

NOTES TECHNIQUES
SCIENCES DE LA MER
OCEANOGRAPHIE PHYSIQUE

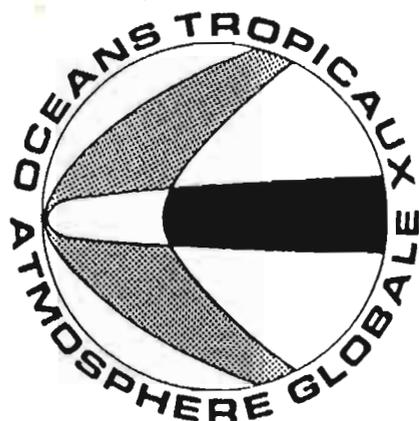
N° 6

1992

Mesure de température et commande
de processus pour analyseur de CO₂

Jaques GRELET
Bruno BUISSON
Myriam MACKENZIE
Francis GALLOIS (collab.)

Groupe SURTROPAC



Programme ECOA (Echange de Carbone Océan Atmosphère)

Document de travail

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

CENTRE DE NOUMÉA

ORSTOM

NOTES TECHNIQUES
SCIENCES DE LA MER
OCEANOGRAPHIE PHYSIQUE

N° 6

1992

Mesure de température et commande
de processus pour analyseur de CO₂

Jaques GRELET
Bruno BUISSON
Myriam MACKENZIE
Francis GALLOIS (collab.)

Groupe SURTROPAC

Programme ECOA (Echange de Carbone Océan Atmosphère)

The logo for ORSTOM, featuring the word "ORSTOM" in a stylized, outlined font with a grid-like texture inside the letters.

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

CENTRE DE NOUMÉA

© ORSTOM, Nouméa, 1992

/Grelet, J.
/Buisson, B.
/Mackenzie, M.
/Gallois, F. (collab.)

Mesure de température et commande de processus pour analyseur de CO₂ - Programme
"Echange de Carbone Océan Atmosphère" (ECO A)
Nouméa : ORSTOM. Janvier 1992, 47 p.
Conv : Sci. Mer : Océanogr. phys. ; 6

Ø32TECHNO

OCEANOGRAPHIE PHYSIQUE ; TECHNIQUE ; ACQUISITION DE DONNEES ; GAZ CARBO-
NIQUE ; INTERACTION OCEAN ATMOSPHERE / NOUVELLE CALEDONIE

Imprimé par le Centre ORSTOM
de Nouméa
Janvier 1992



ORSTOM Nouméa
REPROGRAPHIE

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 la réalisation et l'utilisation du système de mesures du flux de CO₂ embarqué sur les navires marchands. 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 embarked on ship of opportunity, system used for measuring CO₂ flux between the ocean and atmosphere. This system was realised and tested in the SURTROPAC laboratory (ORSTOM center of Nouméa, New Calédonia)

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION	1
2. DESCRIPTION DU SYSTEME DE MESURES	3
2.1. Cahier des charges	3
2.2. Synoptique	5
2.3. Description de l'électronique	6
2.3.1. Boîtier électrovannes	6
2.3.2. Mesure des températures	6
2.3.3. Equations du convertisseur	8
2.4. Installation et configuration du système de mesure	10
3. UTILISATION DU LOGICIEL	13
3.1. Terminologie	13
3.2. Utilisation des masques	13
3.3. Installation du logiciel	14
3.4. Utilisation du logiciel ECOA	15
3.4.1. Menu principal	15
3.4.2. Masque configuration logiciel	16
3.4.3. Masque Coefficients d'étalonnage	17
3.4.4. Masque Configuration RS232	18
3.4.5. Masque Constantes d'étalonnage. Mesure de température	18
3.5. Etalonnage	20
3.5.4. Etalonnage du boîtier électronique	20
3.5.5. Etalonnage des thermistances	21
3.6. Fabrication des sondes de température	22
3.7. Acquisition	25
3.8. Format de sauvegarde des données	26
4. ANNEXES	29
4.1. Description du logiciel ECOA	29
4.2. Electronique	29
4.2.1. Schémas	31
4.2.2. Nomenclatures	38
4.2.3. Caractéristiques techniques de la carte METRABYTE DAS-8-PGA	41
4.2.4. Caractéristiques du capteur THALAMUS Thermohygrosonde	43
4.2.5. Capteur de pression KELLER PAA2	44
4.2.6. Spécifications des thermistances BETATHERM modèle BetaCurve 5K3A1	44
4.3. Adresses des fournisseurs	46
4.4. Adresses utiles	47

1. INTRODUCTION

La mesure des pressions partielles de CO₂ est le but de l'opération. Elle sera réalisée par un analyseur de gaz à infra-rouge (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 celle de l'équilibrateur 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, permettra l'automatisation de toutes les mesures analogiques de la chaîne d'acquisition.

Les outils logiciels développés par le laboratoire informatique du centre ORSTOM de Nouméa, ont grandement facilités la réalisation du logiciel ECOA.

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

Les mesures de température et de salinité de surface seront réalisées en continu avec un thermosalinographe de marque Sea-Bird ou prélevées régulièrement et analysées au laboratoire (ce qui est le cas actuellement).

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

Enfin, la vitesse et la direction du vent, ainsi que les autres observations météorologiques effectuées à la passerelle du navire seront saisies dans un fichier "météo".

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.
- Température de l'air et humidité relative.
- Position du navire.

2 DESCRIPTION DU SYSTEME DE MESURES

2.1. Cahier des charges

Un micro-ordinateur compatible IBM PC est le coeur de la chaîne d'acquisition et permet de contrôler l'acquisition des paramètres suivants :

- Mesure de la température en 4 points différents de la chaîne d'analyse.
- Mesure de la pression d'équilibrage, de la température de l'air et de l'humidité relative.
- Mesure de la fluorescence en continu avec un fluorimètre de marque TURNER modèle 112.
- Mesure de la pression partielle de CO₂ réalisée avec l'analyseur ULTRAMAT.
- Commutation des électrovannes pour une mesure alternative du CO₂ dans l'air atmosphérique et dans l'équilibrateur.
- Saisie de la position par l'opérateur.

Les mesures de température sont réalisées à l'aide de thermistances de marque BETATHERM, modèle BetaCurve 5K3A1, de résistance 5000Ω à 25°C. Ces thermistances sont remarquables pour leur grande stabilité, leur interchangeabilité (1 seul point d'étalonnage est nécessaire, tolérance interchangeabilité de ± 0.2 °C), et leurs bonne précision (± 0.02 °C).

Le principe de la mesure est le suivant: un capteur, dans notre exemple une thermistance BETATHERM, est associé à une électronique analogique délivrant une tension continue, comprise entre ±0.5 volts. Cette tension, proportionnelle à la mesure, est appliquée à l'entrée différentielle d'un convertisseur analogique numérique 12 bits.

La conversion analogique digital est réalisée grâce à une carte de marque METRABYTE, modèle DAS-8-PGA. Cette carte se branche sur un connecteur d'extension 8 bits d'un IBM PC ou compatible

Ces caractéristiques sont les suivantes :

- Convertisseur A/N (Analogique/Numérique) 12 bits.
- 8 entrées analogiques sélectionnables, soit en mode différentiel (± 0.5 V), soit en mode simple tension (0-1 V).
- Commutation logicielle du gain de chaque entrée analogique (5 échelles différentes).
- 3 entrées et 4 sorties numériques.
- 3 horloges, compteurs indépendants.
- Un "driver" permettant la programmation de la carte. Ce "driver" est écrit en FORTRAN et livré sous la forme d'un fichier objet directement utilisable en langage C.

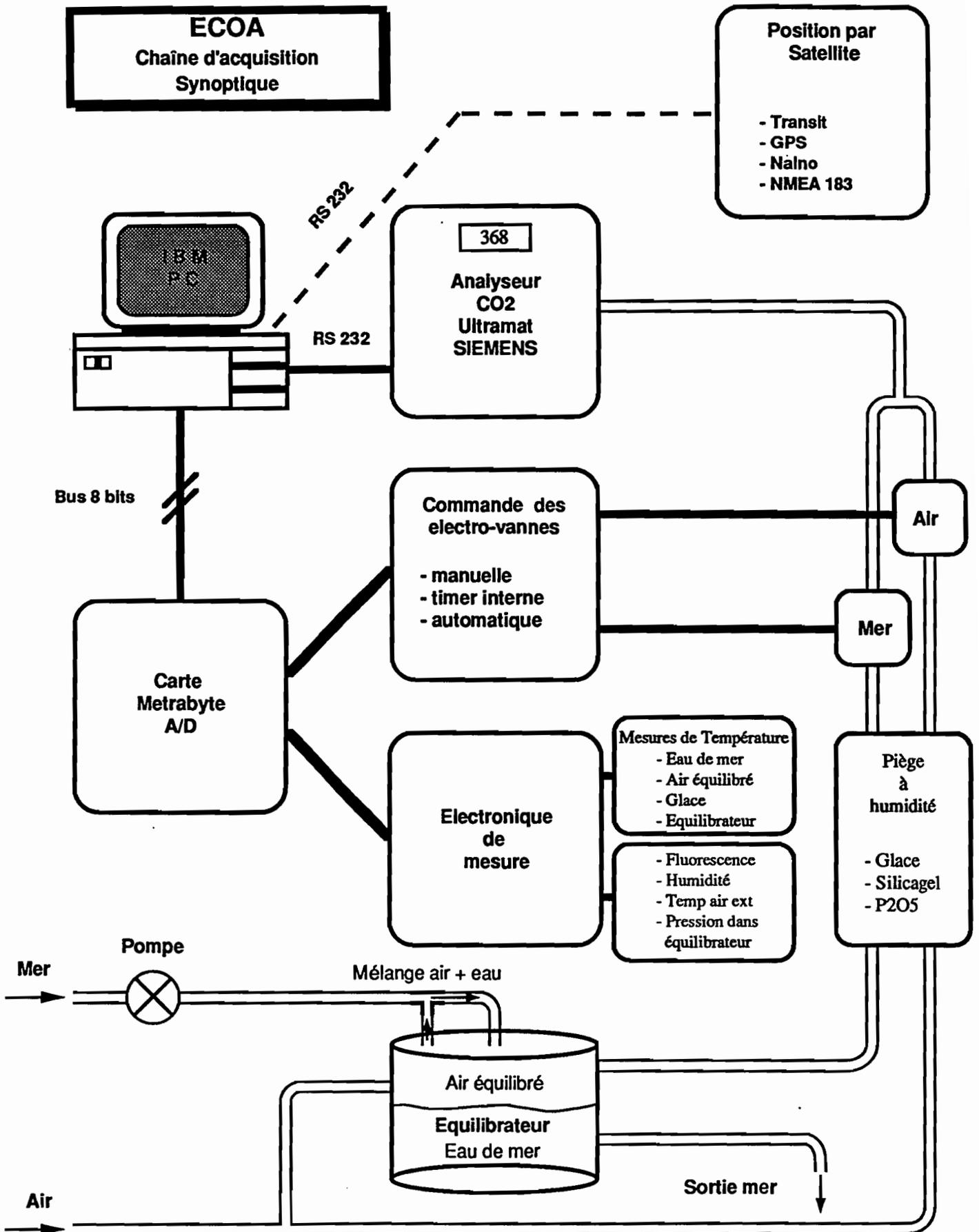
La commande des électrovannes est réalisée par un boîtier indépendant dont l'électronique a été développée au laboratoire. Ce boîtier comprend une alimentation 24 volts 1.5 Ampère pour la commande des électrovannes et une alimentation faible puissance 12 volts. Un oscillateur interne permet la commande du relais des électrovannes indépendamment du PC.

Un commutateur 4 positions sur le boîtier des vannes permet les commandes suivantes :

- Position "**micro**", les vannes sont commandées par le logiciel ECOA. La fréquence de commutation est entrée dans le masque *Configuration logiciel*.
- Position "**auto**", les vannes sont commandées par l'oscillateur interne. La fréquence de commutation est réglable par potentiomètre extérieur et deux micro-interrupteurs dans le boîtier.
- Position "**air**", la vanne "air" est ouverte (la bobine est excitée).
- Position "**mer**", la vanne "mer" est ouverte (la bobine n'est pas excitée).

L'utilisateur peut donc réaliser les différents tests d'étalonnages sans être dans l'obligation d'utiliser le micro-ordinateur. En cas de non disponibilité de ce dernier, les analyses pourront toujours être réalisées en mode **auto**.

2.2. Synoptique



2.3. Description de l'électronique

2.3.1. Boîtier électrovannes

Le boîtier de commande des électrovannes comprend deux alimentations continues. L'une, de 12 Volts est utilisée par l'électronique de l'oscillateur, l'autre, de 24 Volts permet la commande des électrovannes. Cette alimentation double provient d'un micro-ordinateur PET COMMODORE reformé.

L'électronique de commande des électrovannes est construite autour d'un oscillateur programmable CMOS CD4541. Cet oscillateur possède quatre gammes de fréquences sélectionnables à l'aide de micro-interrupteurs à l'intérieur du boîtier. La fréquence peut être réglée avec un potentiomètre afin d'obtenir le cadencement désiré dans chacune des gammes choisies.

