7.986		
2998.5	2960.8	2.308	27.8687	34.903	238.0	22.70	1.50	43.48	0.0002	0.0000	7.984		
3196.0	3154.4	2.245	27.8716	34.900	238.2	22.85	1.51 6	44.64 6	0.0004	0.0000	7.982		
3397.6	3351.8	2.188	27.8747	34.897	238.6	22.74	1.51	45.49	0.0192	0.0108	7.983		
3597.1	3547.0	2.100	27.8772	34.892	238.6	22.86	1.52	47.61	0.0020	0.0000	7.982		
3796.8	3742.3	2.041	27.8803	34.887	238.8	23.07	1.52	48.92	0.0033	0.0020	7.981		
3955.6	3897.4	2.024	27.8801	34.887	240.9	23.02	1.54	49.25	0.0000	0.0039	7.981		

- Station 26 -

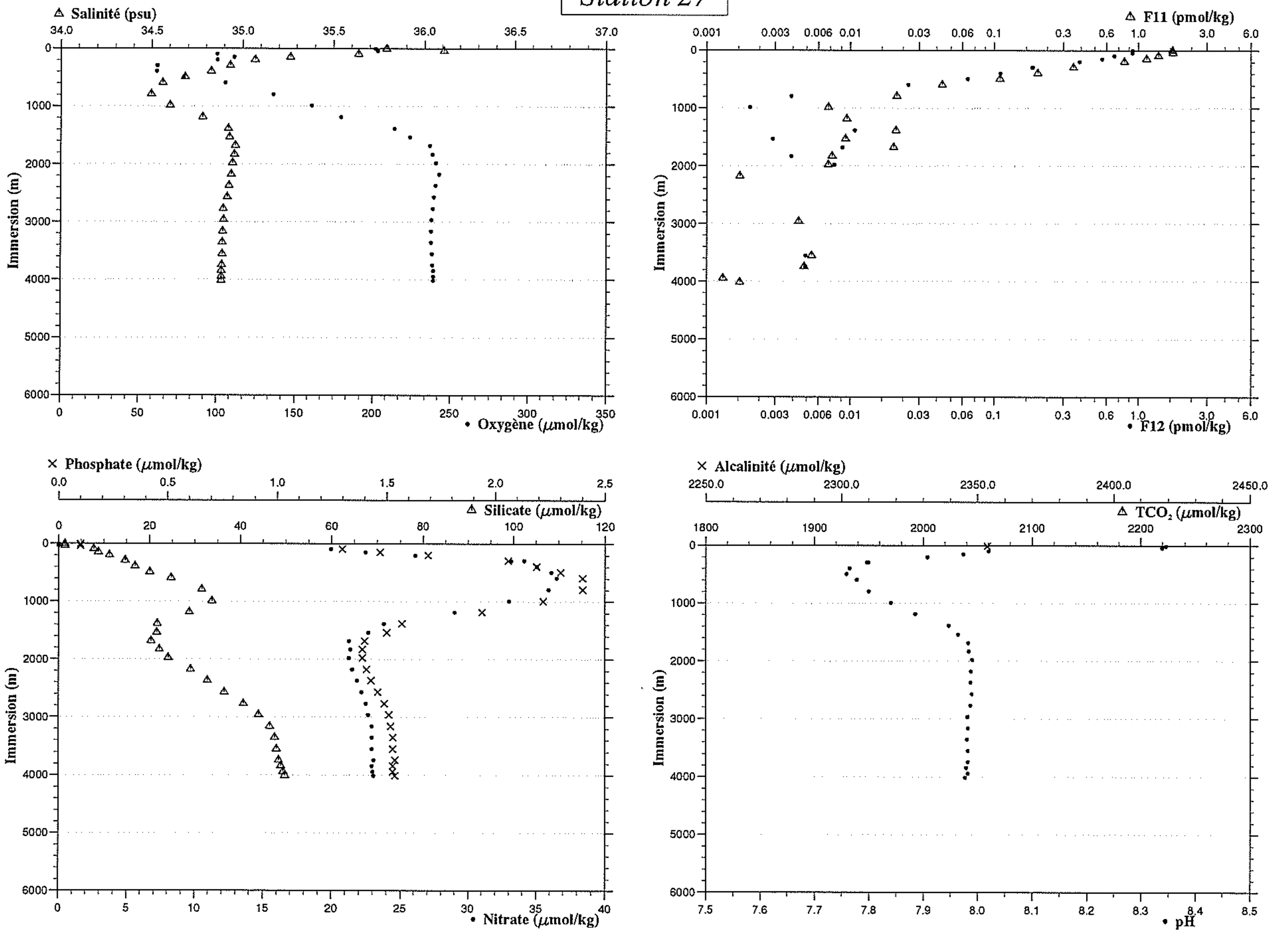


Salinité (psu)
Oxygène (µmol/kg)
Immersion (m)
F11 (pmol/kg)
F12 (pmol/kg)
Phosphate (µmol/kg)
Silicate (µmol/kg)
Nitrate (µmol/kg)
Alcalinité (µmol/kg)
TCO2 (µmol/kg)
pH

Station	: 027	Campagne	: CITHER 3
Date	: 23-01-95	Heure	: 10 h 42 mn
Latitude	: S 5 30.43	Longitude	: W 8 0.12
P. max	: 4065	Nb prel	: 30

PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
4.1	4.1	27.068	23.2904	35.791	201.8 3	0.02	0.10	1.37	1.7314	0.9157	8.346	2353.5	
36.9	36.7	26.295	23.7754	36.109	203.4	0.02	0.10	1.37	1.7441	0.9125	8.339		
95.8	95.2	16.064	26.2200	35.636	100.2 3	19.98	1.30	7.79	1.3849	0.6822	8.020		
146.2	145.3	12.838	26.6300	35.263	111.5	22.47	1.47	8.70	1.1492	0.5612	7.974		
197.5	196.3	11.274	26.7807	35.070	100.5	26.10	1.69	11.21	0.8041	0.3901	7.908		
296.4	294.5	9.987	26.9034	34.933	61.8	33.18	2.06	14.63	0.3528	0.1838	7.797		
297.0	295.1	9.968	26.9027	34.933	62.1	34.13	2.06	14.71	0.3527	0.1858	7.799		
394.7	392.1	8.997	26.9840	34.828	61.5 3	35.07	2.19	16.88	0.1995	0.1105	7.765		
496.1	492.8	7.585	27.0891	34.683	78.9 3	36.13	2.30	20.05	0.1095	0.0655	7.759		
595.4	591.3	6.029	27.1973	34.560	105.6	36.52	2.40	24.81	0.0434	0.0254	7.778		
794.3	788.4	4.685	27.3091	34.498	136.4 3	35.91	2.40	31.49	0.0211	0.0039	7.800		
995.8	987.9	4.106	27.4585	34.602	161.2	33.01	2.22	33.75	0.0071	0.0020	7.841		
1196.3	1186.3	4.108	27.6038	34.780	179.8	29.00	1.94	28.75	0.0095		7.886		
1395.8	1383.4	4.095	27.7157	34.923	214.1	23.82	1.57	21.74	0.0208	0.0108	7.947		
1546.8	1532.5	3.870	27.7513	34.931 3	224.0	22.68	1.50	21.66	0.0093	0.0029	7.964		
1695.0	1678.8	3.743	27.7833	34.963	236.9	21.29	1.40	20.41	0.0201	0.0088	7.983		
1844.7	1826.4	3.564	27.7990	34.958	238.7	21.37	1.39	22.26	0.0075	0.0039	7.984		
1996.6	1976.1	3.368	27.8119	34.948	240.9	21.29	1.39	24.18	0.0071	0.0078	7.990		
2194.3	2170.8	3.053	27.8323	34.941	242.9	21.50	1.41	29.12	0.0017	0.0000	7.988		
2395.8	2369.0	2.840	27.8447	34.928	240.7	21.88	1.43	32.80	0.0000	-.0010	7.987		
2595.2	2565.0	2.656	27.8540	34.919	239.5	22.18	1.46	36.48	0.0000		7.989		
2797.9	2764.0	2.484	27.8578	34.896 3	239.0	22.51	1.49	40.76	0.0000	0.0000	7.987		
2996.3	2958.7	2.316	27.8673	34.899	238.2	22.68	1.51	44.02	0.0044		7.981		
3196.1	3154.5	2.204	27.8710	34.894	237.8	22.94	1.52	46.54	0.0000	0.0000	7.982		
3394.8	3349.1	2.155	27.8751	34.891	237.9	22.94	1.53	47.54	0.0000	0.0000	7.980		
3596.5	3546.4	2.107	27.8773	34.892	238.3	22.94	1.53	47.99	0.0054	0.0049	7.982		
3796.5	3741.9	2.068	27.8781	34.889	238.8	23.06	1.54	48.45	0.0048	0.0049	7.982		
3896.2	3839.3	2.045	27.8792	34.887	239.2	22.94	1.53	48.91	0.0006	0.0000	7.979		
3997.3	3938.1	2.013	27.8801	34.886	239.3	23.02	1.53	49.46	0.0013		7.982		
4069.6	4008.6	1.994	27.8808	34.886	239.2	23.06	1.54	49.83	0.0017		7.977		

