

NOTES TECHNIQUES
SCIENCES DE LA MER
OCÉANOGRAPHIE PHYSIQUE

N° 9

1994

MESURE DE TEMPERATURE ET COMMANDE DE
PROCESSUS POUR ANALYSEUR DE CO₂
VERSION 2.0

*PROGRAMME ECOA
ECHANGE DE CARBONE OCÉAN / ATMOSPHERE*

Laboratoire SURTROPAC

Jacques GRELET

Février 1994

PROGRAMME
ECO / SURTROPAC
Centre ORSTOM de NOUMÉA

NOTES TECHNIQUES
SCIENCES DE LA MER
Océanographie Physique

N° 9

1994

**MESURE DE TEMPERATURE ET COMMANDE DE
PROCESSUS POUR ANALYSEUR DE CO2
VERSION 2.0**

PROGRAMME ECOA
ECHANGE DE CARBONE OcéAN / ATMOSPHERE

Laboratoire SURTROPAC

Jacques GRELET

Février 1994

PROGRAMME
ECO / SURTROPAC
Centre ORSTOM de NOUMÉA



L'INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

CENTRE DE NOUMÉA

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUCTION..... | 3 |
| 2. DESCRIPTION DU SYSTÈME D'ACQUISITION..... | 5 |
| 3. UTILISATION DES ÉCRANS DANS LE PROGRAMME..... | 6 |
| 4. UTILISATION DU SYSTÈME..... | 7 |
| 4.1. Mise en route: | 7 |
| 4.2. Options de la ligne de commande..... | 8 |
| 5. FONCTIONNEMENT DU PROGRAMME EN ACQUISITION DE DONNÉES..... | 15 |
| 6. PROCÉDURE D'ÉTALONNAGES..... | 17 |
| 6.1. Etalonnage du boîtier électronique..... | 17 |
| 6.2. Etalonnage des thermistances..... | 19 |
| 7. LES FICHIERS PRÉSENTS SUR LA DISQUETTE PROGRAMME..... | 20 |
| 8. FORMAT DU FICHIER DE DONNÉES..... | 21 |
| 9. GESTION DE L'ANALYSEUR ULTRAMAT..... | 21 |

RESUME

La communauté scientifique internationale est préoccupée depuis plusieurs décennies, par l'augmentation du gaz carbonique dans l'atmosphère, principalement du fait de la combustion des réserves de carbone fossile par l'homme. Cette augmentation du CO₂, provoque un "effet de serre", qui pourrait avoir à long terme, des conséquences catastrophiques sur notre environnement. L'océan semble jouer un rôle important dans la régulation du CO₂ rejeté dans l'atmosphère.

Afin de mieux quantifier les échanges de gaz carbonique entre l'océan et l'atmosphère, en zone tropicale, le PNEDC (Programme National d'Etude du Climat), a accepté de financer un programme d'études à partir de navires marchands en Novembre 1989 : le programme ECOA (Etude Carbone Océan/Atmosphère). Cette notice technique décrit l'utilisation de la version 2.0 du système de mesures de la pression partielle de CO₂ embarqué sur le navire CGM Ronsard depuis avril 1993. Ce système a été entièrement réalisé et testé dans le laboratoire du groupe SURTROPAC du centre ORSTOM de Nouméa (Nouvelle Calédonie).

ABSTRACT

The increase of CO₂ in the atmosphere has raised major interest in the international scientific community, given its potential drastic effect for our environment. Such an increase induces a "green house effect" is likely to be regulated by the ocean. Understanding the CO₂ exchange between the ocean and the atmosphere, is thus of the highest priority. This is the goal of the ECOA program (Etude Carbone Océan Atmosphère), funded by the French PNEDC (Programme National d'Etude du Climat) in November 1989.

In this context, this technical manual describes the realisation and use of an automatic system embarqued on ship of opportunity CGM Ronsard, system used for measuring CO₂ flux between the ocean and atmosphere. This new version 2.0 of the system was realised and tested in the SURTROPAC laboratory (ORSTOM center of Nouméa, New Calédonia)

1. INTRODUCTION

L'objectif de ce système est de mesurer des pressions partielles de CO₂ en continu. La mesure est réalisée par un analyseur de gaz à infrarouge (modèle ULTRAMAT 5E, commercialisé par SIEMENS). Cet appareil est réputé pour donner de bons résultats malgré les vibrations importantes qu'il peut subir à bord d'un navire. La pression partielle de CO₂ est mesurée alternativement dans l'air atmosphérique et dans le même air équilibré avec l'eau de mer de surface. Le rythme d'échantillonnage est fixé par l'opérateur. L'analyseur ULTRAMAT possédant une liaison série au format RS232, il a été décidé d'automatiser la mesure de CO₂ en connectant l'analyseur à un micro-ordinateur compatible PC.

Une connaissance précise de la température de la surface de la mer ($\pm 0.1^\circ\text{C}$) et de celles de l'équilibrateur (air et eau) est indispensable pour les calculs de concentrations. Ces températures sont enregistrées pendant toute la durée du trajet. Ces mesures sont réalisées à l'aide d'une carte Analogique Numérique disponible dans le commerce. Cette carte, associée à un montage électronique développé au laboratoire, permet l'automatisation de toutes les mesures analogiques de la chaîne d'acquisition.

Parmi les processus qui déterminent les flux de CO₂ entre l'océan et l'atmosphère, la fixation photosynthétique de carbone dans les océans pourrait jouer un rôle important, du fait de l'enfouissement dans les eaux ou dans les sédiments profonds des déchets de la biomasse produite dans les eaux superficielles. La mesure de la quantité de carbone ainsi exportée vers le fond est hors de portée de l'opération envisagée. Toutefois, des mesures de concentration en chlorophylle seront réalisées à intervalles réguliers, afin de fournir un indice de l'activité biologique de la couche superficielle de mélange.

Des mesures de sels nutritifs, de chlorophylle et de salinité de surface seront réalisées aux mêmes endroits, afin de mieux caractériser les masses d'eau traversées. La région comprise entre Panama et les îles Tuamotu est en effet connue pour présenter en surface des concentrations en sels nutritifs anormalement élevées associées à de faibles teneurs en chlorophylle, indiquant que ces sels nutritifs ne sont utilisés que très lentement par le phytoplancton de cette région. Ceci peut jouer un rôle sur les échanges de CO₂ entre l'océan et l'atmosphère, car dans ces eaux issues d'upwellings et en cours de réchauffement, une part plus ou moins importante du CO₂ pourrait être fixée par la photosynthèse avant d'être dégagée dans l'atmosphère.