Selon la position des micro-interrupteurs A et B, la fréquence de l'oscillateur est divisée par les valeurs suivantes :

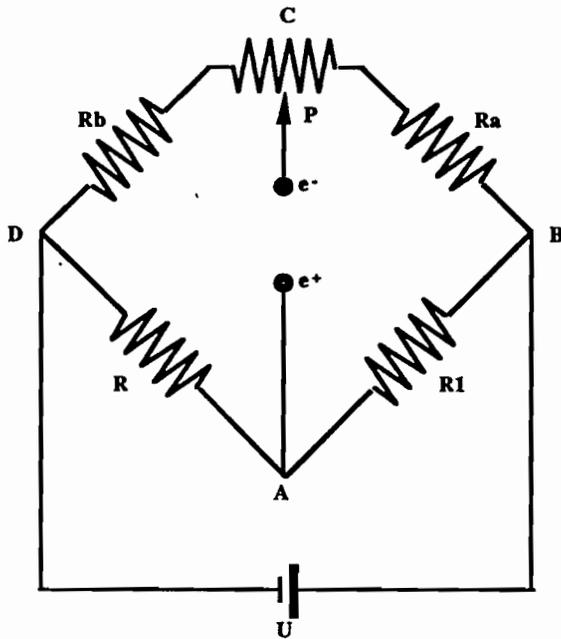
A	B	2 ⁿ
0	0	8192
0	1	1024
1	0	256
1	1	65536

Réglage de l'oscillateur de commande des électrovannes

Le commutateur trois positions fixé sur le couvercle du boîtier permet d'alimenter la bobine de commande du relais des électrovannes soit, par logiciel en utilisant la carte METRABYTE, soit par l'oscillateur interne ou soit manuellement sur les positions Air ou Mer.

2.3.2. Mesure des températures

L'électronique de mesure est identique pour chaque capteur de température. Elle est réalisée autour d'un pont de mesure. Dans la branche A-B on trouve une résistance fixe R1 de 4.7 K Ω , appelée résistance haute du pont de mesure. La thermistance dont on veut mesurer la valeur se trouve dans la branche A-D. Le point A, commun à ces deux résistances est raccordé à l'entrée "+" de l'amplificateur différentiel de la carte METRABYTE.



Ra et Rb sont des résistances de précision (1%) au carbone de 4.7 K Ω .

P est un potentiomètre 20 tours de 5 K Ω .

R1 est une résistance de précision de 4.7 K Ω et sa valeur précise doit être connue.

R est la thermistance BETATHERM. Sa résistance est de 16325 Ω à 0°C et de 1801 Ω à 50°C.

Les points milieux e⁺ et e⁻ correspondent aux entrées en mode différentiel de la carte METRABYTE.

La branche C-D est constitué d'une résistance fixe de 4.7 K Ω et d'une partie d'un potentiomètre 20 tours de 5 K Ω . La dernière branche C-B est identique à la branche D-C. Le curseur du potentiomètre est raccordé à l'entrée "-" de l'amplificateur différentiel.

Les éléments du pont sont calculés de façon à obtenir une tension aux bornes de e⁺ et e⁻ comprise entre ± 0.5 Volt lors d'une variation de température de comprise entre 0 et 50°C. Ces valeurs nous donnent une résolution de 1/100 °C avec un convertisseur 12 bits dans la gamme de température 0-50°C. Le potentiomètre P, par son réglage, permet de couvrir toute la gamme de température demandée.

Ce pont de mesure est alimenté par une tension de référence 2.5 volts entre les points B-D. Cette tension est obtenue avec un circuit intégré LM385-2 qui est une diode Zener de référence. La sortie de ce circuit intégré attaque un amplificateur opérationnel LM324 monté en amplificateur suiveur. La tension qu'il délivre sert à alimenter les 5 ponts de mesure.

La commande de la bobine du relais est isolée de la carte METRABYTE par un optocoupleur TIL111 et amplifiée par le transistor T2. Ce dernier, lorsqu'il est passant, alimente le relais K1 utilisé pour la commutation des électrovannes.

Les capteurs de fluorescence, de pression atmosphérique, de température de l'air et d'humidité relative délivrent tous une tension de sortie comprise entre 0 et 1 volts. Ces capteurs sont reliés directement sur les quatre entrées restantes de la carte METRABYTE. Ces entrées sont câblées en mono-tension¹. (single line).

Le boîtier est alimenté en 12 V par une alimentation continue intégrée et protégée par fusible. L'alimentation 220 V est filtrée. Le pôle négatif de cette alimentation est reliée au à celui de la carte METRABYTE ainsi que tous les blindages des cordons des divers capteurs.

Chacun des quatre capteurs de température est raccordé à l'électronique par l'intermédiaire d'un connecteur type "Canon". Le câble utilisé est du câble pour microphone qui présente l'avantage de posséder un blindage efficace et une résistance en ligne faible.

¹ Voir paragraphe 2.3 Installation et configuration de la carte METRABYTE.

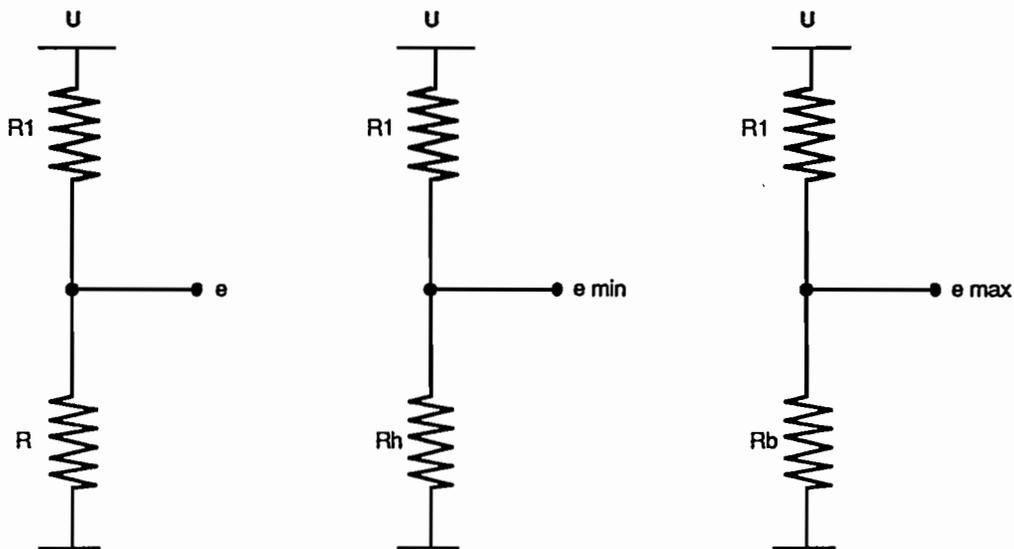
Le premier boîtier de mesure possède 5 connecteurs de type "Canon". Dans la version utilisée, seul les prises Th0, Th1, Th2 et Th3 sont branchées. La prise Th4 n'est pas connectée et cette voie est utilisée pour la mesure de la température de l'air atmosphérique (capteur Thalamus).

ATTENTION : Les mesures effectuées sont très sensibles aux parasites (mesures analogiques). La longueur du câble ne doit pas dépasser quelques mètres. Si le câble doit être allongé, les fils doivent être soudés et la continuité du blindage vérifiée. Dans le cas où la longueur du câble dépasse quelques mètres, il sera nécessaire d'utiliser un convertisseur tension/courant (4-20 mA) et de modifier quelque peu l'électronique.

Les schémas de la carte de mesure (boîtier électronique) et de la commande des électrovannes sont décrits au chapitre 4.2.1.

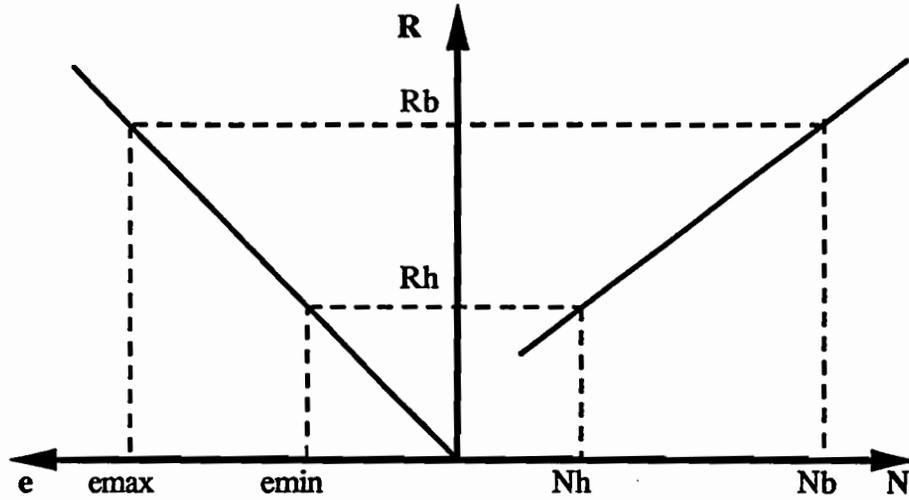
2.3.3. Equations du convertisseur

U est la tension d'alimentation du pont et vaut 2.5V. Elle doit être le plus stable possible car une variation de U entrainerait une erreur de mesure.



Principe du pont diviseur.

La tension e mesurée à l'entrée du convertisseur analogique/numérique est transformée en une valeur N par ce dernier (appelée sortie convertisseur). Elle est comprise entre 0 et 4048 pour un convertisseur 12 bits (2^{12}). Cette valeur N est fonction de la résistance R que l'on recherche.



Droite de charge du convertisseur

Nous allons donc exprimer R en fonction N . $R=f(N)$.

$$\Delta e = e_{\max} - e_{\min} \Rightarrow \Delta e = U \cdot \left(\frac{R_b}{R_1 + R_b} - \frac{R_h}{R_1 + R_h} \right)$$

avec

$$e = U \cdot \frac{R}{R_1 + R} \quad e_{\max} = U \cdot \frac{R_b}{R_1 + R_b} \quad e_{\min} = U \cdot \frac{R_h}{R_h + R_1}$$

de la droite de charge du convertisseur on en peut déduire que :

$$e = e_{\min} + \Delta e \cdot k \quad \text{avec } k = \frac{N - N_h}{N_b - N_h}$$

ce qui nous donne par égalité :

$$U \cdot \frac{R}{R_1 + R} = U \cdot \left(\frac{R_h}{R_1 + R_h} \right) + U \cdot k \cdot \left(\frac{R_b}{R_1 + R_b} - \frac{R_h}{R_h + R_1} \right)$$

En simplifiant l'équation par U puis en posant

$$X = \frac{R_h}{R_1 + R_h} \quad \text{et} \quad Y = \frac{R_b}{R_1 + R_b}$$

On obtient :

$$\frac{R}{R_1 + R} = X + k \cdot (Y - X)$$

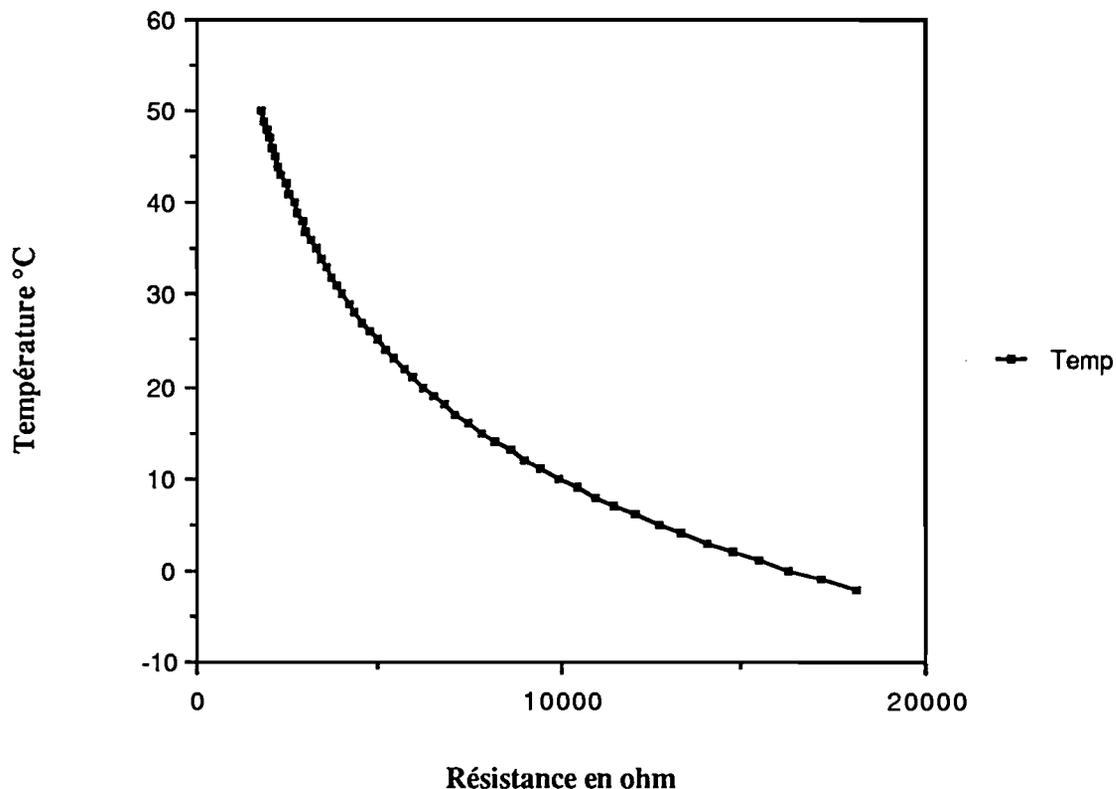
Il suffit ensuite de développer l'équation afin d'exprimer R en fonction de la résistance haute du pont de mesure R_1 , de X et de Y .

On obtient alors le résultat suivant:

$$R = R_1 \cdot \left(\frac{X + kY - kX}{1 - X - kY + kX} \right)$$

Connaissant la valeur de la thermistance mesurée, on peut en déduire la température de la table $T = f(R)$ fournie par le constructeur. Cette table donne pour toutes les valeurs entières de température comprises entre -10° et $+50^\circ\text{C}$ (gamme choisie pour l'application ECOA), les valeurs de résistances correspondants. La valeur de température sera ensuite calculée par une interpolation linéaire entre deux valeurs de résistance encadrant la mesure. Le tableau donnant la température en fonction de la résistance est décrit au paragraphe 4.2.5.