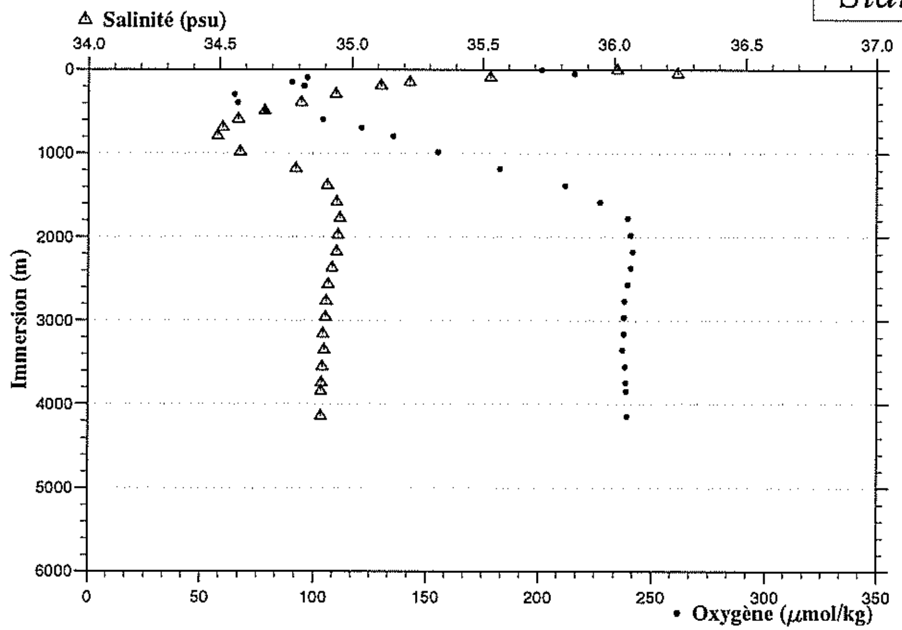
- Station 27 -

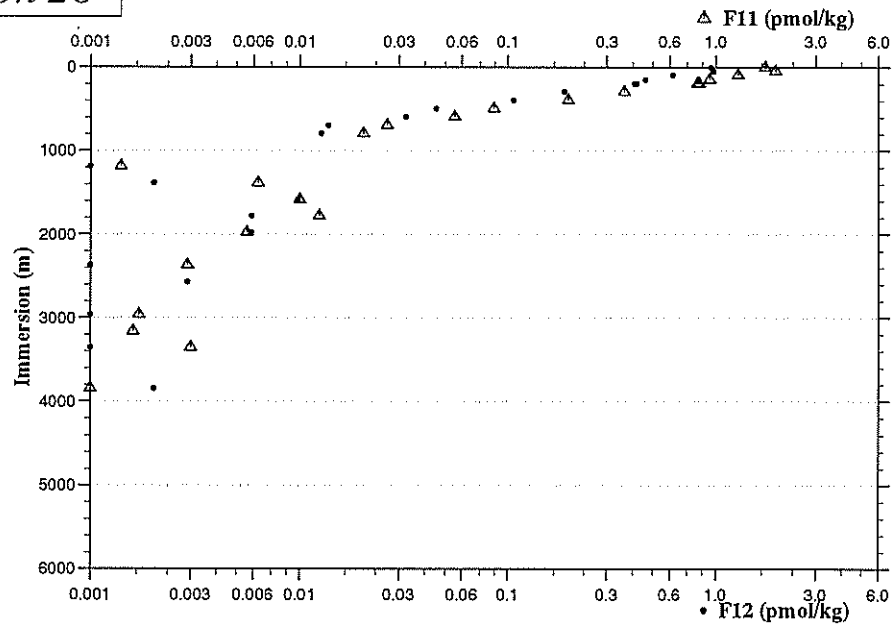

△ Salinité (psu)
• Oxygène (µmol/kg)
Immersion (m)
△ F11 (pmol/kg)
• F12 (pmol/kg)
Immersion (m)
× Phosphate (µmol/kg)
△ Silicate (µmol/kg)
• Nitrate (µmol/kg)
Immersion (m)
× Alcalinité (µmol/kg)
△ TCO_2 (µmol/kg)
• pH
Immersion (m)

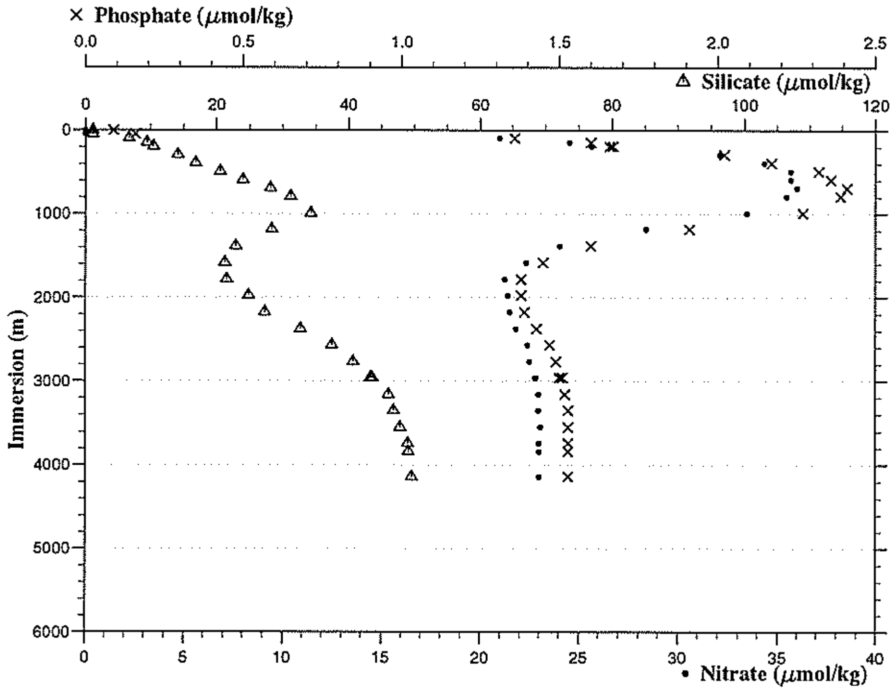
Station	: 028	Campagne	: CITHER 3
Date	: 23-01-95	Heure	: 16 h 15 mn
Latitude	: S 6 0.01	Longitude	: W 8 6.77
P. max	: 4204	Nb prel	: 30