Les mesures de chlorophylle sont réalisées en continu et les analyses de sels nutritifs (NO₃, PO₄) sont faites au laboratoire de Nouméa. Les échantillons d'eau sont congelés et empoisonnés par 100µl/100 ml d'HgCl₂ solution concentrée.

Les mesures de température et de salinité de surface sont réalisées en continu avec un thermosalinographe de marque Seabird installé à bord par le Groupe SURTROPAC.

Des lanceurs de sondes XBT (eXpandable Bathy Thermograph) fournissant un profil de température entre la surface et 700 m de profondeur sont réalisés en routine par les officiers du bord pour le programme SURTROPAC toutes les 6 heures.

En résumé, les paramètres mesurés sont les suivants :

- Pression partielle de CO₂ dans l'atmosphère (ppm).
- Pression partielle de CO₂ à la surface de l'océan (ppm).
- Températures tout au long de la chaîne d'analyse.
- Pression dans l'équilibrateur.
- Température, salinité, concentration en chlorophylle et en sels nutritifs (NO₃, PO₄) à la surface de l'océan.
- Profils de température de 0 à 700 m de profondeur par sondes thermiques XBT de marque SIPPICAN
- Vitesse et direction du vent.
- Position du navire.

Cette version 2.0 du système d'acquisition a été entièrement réécrite, profitant ainsi des dernières améliorations et nouveautés mises au point lors de la conception du logiciel d'acquisition du thermosalinographe.

L'électronique a été redéfinie et il est possible d'effectuer des mesures à distance grâce à l'utilisation de transmetteur de courant 4-20 mA.

D'autre part, la technique d'échantillonnage des différents capteurs et appareils constituant la chaîne de mesure a été revue et corrigée, améliorant ainsi de façon notable la précision et la qualité des mesures.

2. DESCRIPTION DU SYSTÈME D'ACQUISITION

Le système d'acquisition complet est constitué des éléments suivants:

- Un micro-ordinateur de type IBM compatible (PC-XT, PC-AT ou 386) avec disque dur et deux ports séries.
- Un analyseur de pression partielle de marque Siemens, modèle Ultramat.
- Un récepteur GPS (optionnel).
- Une carte de conversion Analogique-Numérique 12 bits de marque Metrabyte, modèle DAS 8 PGA.
- Un capteur de pression atmosphérique de marque Keller.
- Un fluorimètre de marque Turner.
- Une électronique raccordée à la carte A/N pour la mesure de quatre températures, de la pression atmosphérique, de la chlorophylle, et de la commutation de la vanne alimentant l'analyseur de CO₂.

La gestion de l'ensemble des appareils est réalisée par l'ordinateur. Le programme contrôle l'interrogation de l'analyseur Ultramat à un rythme choisi par l'utilisateur (en secondes). Les mesures instantanées sont stockées dans un tampon circulaire. La valeur médiane est calculée, affichée et stockée dans le fichier à la fréquence choisie par l'utilisateur dans le champ "intervalle de sauvegarde" (voir fig. 4). Il est possible de choisir le degré du filtre médian utilisé pour le calcul de la pression partielle de CO₂. Les valeurs peuvent être comprises entre 1 et 13 par valeur impaire. La valeur 1 revenant à faire une mesure instantanée. Le même principe est utilisé pour toutes les mesures analogiques réalisées avec la carte Metrabyte. Dans ce cas la taille du filtre médian est déterminée par le rapport "Intervalle de sauvegarde" sur "Intervalle d'acquisition" (voir fig. 4 et 5).

La commutation de la vanne est indépendante de l'intervalle d'acquisition. Le temps de commutation est choisie par l'utilisateur. La commande est réalisée par l'envoi d'une tension positive (+5V) sur l'une des sorties digitales. L'état de la vanne est stocké dans le fichier à chaque sauvegarde (0 ou 1).

L'électronique de mesure a été conçue de façon à pouvoir mesurer soit directement des tensions délivrées par un capteur, soit un courant suivant la norme 4-20 mA. Un transmetteur de ce type est utilisé pour la mesure de la température mer à la machine.

3. UTILISATION DES ÉCRANS DANS LE PROGRAMME

Le programme fait un usage fréquent des touches du pavé numérique. Pour simplifier l'écriture nous utiliserons les mots suivants:

- **PageHaut** pour l'appui sur la touche PageUp.
- **PageBas** pour l'appui sur la touche PageDown.
- **Haut** pour l'appui sur la touche flèche Up.
- **Bas** pour l'appui sur la touche flèche Down.
- **Ctrl-F1** pour l'appui simultané sur les touches spéciales Ctrl et F1.
- **Alt-F1** pour l'appui simultané sur les touches spéciales Alt et F1.
- **ESC** pour l'appui sur la touche de sortie Escape.
- **Return** pour l'appui sur la touche de validation Retour chariot.

Le programme ECOA utilise 3 types de fenêtres:

- la fenêtre **menu**.
- la fenêtre **édition**.
- la fenêtre **affichage**.

La fenêtre **menu** est utilisée pour modifier la configuration du système. Ce menu n'est accessible que lorsque l'option (-m) a été spécifiée sur la ligne de commande. Lorsque le menu apparaît, l'utilisateur peut faire son choix de différentes manières:

1. En appuyant sur la touche de fonction correspondant à l'option choisie.
2. En utilisant les touches **Haut** et **Bas** du pavé numérique pour se déplacer sur l'option choisie, puis en validant par l'appui sur la touche **Return**
3. L'appui sur la touche **ESC** permet de sortir du programme et de retourner sous **DOS**.

La fenêtre **edit** est utilisée pour modifier la configuration du système ou, par exemple, pour modifier les paramètres de communication des appareils.