Thermistance Betatherm 5000 ohms à 25°C



2.4. Installation et configuration du système de mesure

L'installation de la carte METRABYTE nécessite l'ouverture du micro-ordinateur. Bien que très simple, cette opération demande quelques précautions élémentaires:

- Eteindre le micro-ordinateur et tous les appareils qui y sont connectés.
- Dévisser les vis maintenant le capot de protection et enlever ce dernier.
- Insérer la carte METRABYTE dans un "slot" 8 bits libre de l'ordinateur. Vérifier la configuration du micro-interrupteur S2 qui doit être la suivante. Canal 0 à 3, switch sur la position **diff** et canal 4 à 8, switch sur la position **single**.

Micro-interrupteur S2

Canal	0	1	2	3	4	5	6	7
Interrupteur	1	2	3	4	5	6	7	8
	off	off	off	off	on	on	on	on

avec off = entrée différentielle
et on = entrée single line

- Vérifier la position des interrupteurs sur le micro-interrupteur S1 (base address). Cette adresse est normalement fixée à 300H en hexadécimal (768 en décimal). Si l'ordinateur, ce qui est généralement le cas, ne possède pas d'autres cartes d'extensions, il n'est pas nécessaire de changer cette adresse.

Micro-interrupteur S1

Interrupteur	1	2	3	4	5	6	7
	off	off	on	on	on	on	on

- Fixer le connecteur DB37 femelle du boîtier électronique sur la carte METRABYTE. Brancher les thermistances (Th0 à Th3) sur les voies correspondantes (Voie 0 à 3).
- Fixer la carte sur le châssis avec la vis prévue à cet effet. Remettre le capot sans oublier les vis de fixation.

Attention : Si une thermistance est branchée sur une voie ne correspondant pas à son numéro, il est nécessaire de rentrer son coefficient d'offset dans le masque *constant* de la voie correspondante.

- L'équipement est livré avec 6 thermistances numérotées de Th0 à Th5.
- Raccorder à l'aide de cordons (fiches bananes 4 mm) la sortie *commande relais* au boîtier de commande des électrovannes.
- Brancher les cordons d'alimentation des deux boîtiers.
- Brancher le câble RS232 entre le micro-ordinateur (port COM1 ou COM2) et l'analyseur SIEMENS ULTRAMAT.

Le micro-ordinateur est prêt à fonctionner.

3. UTILISATION DU LOGICIEL

Le logiciel ECOA a été écrit en Langage C (Compilateur Turbo C 2.0 de Borland). Nous avons fixé notre choix sur le langage C pour des raisons d'ordre pratique. De nombreux outils ayant été développés par le laboratoire informatique du centre ORSTOM de Nouméa, il a été relativement aisé de les réutiliser dans ce programme. La structure de ce programme est par ailleurs identique à celle du programme THERMO (acquisition de Température Salinité de surface sur navires marchands avec un thermosalinographe de marque SEA-BIRD). Les fichiers de données ont la même structure et les algorithmes de décodage pourront être réutilisés sans grande modification.

Le logiciel utilise pleinement les possibilités de la bibliothèque SF (B. Buisson ORSTOM Nouméa). SF est un logiciel de saisie de fichier ASCII dont l'intérêt est de permettre à l'utilisateur de décrire lui-même la structure de son fichier et des masques de saisie utilisés dans son application. A chaque masque de saisie affiché à l'écran correspond un fichier appelé *descripteur d'écran* et d'extension "ecr". Le format et la liste des différents champs saisis grâce aux masques et la structure de leurs enregistrements se trouve dans un fichier appelé *descripteur de disque* d'extension ".dsk".

Les variables saisies dans les différents masques sont stockées dans un fichier d'extension ".cfg". Le contenu de ce fichier est ensuite lu et utilisé pour retrouver ou modifier la configuration du logiciel.

Le logiciel comprend un menu principal permettant d'accéder, soit à l'acquisition des données, soit aux modifications des différents paramètres de configuration.

3.1. Terminologie

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.
- F1 pour l'appui sur la touche flèche de fonction F1 par exemple.
- CTRL F1 pour l'appui simultané sur les touche spéciales Control et F1.
- ESC pour l'appui sur la touche de sortie Escape.
- Return pour l'appui sur la touche de validation Retour chariot.

3.2. Utilisation des masques

Il y a trois types différents de masques utilisés dans le programme ECOA:

- le masque menu
- les masques de saisie
- les masques d'édition.

Le masque de menu permet d'accéder aux différentes fonctions du programme. Pour les choisir, il suffit de :

- Presser la touche de fonction correspondant à l'option choisie (**F1** ou **F2**).
- Utiliser **Haut** ou **Bas** pour se déplacer dans le menu et sélectionner l'option choisie en validant par **Return**.
- Presser **ESC** pour quitter le programme et retourner sous **DOS**.

Les masques de saisie offrent la possibilité de changer la configuration du logiciel et d'entrer des informations comme la position du navire à tout instant.

- Utiliser **Haut** ou **Bas** pour se déplacer dans le masque. Se positionner sur le champ à modifier ou remplacer, et entrer la nouvelle valeur. Si votre entrée est incorrecte le programme vous avertit par un signal sonore et affiche l'ancienne valeur.
- Frapper **PageHaut** et **PageBas** pour accéder aux autres masques de configuration.
- Frapper **F2** si vous voulez revenir au menu principal en sauvegardant les données.
- Frapper **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 masques d'édition sont utilisés pour afficher les données à l'écran lors de l'acquisition. Un bandeau en bas de l'écran donne quelques informations supplémentaires. L'appui sur les touches suivantes permettent de :

- **CTRL F1** pour quitter l'acquisition.
- **CTRL F10** pour entrer la position, la date et l'heure système.
- **CTRL F2** pour modifier l'état de la bascule imprimante (**ON** ou **OFF**).
- **CTRL F3** permet d'inhiber le signal sonore lors d'une acquisition.
- **CTRL F6** permet quand à lui, d'effectuer une mesure instantannée.

3.3. Installation du logiciel

La disquette livrée avec l'appareil contient le programme **ecoa.exe** et les différents fichiers nécessaires pour son exécution et deux programmes: **etalon.exe** et **simul.exe**.

Le programme **etalon** permet d'effectuer un étalonnage des 4 voies de mesures de température. Le programme **simul** est un programme de démonstration permettant d'évaluer les possibilités du logiciel **ECOA**. Ce programme de démonstration fonctionne sans la carte **METRABYTE** et sans l'analyseur **ULTRAMAT**.

Effectuer une copie de sauvegarde de cette disquette en utilisant la commande **DOS "copy"** (ex: copy A:*. * b:).

Installer le logiciel sur disque dur. Créer un répertoire **ECOA** et ensuite se placer dans ce répertoire (**c:\> md ecoa puis cd ecoa**).

Copier tous les fichiers sur le disque dur (**copy a:*. * c:**). Pour lancer le programme dès la mise en route ajouter les lignes suivantes à la fin du fichier **autoexec.bat**.

cd ecoa
ecoa

Sinon, écrire ces deux lignes dans un fichier dénomé ecoa.bat qui se trouvera ans le répertoire racine.

ATTENTION: Ne pas mettre le répertoire ecoa dans le "path" du DOS. Le logiciel ECOA ne fonctionne pas sans les fichiers ".ecr", ".dsk" et ".cfg" qui doivent être présent dans le répertoire courant.

3.4. Utilisation du logiciel ECOA

Il existe trois possibilités pour lancer le logiciel:

- appuyer simultanément sur les touches Alt Ctrl Del si l'on veut un lancement automatique.
- taper ecoa si le fichier ecoa.bat a été créé.
- se placer dans le répertoire ecoa et taper ecoa.

Apparaît alors le menu principal du programme. Si la carte n'est pas bien configurée, mal insérée dans le slot ou si elle est en panne, un message d'erreur avec un numéro apparaît à l'écran. Se référer alors à la documentation technique de la carte METRABYTE.

3.4.1. Menu principal

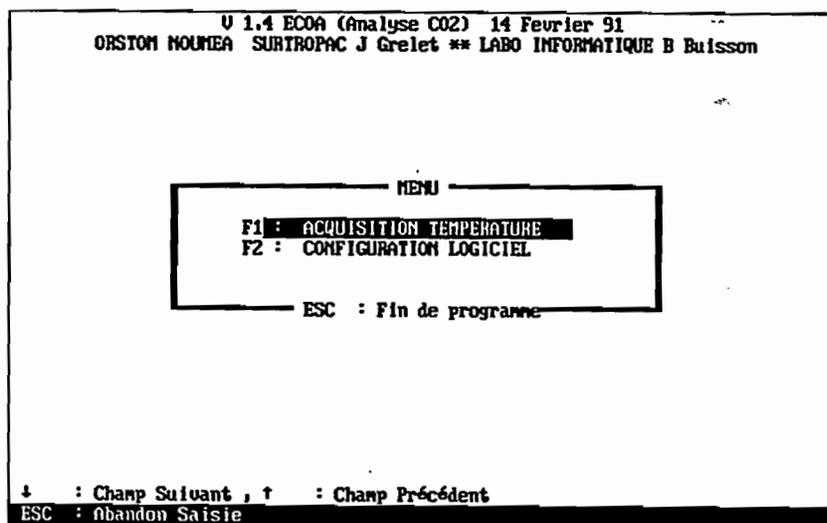


Figure 1: Menu Principal

- Sélectionner F1 pour commencer l'acquisition ou F2 pour modifier la configuration du logiciel.

3.4.2. Masque configuration logiciel

```
U 1.4 ECOA (Analyse CO2) 14 Fevrier 91
ORSTOM NOUMEA SURTROPAC J Grelet ** LABO INFORMATIQUE B Bulsson

----- ECOA (Mesure CO2) Configuration logiciel -----
Acquisition magnavox      : N
Acquisition Ultramat     : O
Stockage sur disque O/N  : O
Nom du fichier            : c:\essai
Acquisition temperature  : 10   en secondes
Commutation air/mer       : 25   en secondes
Imprimante                : n

PgUp : Précédent      , PgDn : Suivant , CtPgUp : Premier , CtPgDn : Dernier
F3   : Insertion     , F4   : Ajout   , F5   : Suppression 1 / 5
↓    : Champ Suivant , ↑    : Champ Précédent
F2   : Ecrit. & Sortie , F9   : Ecriture Disque , ESC : Sortie
```

Figure 2: Masque configuration logiciel

- Acquisition Magnavox :

L'implémentation du module de positionnement automatique par satellite n'est pas réalisée dans la version ECOA V1.4. Répondre toujours "N".

- Acquisition ULTRAMAT :

Si l'analyseur ULTRAMAT n'est pas raccordé au PC ou si la liaison ne marche pas, il est toujours possible d'acquérir les autres paramètres. Répondre par "O" pour Oui et "N" pour Non. Dans tous les masques, les réponses peuvent être entrées en majuscule ou en minuscule.

- Stockage sur disque :

Répondre "O" si vous voulez que les données soient enregistrées sur disque. "N" dans le cas contraire.

- Nom du fichier :

Entrer le chemin d'accès complet et le nom du fichier. Par exemple "B:301190" ou "D:\ecoa\data\301190". Attention, la longueur maximale admissible est de 20 caractères. Si une des lettres suivantes (c,i,u,h) suit le caractère anti-slash '\', elle doit être précédée de deux caractères anti-slash. (ex: "c:\hex\unix\301190"). Cela vient du fait que SF utilise ces séquences comme attributs vidéo pour l'affichage des caractères dans les différents masques.

- Acquisition température :

Entrer le nombre de secondes entre 2 acquisitions de données (température, fluorescence, pression atmosphérique et CO₂).

- Commutation air-mer :

Entrer le nombre de secondes entre deux commandes des électrovannes.

- Imprimante :

Les données peuvent être imprimées sur une imprimante connectée sur le port parallèle LPT1 ou PRN (Centronics). Le format d'impression est identique au format de stockage sur disque. L'état de l'impression est donné dans le bandeau d'aide (ON ou OFF) et peut être activé ou désactivé à tout moment par appui sur les touches CTRL F2 (bascule).

3.4.3. Masque Coefficients d'étalonnage

Si vous souhaitez effectuer des modifications supplémentaires dans la configuration du logiciel, appuyez sur la touche PageBas. Apparaît alors le masque *Coefficients d'étalonnage mesure analogique*

```
U 1.4 ECOA (Analyse CO2) 14 Fevrier 91
ORSTOM MOUNEA SURTROPAC J Grelet ** LABO INFORMATIQUE B Buisson
- ECOA Coefficients d'étalonnage mesure tension analogique -

Capteur Pression barométrique
offset : 300.0000000      Pente : 0.8976562

Fluorimetre
offset : 0.7000000      Pente : 0.8244140

Capteur Humidité
offset : 0.0000000      Pente : 0.8244140

Capteur Temperature air extérieur
offset : -30.0000000     Pente : 0.8244140

PgUp : Précédent , PgDn : Suivant , CtPgUp : Premier , CtPgDn : Dernier
F3 : Insertion , F4 : Ajout , F5 : Suppression 2 / 5
↓ : Champ Suivant , ↑ : Champ Précédent
F2 : Ecrit. & Sortie , F9 : Ecriture Disque , ESC : Sortie
```

Figure 3 : Masque Coefficients d'étalonnage mesure analogique

Ce masque permet de saisir les coefficients des capteurs de pression, d'humidité relative, de la température de l'air et du fluorimètre.

Le capteur de pression délivre une tension linéaire comprise entre 0 et 1V pour une pression de 800 à 1200 mbars. La résolution du convertisseur étant de 4096 bits, l'équation du capteur est $Y=ax+b$ avec $a=400/4096$ et $b=800$.