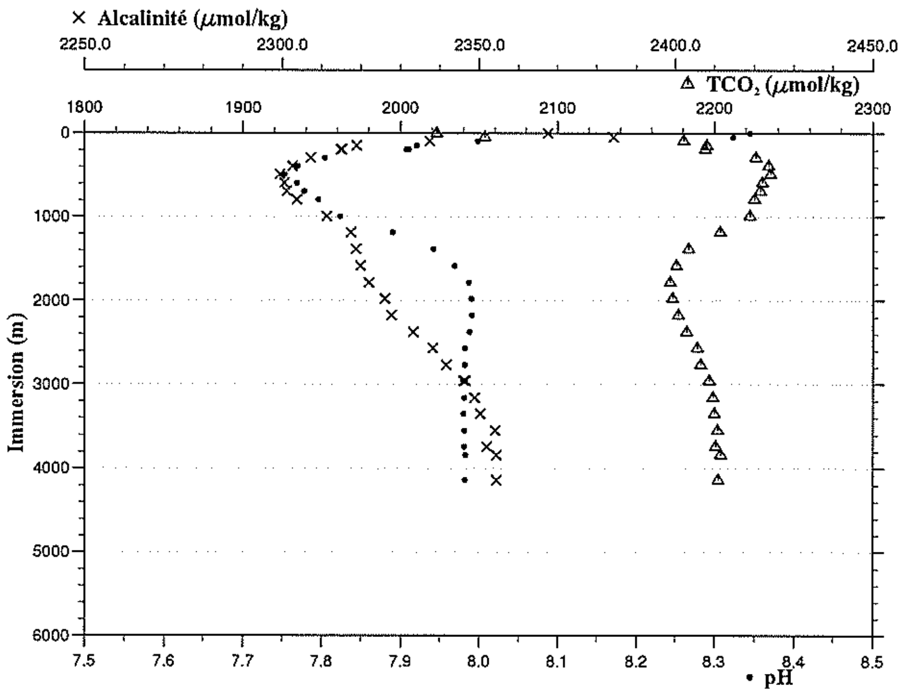
PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
3.0	3.0	27.080	23.4545	36.012	201.2	0.02	0.09	1.20	1.7270	0.9556	8.345	2367.6 6	2023.11 6
46.9	46.6	24.267	24.5090	36.241 3	215.8	0.02	0.16	1.20	1.9339	0.9808	8.324	2384.2	2053.49
96.2	95.6	15.166	26.3562	35.530 3	96.8 3	20.99	1.36	6.65	1.2835	0.6246	7.998	2337.4	2180.45
146.7	145.8	12.352	26.6802	35.222 3	90.4	24.54	1.60	9.42	0.9387	0.4605	7.921	2318.9	2195.13
193.3	192.1	11.631	26.7469	35.112	95.5	25.66	1.66	10.42	0.8377	0.4155	7.911	2314.9	
194.3	193.1	11.625	26.7481	35.113	95.6	25.66	1.67	10.43	0.8237	0.4067	7.908	2315.3	2194.37
295.6	293.7	10.062	26.8952	34.941	64.8 3	32.12	2.02	14.12	0.3625	0.1877	7.804	2307.3	2226.15
397.4	394.8	8.839	26.9943	34.808	66.3	34.35	2.17	16.81	0.1964	0.1066	7.770	2302.6	2234.38
495.8	492.5	7.399	27.1026	34.672	78.6	35.69	2.32	20.58	0.0855	0.0450	7.754	2299.4	2235.60
596.3	592.1	6.236	27.1817	34.570	103.9	35.69	2.36	23.95	0.0553	0.0323	7.769	2300.5	2229.95
694.7	689.7	5.269	27.2513	34.511	121.0	36.02	2.41	28.23	0.0263	0.0137	7.778	2301.2	2228.91
795.3	789.4	4.759	27.3000	34.492	135.5 3	35.46	2.39	31.26	0.0202	0.0127	7.796	2303.8	2225.07
995.2	987.3	4.101	27.4391	34.578	155.3	33.46	2.27	34.29	0.0000		7.824	2311.3	2222.40
1195.4	1185.4	4.050	27.6139	34.789	182.8 3	28.39	1.91	28.42	0.0014	0.0010	7.891	2317.5	2203.53
1394.0	1381.6	4.018	27.7119	34.909	211.9	24.04	1.60	22.88	0.0063	0.0020	7.942	2318.8	2183.49
1595.8	1580.9	3.839	27.7599	34.945	227.4	22.35	1.45	21.29	0.0100	0.0098	7.969	2320.0	2175.88
1795.7	1778.1	3.604	27.7958	34.958	239.5	21.25	1.38	21.54	0.0124	0.0059	7.987	2322.1	2171.77
1995.3	1974.8	3.332	27.8138	34.950	241.1	21.42	1.38	24.91	0.0056	0.0059	7.990	2326.2	2173.64
2195.5	2171.9	3.121	27.8291	34.945	241.8	21.50	1.39	27.35	0.0003	0.0000	7.991	2327.8	2177.14
2396.6	2369.8	2.849	27.8415	34.927	241.0	21.84	1.43	32.66	0.0029	0.0010	7.988	2333.3	2182.32
2596.8	2566.5	2.623	27.8513	34.914	239.5	22.43	1.47	37.54	0.0001	0.0029	7.982	2338.3	2189.35
2796.4	2762.5	2.454	27.8604	34.905	238.2	22.51	1.49	40.75	0.0009	0.0000	7.982	2341.6	2191.40
2995.0	2957.4	2.320	27.8669	34.903	237.9	22.81	1.50	43.40	0.0017	0.0010	7.982	2346.0	
2996.0	2958.3	2.319	27.8662	34.902	238.0	22.85	1.51	43.68	0.0007		7.980	2346.5	2196.80
3197.3	3155.6	2.210	27.8697	34.894	237.9	22.98	1.52	46.13	0.0016	0.0000	7.981	2348.9	2199.28
3396.9	3351.1	2.150	27.8746	34.898	237.3	22.98	1.53	46.86	0.0030	0.0010	7.980	2350.3	2199.79
3597.3	3547.2	2.104	27.8768	34.891	238.3	23.06	1.53	47.87	0.0000	0.0001	7.981	2354.1	2201.99
3797.0	3742.4	2.043	27.8793	34.888	238.7	23.02	1.53	49.05	0.0000	0.0000	7.981	2352.0	2200.87
3899.0	3842.0	2.024	27.8800	34.887	239.1	23.02	1.53	49.16	0.0010	0.0020	7.983	2354.3	2204.01
4203.8	4139.5	1.993	27.8801	34.885	239.4	23.02	1.53	49.62	0.0000		7.982	2354.4 6	2202.30 6

- Station 28 -


△ Salinité (psu)
• Oxygène (µmol/kg)
Immersion (m)


△ F11 (pmol/kg)
• F12 (pmol/kg)
Immersion (m)

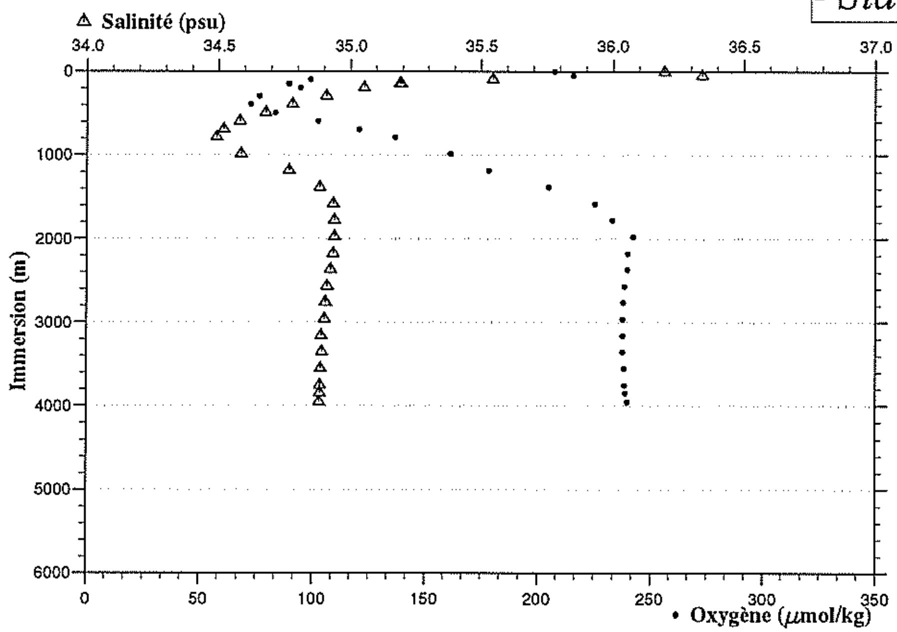

× Phosphate (µmol/kg)
△ Silicate (µmol/kg)
• Nitrate (µmol/kg)
Immersion (m)


× Alcalinité (µmol/kg)
△ TCO2 (µmol/kg)
• pH
Immersion (m)

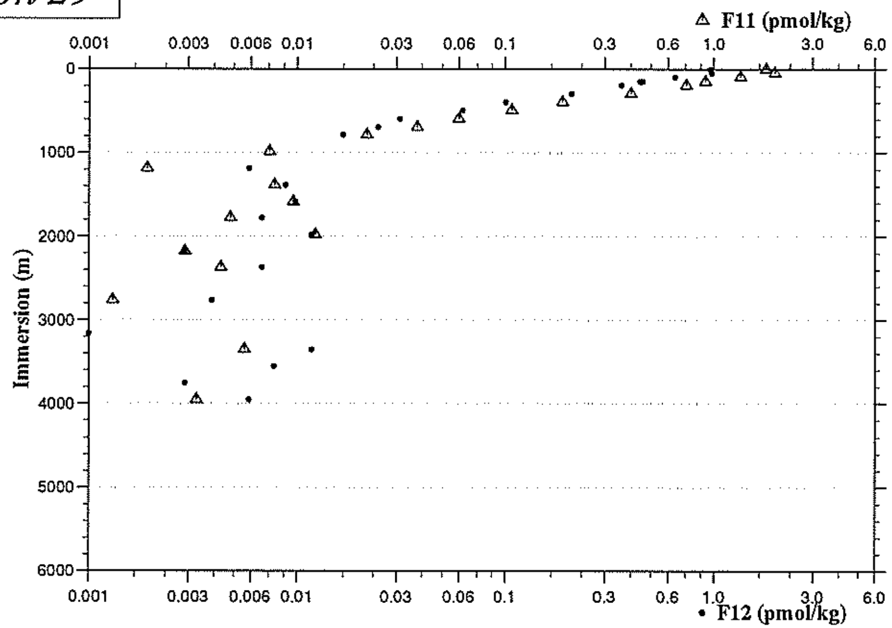
Station : 029 | Campagne : CITHER 3
Date : 23-01-95 | Heure : 22 h 2 mn
Latitude : S 6 29.79 | Longitude : W 8 13.48
P. max : 4010 | Nb prel : 30

PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
3.4	3.4	26.595	23.7497	36.198	207.5 3	0.02	0.11	1.11	1.7892	0.9661	8.350	2378.0	2034.24 6
46.6	46.3	22.902	24.9801	36.342	215.9 3	0.48	0.19	1.37	1.9718	0.9835	8.322		
95.1	94.5	15.173	26.3531	35.544	98.8 3	21.35	1.36	6.60	1.3519	0.6499	8.010		
145.9	145.0	12.280	26.6835	35.190	89.3	26.11	1.64	9.72	0.9127	0.4418	7.927		
146.0	145.1	12.291	26.6837	35.195	89.0	26.02	1.64	9.73	0.9160	0.4545	7.913		
197.1	195.9	11.123	26.7944	35.052	94.6	27.75	1.73	11.10	0.7357	0.3617	7.893		
295.7	293.8	9.778	26.9132	34.907	76.3	32.81	1.99	14.39	0.4006	0.2092	7.830		
395.4	392.8	8.555	27.0155	34.779	72.5	35.94	2.18	17.24	0.1888	0.1007	7.776		
495.8	492.5	7.506	27.0952	34.677	83.3	36.86	2.28	20.09	0.1069	0.0626	7.770		
593.9	589.8	6.358	27.1745	34.580	102.2	37.29	2.35	23.28	0.0598	0.0313	7.774		
693.7	688.7	5.455	27.2354	34.518	120.5 3	37.13	2.39	27.32	0.0379	0.0245	7.788		
793.9	788.0	4.683	27.3086	34.492	136.7	36.44	2.39	31.80	0.0216	0.0166	7.799		
995.8	987.9	4.085	27.4440	34.584	161.4	33.96	2.23	34.19	0.0074		7.837		
1195.3	1185.2	4.090	27.5938	34.767	178.4 3	30.00	1.96	29.24	0.0019	0.0059	7.880		
1396.1	1383.7	4.020	27.6926	34.884	205.0 3	25.45	1.68	24.13	0.0078	0.0088	7.934		
1596.2	1581.3	3.838	27.7513	34.934	225.7	23.00	1.50	22.04	0.0096	0.0098	7.965		
1795.8	1778.2	3.583	27.7828	34.939	233.2	22.22 6	1.45 6	23.73	0.0048	0.0068	7.980		
1994.8	1974.3	3.368	27.8127	34.939 3	242.3	21.30 6	1.38 6	24.05	0.0122 3	0.0117 3	7.992		
2196.0	2172.4	3.044	27.8308	34.934	240.2	21.87 6	1.42 6	29.80	0.0029	0.0029	7.990		
2395.6	2368.8	2.828	27.8410	34.925	239.7	22.18 6	1.45 6	33.68	0.0043	0.0068	7.985		
2596.9	2566.6	2.614	27.8529	34.913	238.6	22.62	1.48	38.59	0.0000	0.0000	7.987		
2795.1	2761.2	2.457	27.8593	34.907	238.2	22.78	1.50	41.52	0.0013	0.0039	7.982		
2795.3	2761.4	2.457	27.8593	34.905	238.2	22.79	1.49	41.82	0.0000		7.986		
2998.0	2960.3	2.333	27.8659	34.902	237.9	22.91	1.53	44.50	0.0008	0.0000	7.987		
3197.5	3155.8	2.256	27.8707	34.891 3	237.9	22.90	1.53	45.75	0.0007	0.0010	7.985		
3395.5	3349.7	2.186	27.8733	34.893	237.9	23.07	1.53	46.80	0.0056	0.0117 3	7.984		
3596.8	3546.7	2.125	27.8759	34.889	238.3	23.07	1.53	48.23	0.0000	0.0078	7.981		
3799.7	3745.0	2.054	27.8777	34.887	238.7	23.10	1.53	49.28	0.0000	0.0029	7.984		
3897.3	3840.3	2.038	27.8789	34.887	238.9	23.10	1.53	49.24	0.0000		7.983		
4011.8	3952.1	1.979	27.8812	34.883	239.8	23.09	1.53	50.65	0.0033	0.0059	7.983		

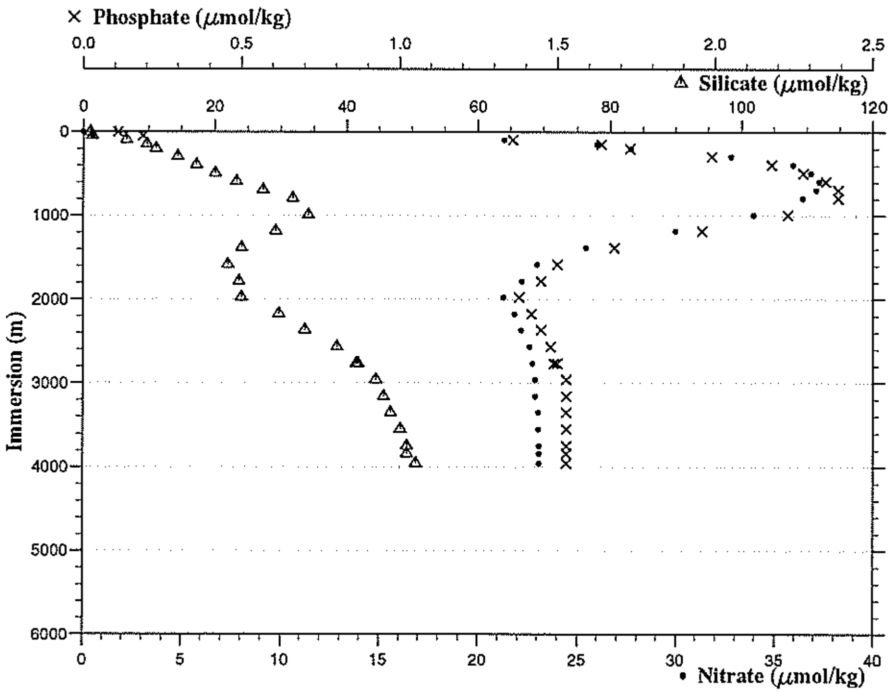
- Station 29 -



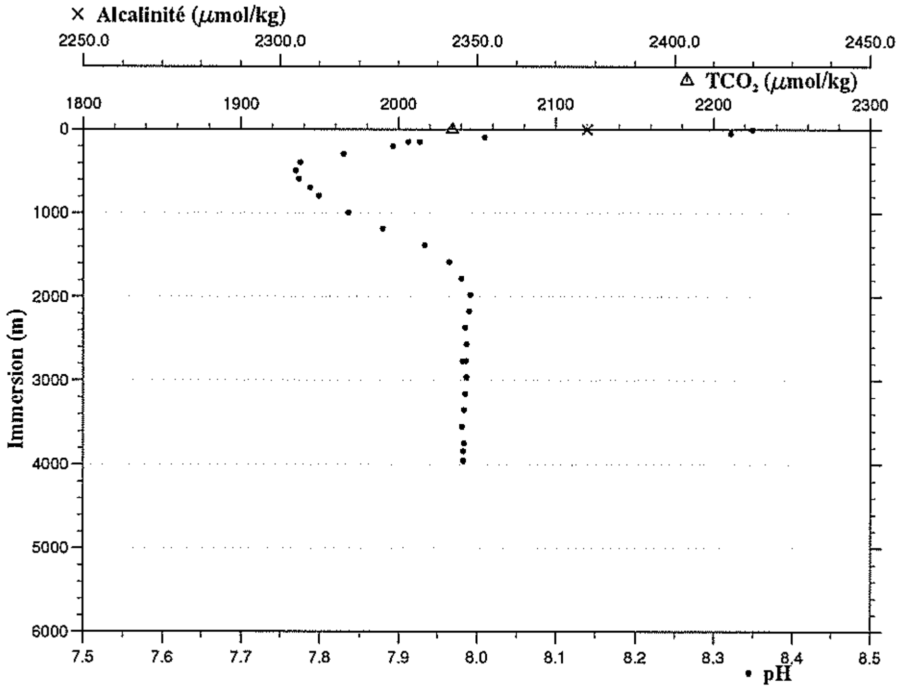
Salinité (psu)
Immersion (m)
Oxygène (µmol/kg)