1. Les touches **Haut** et **Bas** du pavé numérique permettent de se déplacer dans le masque de saisie d'un champ à un autre. Choisir le champ à modifier et entrer sa valeur. Cette dernière est validée par l'appui sur les touches **Return**, **Haut** ou **Bas**. Une entrée incorrecte est refusée et signalée par un signal sonore.
2. D'autres fenêtres de configuration sont accessibles par l'appui successif sur la touche **PageBas**. La touche **PageHaut** permet de revenir aux fenêtres précédentes.
3. Frappez **F2** si vous voulez revenir au menu principal tout en sauvegardant les données précédemment modifiées dans le fichier de configuration.
4. Frappez **ESC** si vous ne voulez pas modifier le fichier de configuration. Le programme vous pose alors la question : "Sortie sans écriture disque O/N ?". Entrer la bonne réponse. en frappant la lettre O ou N.

Les fenêtres **d'affichage** sont utilisées uniquement pour l'affichage des données à l'écran (réponse de l'analyseur Ultramat, mesures de la carte A/N, mode trace).

4. UTILISATION DU SYSTÈME

4.1. Mise en route:

1. Insérer la disquette programme dans le lecteur A et copier l'ensemble des fichiers dans un répertoire du disque dur.
2. Si la sauvegarde est faite sur disquette, insérer la disquette données dans le lecteur A ou B .
3. Vérifier le branchement les différents appareils à l'ordinateur.
4. Lancer le programme en tapant la ligne suivante:
ECO A
5. Le programme est chargé en mémoire et le masque de saisie de la position apparaît. Appuyer sur **ESC** si vous ne voulez pas saisir la position et passer ainsi directement dans la phase d'acquisition des données. Il est conseillé de vérifier après chaque nouveau démarrage le bon fonctionnement du programme. Après quelques secondes, lorsque les réponses des différents appareils ont été correctement analysées, l'écran suivant apparaît:

| | | | |
|--|--------------|---|---------------|
| Orstom Nounéa - J.Grelet - B.Buisson U2.00 decembre 93 | | | |
| Carte metabyte DAS8-PCA | | | |
| Valeurs instatamées | | Disque | |
| T1 : 11.2°C | T2 : 17.93°C | T3 : 22.59°C | T4 : 14.29°C |
| Tair: 1e+36°C Hum: 1e+36 % | | Chla:30.52 | Pa : 931.2 mb |
| Valeurs medianes | | CO2 Ultramat | |
| T1 : 1e+36°C | T2 : 25.26°C | T3 : 23.34°C | T4 : 24.33°C |
| Tair: 1e+36°C Hum :1e+36 % | | Chla: 5.139 | Pa : 1e+36 mb |
| Vanne: 0 | | PC02 i: 357 | |
| Saisie position CTRL+F10 | | PC02 m: 369 | |
| Dernière position du navire | | Cycles: 24 | |
| Jour saisie : 41 | | Heure GMT saisie : 01:54:00 | |
| Jour système : 38 | | Heure GMT système : 01:54:41 | |
| Latitude : -22°18.00mn | | Longitude : +166°21.00mn | |
| saisie par l'officier | | | |
| Il est : 01:56:35 | | Prochaine acquisition dans 00047 secondes | |
| Sortie : Ctrl+F1. | | Commutation vanne dans 00183 secondes | |

Fig. 1. Aspect de l'écran au cours de l'acquisition.

En phase d'acquisition les différents capteurs et appareils sont interrogés et les fenêtres rafraîchies au rythme choisi par l'utilisateur.

Le bandeau inférieur affiche l'heure du PC, le temps en secondes restant avant la prochaine sauvegarde et le temps en secondes restant avant la prochaine commutation de la vanne.

6. La fenêtre **DISQUE** est affichée lorsque l'option sauvegarde est active. Elle donne la taille disponible sur le disque ou le lecteur de disquette où sont stockées les données, habituellement "b:" et le pourcentage de place encore disponible. Il est conseillé de changer de disquette lorsque cette valeur devient inférieure à 10%.
7. L'arrêt du programme se fait en appuyant simultanément sur les touches **Ctrl-F1**.

4.2. Options de la ligne de commande

Toutes les options de la ligne de commande doivent commencer par un tiret (-) et doivent être séparées les unes des autres et de la commande **ecoa** par au moins un espace.

Le format générique de la ligne de commande est le suivant:

```
ECOA [-option] [-option]
```

```
-m          : menu  
-t[device] : mode trace  
-s[device] : simulation
```

DEVICE :

```
u          : ultramat  
a          : carte analogique/numérique
```

Si vous tapez seulement **ecoa** suivi de **Return**, le programme se charge en mémoire et utilise les options stockées dans le fichier de configuration.

Affichage du menu option (-m)

8. Cette option provoque l'affichage du menu à l'écran.

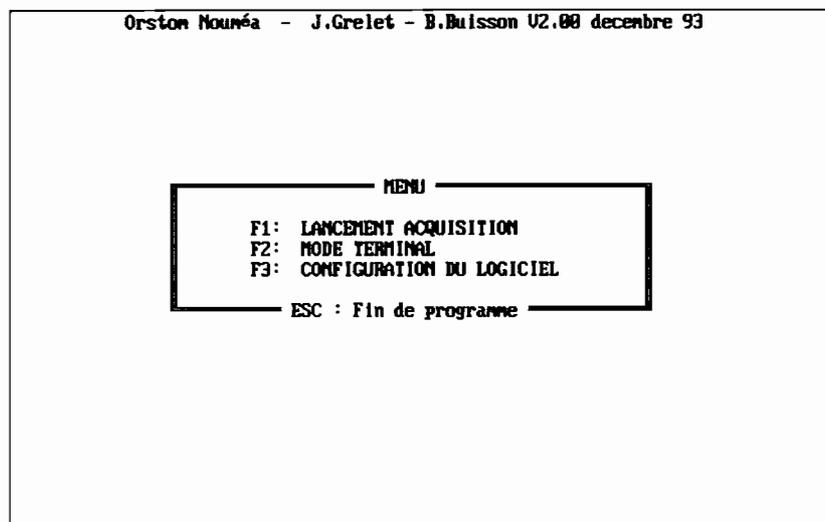


Fig. 2. Menu principal.

9. Pour démarrer l'acquisition, sélectionner l'option **F1** et se reporter à la description numéro 5.
10. Le mode terminal (fig. 3), sélectionné par **F2**, permet d'instaurer un dialogue entre l'utilisateur et l'appareil distant branché sur les ports série COM1 ou COM2. L'ordinateur se comporte alors comme un terminal ASCII. Ce mode est très utile pour tester la réponse des appareils connectés et peut remplacer de nombreux logiciels de communication du commerce.