Le calcul des coefficients est identique pour le fluorimètre mais le réglage est plus délicat. Sa sortie analogique est prévue pour une table traçante, son gain est donc variable et réglable par un potentiomètre situé au dos du fluorimètre. Cette sortie fluctue assez rapidement dans le temps et il est nécessaire de vérifier le réglage fréquemment.

La procédure de réglage est la suivante :

- Brancher un voltmètre sur la sortie du fluorimètre (cal 2V).
- Amener l'affichage du fluorimètre sur 100.
- Régler le potentiomètre au dos de l'appareil de façon à obtenir 1 volt en sortie sur le voltmètre.
- Réajuster le réglage si nécessaire

Si K est la valeur indiquée par l'afficheur du fluorimètre(soit 100), alors $a=K/4096$ et $b=0$. Dans la pratique, il faudra légèrement réajuster b de quelques dixièmes et vérifier régulièrement la valeur de a.

Le capteur d'humidité relative délivre une tension comprise entre 0 et 1V pour une humidité allant de 0 à 100%. $a=100/4096$ et $b=0$.

Le capteur de température de l'air délivre une tension comprise entre 0 et 1V pour une température allant de -30°C à 70°C. $a=100/4096$ et $b=-30$.

3.4.4. Masque Configuration RS232

L'accès au masque suivant *Configuration RS232* se fait en pressant la touche **PageBas**.

Dans la version 1.4, seuls les champs correspondants à l'analyseur SIEMENS sont utilisés. La configuration standard est **COM1, 9600 bauds, stop bit 1, parity EVEN** et longueur **7 bits**.

IMPORTANT: En cas de modification des protocoles de transmission de la ligne série (fonction 80,81 et 82 de l'analyseur ULTRAMAT), il est nécessaire de modifier en conséquence les champs du masque RS232). Il doit y avoir concordance entre les paramètres de configuration de la liaison série utilisée. En cas de problème (rupture de liaison par exemple), il est recommandé de vérifier ces paramètres pour chacun des appareils.

U 1.4 ECOA (Analyse CO2) 14 Fevrier 91	
ORSTOM NOUMEA SURTROPAC J Grelet ** LABO INFORMATIQUE B Buisson	
ECOA (Analyse CO2) Configuration RS232	
Analyseur Siemens	Magnavox
COM : □	COM :
Vitesse : 9600 bauds	Vitesse : bauds
STOP BIT : 1	STOP BIT :
PARITE : e	PARITE :
NOT : 7 bits	NOT : bits
Mb capteurs de temperature : 2 Adresse DAS8 : 768 Hexa	
PgUp : Précédent , PgDn : Suivant , CtPgUp : Premier , CtPgDn : Dernier	
F3 : Insertion , F4 : Ajout , F5 : Suppression 3 / 5	
↓ : Champ Suivant , ↑ : Champ Précédent	
F2 : Ecrit. & Sortie , F9 : Ecriture Disque , ESC : Sortie	

Figure 4 : Configuration RS232.

Le champ *Nb capteurs de température* indique le nombre de capteurs de température utilisés par le programme. Ce champ peut être mis à jour automatiquement par l'ouverture des masques suivants (nombre de variables). L'utilisateur peut entrer un nombre compris entre 1 et 4, ce nombre indique combien de mesures seront faites et stockées dans le fichier (ex: le chiffre 2 indique que les mesures seront effectuées sur la voie 0 et la voie 1, le chiffre 4 indique que les mesures se feront sur quatre voies, de la voie 0 à la voie 3).

L'adresse DAS8 est l'adresse de la carte. Sa valeur est 768 en décimal ce qui est équivalent à 300H en hexadécimal.

L'utilisateur a ensuite accès aux coefficients d'étalonnages de chaque voie de mesure de température en appuyant sur la touche **PageBas**.

3.4.5. Masque Constantes d'étalonnage. Mesure de température

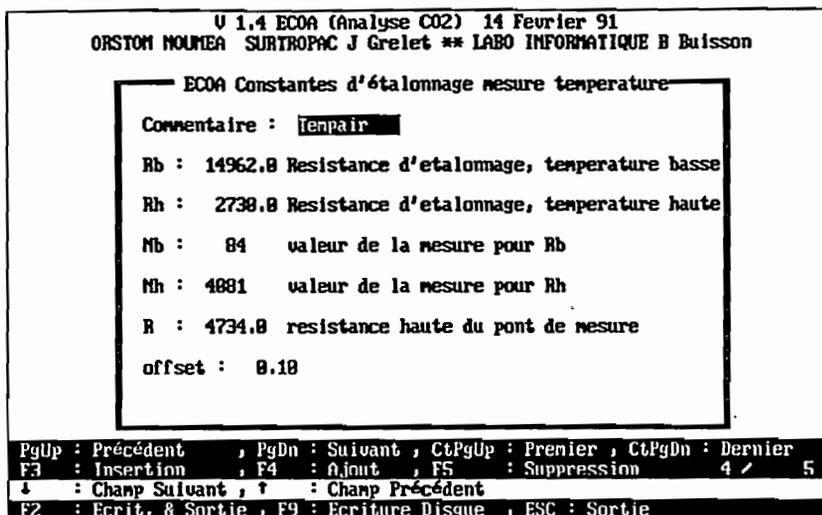


Figure 5: Masque Constante d'étalonnage mesure de température

Pour une description détaillée de la méthode utilisée pour la détermination des coefficients d'étalonnage, se référer au chapitre étalonnage.

Les valeurs suivantes ne sont qu'indicatives et devront être vérifiées avant chaque mission.

- **Commentaire :**
Entrer le numéro de la voie et de son capteur associé.
- **Rb :**
Valeur mesurée avec la résistance d'étalonnage, température basse. Cette résistance est soudée dans une prise Canon et vaut 14962 ohms.
- **Rh :**
Valeur mesurée avec la résistance d'étalonnage, température haute. Cette résistance est soudée dans une prise Canon et vaut 2730 ohms.
- **Nb :**
Valeur mesurée en sortie du convertisseur lorsque l'on met Rb en entrée.
- **Nh :**
Valeur mesurée en sortie du convertisseur lorsque l'on met Rh en entrée.
- **R :**
Résistance haute du pont de mesure. C'est une résistance à 1% qui est mesurée à la fabrication.

Leurs valeurs sont respectivement de :

	R	Nb	Nh
Voie 0	4734 ohms	85	4080
Voie 1	4730 ohms	72	4067
Voie 2	4737 ohms	72	4067
Voie 3	4728 ohms	49	4044
Voie 4	4735 ohms	71	4067

- **offset :**

Un point d'étalonnage à 25°C a été effectué afin de recalibrer la température des capteurs. Cet offset est lié à chaque capteur et non pas à la voie de mesure.

- Thermistance	Th0	+0.10 °C	
- Thermistance	Th1	+0.12 °C	perdue lors de la campagne ALIZE2
- Thermistance	Th2	-0.05 °C	
- Thermistance	Th3	0 °C	
- Thermistance	Th4	-0.04 °C	
- Thermistance	Th5	+0.03 °C	

L'utilisateur peut ajouter ou supprimer à volonté un ou plusieurs capteurs en utilisant les touches **F3** insertion, **F4** ajout ou **F5** suppression. Le champ *Nb capteurs de température* du masque précédent sera alors mis à jour automatiquement. Le programme ne fera alors que l'acquisition et la sauvegarde des capteurs réellement utilisés. Cela peut être utile pour diminuer la taille des fichiers lorsque l'on utilise moins de 4 capteurs. Il est conseillé de faire une copie de sauvegarde du fichier **ECO.A.CFG** avant ces manipulations car le contenu du fichier sera modifié par la suite.

3.5. Etalonnage

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 (voir le manuel d'utilisation de cette 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 et le programme d'étalonnage, tous livrés avec le système.
- 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 (Sea-Bird ou SIS Sensoren).

3.5.4. 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. Ce sont ces résistances qui sont utilisées au chapitre 2.3.3 pour déterminer l'équation du convertisseur et qui sont appelées respectivement R_h et R_b .

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

La procédure est la suivante :

- Lancer le programme ETALON.EXE.
- Appuyer sur F2 depuis le menu principal et régler l'acquisition sur 10 secondes (dans menu *Configuration Logiciel*).
- Insérer la résistance d'étalonnage de 2730 Ohms dans la voie 0 et noter la valeur de sortie du convertisseur que l'on appellera Nh. Cette valeur est lue dans le champ Voie 0 du masque *Etalonnage*.
- Remplacer cette résistance par celle qui a la valeur 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 3).
- Les quatres mesures effectuées, sortir du programme d'acquisition par CTRL F1 et appuyer sur la touche F2 (*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.

ECO2 Mesures de températures				
T0 :	1.81	T1 :	39.50	T2 : 26.12
		T3 :	26.89	T4 : 26.11
Vanne : MER		Concentration de CO2 en ppm : 426		
Fluorimetre : 95.19		Pression atmospherique : 1014.00		
Etalonnage				
Voie 0 :	85	Voie 1 :	4868	Voie 2 : 2698
R0 :	14970.00	R1 :	2731.00	R2 : 4750.00
				R3 : 4765.00
Voie 4 :	2694	Voie 5 :		Voie 6 : 2200
R4 :	4753.00	Uhum :		Uatm : 1014.00
				Ufluor : 95.19
Sortie : Ctrl-F1. Position : Ctrl-F10. Heure : 09:59:12 Imprim : OFF				

Figure 6 : Masque étalonnage

3.5.5. Etalonnage des thermistances

Les étalonnages ont été réalisés au laboratoire dans un bain thermostaté de marque HAAKE modèle F3 et la température de référence était donnée par un capteur Sea-Bird. Le premier étalonnage à été réalisé le 20 Novembre 1991 avec un capteur Sea-Bird n°663 étalonné le 9 mars 1990. Le deuxième étalonnage à été réalisé le 29 Mai 1991 avec le capteur Sea-Bird n°1135 étalonné le 19 Décembre 1990.

Pour chaque étalonnage, des mesures ont été effectuées tous les 5 degrés de 10 à 35 °C avec une température ambiante de 25°C. Il n'a été retenu qu'un seul point d'étalonnage pour le calcul de l'offset. Ce point ayant été mesuré pour une température du bain de 25°C. En effet, les variations de la température du bain, même si elles sont faibles, ne permettent pas de réaliser un étalonnage précis sur toute l'étendue de la gamme de mesure.

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

La première ligne indique l'origine du capteur de température, le capteur Sea Bird étant la référence. La deuxième ligne donne la mesure de température et la troisième, l'offset, qui est la différence entre le capteur Sea Bird et la thermistance à étalonner.

Sea Bird	Th0	Th1	Th2	Th3	Th4	Th5
25.22	25.12	25.09	25.27	25.22	25.27	25.19
Offset	+0.10	+0.03	-0.05	0	-0.05	+0.03

Etalonnage du 20 Novembre 1991

Sea Bird	Th0	Th1	Th2	Th3	Th4	Th5
24.67	24.59		24.75	24.65	24.69	24.65
Offset	+0.08		-0.08	+0.02	-0.02	+0.02
Variation	-0.02		-0.03	+0.02	-0.03	-0.01

Etalonnage du 29 Mai 1991

La thermistance Th1 à été perdue lors de la campagne ALIZE2.

En lisant le tableau réalisé le 29 Mai 1991 avant la première mission tour du monde sur le Rabelais, il apparait clairement que la dérive pour chaque capteur sur une période de 6 mois est relativement faible et nettement inférieure à la précision demandée dans le cahier des charges.

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 thermistance.

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.

3.6. Fabrication des sondes de température

Il est conseillé de préparer quelques capteurs de température en nombre suffisant avant le départ de la mission. Ce travail peut être aussi réalisé facilement à bord du navire, à condition de se munir du matériel suivant:

- Capteur BETACURVE RT 5K3A1.
- Seringue 1cc.
- Câble pour microphone (5 m).
- Gaine thermo-rétractable de diamètre 1 et 2 mm .
- Résine Epoxy ou ARALDITE à durcissement progressif.
- Thermomètre numérique SIS.

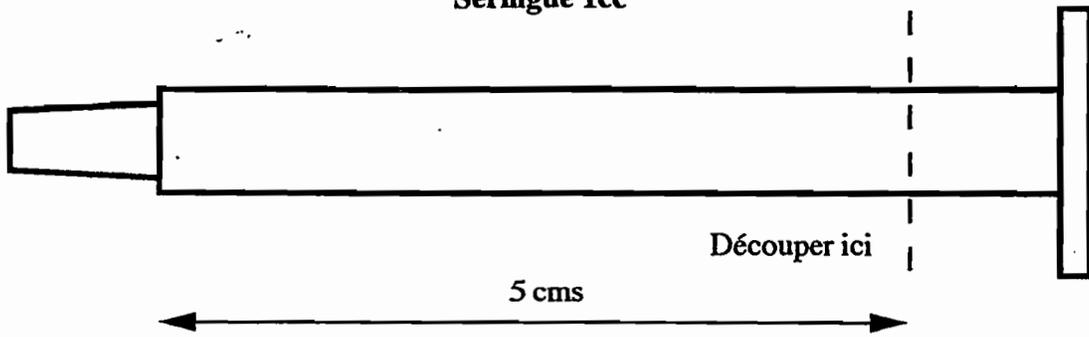
Les schémas des différentes opérations se trouvent en page suivante. Voici la procédure à suivre pour réaliser une sonde de température:

- Couper la seringue à 5 centimètres .
- Isoler les pattes de la thermistance avec de la gaine thermo-rétractable de 1mm sur une longueur de 15 mm.
- Enlever la gaine du câble pour microphone sur une longueur de 4 cms et dénuder les deux fils sur 1 cm.
- Diminuer le diamètre de l'extrémité de la gaine avec un couteau ou un cutter, de façon à ce que cette dernière puisse rentrer de 5 mm dans la seringue.
- Enfiler la gaine thermo-rétractable de diamètre 2 mm (environ 15 mm) sur chacun de ces fils.
- Souder chacune des pattes de la thermistance avec chacun des fils du câble micro et isoler la soudure avec la gaine thermo-rétractable.
- Vérifier l'assemblage en introduisant le montage dans la seringue. La thermistance doit affleurer l'extrémité de la seringue.
- Préparer 1cc de résine ARALDITE. Répartir pour moitié cette résine dans la seringue. Enduire le montage avec l'autre moitié.
- Assembler en évitant que des bulles d'air restent prisonnières dans la seringue. Déposer une goutte de résine sur la thermistance si nécessaire et laisser sécher l'ensemble verticalement 48 heures avant utilisation.