F11 (pmol/kg)
Immersion (m)
F12 (pmol/kg)



Phosphate (µmol/kg)
Silicate (µmol/kg)
Immersion (m)
Nitrate (µmol/kg)

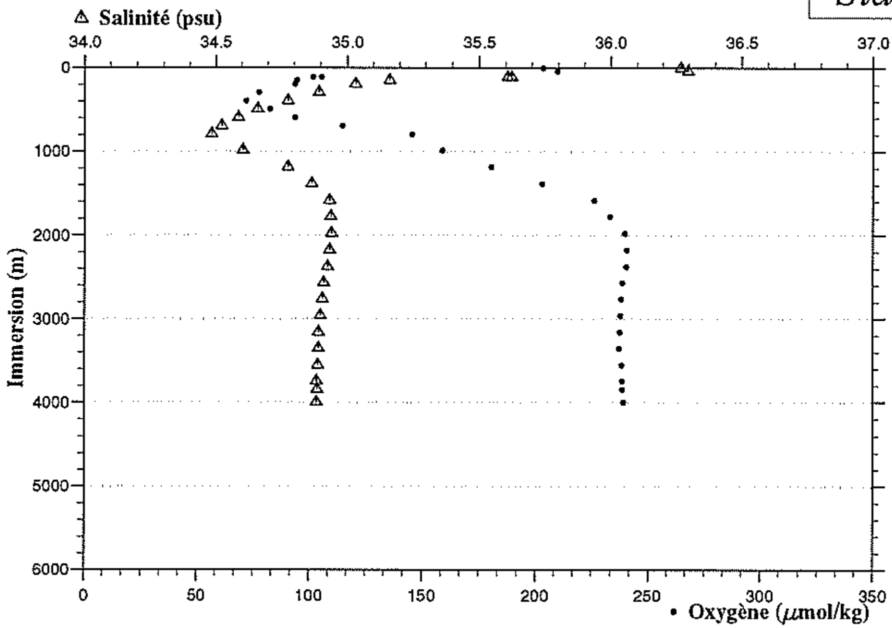


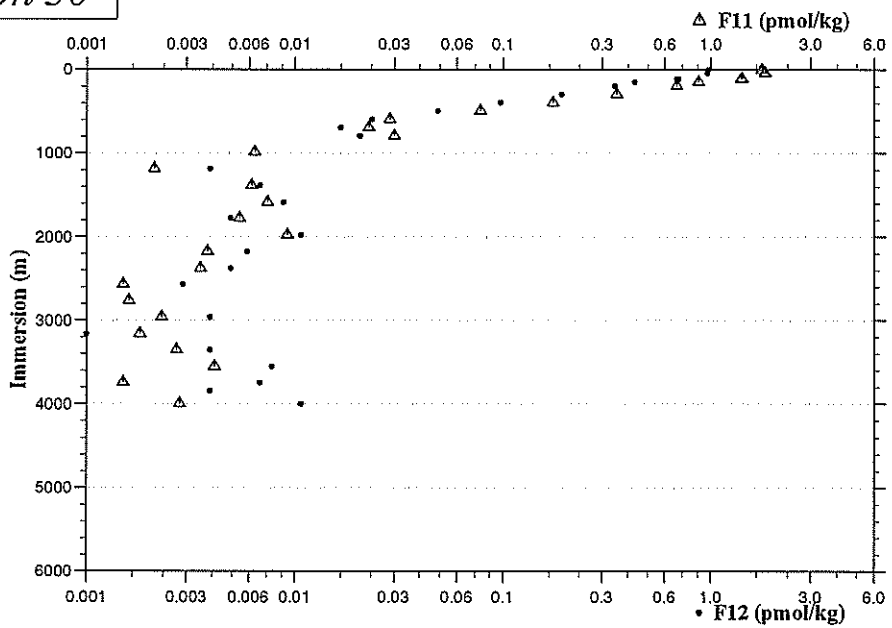
Alcalinité (µmol/kg)
TCO₂ (µmol/kg)
Immersion (m)
pH

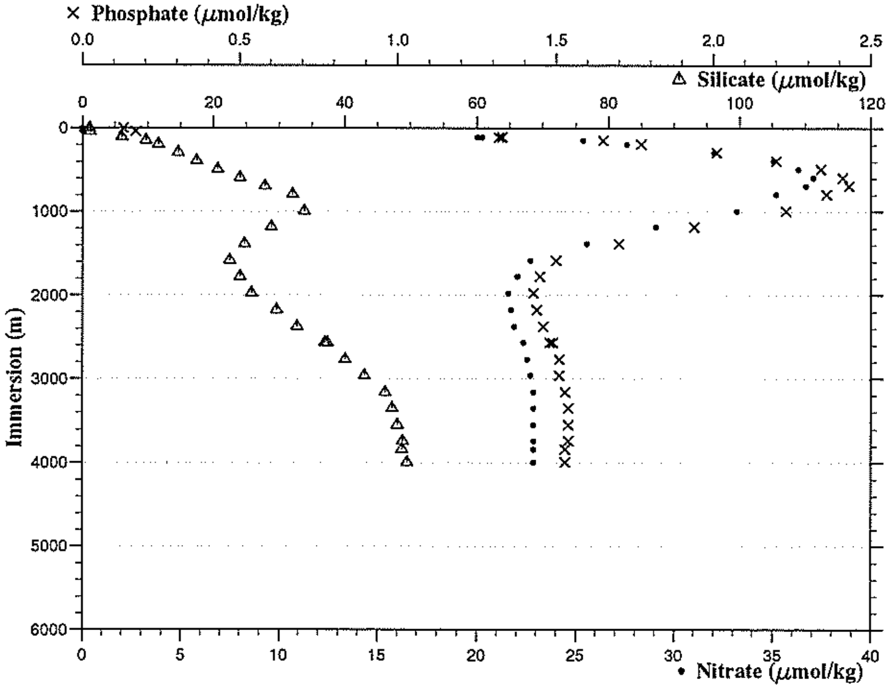
Station : 030		Campagne : CITHER 3	
Date : 24-01-95		Heure : 3 h 29 mn	
Latitude : S 7 0.03		Longitude : W 8 20.09	
P. max : 4056		Nb prel : 30	