L'appui sur les touches **F1** ou **F2** permet de passer de COM1 à COM2. Les différents paramètres de communication (vitesse, parité, etc...) sont affichés en haut de l'écran.

L'interrogation de l'analyseur Ultramat se fait en tapant au clavier une demande d'interrogation " : AKON K1" + ^J.

Pour plus de détails, se reporter au manuel de l'interface série V24 de l'analyseur Ultramat.

La sortie du mode terminal se fait par l'appui sur la touche **CTRL-F1**.

```
Appareil          : ULTRAMA
Connexion sur    : COM1      Multiplexeur      : SANS
Vitesse de transmission : 9600 Parite              : PAIRE
Longueur des mots : 7       Nombre de bits de stop : 1
***** F1 / F2 ... : Bascule appareil. CTRL-F1 : Sortie
```

Fig. 3. Mode terminal.

11. L'appui sur la touche de fonction **F3** fait apparaître à l'écran le masque de configuration du logiciel.

```
Orston Nouméa - J.Grelet - B.Buisson U2.00 decembre 93

Configuration du logiciel
-----
Acquisition ultramat (O/N) : 0
Intervalle acq. ultramat (sec) : 5
Ordre du filtre median ultramat : 5
Stockage sur disque dur (O/N) : 0
Intervalle svgrde (sec) : 60
Commutation vanne (sec) : 300 Voie: 1
Nom du fichier : test
-----
F2 Sauve ESC Sortie
```

Fig. 4. Masque de saisie des paramètres de configuration du logiciel.

12. Si l'un des appareils est absent ou vient à tomber en panne, il est nécessaire de le désactiver en tapant la lettre N en face du champ de ce dernier.

Le champ "Intervalle acq. ultramat" permet de spécifier la période d'interrogation de l'analyseur Ultramat. Le champ suivant, "Ordre du filtre médian Ultramat", permet de choisir la taille du filtre. Cette valeur peut être comprise entre 1 et 13 par valeur impaire. La valeur 1 correspond à une mesure instantanée.

Le champ "Commutation vanne" vaut habituellement 600 secondes (suivre les directives du responsable) et la voie doit avoir pour valeur 1.

Il est nécessaire d'entrer le chemin d'accès complet avec le nom du fichier (ex: b:240493 pour sauvegarde sur le disque b:). Si le disque n'est pas spécifié, la sauvegarde se fera dans le répertoire courant.

L'accès au paramètre de configuration de la carte Metrabyte se fait en appuyant sur la touche **PageBas**.

```
Orstom Nouméa - J.Grelet - B.Buisson V2.00 decembre 93

Configuration Carte Metrabyte DASB
-----
Intervalle d'acquisition (sec) : 1
Adresse carte A/D      (Hexa) : 300
Carte DASB/PGA        (0/1) : 0
Pente                  : 1.00
Offset                 : 0.00
-----
F2 Sauve  ESC Sortie
```

Fig. 5. Masque de saisie des paramètres de configuration de la carte A/N.

Habituellement, l'adresse de la carte est 300 en hexadécimal. Vérifier toutefois que cette valeur est en concordance avec la position des interrupteurs sur la carte.

La pente du convertisseur lorsque ce dernier est correctement étalonné doit être à 1 et l'offset à 0. Si une dérive du convertisseur est constatée, il est possible de corriger cette dernière sans avoir à modifier les réglages sur la carte. Cette opération doit être réalisée par un électronicien et nécessite un générateur de tension de référence.

13. Masque de saisie des capteurs de température. L'accès à ce masque se fait en appuyant sur la touche **PageBas**.

| définition d'un capteur | |
|---|----------------------------|
| Nom : | T1 Voie0 Betatherm 4-20 mA |
| Type | (F1) : 1 |
| Capteur installé (O/N) : | N |
| Numéro du canal | : 0 |
| gain si carte PGA (F1) : | 9:0..10V |
| Valeur mini autorisée : | 0.00 |
| Valeur maxi autorisée : | 40.00 |
| — Pour les capteurs LINEAIRES seulement — | |
| Tension mini (Volts) : | 0.00 |
| Tension maxi (Volts) : | 0.00 |
| F2 Sauve ESC Sortie | |

Fig. 6. Masque de définition d'un capteur de la carte A/N.

Dans l'application qui nous intéresse, nous allons trouver quatre masques correspondant aux quatre capteurs de température. La voie 0 est réservée au capteur de température mer (utilisant un transmetteur 4-20 mA).

Le champ "Nom" permet d'identifier le capteur et le type de mesure. Dans le cas d'une thermistance Betatherm, ce champ est reporté dans le masque des constantes d'étalonnage.

Le champ "type", par un appui sur F1, permet de choisir le type de capteur utilisé. Lorsque l'on choisit un capteur BETA pour Betatherm, l'utilisateur accédera à un masque supplémentaire (appui sur **PageBas**) correspondant aux coefficients d'étalonnages du pont de mesure (fig. 7).

Sélectionner le numéro de la voie utilisée.

Choisir le gain du canal : l'appui sur la touche F1 fait apparaître un menu (voir fig 7). Dans notre application, pour la voie 0, choisir le gain 9 correspondant au calibre 0-10V et pour les voies s1 à 3, choisir le gain n°10 correspondant à $\pm 0.5V$.

Les valeurs min. et max. autorisées permettent de remplacer le résultat de la mesure par la valeur $1e^{36}$ lorsque ce dernier est hors gamme et avec l'aide des champs Tension min. et max., de calculer la droite du convertisseur pour les capteurs linéaires.

```

Orston Nouméa - J.Grelet - B.Buisson 02.00 decembre 93

----- définition d'un capteur -----
Nom : T1 Voies Betatherm 4-20 mA
Type          (F1) : 1
Capteur installé (O/N) : N
Numéro du canal      : 0
gain si carte PGA (F1) : 9:0..10V

Valeur mini autorisée : 0.00
Valeur maxi autorisée : 40.00

----- Pour les capteurs LINEAIRES seulement -----
Tension mini (Volts) : 0.00
Tension maxi (Volts) : 0.00

----- F2 Sauve  ESC Sortie -----
0: +/-5V
8: +/-10V
9: 0..10V
10: +/-0.5V
11: 0..1V
12: +/-0.05V
13: 0..0.1V
14: +/-0.01V
15: 0..0.02V

```

Fig. 7. Masque de choix du gain de la carte A/N.