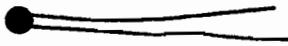
Chaque sonde de température ainsi fabriquée doit être étalonnée individuellement si l'on veut une précision supérieure à la tolérance de fabrication donnée par le constructeur (0.2°C). Si l'on ne possède pas l'équipement requis à bord du navire, il est toujours possible de réaliser un étalonnage relatif par rapport à une sonde utilisé dans le système. La valeur d'offset ainsi trouvée devra être saisie dans le champs *offset* du masque *Constante d'étalonnage mesure de température* comme décrit au chapitre 3.3.5.

Fabrication d'une sonde de température

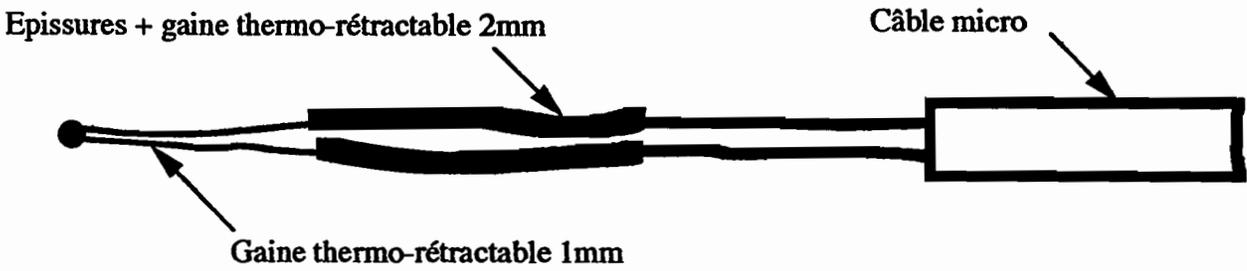
Seringue 1cc



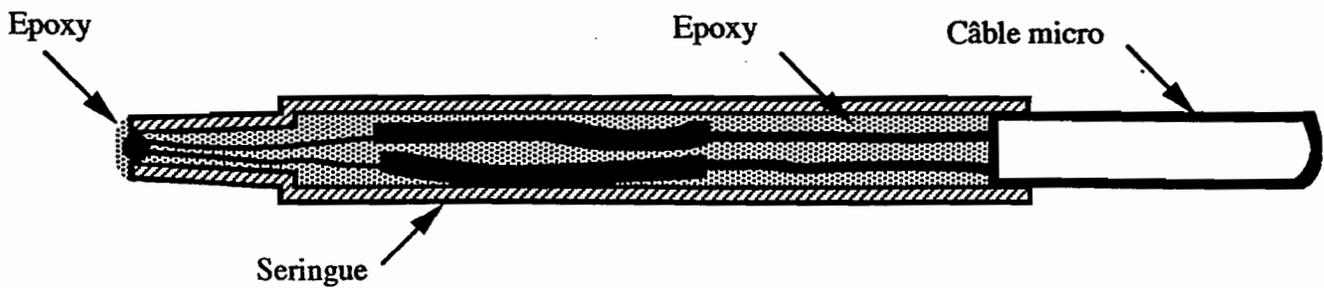
Thermistance



Préparation et soudure de la thermistance



Thermistance montée dans la seringue 1cc



3.7. Acquisition

Commencer l'acquisition des données en appuyant sur la touche **F1** depuis le menu principal. Le masque *ÉCOA Mesures de températures* apparaît à l'écran (les champs sont vides) ainsi que le masque *Position du navire à saisir manuellement*.

ÉCOA Mesures de températures			
T glace :	T eau :	T air :	T mer :
Vanne :		CO2 (ppm) :	Fluorimetre :
Patro :		Hum rel :	AIR :
			Position du navire à saisir manuellement
			Latitude : 1 38 N
			Longitude : 168 35 W
			Jour Julien : 333
			Heure (GMT) : 09 25
			Validation F2
↓ : Champ Suivant , ↑ : Champ Précédent			
ESC : Abandon Saisie			

Figure 7 : Position du navire à saisir manuellement

L'opérateur doit entrer la latitude au format DD MM S (ex: 29 45 S), la longitude au format (ex: 129 23 E), le jour julien dans l'année JJJ (ex: 234) et l'heure GMT au format HH MM (ex: 23 46). Chaque champ de saisie doit être validé par l'appui sur les touches Haut, Bas ou Return.

Pour se déplacer dans les différents champs du masque *position du navire*, utilisez les flèches Haut et Bas. Le champ est validé lorsqu'il est rempli. Les champs non valides sont refusés, un bip sonore signal l'erreur et la valeur précédente est affichée.

Les données sont validées par appui sur F2 et stockées dans le fichier (ne pas oublier d'activer la sauvegarde fichier dans le masque *Configuration logiciel*). Le masque disparaît de l'écran, les données saisies sont affichées dans le masque *Dernière position du navire* qui apparaît ensuite à l'écran. Les champs Jour système et Heure GMT système indiquent le jour et l'heure interne du micro-ordinateur.

Si la date et l'heure du Micro-ordinateur sont incorrects, sortir du programme et remettre l'appareil à l'heure avec les commandes DOS `date` et `time`.

L'acquisition commence automatiquement et les champs du masque *ÉCOA Mesure de températures* sont rafraîchis au rythme du délai introduit par l'utilisateur dans le masque *Configuration logiciel*.

Chaque mesure est signalée par un bip sonore qui peut être inhibé par appui sur CTRL F3 (bascule). La commutation des électrovannes est signalée par un bip de plus basse fréquence et de durée légèrement plus courte.

La position peut être introduite à n'importe quel instant par appui sur CTRL F10. Le masque *Position du navire* apparaît en bas à droite de l'écran et doit être rempli comme indiqué précédemment.

Si une imprimante parallèle est connectée sur le port LPT1, l'impression peut être activée ou désactivée par l'appui sur la bascule CTRL F2. L'état de cette bascule est matérialisée dans le bandeau d'affichage par le champ *IMPRIM* qui est à ON ou à OFF.

ECO A Mesures de températures			
T glace : 20.24	T eau : 20.67	T air :	T mer :
Vanne : AIR	CO2 (ppm) : 400	Fluorimetre :	51.06
Patno : 1000.98	Hun rel: 50.39	AIR :	19.85
Derniere position du navire		Statut	
Jour : 333	Heure GMT : 9.25	Reste : 0192 Ko	No
Jour système : 333	Heure GMT système : 9.02	sur disque C:	
Latitude : 1.38	Longitude : -168.35	Fichier : ESSAI	
saisie par l'opérateur		25 x libre	
Sortie : Ctrl-F1, Position : Ctrl-F10, Heure : 09:03:10		Inprin : OFF	
Temp 00005 sec Co2 00015 sec		Deep : ON	

Figure 8 : Acquisition des données

Deux comptes à rebours, rafraîchis chaque seconde, sont affichés dans le bandeau. Le premier indique le temps restant avant la prochaine acquisition de la carte METRABYTE (température, CO2, pression, hum etc). Le deuxième indique le temps restant avant la prochaine commutation des électrovannes.

Un appui sur CTRL F6 permet d'effectuer une mesure instantanée sans sauvegarde sur disque.

Le masque *STATUS* affiche les informations suivantes:

- Espace disponible sur le disque de stockage..
- Nom du disque ou lecteur actif pour la sauvegarde (C:, A: ou B:).
- Le nom du fichier où sont stockées les données.
- Le pourcentage d'espace libre sur le disque de stockage.

Ce masque est rafraîchi après chaque acquisition de donnée.

3.8. Format de sauvegarde des données

Les données sont sauvegardées dans un fichier ASCII. L'intervalle de sauvegarde des données sur disque est défini par la valeur saisie dans le champ *Acquisition température*.

A chaque écriture dans le fichier, ce dernier est ouvert puis refermé, ceci dans le but de sauvegarder l'intégralité des données, même après un arrêt anormal du programme en cours d'acquisition.

Format des données :

3.8.1. AA JJJ HH.MM

3.8.2. JJJ HH.MM JJJ HH.MM SLL.DD SLLL.DD

3.8.3. JJJ HH.MM V N TT.TT TT.TT TT.TT TT.TT TT.TT PPPP.P FF.F CO2 hh.h tt.tt

3.8.4. AA JJJ HH.MM

3.8.5. N Param1 Param2 . . ParamN

où les codes représentent :

- 0 Début d'acquisition
- 1 Heure et position saisies par l'opérateur
- 2 Acquisition des données
- 6 Fin d'acquisition
- 7 Type des paramètres acquis en température

Les codes 3, 4 et 5 sont réservés pour une utilisation future avec un récepteur satellite type Transit ou Gps.

La structure du fichier est la suivante ou les codes représentent:

- AA Année.
- JJJ Jour julien système dans l'année.
- HH.MM Heure système en heures.minutes.
- JJJ Jour julien saisi par l'opérateur. Une table des jours juliens est donnée en annexe.
- HH.MM Heure saisies par l'opérateur en heures.minutes.
- SLL.DD Latitude saisie par l'opérateur (ex : -22.70). Attention, les minutes sont converties en centièmes (+=N et -=S).
- SLLL.DD Longitude saisie par l'opérateur (+=E et -=W).
- V Etat des électrovannes (1 Air et 0 Mer).
- N Nombre de capteurs de température utilisés (1 à 5).
- TT.TT Température en degré, centième (ex : 26.52).
- PPPP.P Pression de l'équilibrateur en millibars (ex : 1015.3).
- FF.F Fluorescence (ex : 56.2).
- CO2 Résultat de la mesure de pression partielle de CO2 (ex: 641).
- hh.h Humidité relative en pourcentage.
- tt.tt Température de l'air extérieur donnée par le capteur d'humidité relative.
- N Nombre de capteurs de température.
- ParamN Variable récupéré dans le champs *commentaire* de la voie N.

Exemple :

0 90 335 8.33

7 4 Temp mer Temp air equi Temp mer equi Temp glace

1 335 8.33 335 8.33 -22.35 166.01

2 335 8.33 1 4 25.75 25.73 25.73 25.74 1018.7 93.6 424 49.8 26.13

2 335 8.34 1 4 25.74 25.73 25.73 25.73 1018.7 93.7 423 49.9 26.14

2 335 8.35 1 4 25.75 25.73 25.72 25.73 1018.6 93.7 458 49.8 26.14

2 335 8.36 1 4 25.74 25.73 25.72 25.73 1018.6 93.7 441 50.1 26.15

2 335 8.37 1 4 25.74 25.73 25.72 25.73 1018.6 93.6 435 49.8 26.14

2 335 8.38 0 4 25.74 25.73 25.72 25.73 1018.5 93.7 424 49.7 26.14

2 335 8.39 0 4 25.73 25.73 25.72 25.73 1018.5 93.7 496 49.6 26.15

2 335 8.40 0 4 25.73 25.72 25.71 25.73 1018.5 93.6 411 49.8 26.14

2 335 8.41 0 4 25.73 25.72 25.71 25.72 1018.6 93.8 484 49.9 26.14

2 335 8.43 0 4 25.73 25.72 25.71 25.72 1018.5 93.6 436 49.8 26.16

2 335 8.44 1 4 25.72 25.72 25.71 25.72 1018.5 93.6 405 49.7 26.14

2 335 8.45 1 4 25.73 25.72 25.71 25.72 1018.6 93.3 438 49.8 26.14

1 335 8.45 335 8.46 -22.37 166.00

6 90 335 8.46

4 ANNEXES

4.1. Description du logiciel ECOA

Le logiciel ECOA utilise la bibliothèque SF pour la saisie des masques de configuration, la lecture et le stockage sur fichier de ces paramètres, ainsi que l'affichage des données acquises par le logiciel. Les diverses fonctions utilisées sont disponibles sous la forme d'une bibliothèque à inclure (sf.lib) dans le projet lors de la compilation du programme.

Un manuel de référence sur la syntaxe de la grammaire utilisée lors de l'écriture de fichiers descripteur d'écran et descripteur de disque est disponible auprès de Bruno Buisson du laboratoire informatique de Nouméa.

Les fonctions d'interfaces de la carte METRABYTE sont disponibles sous la forme d'un fichier compilé en Fortran à inclure dans le projet lors de la compilation. La seule précaution à prendre lors de l'appel de ces fonctions consiste à faire précéder le nom de la fonction par le modificateur "pascal". Cette précaution permet de respecter l'ordre de passage des paramètres dans la pile qui n'est pas le même en C qu'en Pascal ou en Fortran.

La communication avec l'analyseur ULTRAMAT se fait à travers un port série du micro-ordinateur et est gérée sous interruptions, ce qui a l'avantage de libérer l'ordinateur pour d'autres tâches de traitements. Les fonctions d'interface du module de gestion des ports séries se trouvent dans rs.c.

Le programme utilise pour la gestion du temps écoulé, afin de déclencher à des intervalles réguliers un certain nombre de traitements, un module de gestion de compteurs sous interruptions. Les fonctions d'interface se trouvent dans le module delai.c.