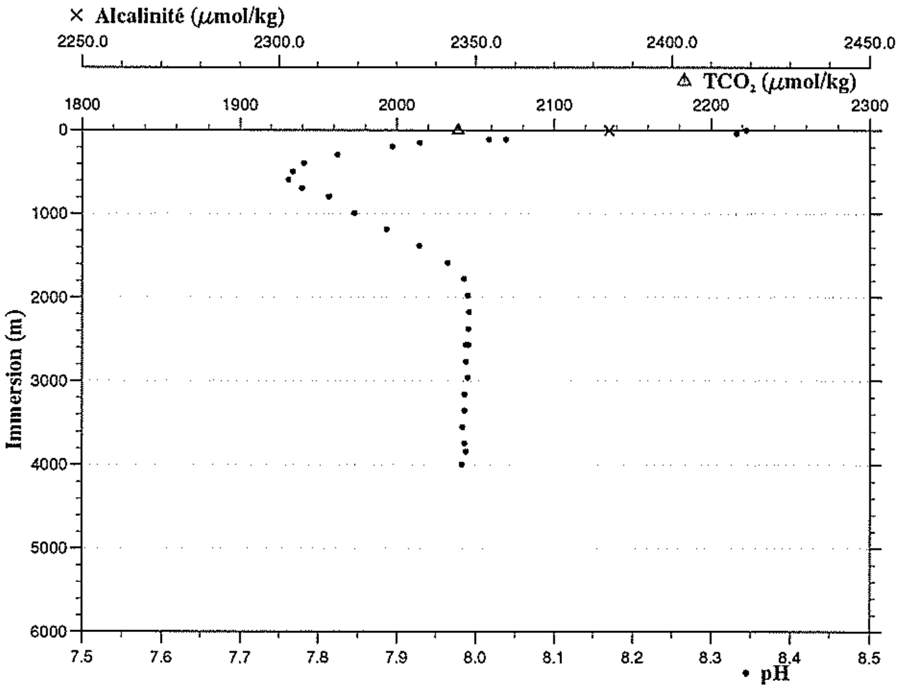
PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
3.6	3.6	26.276	23.9043	36.268	203.4 3	0.02	0.13	1.12	1.7708	0.9727	8.345	2384.1	2038.96 6
37.3	37.1	24.931	24.3354	36.295 3	209.7	0.02	0.17	1.20	1.8300	0.9639	8.333		
106.7	106.1	15.729	26.2913	35.623	101.7	20.05	1.32	6.02	1.4159	0.7035	8.038		
107.0	106.4	15.705	26.2913	35.607 3	105.4 3	20.27	1.33	6.10	1.4030	0.6879	8.017		
145.5	144.6	11.963	26.7228	35.162	94.5	25.39	1.65	9.73	0.8762	0.4301	7.930		
195.5	194.3	10.938	26.8110	35.032	93.6	27.61	1.77	11.58	0.6862	0.3470	7.895		
296.8	294.9	9.673	26.9246	34.893	77.8 3	32.05	2.01	14.61	0.3520	0.1917	7.825		
395.2	392.6	8.506	27.0200	34.775	72.1	35.08	2.20	17.47	0.1734	0.0968	7.782		
495.2	491.9	7.317	27.1081	34.660	82.5	36.31	2.34	20.66	0.0778	0.0489	7.768		
595.1	590.9	6.328	27.1801	34.588	93.6	37.07	2.41	24.09	0.0286	0.0235	7.763		
696.0	691.0	5.423	27.2448	34.523	114.7	36.72	2.43	27.95	0.0226	0.0166	7.780		
796.9	790.9	4.564	27.3146	34.485	145.7	35.20	2.36	32.13	0.0302	0.0205	7.814		
995.0	987.1	4.121	27.4577	34.605	159.2	33.22	2.23	33.87	0.0064		7.847		
1194.5	1184.4	4.080	27.5988	34.775	180.5	29.08	1.94	28.89	0.0021	0.0039	7.887		
1392.3	1379.9	4.015	27.6788	34.866	202.9	25.57	1.70	24.76	0.0062	0.0068	7.929		
1596.0	1581.1	3.784	27.7545	34.934	226.0	22.71	1.50	22.49	0.0074	0.0088	7.965		
1793.9	1776.3	3.535	27.7860	34.939	233.4	22.05	1.45	24.06	0.0054	0.0049	7.985		
1993.9	1973.4	3.283	27.8121	34.942	239.7	21.60	1.43	25.88	0.0092	0.0108	7.990		
2195.8	2172.2	3.042	27.8310	34.936	240.6	21.74	1.44	29.63	0.0038	0.0059	7.992		
2398.0	2371.1	2.858	27.8407	34.927	240.3	21.91	1.46	32.78	0.0035	0.0049	7.991		
2594.7	2564.4	2.647	27.8500	34.914	238.7	22.36	1.48	37.02	0.0015	0.0029	7.991		
2594.8	2564.5	2.646	27.8509	34.914	238.8	22.36	1.49	37.41	-.0003	0.0029	7.988		
2795.4	2761.5	2.502	27.8570	34.909	238.2	22.54	1.51	40.13	0.0016		7.988		
2996.3	2958.6	2.349	27.8645	34.901	237.9	22.71	1.51	43.12	0.0023	0.0039	7.990		
3196.2	3154.5	2.201	27.8713	34.894	237.6	22.89	1.53	46.21	0.0018	0.0010	7.986		
3396.9	3351.0	2.140	27.8739	34.894	237.4	22.89	1.54	47.25	0.0027	0.0039	7.986		
3596.8	3546.6	2.086	27.8775	34.891	238.3	22.89	1.54	48.02	0.0041	0.0078	7.984		
3796.9	3742.2	2.043	27.8786	34.887	238.7	22.89	1.54	48.87	0.0015	0.0068	7.986		
3895.8	3838.8	2.030	27.8795	34.889	238.8	22.89	1.53	48.75	0.0002	0.0039	7.988		
4057.2	3996.4	1.981	27.8803	34.885	239.4	22.89	1.53	49.51	0.0028	0.0108	7.983		

- Station 30 -

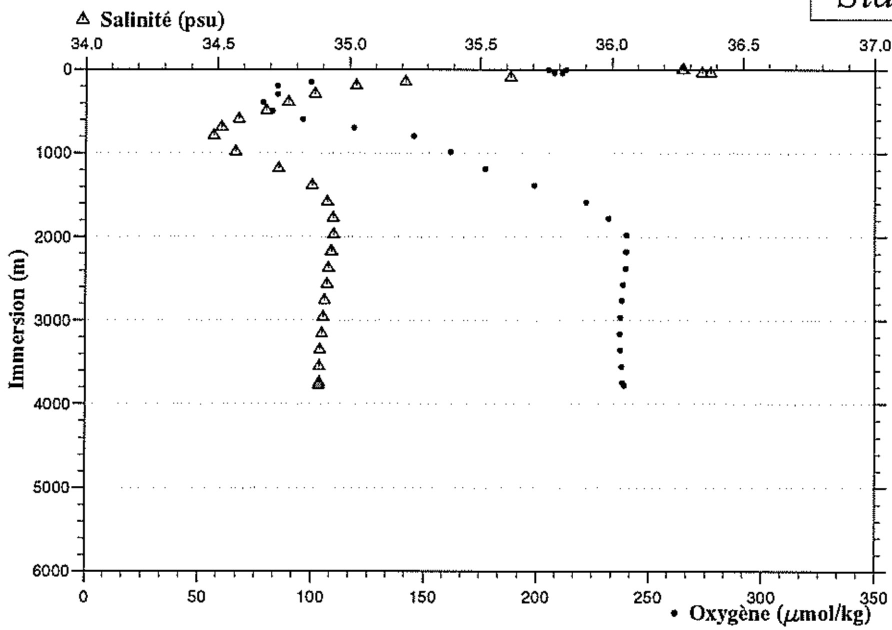

Salinité (psu)
Oxygène (µmol/kg)
Immersion (m)


F11 (pmol/kg)
F12 (pmol/kg)
Immersion (m)

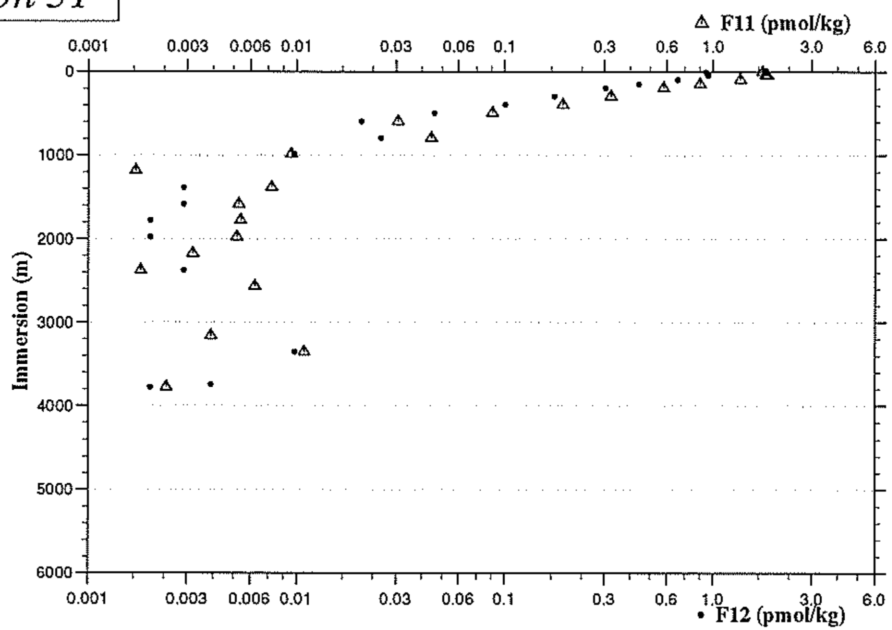

Phosphate (µmol/kg)
Silicate (µmol/kg)
Nitrate (µmol/kg)
Immersion (m)


Alcalinité (µmol/kg)
TCO2 (µmol/kg)
pH
Immersion (m)