14. L'appui appui sur la touche **PageBas** fait apparaître pour les capteurs de type 2 (Betatherm) le masque suivant:

```

Orston Nouméa - J.Grelet - B.Buisson 02.00 decembre 93

----- Constantes d'étalonnage -----
T1 Voies Betatherm 4-20 mA
Commentaire : T mer
Rb : 14930.0 Résistance d'étalonnage, température basse
Rh : 2732.0 Résistance d'étalonnage, température haute
Nb : 1100 Valeur de la mesure pour Rb
Nh : 3592 Valeur de la mesure pour Rh
R : 3305.0 Résistance haute du pont de mesure
Offset : 0.00

----- F2 Sauve  ESC Sortie -----

```

Fig. 8. Masque des constantes d'étalonnage pour un capteur Betatherm.

Dans ce masque, l'utilisateur entre les valeurs N_b et N_h (sorties numériques du convertisseur) correspondant à deux résistances connues R_b et R_h . Ces résistances sont choisies proches des valeurs extrêmes de la gamme de mesure. Elles sont soudées sur deux fiches "Canon".

- gamme de mesure: 0- 40°C => résistance Betatherm 5K3A1 comprise entre 16325 et 2663.2 ohms.
- tension du pont de mesure comprise entre +/- 0.5V
- résistance à 1% $R_b = 2734$ et $R_h = 15970$.

Remarque:

Pour mesurer les valeurs N_b et N_h , voir le chapitre intitulé "Etalonnage".

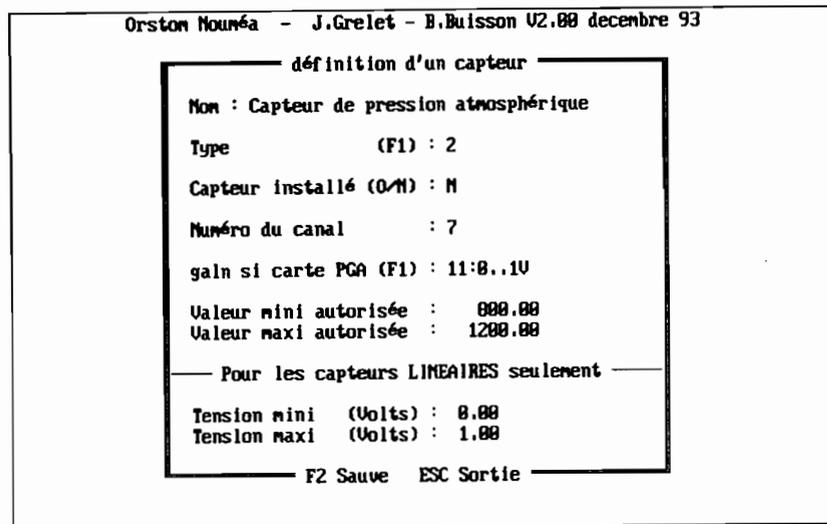


Fig. 9. Masque de définition d'un capteur linéaire de la carte A/N.
Pression atmosphérique.

15. L'accès aux paramètres de communication de l'analyseur Ultramat se fait en appuyant sur la touche **PageBas** .

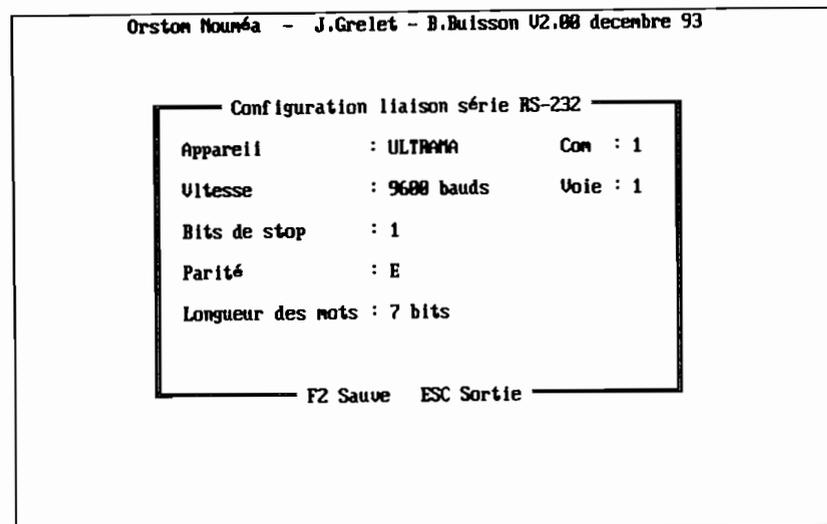


Fig. 10. Masque de saisie des paramètres de communication d'une liaison série.

En cas de non réponse de l'appareil, vérifier en premier les paramètres de communication puis le câble de liaison et ensuite les codes 80, 81 et 82 des fonctions de configuration de l'analyseur.

Affichage du mode trace option (-t)

Le mode trace permet d'afficher en bas de l'écran une fenêtre où les caractères envoyés par l'appareil choisi vont s'afficher. Ce mode est utile lorsqu'il est nécessaire de vérifier l'établissement du dialogue entre l'appareil et le micro-ordinateur, lors de l'installation de l'équipement par exemple. Un seul appareil peut être 'tracé' en même temps.

Le mode trace est aussi utilisé pour l'étalonnage des thermistances.

| Orstom Nouméa - J.Grelet - B.Buisson U2.00 decembre 93 | | | | Disque | |
|--|--------------|--------------|---|---|--|
| Carte metrabyte DAS8-PGA | | | | Reste 523 Ko soit 73% libre B:test 0 enreg | |
| Valeurs instatannées | | | | CO2 Ultramat | |
| T1 : 1e+36°C | T2 : 14.64°C | T3 : 1e+36°C | T4 : 1e+36°C | PCO2 i: 363 | |
| Tair: 1e+36°C | Hun: 1e+36 % | Chla: 1e+36 | Pa : 1e+36 mb | PCO2 n: 0 | |
| Valeurs medianes | | | | Cycles: 2 | |
| T1 : 1e+36°C | T2 : 0°C | T3 : 1e+36°C | T4 : 1e+36°C | | |
| Tair: 1e+36°C | Hun: 1e+36 % | Chla: 1e+36 | Pa : 1e+36 mb | | |
| Vanne: 0 | | | | | |
| Saisie position CTRL+F10 | | | | | |
| : AKOM K1 | | | | | |
| : AKOM 0 K1 360 | | | | | |
| : AKOM K1 | | | | | |
| : AKOM 0 K1 383 | | | | | |
| Il est : 01:59:21 | | | Prochaine acquisition dans 00054 secondes | | |
| Sortie : Ctrl+F1. | | | Commutation vanne dans 00294 secondes | | |