Le projet est constitué des fichiers suivants:

- ecoa.c
- acquis.c
- metra.c
- global.c
- message.c
- cmos.c
- delai.c
- rs.c
- das8.obj
- sf.lib

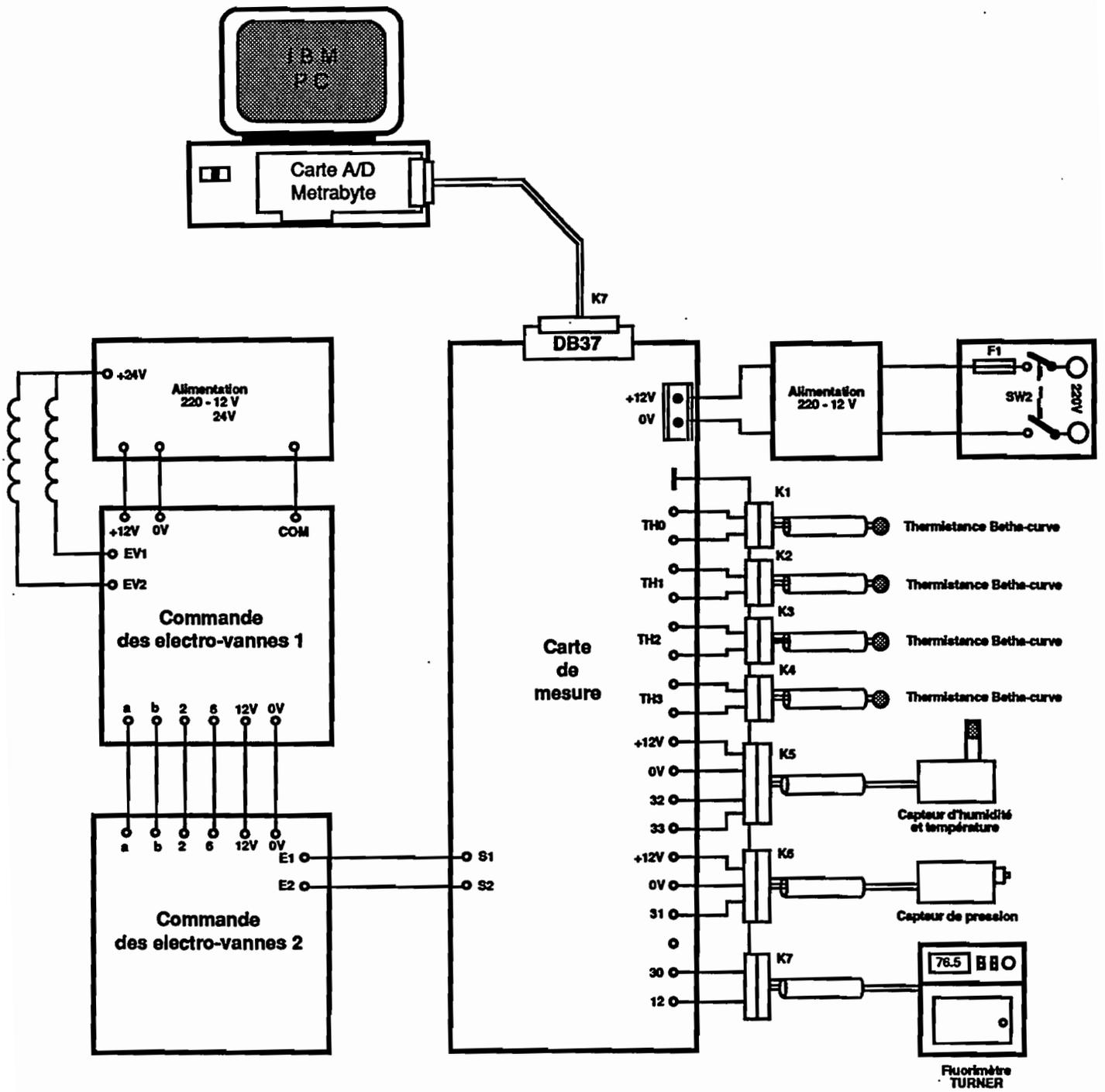
La description de chacun des fichiers ne sera pas faite dans ce manuel. Toutefois les personnes intéressées par une description détaillée des sources du programme peuvent les obtenir auprès de J.Grelet.

4.2. Electronique

4.2.1. Schémas

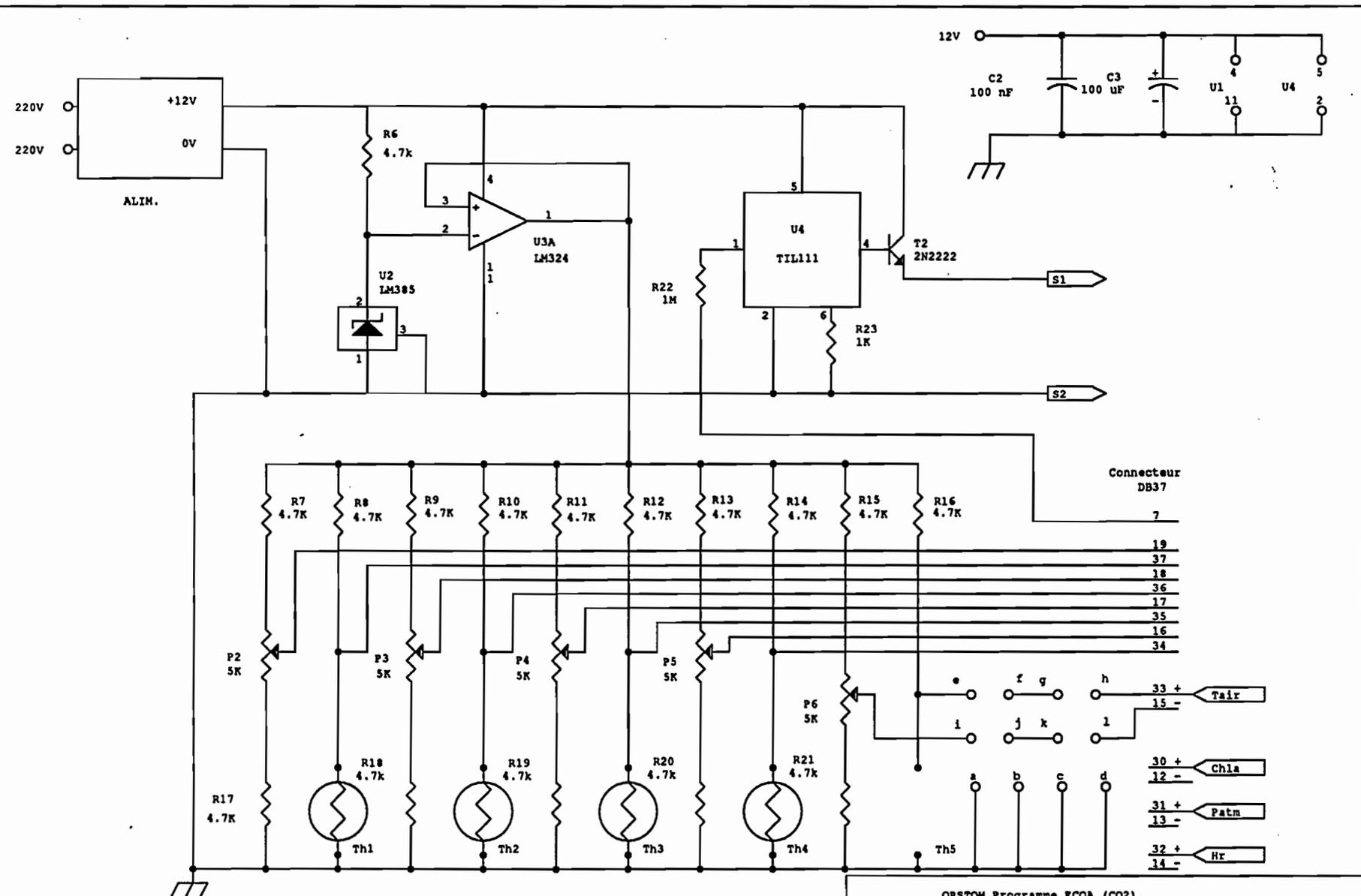
Voir la page 31 pour le plan de câblage et les pages 32 et 34 pour les schémas électroniques. Le dessin des circuits imprimés et l'implantation des composants se trouvent en pages 33 et 35. Le dessin du boîtier électronique se trouve qu'en à lui en page 37.

4.2.2. Nomenclatures



ECOA

Plan de câblage



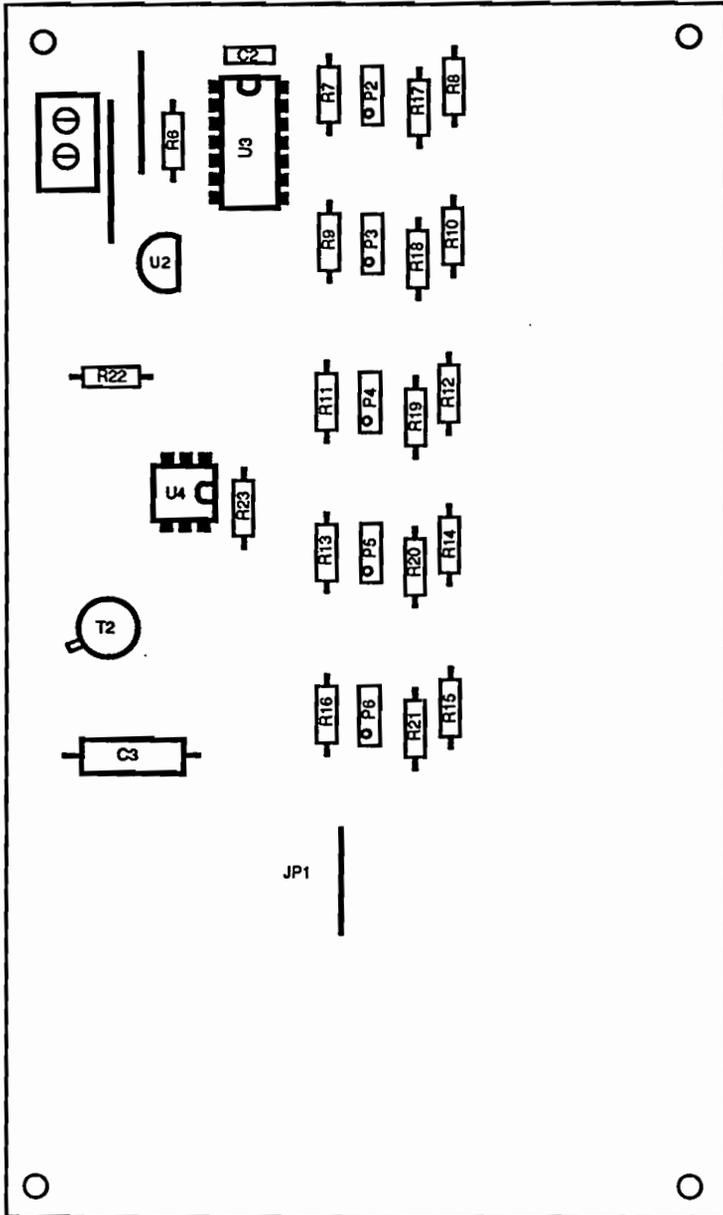
Voie4:

En Mode differentiel:
 jumper entre e-f
 jumper entre g-h
 jumper entre i-j
 jumper entre k-l

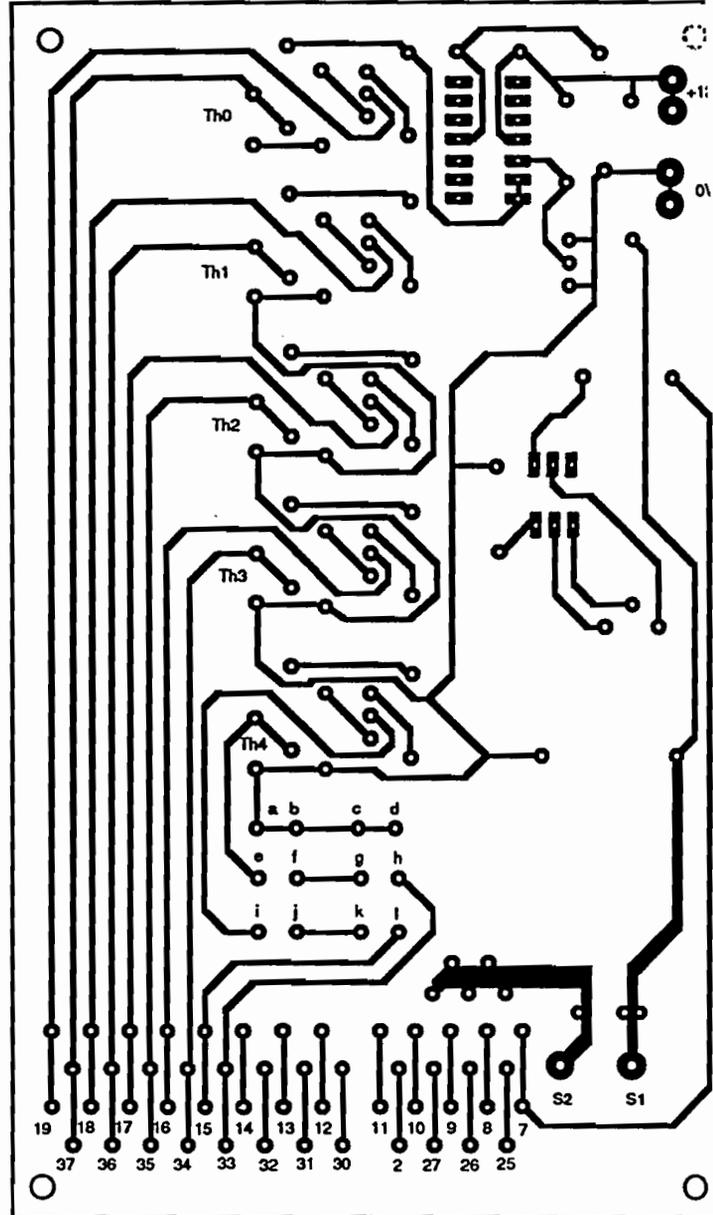
En Mode Single line :
 jumper entre d-l
 le capteur est branche entre c-h