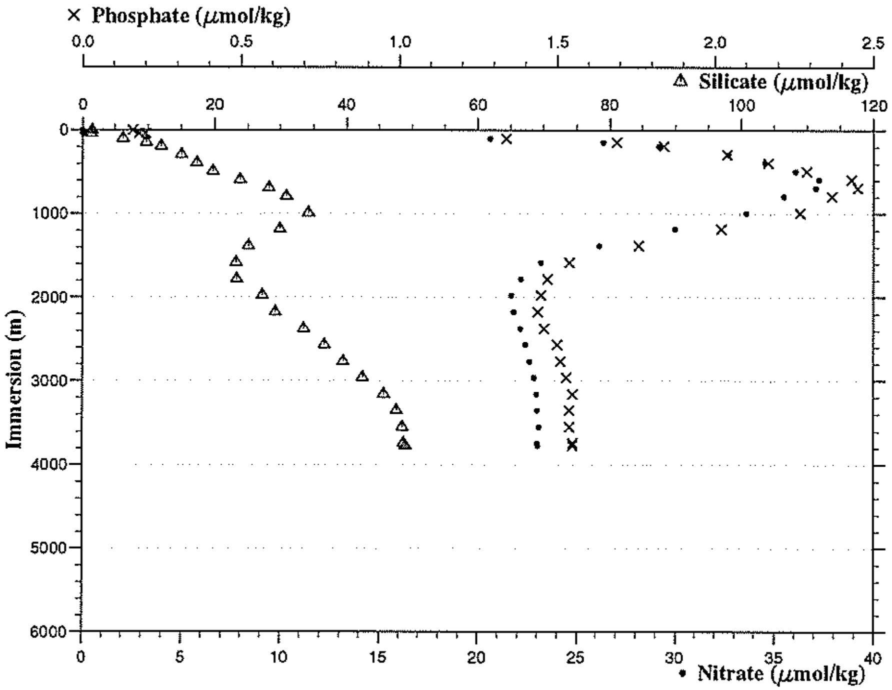
- Station 31 -



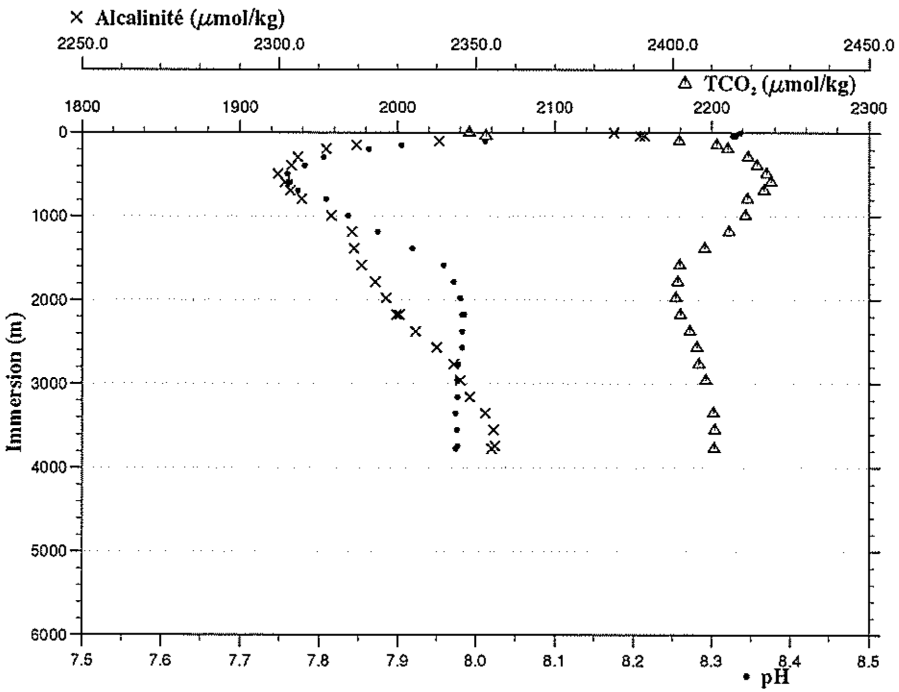
△ Salinité (psu)
• Oxygène (µmol/kg)
Immersion (m)



△ F11 (pmol/kg)
• F12 (pmol/kg)
Immersion (m)



× Phosphate (µmol/kg)
△ Silicate (µmol/kg)
• Nitrate (µmol/kg)
Immersion (m)

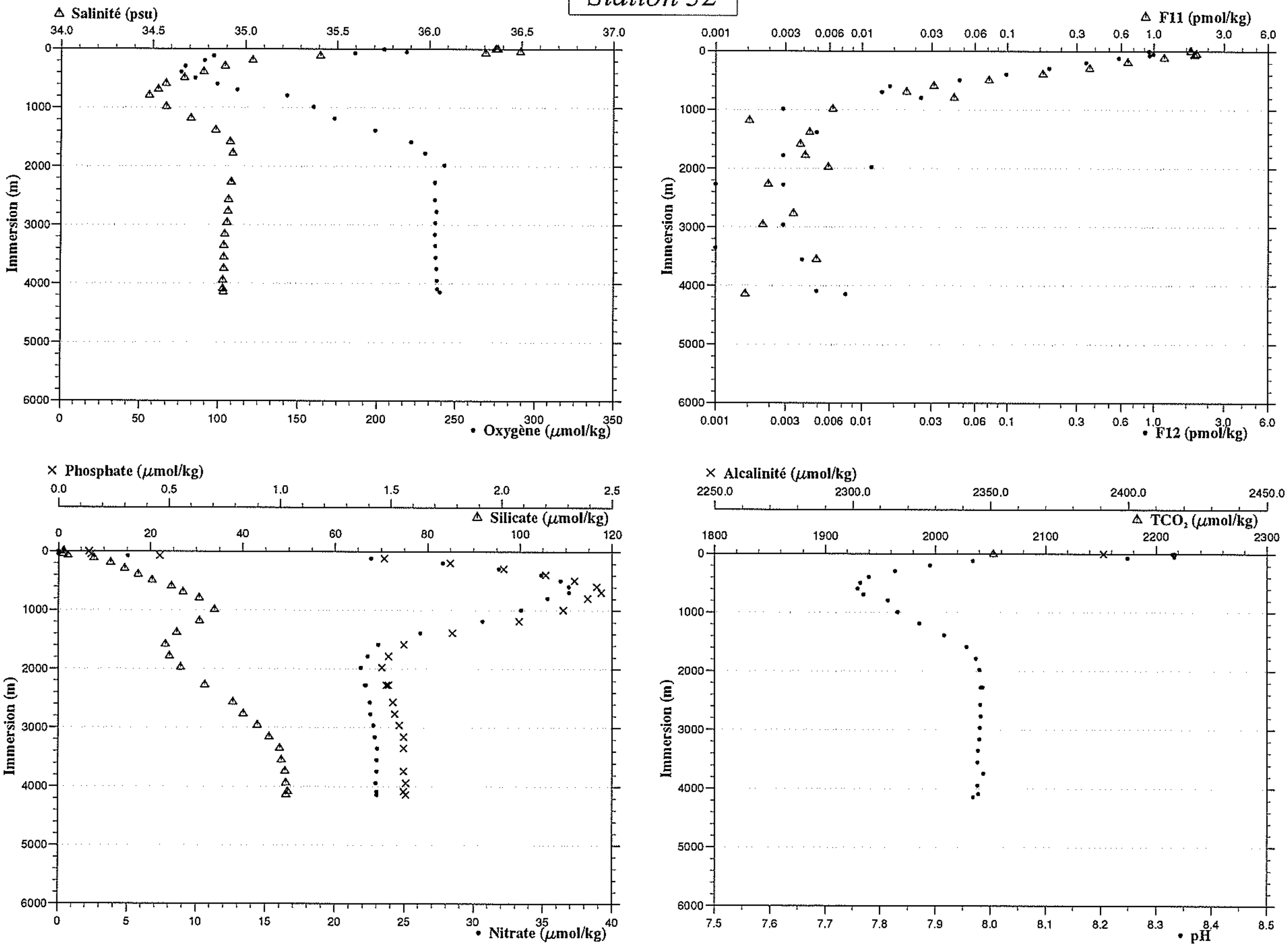


× Alcalinité (µmol/kg)
△ TCO2 (µmol/kg)
• pH
Immersion (m)

Station : 032		Campagne : CITHER 3	
Date : 24-01-95		Heure : 14 h 19 mn	
Latitude : S 7 59.98		Longitude : W 8 33.43	
P. max : 4205		Nb prel : 30	

PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
2.9	2.9	26.087	24.0430	36.370	204.6	0.02	0.14	1.12	1.7836	0.9287	8.334	2391.0	2052.71 6
2.9	2.9	26.083	24.0442	36.361 3	204.5	0.02	0.14	1.20	1.7872	0.9345	8.329		
47.0	46.7	23.798	24.8133	36.493 3	218.9 3	0.02	0.15	1.04	1.9558	0.9931	8.333		
72.5	72.1	20.076	25.7098	36.304 3	186.1 3	5.05	0.46	2.12	1.8983	0.9424	8.249		
115.9	115.2	14.031	26.5060	35.406 3	96.8 3	22.57	1.47	7.77	1.1819	0.5824	7.968		
196.8	195.6	10.989	26.8096	35.040	91.0	27.80	1.77	11.42	0.6705	0.3451	7.891		
297.0	295.1	9.661	26.9243	34.892	78.8	31.80 6	2.01 6	14.38 6	0.3648	0.1926	7.827		
395.3	392.7	8.521	27.0200	34.776	76.2	34.88	2.20	17.32	0.1751	0.0978	7.780		
495.8	492.4	7.389	27.1040	34.670	85.0 3	36.28	2.33	20.40	0.0749	0.0469	7.764		
595.6	591.4	6.119	27.1938	34.570	99.1 3	36.86	2.43	24.55	0.0311	0.0156	7.759		
696.3	691.2	5.483	27.2408	34.529	111.8 3	36.91	2.45	27.13	0.0203	0.0137	7.770		
795.7	789.7	4.708	27.2954	34.479	143.0 3	35.32	2.39	30.62	0.0430	0.0254	7.814		
995.2	987.3	4.081	27.4356	34.572	159.8	33.44	2.28	33.95	0.0063	0.0029	7.832		
1196.3	1186.2	4.049	27.5480	34.708	173.4	30.63	2.08	30.71	0.0017	0.0000	7.871		
1396.9	1384.4	3.967	27.6672	34.843	199.0	26.17	1.78	25.80	0.0044	0.0049	7.916		
1594.6	1579.6	3.752	27.7482	34.920	221.8	23.11	1.56	23.31	0.0038		7.957		
1795.9	1778.2	3.519	27.7843	34.935	231.1	22.35	1.49	24.23	0.0041	0.0029	7.974		
1996.4	1975.8	3.265	27.8106		243.3	21.86	1.46	26.64	0.0059	0.0117	7.980		
2295.1	2269.8	2.922	27.8348	34.928	237.2	22.21	1.48	31.96	0.0023	0.0010	7.986		
2295.8	2270.5	2.924	27.8339	34.926	237.2	22.17	1.49	31.96	0.0000	0.0029	7.983		
2596.5	2566.1	2.612	27.8531	34.913	237.4	22.52	1.51	37.95	0.0000	0.0000	7.982		
2796.7	2762.7	2.485	27.8577	34.910	238.5	22.56	1.52	40.19	0.0034	0.0000	7.983		
2994.8	2957.0	2.332	27.8651	34.906	237.5	22.78	1.54	43.30	0.0021	0.0029	7.981		
3196.1	3154.3	2.222	27.8711	34.894	237.4	22.86	1.56	45.80	0.0008	0.0000	7.980		
3396.4	3350.5	2.123	27.8744	34.889	237.6	23.04	1.56	48.03	0.0006	0.0010	7.978		
3596.7	3546.4	2.087	27.8774	34.888	237.9	23.02 6		48.48	0.0049	0.0039	7.977		
3797.5	3742.7	2.052	27.8778	34.888	238.4	22.99	1.56	49.20			7.988		
3997.2	3937.7	2.031	27.8787	34.883	238.8	22.94	1.57	49.47	0.0001		7.977		
4148.6	4085.5	2.020	27.8796	34.884	239.0	23.02	1.56	49.83	0.0009	0.0049	7.979		
4201.7	4137.3	2.018	27.8798	34.885	240.6	23.02	1.57	49.47	0.0016	0.0078	7.969		

- Station 32 -



Salinité (psu)
Oxygène (µmol/kg)
Immersion (m)
F11 (pmol/kg)
F12 (pmol/kg)
Phosphate (µmol/kg)
Silicate (µmol/kg)
Nitrate (µmol/kg)
Alcalinité (µmol/kg)
TCO2 (µmol/kg)
pH

Station : 033	Campagne : CITHER 3
Date : 24-01-95	Heure : 20 h 0 mn
Latitude : S 8 29.93	Longitude : W 8 40.13
P. max : 3522	Nb prel : 30

PRESSION CHIMIE	IMMERSION	TEMP. POT. SONDE	SIGMA THETA	SALINITE CHIMIE	OXYGENE CHIMIE	NITRATE	PHOSPHATE	SILICATE	F11	F12	PH	ALCALINITE	CARBONE INORG. TOTAL
dbar	m	deg. cels.		psu	umol/kg	umol/kg	umol/kg	umol/kg	pmol/kg	pmol/kg		umol/kg	umol/kg
3.2	3.2	25.827	24.1607	36.420	205.8	0.02	0.16	1.03	1.7945	0.9666	8.335	2397.6	2053.93 6
36.5	36.3	25.109	24.3852	36.428	208.7 3	0.02	0.16	1.03	1.8509	0.9793	8.334		
70.8	70.4	19.437	25.7468	36.152 3	164.9 3	8.78	0.67	2.74	1.8045	0.9093	8.205		
96.5	95.9	15.088	26.3944	35.603 3	102.8 3	20.77	1.33	6.18	1.3956	0.6995	8.015		
147.0	146.1	12.407	26.6803	35.218	92.1	25.67	1.63	9.26	0.9176	0.4593	7.929		
195.8	194.6	10.789	26.8308	35.027	88.7	29.11	1.81	11.74	0.6373	0.3196	7.878		
297.5	295.6	9.433	26.9443	34.867	74.0	33.94	2.07	15.25	0.3111	0.1662	7.810		
394.9	392.3	8.452	27.0244	34.769	72.7	36.11	2.22	17.73	0.1723	0.0978	7.780		
496.9	493.5	7.421	27.1003	34.672	81.7	37.19	2.32	20.29	0.0866	0.0538	7.762		
596.9	592.7	6.389	27.1751	34.588	93.2	37.97	2.42	23.70	0.0329	0.0205	7.765		
694.8	689.7	5.532	27.2371	34.530	111.3 3	37.78	2.46	27.11	0.0206	0.0147	7.776		
796.8	790.8	4.862	27.2899	34.496	131.5 3	37.08	2.43	30.77	0.0202	0.0127	7.795		
894.7	887.8	4.298	27.3649	34.509	148.6	35.79	2.37		0.0087	0.0176	7.821		
996.2	988.2	4.117	27.4199	34.556	156.5	34.86	2.30	34.84	0.0057	0.0020	7.837		
1196.0	1185.9	4.042	27.5551	34.711	172.7	31.38	2.07	31.40	0.0000	0.0000	7.871		
1196.1	1186.0	4.042	27.5559	34.713	172.6	31.40	2.07	31.41	0.0000	0.0000	7.876		
1395.2	1382.7	3.912	27.6704	34.845	199.0	27.01	1.77	26.95	0.0016	0.0020	7.922		
1595.7	1580.7	3.700	27.7495	34.914	221.9	23.91	1.56	24.37	0.0011	0.0020	7.960		
1596.0	1581.0	3.705	27.7482	34.913	221.3	23.88	1.56	24.55	0.0037	0.0059	7.963		
1797.2	1779.5	3.495	27.7835	34.931	231.1	22.81	1.48	24.95			7.975		
1995.9	1975.3	3.208	27.8153	34.936	238.1	22.28	1.44	27.58			7.987		
2195.6	2171.9	3.000	27.8301	34.929	238.8	22.45	1.45	30.97	0.0002	0.0010	7.985		
2396.4	2369.4	2.771	27.8446	34.921	238.6	22.70	1.47	35.03	0.0035	0.0000	7.983		
2598.8	2568.3	2.615	27.8520	34.914	238.5	22.95	1.48	38.24	0.0029		7.983		
2796.4	2762.4	2.456	27.8594	34.904	238.1	23.12	1.49	41.45	0.0000	0.0000	7.981		
2995.7	2957.9	2.295	27.8667	34.897	237.9	23.37	1.53	44.88	0.0054	0.0059	7.979		
3196.6	3154.8	2.191	27.8729	34.892	237.5	23.45	1.54 6	47.13 6	0.0012	0.0049	7.979		
3396.8	3350.8	2.165	27.8726	34.890	237.8	23.53	1.54	47.92	0.0000	0.0000	7.976		
3496.5	3448.4	2.121	27.8754	34.890	237.5	23.52	1.54	48.54	0.0010		7.982		
3513.2	3464.7	2.121	27.8754	34.891	237.8	23.51	1.54	48.51	0.0006	0.0020	7.979		