Fig. 11. Exécution du programme avec choix de l'analyseur Ultramat en mode trace.
L'utilisateur doit entrer la commande suivante : ecoa -tu.

| Orstom Nouméa - J.Grelet - B.Buisson U2.00 decembre 93 | | | | Disque | |
|--|--------------|--------------|---|---|--|
| Carte metrabyte DAS8-PGA | | | | Reste 523 Ko soit 73% libre B:test 0 enreg | |
| Valeurs instatannées | | | | CO2 Ultramat | |
| T1 : 1e+36°C | T2 : 31.8°C | T3 : 1e+36°C | T4 : 1e+36°C | PCO2 i: 363 | |
| Tair: 1e+36°C | Hun: 1e+36 % | Chla: 1e+36 | Pa : 1e+36 mb | PCO2 n: 0 | |
| Valeurs medianes | | | | Cycles: 1 | |
| T1 : 1e+36°C | T2 : 0°C | T3 : 1e+36°C | T4 : 1e+36°C | | |
| Tair: 1e+36°C | Hun: 1e+36 % | Chla: 1e+36 | Pa : 1e+36 mb | | |
| Vanne: 0 | | | | | |
| Saisie position CTRL+F10 | | | | | |
| R= 8117.6 +514 0.000 14.3! | | | | | |
| R=14754.0 +1496 0.000 1.994! | | | | | |
| R=13575.6 +1300 0.000 3.658! | | | | | |
| R=13133.2 +1332 0.000 4.323! | | | | | |
| R= 3733.3 -1241 0.000 31.8! | | | | | |
| Il est : 01:58:32 | | | Prochaine acquisition dans 00054 secondes | | |
| Sortie : Ctrl+F1. | | | Commutation vanne dans 00294 secondes | | |

Fig. 12 Exécution du programme avec choix de la carte Metrabyte en mode trace.
L'utilisateur doit entrer la commande suivante : ecoa -ta.

Il est possible et ceci à tout moment de faire apparaître une fenêtre trace par l'appui simultané sur les touches **ALT** et :

- **F1** pour l'analyseur Ultramat
- **F3** pour la carte Metrabyte
- **F4** pour fermer le mode trace.

Utilisation du mode simulation option (-s)

Le mode simulation permet d'utiliser le programme sans que les appareils ou carte d'acquisition soient connectés au micro-ordinateur. Ce mode permet d'évaluer le logiciel ou de l'utiliser à des fins pédagogiques. Cette possibilité de simuler les appareils est un atout précieux pour la mise au point de nouvelles versions du logiciel. Pour simuler les deux appareils, entrer la commande suivante: `ecoa -sua.`

Les différentes options peuvent être utilisées simultanément.

Exemple: `ecoa -m -tu -sua`

Cette commande appelle le menu au lancement du programme, affiche le mode trace pour l'analyseur et simule ce dernier ainsi que la carte MetrabYTE. Les options peuvent être entrées dans n'importe quel ordre.

Important: Le mode trace, lorsqu'il est activé à partir de la ligne de commande du DOS, ne permet pas la sauvegarde des données. Cette option ne doit être utilisée que lors de l'étalonnage, ou pour vérifier le fonctionnement d'un appareil, mais **jamais lors de l'acquisition.**

5. FONCTIONNEMENT DU PROGRAMME EN ACQUISITION DE DONNÉES.

L'acquisition des données peut se faire depuis la ligne de commande du DOS en tapant **ECOA**, ou depuis le menu en appuyant sur **F1**. Apparaît le masque de saisie de la position. Ce masque apparaîtra et devra aussi être saisi lors de la sortie du programme. Il est possible de le faire apparaître en appuyant sur les touches **Ctrl-F10** pour saisir la position en cours d'acquisition.

Remarque: Le programme peut fonctionner avec un récepteur de type GPS branché sur le port série COM2. Il suffit pour activer la liaison, de remplacer sous éditeur ASCII, dans le fichier `config.cfg` la variable "MANUEL" par "GPS_100". Ce mode a été testé au laboratoire et fonctionne parfaitement.

1. L'opérateur doit entrer la position toutes les deux heures au format suivant:
 - Latitude: DD MM H où DD représente les degrés, MM les minutes et H l'hémisphère.
 $0 \leq DD \leq 90$
 $0 \leq MM \leq 59$
H = S pour sud, H = N pour nord
 - Longitude: DDD MM H où DDD représente les degrés, MM les minutes et H le méridien.
 $0 \leq DDD \leq 180$
 $0 \leq MM \leq 59$
H = E pour est, H = O = W pour ouest
 - Jour julien: JJJ représente le nombre de jours écoulés dans l'année depuis le premier janvier. Un tableau en annexe A donne le calendrier des jours julien.
 - L'heure: HH MM où HH représente l'heure et MM les minutes.

```

Orston Nounéa - J.Grelet - B.Buisson U2.00 decembre 93
Disque
Reste 523 Ko
soit 73% libre
B:test
0 enreg

Position du navire à saisir manuellement par l'officier
Latitude : 22 18 S Longitude : 166 21 E
(dd mm N/S) (ddd mm E/W)
Jour Julien : 41 Heure (GMT) : 01 53
(JJJ) (hh mm)

Validation F2 Sortie ESC
Il est : 01:52:28 Prochaine acquisition dans 00000 secondes
Sortie : Ctrl+F1. Commutation vanne dans 00000 secondes

```

Fig. 14. Saisie manuelle de la position par l'opérateur.

Lorsqu'un champ est rempli, le passage au suivant se fait par l'appui sur la touche **Bas** ou **Return**. Un test de validité est effectué. Si la valeur est mauvaise elle est rejetée et un signal sonore est émis. L'opérateur, une fois les données saisies, peut se déplacer dans le masque avec les touches **Haut** et **Bas**. Lorsque toutes les données sont correctement entrées, la validation se fait par l'appui sur **F2**.