ORSTOM.Programme ECOA (CO2).		
Title		
CARTE de MESURE (boitier electronique)		
Size	Document Number	REV
A	2	
Date:	November 7, 1991	Sheet 2 of 2

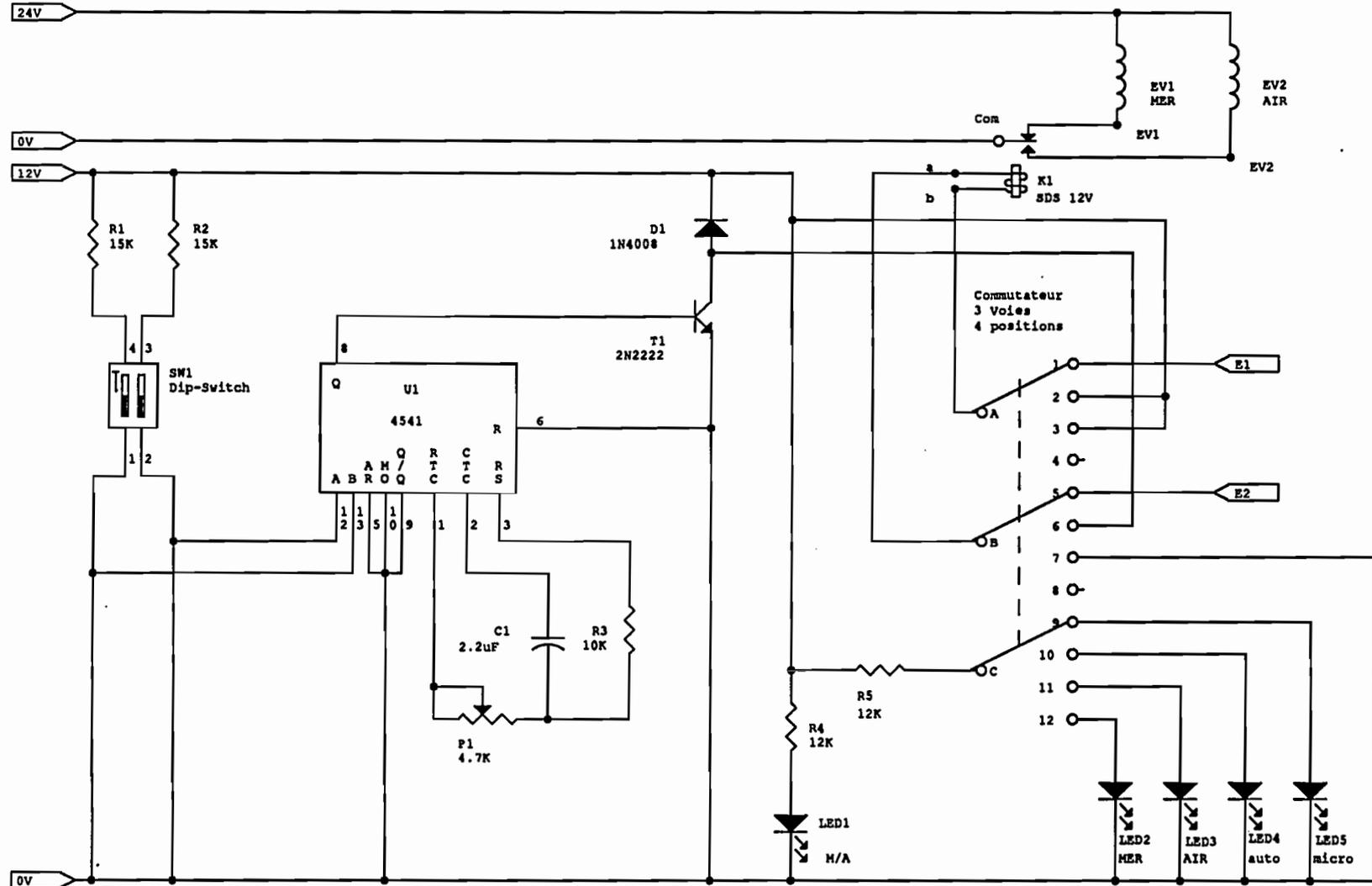
ECOA Carte de mesure Boîtier électronique



Coté composants



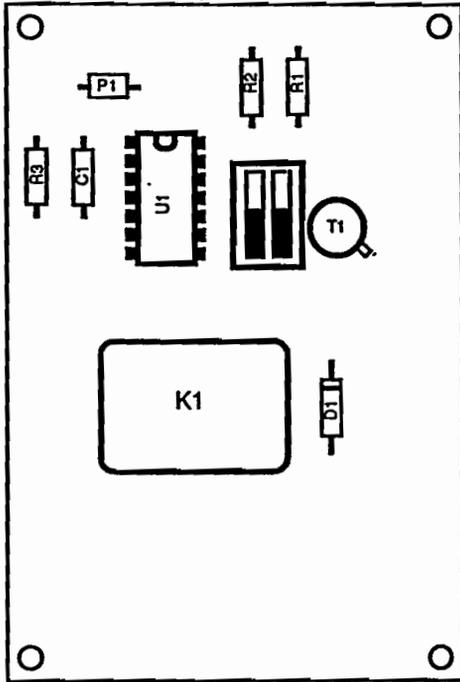
Coté cuivre



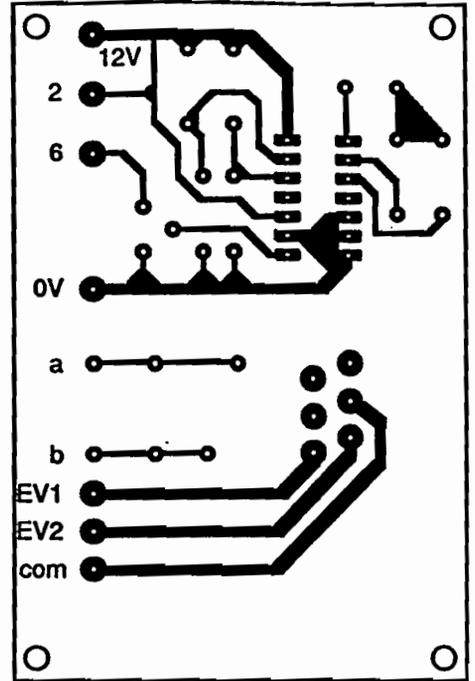
Commutateur 3 voies 4 positions :
 Position 1 : Relais commande par programme en mode micro
 Position 2 : Relais commande par U1 en mode auto
 Position 3 : Relais commande en mode manuel, position "AIR"
 Position 4 : Relais commande en mode manuel, position "MER"

ORSTOM .Programme ECOA (CO2).		
Title Commande des Electro-vannes.		
Size A	Document Number 1	REV
Date: October 23, 1991	Sheet	of

Commande des électro-vannes 1

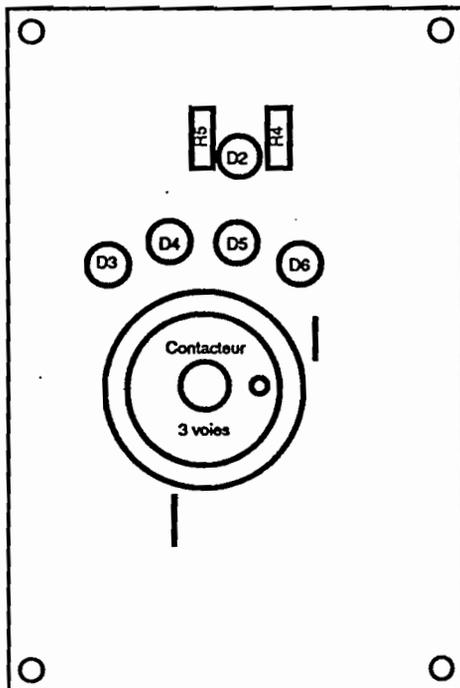


Côté composants

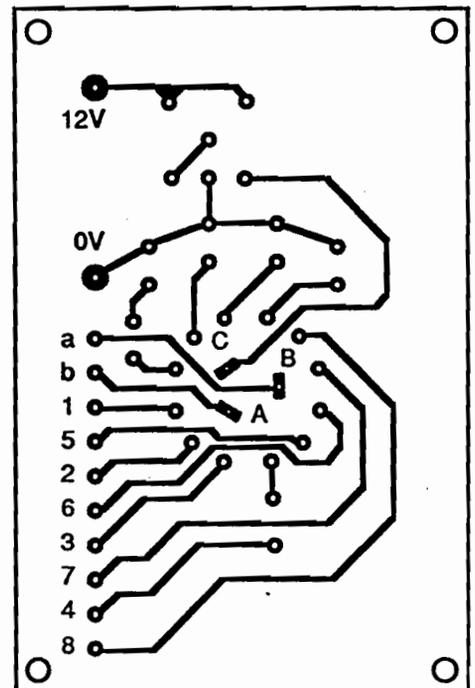


Côté cuivre

Commande des électro-vannes 2

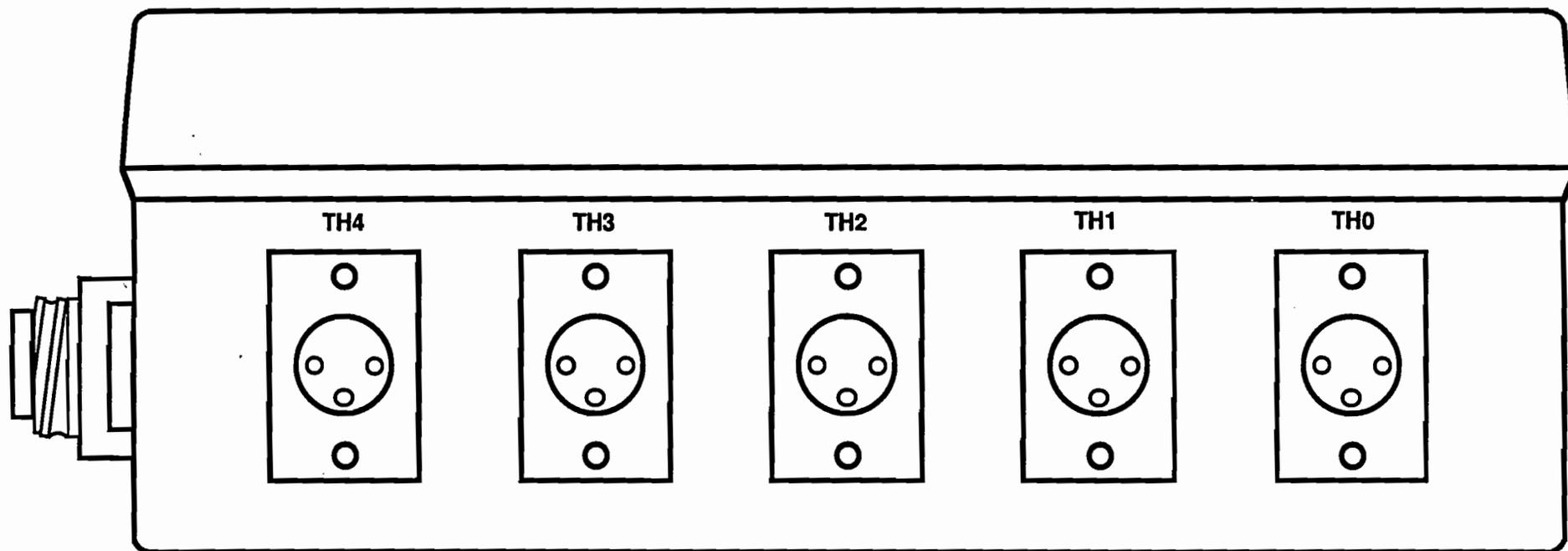
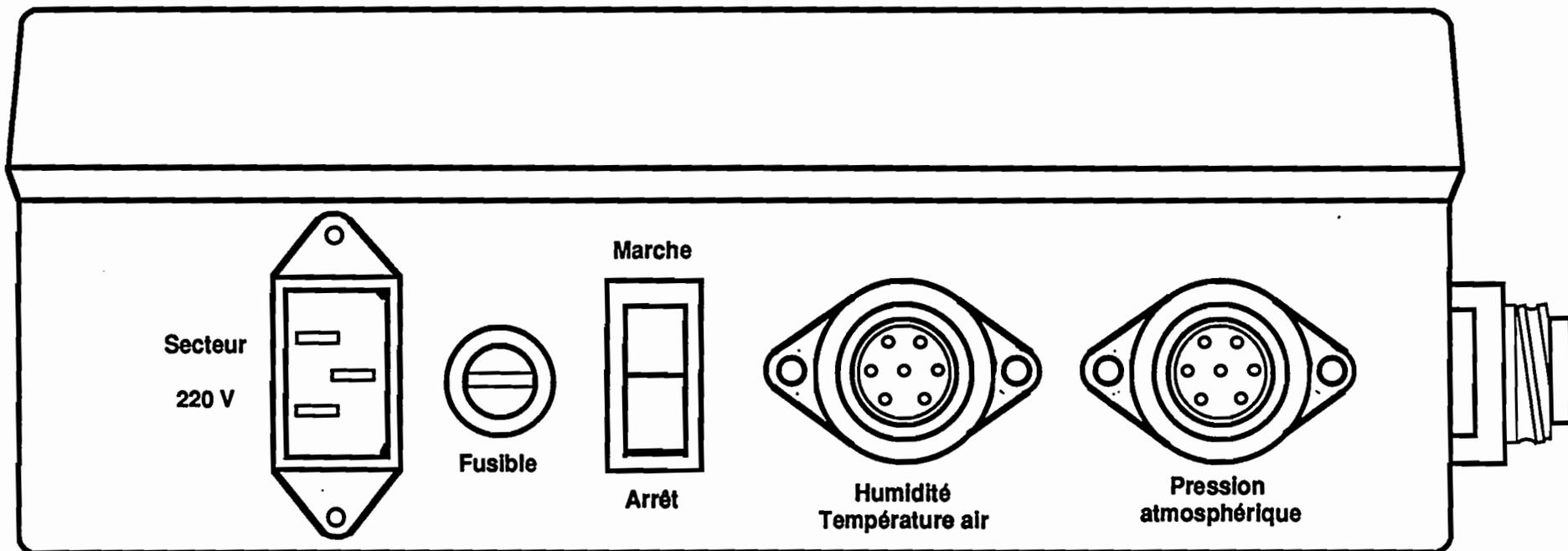