12. Une fois les données validées, elles sont sauvegardées sur disque et la fenêtre **Dernière position du navire** est affichée à l'écran. Son contenu restera identique tant qu'une nouvelle position n'aura pas été saisie.

```

Orston Nounéa - J.Grelet - B.Buisson U2.00 decembre 93
Carte megarbyte DASB-PGA
Disque
Reste 523 Ko
soit 73% libre
B:test
2 enreg

Valeurs instatannées
T1 : 11.2°C T2 : 17.93°C T3 : 22.59°C T4 : 14.29°C
Tair: 1e+36°C Hum: 1e+36 % Chla:30.52 Pa : 931.2 mb

Valeurs medianes
T1 : 1e+36°C T2 : 25.26°C T3 : 23.34°C T4 : 24.33°C
Tair: 1e+36°C Hum :1e+36 % Chla: 5.139 Pa : 1e+36 mb
Vanne: 0

CO2 Ultramat
PCO2 i: 357
PCO2 m: 369
Cycles: 24

Saisie position CTRL+F10
Dernière position du navire
Jour saisie : 41 Heure GMT saisie : 01:54:00
Jour système : 38 Heure GMT système : 01:54:41
Latitude : -22°18.00mn Longitude : +166°21.00mn

saisie par l'officier
Il est : 01:56:35 Prochaine acquisition dans 00047 secondes
Sortie : Ctrl+F1. Commutation vanne dans 00183 secondes

```

Fig. 14. Affichage de la position saisie manuellement par l'opérateur.

Dans le cas où l'opérateur ne peut terminer la saisie de la position, il est toujours possible de rendre la main au programme en appuyant sur la touche **ESC**. Dans ce cas la position ne sera pas enregistrée dans le fichier.

Important:

Lors de l'ouverture du masque de saisie de la position, l'acquisition des données est stoppée jusqu'à ce que l'utilisateur valide par **F2** ou sorte par **ESC**. Ne jamais laisser le programme avec le masque ouvert, sinon les données ne seront pas acquises.

6. PROCÉDURES D'ÉTALONNAGES

Comme tout appareil de mesure, il est nécessaire d'étalonner régulièrement le système de façon à s'assurer que la dérive reste dans les limites de tolérance du cahier des charges.

Dans ce système d'acquisition, il existe trois éléments susceptibles de dériver.

- 1) La carte METRABYTE. Un logiciel fourni avec la carte permet d'étalonner cette dernière avec un générateur de tension de référence (voir le manuel d'utilisation de cette carte). Il faudra alors modifier les valeurs de la pente et de l'offset du masque "*Configuration carte Metrabyte DAS8*". ou reprendre les réglages avec les potentiomètres situés sur la carte. Sauf problème majeur, il n'est pas nécessaire de toucher aux réglages.
- 2) Le boîtier électronique contenant les différents ponts de mesure doit être régulièrement étalonné ou tout au moins vérifié. L'étalonnage permet alors de déterminer la nouvelle équation de la droite de charge du convertisseur A/N. La pente de cette droite est déterminée en mesurant des résistances connues avec précision (R_h et R_b). Les nouvelles valeurs de sortie du convertisseur A/N (N_h et N_b) permettront ensuite de re-déterminer la nouvelle valeur de k nécessaire au calcul de la résistance mesurée. Cet étalonnage ne demande pas de matériel spécifique, si ce n'est les deux résistances de précision. Cette opération peut être réalisée sous le mode trace de la carte Metrabyte.
- 3) La thermistance qui constitue le capteur de température dérive elle aussi dans le temps. Un point d'étalonnage doit être réalisé par comparaison avec un capteur de précision (Seabird SBE 03 ou SIS Sensoren).

6.1. Etalonnage du boîtier électronique

Le matériel est livré avec trois résistances d'étalonnage soudées chacune dans une prise "Canon". Les deux résistances de 2730 Ohms et de 14962 Ohms servent à calculer la droite de charge du convertisseur pour chaque pont de mesure. Ces résistances sont utilisées pour déterminer l'équation du convertisseur et sont appelées respectivement R_h et R_b .

Important : Il est conseillé de réaliser un étalonnage du matériel avant et après chaque campagne à l'aide des résistances étalon.

La procédure est la suivante :

- Lancer le programme avec les options suivantes: **ecoa -m -ta**
- Appuyer sur **F3** depuis le menu principal et régler l'acquisition de la carte sur 1 seconde (dans menu *Configuration carte Metrabyte DAS8*).
- Désactiver toutes les voies sauf la voie à étalonner. En effet, le mode trace est assez "bavard", et devient vite difficile à déchiffrer avec plusieurs voies actives.
- Insérer la résistance d'étalonnage de 2730 Ohms dans la voie à étalonner et noter la valeur de sortie du convertisseur que l'on appellera N_h et qui est la deuxième valeur affichée.

Le mode trace pour les thermistance Betatherm affiche respectivement : la résistance, la sortie du convertisseur, la tension

et la température mesurée. Dans le cas d'une thermistance, la tension est toujours nulle car non calculée.

- Remplacer cette résistance par celle de 14962 Ohms. Noter la sortie du convertisseur que l'on appellera **Nb**.
- Répéter l'opération de façon identique pour toutes les autres voies (Voie 0 à Voie 4).
- Les quatre mesures effectuées, sortir du programme d'acquisition par **CTRL F1** et appuyer sur la touche **F3** (*configuration logiciel*) puis **PageBas** 3 fois (afin de se placer sur le premier masque *Constantes d'étalonnage mesure de température*). Entrer les valeurs de **Nh** et **Nb** saisies précédemment pour chacune des voies.

Important :

Pour une mesure de thermistance utilisant un transmetteur de courant (pour la voie 0), il est nécessaire d'inverser les coefficients **Nh** et **Nb**. Cette particularité vient de l'utilisation spécifique du circuit intégré AD694 utilisé dans le transmetteur. L'inversion des coefficients permet d'éviter l'utilisation d'une équation spécifique à ce montage.

| | | | | | |
|--|---------------|--------------|---|----------------|--|
| Orstom Nouméa - J.Grelet - B.Buisson 02.08 decembre 93 | | | | Disque | |
| Carte netrabYTE DASB-PCA | | | | Reste 523 Ko | |
| Valeurs instatannées | | | | soit 73% libre | |
| T1 : 1e+36°C | T2 : 31.8°C | T3 : 1e+36°C | T4 : 1e+36°C | B: test | |
| Tair: 1e+36°C | Hun: 1e+36 % | Chla: 1e+36 | Pa : 1e+36 mb | 0 enreg | |
| Valeurs medianes | | | | CO2 Ultramat | |
| T1 : 1e+36°C | T2 : 0°C | T3 : 1e+36°C | T4 : 1e+36°C | PC02 i: 363 | |
| Tair: 1e+36°C | Hun : 1e+36 % | Chla: 1e+36 | Pa : 1e+36 mb | PC02 n: 0 | |
| Vanne: 0 | | | | Cycles: 1 | |
| Saisie position CTRL+F10 | | | | | |
| R= 8117.6 +514 0.000 14.31 | | | | | |
| R=14754.0 +1496 0.000 1.9941 | | | | | |
| R=13575.6 +1300 0.000 3.6501 | | | | | |
| R=13133.2 +1332 0.000 4.3231 | | | | | |
| R= 3733.3 -1241 0.000 31.81 | | | | | |
| Il est : 01:58:32 | | | Prochaine acquisition dans 88854 secondes | | |
| Sortie : Ctrl+F1. | | | Commutation vanne dans 88294 secondes | | |

Figure 15 : Etalonnage en mode trace

Le tableau suivant donne les valeurs des résistances hautes du pont de mesure à entrer dans les masques pour chacune des voies.

| | Voie0 | Voie1 | Voie2 | Voie3 |
|---|-------|-------|-------|-------|
| R | 2727 | 2730 | 2734 | 2739 |

Pour une description détaillée sur le principe du pont de mesure, lire la première documentation d'ECOIA (Grelet, 1990). La valeur de résistance est marquée sur le boîtier du transmetteur 4-20 mA installé à la machine.

6.2. Etalonnage des thermistances

Les étalonnages ont été réalisés à bord le 3 février 1994 avec un thermomètre numérique de marque SIS.

Attention : Avant d'effectuer les étalonnages, il est nécessaire d'initialiser tous les offsets à zéro dans chacun des masques *ECO A Constantes d'étalonnage mesure de température*. Ne pas oublier par la suite d'y entrer les nouvelles valeurs.

| SIS | Tmer | Tair equ | T glace | T eau equ |
|--------|------|----------|---------|-----------|
| Offset | +0.0 | +0.13 | +0.03 | -0.08 |

Etalonnage du 3 février 1994

Il est quand même conseillé pour les prochaines opérations de vérifier avec un thermomètre de précision (Thermomètre à renversement numérique SIS modèle RTM 4002) les valeurs d'offset pour chacune des thermistances.

ATTENTION : Si des thermistances doivent être changées ou permutées, il est nécessaire de rentrer dans le masque *Constantes d'étalonnage mesure de température* la nouvelle valeur d'offset. Les coefficients Nb et Nh, par contre, restent identiques car liés à la voie de mesure.

7. LES FICHIERS PRÉSENTS SUR LA DISQUETTE PROGRAMME

La disquette contient les fichiers suivants.

Fichiers présents:

- ECO.A.EXE:** Programme d'acquisition en français, version 2.01 de la chaîne d'analyse de pression partielle de CO₂.
- *.ECR:** Descripteurs d'écrans. Fichiers ASCII utilisés par le programme.
- *.DSK:** Descripteurs de disques. Fichiers ASCII utilisés par le programme.
- CONFIG.CFG:** Fichier ASCII contenant la configuration du programme.

8. FORMAT DU FICHIER DE DONNÉES

```
VERSION : 2.0
0 93 33 6.00
7 4 T mer      T eau equ  T air equ  T glace
1 33 6.00 33 6.00 -22.18 -166.21
2 33 6.24 0 4 24.05 1e+36 23.06 1e+36 1e+36 1e+36 483 500 1000
2 33 6.25 0 4 24.05 1e+36 23.06 1e+36 1e+36 1e+36 447 500 1000
2 33 6.26 0 4 24.03 1e+36 23.06 1e+36 1e+36 1e+36 453 500 1000
2 33 6.27 0 4 24.03 1e+36 23.05 1e+36 1e+36 1e+36 429 500 1000
2 33 6.28 1 4 24.03 1e+36 23.05 1e+36 1e+36 1e+36 425 500 1000
2 33 6.29 1 4 24.03 1e+36 23.06 1e+36 1e+36 1e+36 473 500 1000
2 33 6.30 1 4 24.03 1e+36 23.06 1e+36 1e+36 1e+36 470 500 1000
6 93 33 6.30
1 33 6.30 33 6.00 -22.18 -166.21
```

```
Début acquisition  0 YY JJJ HH.MM
Fin acquisition    6 YY JJJ HH.MM
Configuration      7 Nb Capteur1 Capteur2 Capteur3 Capteur4
Acquisition        2 JJJ HH.MM Vanne 4 T1 T2 T3 T4 Tair Hum PCO2 Chla Patm
Saisie position    1 JJJ HH.MM jjj hh.mm lat long
```

où

JJJ et HH.MM représentent la date et l'heure du PC.

jjj et hh.mm représentent la date et l'heure saisie par l'opérateur.

lat et long représentent la latitude et la longitude saisie par l'opérateur.

Vanne indique la position de l'électrovanne (1 pour l'air, 0 pour la mer). PCO2 et TCO2 représentent la pression partielle de CO2 et la température de l'analyseur Ultramat.

T1 T2 T3 et T4 représentent les quatre températures mesurées avec la carte A/N.

Patm représente la pression atmosphérique mesurée avec le capteur Keller.

Chla représente la fluorescence mesurée avec le fluorimètre TURNER.

Tair et Hum représentent la température de l'air extérieur et l'humidité relative mesurée avec le capteur Thalamus. (Ce capteur n'est plus installé sur le système actuellement).

Lorsque qu'un capteur n'est pas installé, ou que la mesure est hors gamme, la valeur est remplacée par 1e36.

9. GESTION DE L'ANALYSEUR ULTRAMAT.

L'interrogation se fait en envoyant la commande ": AKON K1" suivie du caractère ^J (LF ou Line Feed).

La réponse de l'analyseur doit être du type ": AKON 0 K1 xxx" suivie du caractère ^J. xxx représente la mesure de pression partielle de CO2.