Côté composants



Côté cuivre







LABORATOIRE SURTROPAC

ECOA Boitier électronique

NOMENCLATURE

Reférences	Description	Quantité
R6,R7,R8,R9,R10 R11,R12,R13,R14 R15,R16,R17,R18 R19,R20,R21	Résistance carbone 4.75 K 1%	16
R22	Résistance 1 M 1/4 W	1
R23	Résistance 1 K 1/4 W	1
P2,P3,P4,P5,P6	Potentiomètre 5K 20 tours	5
Jp1 à Jp5	Cavalier	5
U2	Référence de tension LM385	1
U3	Amplificateur opérationnel LM384	1
U4	Opto-coupleur TIL111	1
T2	Transistor NPN 2N2222	1
C2	Condensateur 100 nF 63V	1
C3	Condensateur polarisé 100 uF 63V	1
	Connecteur Amphénol 7 broches femelles	3
	Embase Amphénol 7 broches males pour chassis	3
	Connecteur CANON "XLR" embase femelle	5
	Connecteur CANON "XLR" prise male	5
	Alimentation ELECDAN Epoxy 220V - 12V	1
	Porte fusible	1
F1	Fusible 100 mA	1
SW2	Interrupteur (M/A)	1
	Boitier Legrand 230*180	1



LABORATOIRE SURTROPAC
ECO A CARTE DE COMMANDE
NOMENCLATURE

Références	Description	Quantité
R1,R2	Résistance 15K 1/4W	2
R3	Résistance 10K 1/4W	1
R4,R5	Résistance 12K 1/4W	2
P1	Potentiomètre 4.7K	1
C1	Condensateur 2.2 uF	1
U1	Oscillateur CD4541	1
D1	Diode 1N 4008	1
D2	LED Rouge 5 mm	1
D3,D4,D5,D6	LED Verte 5 mm	4
K1	Relais SDS 12V 530 Ohms	1
EV1,EV2	Electro-vannes deux voies 24V	2
K2	Contacteur 3 voies, 4 positions	1
SW1	Dip-switch 2 contacts	1



4.2.3. Caractéristiques techniques de la carte METRABYTE DAS-8-PGA

Brochage du connecteur DB37 de la carte DAS-8-PGA

Pin	Nom	Fonction
1	+12V	+12V de l'alimentation du micro-ordinateur
2	CLK 0	Entrée du signal d'horloge. Compteur 0 du 8254
3	OUT 0	Sortie 0 du compteur 8254
4	CLK 1	Entrée du signal d'horloge. Compteur 1 du 8254
5	OUT 1	Sortie 1 du compteur 8254
6	OUT 2	Sortie 2 du compteur 8254
7	OP 1	Sortie numérique 1
8	OP 2	Sortie numérique 2
9	OP 3	Sortie numérique 3
10	OP 4	Sortie numérique 4
11	DIGITAL COMMON	Masse numérique
12	IN7-	Entrée (-) de la voie analogique 7
13	IN6-	Entrée (-) de la voie analogique 6
14	IN5-	Entrée (-) de la voie analogique 5
15	IN4-	Entrée (-) de la voie analogique 4
16	IN3-	Entrée (-) de la voie analogique 3
17	IN2-	Entrée (-) de la voie analogique 2
18	IN1-	Entrée (-) de la voie analogique 1
19	IN0-	Entrée (-) de la voie analogique 0
20	-12V	-12V de l'alimentation du micro-ordinateur
21	GATE0	Porte d'entrée du compteur 0 (8254)
22	GATE1	Porte d'entrée du compteur 1 (8254)
23	GATE2	Porte d'entrée du compteur 2 (8254)
24	INT IN	Signal d'interruption (déclenché sur front positif)
25	IP1	Entrée numérique 1
26	IP2	Entrée numérique 2
27	IP3	Entrée numérique 3
28	DIGITAL COMMON	Masse numérique
29	+5V	+5V de l'alimentation du micro-ordinateur
30	IN7+	Entrée (+) de la voie analogique 7
31	IN6+	Entrée (+) de la voie analogique 6
32	IN5+	Entrée (+) de la voie analogique 5
33	IN4+	Entrée (+) de la voie analogique 4
34	IN3+	Entrée (+) de la voie analogique 3
35	IN2+	Entrée (+) de la voie analogique 2
36	IN1+	Entrée (+) de la voie analogique 1
37	IN0+	Entrée (+) de la voie analogique 0

Le connecteur de la carte DAS-8-PGA est un connecteur DB37 male. Il faut donc utiliser un connecteur femelle du type ITT/Cannon #DC-37S pour se brancher sur la carte.

Spécification techniques de la carte DAS-8-PGA

Consommation électrique

+5 Volts	107 mA typique / 180 mA maxi.
+12 Volts	6 mA typique / 10 mA maxi.
-12 Volts	10 mA typique / 16 mA maxi.

Sorties analogiques

Nombre de canaux	8, selectionnables par micro-interrupteurs soit en mode différentiel, soit en mode unipolaire
Résolution	12 bits.
Précision	0.01 % de la lecture +/- 1 bit.
Gamme de mesure	9 gains différents : ± 5Vdc (par défaut) ± 10Vdc 0 à 10 Vdc ± 0.5V 0 à 1V ± 0.05V 0 à 0.1V ± 0.01V 0 à 0.02V
Codage	Binaire complémenté

Echantillonneur

Temps d'acquisition	4 µSec à 0.01%, typique pour une entrée pleine échelle.
---------------------	---

Référence de tension

Référence	±10.0 V (±0.1 V).
Stabilité	50 ppm/deg C.
Courant de sortie	± 2 mA (max).

Entrées/Sorties numériques

OP1-4 sortie	basse	0.5 V (max) @ 8.0 mA
	haute	2.7 V (min) @ -0.4 mA
IP1-3 entrée	basse	0.8 V (max) @ -0.4 mA
	haute	2.7 V (max) @ 20 µA

4.2.4. Caractéristiques du capteur THALAMUS Thermohygrosonde

HUMIDITE

Elément de mesure d'humidité relative :	RTC 691 90001 (capacitif)
Domaine de mesure d'humidité relative :	3 à 100 % HR (humidité relative)
Précision d'étalonnage à 23 °C :	± 2% HR de 12 à 97% HR
Fidélité de mesure :	± 1% HR
Dérive en température :	inférieure à ± 2% HR pour -10 °C < T < +40 °C
Temps de réponse :	A température stable, en air agité à 1 m/s avec filtre en bronze < 7% de la valeur finale en 10 mn de 12% HR à 97% HR inférieure à 2.5% de la valeur finale en 60 mn de 12% HR à 97% HR.
Signal de sortie linéaire :	0.03 Vdc à 1 Vdc pour 3% à 100% HR sur charge de 1 Kohm.
Sensibilité de mesure :	10 mVdc / % HR.

TEMPERATURE

Elément de mesure de température :	LM 35CZ (capteur à semiconducteur).
Domaine de mesure de température :	-30 °C à +70 °C Théorique 1 °C à +70°C Pratique.
Précision d'étalonnage à 23 °C :	± 0.2 °C.
Fidélité de mesure :	± 0.1 °C.
Signal de sortie linéaire :	0 Vdc à 1 Vdc pour -30 °C à +70 °C Théorique. 2 Vdc à 1 Vdc pour -26 °C à +70 Vdc pratique sur charge de 1 Kohm.
Sensibilité de mesure :	10 mVdc / °C..

CARACTERISTIQUES GENERALES

Alimentation :	7 Vdc à 30 Vdc.
Courant de fonctionnement :	< 7 mA.
Protection des éléments sensibles :	Filtre en bronze fritté classe 20 (10 micron).
Boîtier ABS :	Protection IP65 Dimension 82 mm x 80 mm x 55 mm.
Embout de mesure :	Matière PVC Diamètre 25 Longueur 135 mm
Raccordement :	Presse étoupe. Bornier à vis.
Poids :	165 g.

MISE EN SERVICE

- L'appareil est opérationnel dès la mise sous tension.
- Il est important de noter que pour une bonne précision et une fidélité de mesure, le capteur et le milieu ambiant doivent avoir atteint leur équilibre thermique et d'humidité.

- Afin de ne pas fausser les mesures d'humidité, le filtre en bronze doit être régulièrement déposé et débarrassé de ses poussières par un nettoyage à l'eau et à l'alcool (ou dans un bain à ultrasons) suivi d'un séchage dans un courant d'air chaud.
- La procédure d'étalonnage faisant appel à des bains de solutions salines saturées très précis, il est recommandé de ne pas dérégler le capteur et de faire vérifier l'étalonnage une fois par an auprès du constructeur.

4.2.5. Capteur de pression KELLER PAA2

Le capteur de pression, référence PAA2 1,2 bar est associé à une électronique PROGRESS.

Les conditions d'utilisations sont:

pression:	800 hP à 1200 hP
tension de sortie	0 - 1 volt dans la gamme 800 - 1200 hP
alimentation:	8 à 12 volts
gamme de température:	-10°C à +50°C
pression:	800 hP à 1200 hP
erreur de linéarité :	typique $\pm 0.2\%$ EM (Etendue de Mesure); max 0.5% EM
hystérésis :	< 0.05%
dérive thermique de zéro:	0.05 mV/°C entre +10 et +40 °C 1 mV/°C entre -10 et +80 °C
dérive thermique de sensibilité :	0.010 %/°C entre +10 et +40 °C 2 %/°C entre -10 et +80 °C

Raccordement du capteur de pression Keller:

L'ensemble de mesure de la pression atmosphérique est livré en deux parties. Le capteur et son électronique associée. Ces deux éléments sont assemblés dans un boîtier en plastique.

Description du branchement sur la prise amphenol se raccordant au boîtier électronique de mesure :

Signaux	Capteur KELLER	Cordon de liaison	Prise AMPHENOL
3 Vdc	Noir	Rouge	4
5 Vdc	Blanc	Noir	6
Sortie 0-1 Vdc	Rouge	Blanc	7

4.2.6. Spécifications des thermistances BETATHERM modèle BetaCurve 5K3A1

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Résistance nominale : 5000 Ω à 25 °C

Gamme de mesure :	-55 °C à 150 °C
Constante de temps :	10 secondes
Dissipation thermique :	1.0 mW/°C
Tolérance d'interchangabilité :	0.2 °C

TABLEAU DES VALEURS DE LA THERMISTANCE 5K3A1

Température °C	Résistance (Ω)	Température °C	Résistance (Ω)
-10	27663	21	5971
-9	26202	22	5709,5
-8	24827	23	5461
-7	23532	24	5225
-6	22313	25	5000
-5	21163	26	4786,1
-4	20079	27	4582,5
-3	19058	28	4688,7
-2	18094	29	4204,2
-1	17184	30	4028,4
0	16325	31	3860,9
1	15515	32	3701,3
2	14749	33	3549,2
3	14026	34	3404,1
4	13342	35	3265,7
5	12696	36	3133,8
6	12085	37	3007,8
7	11506	38	2887,6
8	10959	39	2772,8
9	10441	40	2663,2
10	9949,5	41	2558,5
11	9485	42	2458,5
12	9044,5	43	2362,9
13	8627	44	2271,6
14	8231	45	2184,2
15	7855,5	46	2100,7
16	7499	47	2020,8
17	7161	48	1944,4
18	6840	49	1871,2
19	6535,5	50	1801,2
20	6246		

4.3. Adresses des fournisseurs

SAGIMECA

Thermistance BETATHERM

4.3.1. Rue La Noue Guimante

4.3.2. SAINT THIBAULT

Tél: (1) 64 30 32 05

Telex: 690 487 F

THALAMUS

Thermohygrosonde

Z. A. de la croix rouge, Ploumilliau

4.3.3. LANNION

Tél: 96 35 30 66

KEITHLEY

Carte METRABYTE DAS-8-PGA

4.3.4. Allée des Garays BP 60

4.3.5. PALAISEAU Cedex

Tel: (1) 60 11 51 55

Telex: 600 933 F

Fax: (1) 60 11 77 26

KELLER METRO

Capteur de pression 1.2 bar

4.3.6. Avenue du Général de Gaulle

4.3.7. CLAMART

Tel: (1) 45 37 16 55

Fax: (1) 45 37 12 21

Telex: 631019 F

SIEMENS

Analyseur infra-rouge ULTRAMAT

4.3.8. Boulevard ORNANO

4.3.9. SAINT DENIS CEDEX 2

Tél: (1) 49 22 34 28

Fax: (1) 49 22 30 62

4.4. Adresses utiles

Yves DANDONNEAU
Responsable scientifique du programme ECOA
LODYC Université Pierre et Marie Curie
Tour 14, 2e étage - 4 place JUSSIEU
4.4.1. PARIS CEDEX 05
Tél: (1) 46 33 21 31
Fax: (1) 44 27 38 05
Telex: 206317 F

Jacques GRELET, Yves MONTEL, Bruno BUISSON
(pour les problèmes techniques et logiciels)
ORSTOM BP A5
NOUMEA Nouvelle Calédonie
Tél: (687) 26 10 00 poste 11
Fax: (687) 26 43 26

